บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1. การรวบรวมและคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์

จากการเก็บตัวอย่างดิน 4 พื้นที่ คือ ห้วยโป่งมะโหง อ. แม่แจ่ม, ห้วยจุมปา อ. ฮอด, อ่างเก็บน้ำต้นลาน อ. จอมทอง และพื้นที่ทำการเกษตรบริษัทจุลไหมไทย จ. เพชรบูรณ์ เมื่อนำมาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายโพแทสเซียม โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ silicate bacteria medium (Hebei Academy of Science, 1996) ที่ผสมสี Bromthymol blue เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดได้ เพราะเป็นกลไกหนึ่งที่จุลินทรีย์ในกลุ่ม silicate bacteria ใช้ในการย่อยสลายหินซิลิเกต (Goldschmidt, 1998 ; Mueller, 1996 และ Styriakova and Styriak, 2000) โดยถ้าเชื้อจุลินทรีย์ใดที่มีความสามารถในการผลิตกรดจะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ดังรูปที่ 8 และเมื่อนำมาส่องกล้องจุลทรรศ์พบว่ามีรูปร่างเป็น rod shape ดังรูปที่ 9

รูปที่ 8 เชื้อแบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากมีเขียวเป็นสีเหลือง

รูปที่ 9 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการคัดเลือกครั้งนี้พบเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดได้ดังนี้ ตัวอย่างดินจากห้วยโป่งมะโหง อ.แม่แจ่ม ได้ 2 ตัวอย่าง, ห้วยจุมปา อ.ฮอด ได้ 2 ตัวอย่าง, อ่างเก็บน้ำต้นลาน อ.จอมทอง ได้ 7 ตัวอย่าง และพื้นที่ทำการเกษตรบริษัทจุลไหมไทย จ. เพชรบูรณ์ได้ 11 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 22 ตัวอย่าง เป็นเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละพื้นที่ พบว่า ตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่ทำการเกษตรบริษัทจุลไหมไทย จ. เพชรบูรณ์ มีธาตุอาหาร P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe และอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงกว่าดินของแหล่งอื่น และมี pH เท่ากับ 6.17, ตัวอย่างดินบริเวณอ่างเก็บน้ำต้นลาน อ. จอมทอง มีค่า pH ของดิน สูงที่สุด คือ 7.87 และต่ำที่สุดจากตัวอย่างดิน ห้วยจุมปา อ. ฮอด คือ 5.68 สำหรับ pH ของดินบริเวณห้วยโป่งมะโหง อ. แม่แจ่ม เท่ากับ 6.54 ดังแสดงใน ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีของดินในแต่ละพื้นที่ที่สุ่มเก็บ

พื้นที่	pH	OM (%)	P ($mgkg^{-1}$)	K ($mgkg^{-1}$)	Ca ($mgkg^{-1}$)	Mg ($mgkg^{-1}$)	Mn ($mgkg^{-1}$)	Zn ($mgkg^{-1}$)	Fe ($mgkg^{-1}$)	mst (%)
ห้วยโป่งมะโหง	6.54	1.56	70	180	1400	260	20	0.91	12	2.23
ห้วยจุมปา	5.68	1.54	40	460	400	20	20	1.1	28	9.02
อ่างเก็บน้ำต้นลาน	7.87	1.42	10	280	9000	410	30	1.2	22	7.82
บ.จุลไหมไทย	6.17	5.56	43900	34100	4800	5900	2100	20	4100	29.88

mst คือ ความชื้นของดิน

ผลจากการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตกรดซึ่งพบว่าตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ทำการเกษตรบริษัทจุลไหมไทย จ. เพชรบูรณ์ ได้ตัวอย่างเชื้อมากที่สุด (11 ตัวอย่าง) อาจเป็นเพราะว่าดินบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า และยังมีความชื้นของดินมากกว่าตัวอย่างดินอื่นๆ เนื่องจากบางจุดที่เก็บเป็นตัวอย่างจากกองปุ๋ยหมักที่เน่าสลายแล้ว (ดังตารางที่ 6) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ก็ต้องการธาตุอาหารต่างๆและสภาพแวดล้อมของดินที่เหมาะสมเช่นเดียวกับของพืชทั่วไป ยกเว้นบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่อับอากาศ หรือ อุณหภูมิสูงกว่าที่เหมาะสมกับพืชปกติทั่วไป (สมชาย, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละพื้นที่

สถานที่	ปริมาณเชื้อ (cfu/g dry soil)	Code No.
บ.จุลไหมไทย จ.เพชรบูรณ์	8.47×10^4	PC 02
		PC 03
		PC 04
		PC 05
		PC 06
		PC 07
		PC 08
		PC 09
		PC 10
		PC 11
		PC 12
ห้วยจุมปา อ. ฮอด	1.83×10^4	JP 13
		JP 14
ห้วยโป่งมะโหง อ.แม่แจ่ม	1.96×10^4	HM 15
		HM 16
อ่างเก็บน้ำต้นลาน อ.จอมทอง	4.82×10^4	TL 17
		TL 18
		TL 19
		TL 20
		TL 21
		TL 22
		TL23

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2. ประสิทธิภาพการย่อยสลายโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ของเชื้อจุลินทรีย์

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ หลังจากใส่เชื้อแบคทีเรียทั้ง 22 ตัวอย่าง และเชื้อที่ได้จาก Insitute of Microbiology Hebei Academy of Science สาธารณรัฐประชาชนจีน (*Bacillus circulans*) เปรียบเทียบกับ control ที่ไม่ได้ใส่เชื้อลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่แร่เฟลด์สปาร์ลงไปแทน KH_2PO_4 โดยแร่เฟลด์สปาร์มีเปอร์เซ็นต์ K_2O ประมาณ 10% เพื่อตรวจสอบการปลดปล่อยโพแทสเซียมในระยะเวลาต่างๆ พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้คือ (ตารางที่ 7) เชื้อตัวอย่างที่ 13, 14, 15, 16, 19, 20 และ 21 สามารถย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์ให้ soluble K ได้ในระดับเดียวกัน และสูงกว่าเชื้อตัวอย่างอื่นๆในทุกระยะของการประเมินการละลายของโพแทสเซียม โดยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 7 ตัวอย่างนี้สามารถทำให้โพแทสเซียมละลายออกมาได้ประมาณ 20-30% ของ total K ที่มีอยู่ในแร่เฟลด์สปาร์ที่ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ตั้งแต่ 6 ชั่วโมงแรกของการใส่เชื้อ และการละลายของโพแทสเซียมอยู่ในระดับเดียวกันตลอดระยะเวลาของการทดลอง ส่วนเชื้อ *Bacillus circulans* ซึ่งเป็นเชื้อที่ใช้ผลิตหัวเชื้อ biopotassium fertilizer ของ Institute of Microbiology, Hebei Academy of Science ทำให้โพแทสเซียมละลายได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ 144 ชั่วโมง ส่วนในเชื้อตัวอย่างที่ 3 และ 6 สามารถทำให้โพแทสเซียมละลายออกมาได้ประมาณ 20% ที่ 96 ชั่วโมง ในขณะที่สารละลายที่มีแร่เฟลด์สปาร์แต่ไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ลงไปมีโพแทสเซียมที่ละลายออกมาประมาณ 11.2% ถึง 14.1% ตลอดการทดลอง

ในช่วงระยะเวลาการทดสอบทั้ง 10 ระยะ พบว่า เชื้อตัวอย่างส่วนใหญ่สามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาได้ดีที่ช่วง 144 ชั่วโมง โดยที่ระยะ 144 ชั่วโมงนี้ เชื้อตัวอย่างที่ 14 สามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาได้มากที่สุด 3.55 %K_2O เมื่อเปรียบเทียบกับ control พบว่า เพิ่มขึ้นจาก control 168.94% เชื้อตัวอย่างที่ 16 เพิ่มขึ้นจาก control เท่ากับ 152.27% โดยเชื้อตัวอย่างที่ 1, 3, 6, 7, 11, 13, 15, 18, 19, 20 และ 21ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเชื้อตัวอย่างที่ 14 และ 16 โดยมีเปอร์เซ็นต์ K_2O เพิ่มขึ้นจาก control 56.82, 82.58, 75, 24.24, 79.55, 146.97, 109.09, 145.45, 164.39, 69.70 และ112.88 ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้จากดินในประเทศไทยสามารถย่อยละลายโพแทสเซียมได้เช่นเดียวกับ *Bacillus circulans* ของสาธารณรัฐประชาชนจีน และเชื้อบางตัวยังมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายโพแทสเซียมได้ดีกว่าเชื้อ *Bacillus circulans* อีกด้วย โดยเฉพาะเชื้อที่ 14 และ 16 นอกจากนั้นยังสามารถย่อยละลายโพแทสเซียมได้ดีกว่าตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วย โดยเชื้อที่ 14 เป็นตัวอย่างเชื้อที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินบริเวณ ห้วยจุมปา อ. ฮอด และเชื้อที่ 16 เป็นตัวอย่างเชื้อที่คัดแยกได้มาจากตัวอย่างดินบริเวณห้วยโป่งมะโหง อ. แม่แจ่ม

จากผลการวัดค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่กรองได้ (ตารางที่ 8) พบว่า เมื่อระยะเวลานานขึ้นค่า pH เปลี่ยนแปลงไปไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกตัวอย่างเชื้อ ยกเว้นเชื้อที่ 8 และ 23 โดยตัวอย่างเชื้อที่ 8 พบว่าในระยะแรก 6-24 ชั่วโมง ค่า pH ต่ำกว่าที่ 48-168 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างเชื้อที่ 23 พบว่าที่ 6 ชั่วโมงแรกค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อต่ำกว่าระยะเวลาอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของแต่ละเชื้อในแต่ละระยะเวลา พบว่า ในระยะที่ 6 และ 18 ชั่วโมง ค่า pH ของเชื้อจุลินทรีย์ทุกตัวอย่างเชื้อ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในระยะ อื่นๆ ค่า pH แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ 12 ชั่วโมง เชื้อตัวอย่างที่ 8 ทำให้ค่า pH ต่ำกว่าเชื้ออื่นๆ (4.67), โดยเชื้อตัวอย่างที่ 13, 18 และ 19 ให้ผลไม่แตกต่างกับตัวอย่างเชื้อที่ 8 ที่ 24 ชั่วโมง เชื้อที่ทำให้ค่า pH ต่ำที่สุดคือเชื้อที่ 18 และ 19 (4.75 เท่ากัน) โดยเชื้อตัวอย่างที่ 1, 3, 6, 11, 12, 13, 15, 16 และ 23ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเชื้อตัวอย่างที่ 18 และ 19 และที่ 48, 72, 96, 120, 144 และ 168 ชั่วโมง เชื้อที่ทำให้ค่า pH ต่ำที่สุดคือ เชื้อที่ 18 โดยเชื้อตัวอย่างที่ 12, 13 และ19ให้ผลไม่แตกต่างกับกับเชื้อตัวอย่างที่ 18

แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์บางตัวอย่าง เท่านั้นที่ใช้ความสามารถในการผลิตกรดในการย่อยสลายโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ สังเกตจากค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลงจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับ control ที่ไม่มีการใส่เชื้อลงไปในอาหาร ซึ่งพบในตัวอย่างเชื้อที่ 1, 3, 6, 10, 12, 13, 15, 16,18 และ 19 ที่สอดคล้องกับการรายงานของ Goldschmidt (1998) การทำลายโครงสร้างของแร่ซิลิเกตของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลงจาก 7.8 เป็น 6.5 และปริมาณของ silica เพิ่มขึ้นจาก 0.3 เป็น >1 มิลลิโมล/ลิตร และจากการศึกษาของ Styriakova และ Styriak (2000) หลังจากใช้ *Bacillus cereus* เข้าทำลายโครงสร้างของแร่ kaolins พบว่าในช่วงที่เชื้อแบคทีเรียกำลังเจริญเติบโตค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อ Bromfeild medium ลดลงจาก 7 เหลือประมาณ 4 ภายใน 7 วัน เรียกกระบวนการนี้ว่า bioleaching ซึ่งพบว่าแบคทีเรียผลิตกรดอินทรีย์ออกมาคือ acetic, butyric, pyruvic, lactic, formic และ กรด carboxylic acid จึงทำให้ pH ของอาหาร Bromfeild medium ลดลง และเป็นไปในทำนองเดียวกับการทดลองของ Brantley *et al.*, (Nodate) ที่พบว่าเมื่อเลี้ยง *Desulfovibrio desulfuricans* ในอาหาร minimal medium ทำให้เกิดสภาพกรดในอาหาร ทำให้ Fe หลุดออกมาจากโครงสร้างของ hornblende ได้ โดยทำให้ปริมาณ Fe เพิ่มขึ้นกว่าสัปดาห์แรก 5-10 เท่า และยังผลิต cate-chelate ออกมาด้วย

จากตารางที่ 8 พบว่าเชื้อบางตัวอย่างค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อไม่แตกต่างจาก control และในเชื้อบางตัวอย่างค่า pH กลับสูงขึ้นในระยะสุดท้าย (168 ชั่วโมง) ดังเช่นในตัวอย่างที่ 14 ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากเดิมที่ 6 ชั่วโมง pH เท่ากับ 6.28 แต่ที่ 168 ชั่วโมง ค่า pH เท่ากับ 7.0 แสดงว่า ตัวอย่างเชื้อที่ 14 หรือตัวอย่างเชื้อที่มีพฤติกรรมคล้ายกับตัวอย่างเชื้อที่ 14 ต้องอาศัยกลไกอื่นที่ไม่ใช่การผลิตกรด ดังตัวอย่างข้างต้น ซึ่งอาจจะอาศัยกลไกอื่นๆ เช่น ionic strength (Goldschmidt, 1998) หรืออาจเป็นการปรับสมดุลของ redox state ทำให้ pH เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิด dehydrogenation ของน้ำตาล ซึ่งในอาหารเลี้ยงเชื้อมักมีน้ำตาล sucrose เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เป็นแรงขับทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอม/โปรตอนไปมีผลต่อโมเลกุลของออกซิเจน/แอนไอออนของออกซิเจน จนทำให้ pH เพิ่มขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถดังกล่าว คือ *Bacillus circulans* var. alkalophilus (Paavilainen *et al.*, 1995) และจากการทดลองของ Vandeyiere *et al.* (1998) หลังจากใช้แบคทีเรียทั้งหมด 17 ตัวอย่าง มาทดสอบความสามารถในการละลายแร่ซิลิเกต พบว่า แบคทีเรียที่สามารถละลาย Si ออกมาจากแร่ซิลิเกตได้นั้น คือ ตัวอย่างที่ผลิต gluconate ออกมา และภาวะ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นกลางไม่ ต่ำแต่อย่างใด

เมื่อหาจำนวนประชากรของเชื้อตัวอย่างแต่ละช่วงเวลา (ตารางที่ 9) โดยมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1.6×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบว่าที่ 6, 18 และ96 ชั่วโมง จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ 12 ชั่วโมง ในตัวอย่างเชื้อที่ 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21, 22 และ23 มีการเพิ่มจำนวนประชากรไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนประชากรมากกว่าเชื้อตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 8, 15, 16, 17, 18 และ20 ที่ 24 ชั่วโมง ในเชื้อตัวอย่างที่ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22 และ23มีการเพิ่มจำนวนประชากรไม่แตกต่างกันและมีจำนวนประชากรมากกว่าเชื้อตัวอย่างที่ 6, 11, 15 และ21 ที่ 48 ชั่วโมง ในเชื้อตัวอย่างที่ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22 และ23 มีการเพิ่มจำนวนประชากรไม่แตกต่างกัน และมีจำนวนประชากรมากกว่าเชื้อตัวอย่างที่ 3, 15, 16 และ21 ที่ 72 ชั่วโมง ในเชื้อตัวอย่างที่ 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22 และ23มีจำนวนประชากรไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีจำนวนประชากรมากกว่าเชื้อตัวอย่างที่ 2, 3, 6, 8, 17, 18 และ 20 ที่ 12 ชั่วโมง เชื้อตัวอย่างที่ 6 มีการเพิ่มจำนวนประชากรต่ำที่สุด โดยเชื้อตัวอย่างที่ 15 และ21 มีการเพิ่มจำนวนประชากรไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเชื้อตัวอย่างที่ 6 ที่ 168 ชั่วโมง พบว่า ในเชื้อตัวอย่างที่ 6 มีการเพิ่มจำนวนประชากรต่ำที่สุด โดยให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตัวอย่างเชื้อที่ 15, 16 และ 21 จะเห็นได้ว่าเชื้อตัวอย่างที่มีการเพิ่มจำนวนประชากรได้ช้า คือเชื้อตัวอย่างที่ 6 และ 21

เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มจำนวนประชากรของเชื้อตัวอย่างกับความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมไม่สัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในเชื้อตัวอย่างที่มีความสามารถในการละลายโพแทสเซียมออกมาได้มากที่สุดกลับไม่ใช่เชื้อตัวอย่างที่มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนประชากรได้มากที่สุด แสดงว่าเชื้อตัวอย่างที่เป็นไปในลักษณะนี้มีประสิทธิภาพในการละลายโพแทสเซียมได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 ความสามารถในการย่อยละลายโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ของเชื้อจุลินทรีย์ตัวอย่างต่างๆ (isolates) ที่ระยะเวลาต่างกัน

Isolates	ปริมาณของโพแทสเซียม (%K_2O) ที่วัดได้จากอาหารเหลว (%)												
	6 hr	12 hr	18 hr	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	120 hr	144 hr	168 hr	mean	F-test	C.V.(%)
1 (*B. circulans*)	1.73 bc	1.59 cd	1.65 cd	1.48 cde	1.44 de	1.49	1.52 de	1.50 e	2.07 a-d	1.78 abc	1.62	ns	40.5
2	1.56 c	1.44 cd	1.42 cd	1.30 cde	1.34 de	1.65	1.32 e	1.46 e	1.73 bcd	1.33 bc	1.46	ns	22.2
3	1.92 bc	1.92 bcd	1.91 bcd	1.76 a-e	1.90 b-e	1.95	2.33 a-e	2.01 b-e	2.41 a-d	1.95 abc	2.01	ns	29.1
4	1.41 c	1.30 d	1.27 d	1.15 e	1.24 e	1.35	1.24 e	1.51 e	1.82 bcd	1.25 bc	1.35	ns	23.7
5	1.44 c	1.38 d	1.27 d	1.19 e	1.16 e	1.42	1.71 b-e	1.60 de	1.66 bcd	1.43 bc	1.43	ns	29.4
6	1.76 bc	1.93 bcd	1.78 bcd	1.63 b-e	1.67 cde	1.97	2.16 a-e	2.13 b-e	2.31 a-d	2.02 abc	1.94	ns	22.4
7	1.78 bc	1.38 d	1.53 cd	1.49 cde	1.39 de	1.36	1.47 de	1.41 e	1.48 cd	1.41 bc	1.47	ns	25.5
8	1.62 bc	1.55 cd	1.53 cd	1.51 cde	1.34 de	1.54	1.61 cde	1.66 cde	1.74 bcd	1.43 bc	1.55	ns	29.0
9	1.81 bc	1.56 cd	1.42 cd	1.54 cde	1.51 cde	1.59	1.93 b-e	1.68 cde	1.94 a-d	1.67 abc	1.67	ns	25.1
10	1.41 c	1.30 d	1.38 d	1.25 de	1.23 e	1.54	1.66 b-e	1.67 cde	1.61 bcd	1.47 bc	1.45	ns	30.6
11	1.77 bc	1.75 cd	1.72 bcd	1.74 a-e	1.12 e	2.07	2.30 a-e	2.49 a-e	2.37 a-d	2.03 abc	1.94	ns	70.4
12	1.42 c	1.42 d	1.37 d	1.34 cde	1.39 de	1.61	1.73 b-e	1.57 e	1.85 bcd	1.58 bc	1.53	ns	24.1
13	3.24 a	2.60 abc	2.53 abc	2.33 a-d	2.41 a-d	2.91	3.04 abc	3.02 a-d	3.26 ab	2.78 ab	2.81	ns	60.1
14	2.96 ab	3.26 a	2.72 ab	2.76 a	2.84 ab	3.24	3.54 a	2.59 a	3.55 a	3.04 a	3.15	ns	16.2
15	2.42 abc	2.30 a-d	2.10 bcd	1.89 a-e	1.90 b-e	2.45	1.94 b-e	1.91 b-e	2.76 a-d	1.40 bc	2.13	ns	43.2
16	3.01 ab	3.02 ab	3.09 a	2.65 ab	3.21 a	3.10	3.21 ab	3.30 ab	3.33 ab	2.65 abc	3.07	ns	14.4

ตารางที่ 7 ต่อ

17	1.38 c	1.29 d	1.28 d	1.15 e	1.12 e	1.25	1.11 e	1.18 e	1.26 d	1.31 bc	1.23	ns	16.6
18	1.60 bc (2)	1.70 cd(2)	1.81bcd(2)	1.41cde(2)	1.88 b-e(2)	2.26 (2)	2.40 a-e(2)	2.43 a-e(2)	3.24 abc(1)	2.67 abc(2)	2.19	**	23.5
19	2.37 abc	2.42 a-d	2.56 abc	2.07 a-e	2.39 a-e	2.93	3.30 ab	3.24 abc	3.49 ab	2.81 ab	2.51	ns	28.4
20	2.11 abc	1.78 cd	1.69 cd	1.62 b-e	1.95 b-e	2.07	2.06 b-e	2.22 a-e	2.24 a-d	1.78 abc	1.94	ns	40.4
21	2.34 abc	2.37 a-d	2.43 abc	2.36 abc	2.63 abc	2.58	2.95 a-d	3.08 abc	2.81 a-d	2.69 ab	2.62	ns	37.3
22	1.57 c	1.61 cd	1.67 cd	1.63 b-e	1.52 cde	1.64	1.48 de	1.54 e	1.41 cd	1.23 bc	1.53	ns	26.4
23	1.41 c	1.14 d	1.26 d	1.16 e	1.20 e	1.14	1.20 e	1.17 e	1.13 d	1.13 c	1.19	ns	19.8
control	1.12 c	1.14 d	1.14 d	1.16 e	1.17 e	1.35	1.32 e	1.41 e	1.32 d	1.19 bc	1.23	ns	23.3
mean	1.88	1.79	1.76	1.65	1.69	1.93	2.00	2.01	2.17	1.80			
F-test	*	**	**	*	**	ns	**	**	*	*			
C.V.(%)	36.5	33.0	30.1	33.9	34.8	42.2	37.6	36.9	39.3	40.4			

ตัวอักษรหรือตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เปรียบเทียบกันในสดมภ์ ตัวเลขในวงเล็บเปรียบเทียบกันในแนวนอน

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 99 %

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่กรองได้ในแต่ระยะเวลาต่างๆ

isolates	ค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่วัดได้ในแต่ละระยะเวลา												
	6 hr	12 hr	18 hr	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	120 hr	144 hr	168 hr	mean	F-test	C.V.(%)
1(*B. circulans*)	6.41	6.26 ab	5.33	5.20 a-d	5.59 ab	5.68 abc	5.40 b-e	5.40 e-i	5.22 efg	5.46 f-i	5.57	ns	14.0
2	5.94	6.63 a	6.49	6.49 a	6.67 a	6.48 a	6.56 a	6.58a-d	6.58 a-d	6.58 abc	6.51	ns	6.2
3	6.13	5.77 bc	6.22	6.09 a-d	6.21 a	6.11 ab	5.76 a-d	5.72 c-g	5.70 def	5.55 e-i	5.92	ns	16.1
4	6.13	6.61 a	5.87	6.59 a	6.61 a	6.42 a	6.63 a	6.55 a-d	6.49 a-d	6.47 a-d	6.43	ns	9.4
5	6.48	6.77 a	6.46	6.63 a	6.60 a	6.44 a	6.38 ab	6.51 a-d	6.50 a-d	6.51 abc	6.52	ns	6.7
6	5.95	6.51 ab	5.73	5.82 a-d	5.63 ab	5.06 bcd	5.09 cde	4.99 ghi	5.01f g	5.03 hij	5.45	ns	24.1
7	6.25	6.66 a	6.61	6.49 a	6.47 a	6.51 a	6.42 ab	6.36 a-d	6.34 a-d	6.33 a-f	6.44	ns	4.8
8	5.97(1,2)	4.67 d(3)	5.30(2,3)	5.80a-d(1,2)	6.45 a(1)	6.62 a(1)	6.65 a(1)	6.65 abc(1)	6.66 abc(1)	6.65 abc(1)	6.19	**	8.6
9	6.45	6.85 a	6.05	6.54 a	6.42 a	6.25 a	6.30 ab	6.29 a-e	6.36 a-d	6.15 a-f	6.35	ns	8.7
10	6.03	6.51 ab	6.07	6.29 ab	6.23 a	5.93 ab	5.96 abc	5.94 b-f	5.88 cde	5.94 c-g	6.07	ns	14.1
11	6.59	6.59 a	5.88	5.96 a-d	6.12 a	6.39 a	6.52 ab	6.43 a-d	6.47 a-d	6.52 abc	6.33	ns	19.1
12	5.32	5.33 cd	4.82	4.93 bcd	5.00 bc	4.58 d	4.63 e	5.07 f–i	4.75 g	4.70 ij	4.89	ns	11.8
13	5.09	5.18 cd	4.67	4.80 cd	4.70 bc	4.55 d	4.72 de	4.68 hi	4.66 g	4.64 ij	4.75	ns	10.6
14	6.28	6.57 a	6.43	6.17 abc	6.79 a	6.54 a	5.92 abc	6.97 a	6.96 a	7.00 a	6.57	ns	11.7
15	5.97	6.37 ab	6.22	6.05 a-d	6.20 a	5.70 abc	5.79 abc	5.68 d-g	5.96 b-e	5.55 d-i	5.95	ns	12.7

ตารางที่ 8 ต่อ

16	6.71	6.70 a	5.79	6.10 a-d	6.17 a	5.89 abc	5.75 a-d	5.57 d-h	5.17 efg	5.78 c-h	5.93	ns	26.8
17	6.07	6.58 a	6.50	6.34 ab	6.51 a	6.50 a	6.42 ab	6.26 a-e	6.26 a-d	6.30 a-f	6.37	ns	5.7
18	4.99	5.42 cd	4.78	4.75 d	4.54 c	4.44 d	4.43 e	4.56 i	4.61 g	4.56 j	4.68	ns	14.5
19	5.18	5.16 cd	4.74	4.75 d	4.72 bc	4.76 cd	4.51 e	4.84 ghi	4.73 g	5.23 g-j	4.84	ns	13.2
20	6.21	6.61 a	6.09	6.30 ab	6.43 a	6.38 a	5.95 abc	6.04 a-e	6.09 a-e	6.11 b-f	6.21	ns	10.4
21	6.24	6.58 a	6.17	6.49 a	6.51 a	6.28 a	6.26 ab	6.85 ab	6.68 abc	7.02 a	6.52	ns	13.1
22	6.50	6.39 ab	6.36	6.39 a	6.65 a	6.25 a	6.49 ab	6.47 a-d	6.48 a-d	6.51 abc	6.45	ns	6.2
23	5.21 (2)	6.62 a (1)	6.49 (1)	6.14 a-d(1)	6.62 a (1)	6.62 a(1)	6.46 ab (1)	6.48 a-d(1)	6.47 a-d(1)	6.42 a-e(1)	6.38	**	6.5
control	6.91	6.70 a	6.63	6.62 a	6.80 a	6.82 a	6.92 a	6.84 ab	6.82 ab	6.88 ab	6.78	ns	4.9
mean	6.02	6.25	5.91	5.99	6.10	5.96	5.90	5.9	5.96	6.00			
F-test	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**			
C.V.(%)	13.6	6.6	17.7	14.0	10.7	11.3	11.2	9.4	9.2	8.8			

ตัวอักษรหรือตัวเลขที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เปรียบเทียบกันในสดมภ์ ตัวเลขในวงเล็บเปรียบเทียบกันในแนวนอน

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 99 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 จำนวนประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ที่ระยะต่างๆ

Isolates	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (Log number of cell / 1 ml)									
	6 hr	12 hr	18 hr	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	120 hr	144 hr	168 hr
1 (*B. circulans*)	5.92	5.76 e	7.21	8.10 abc	8.00 a-d	8.26 abc	8.18	8.03 ab	7.88 a	8.40 ab
2	6.56	6.28 e	7.90	8.31 abc	8.25 abc	7.44 de	8.26	8.07 ab	7.70 a	8.65 ab
3	2.38	6.73 cde	6.83	7.54 c-f	7.27 cde	7.75 b-e	7.67	7.96 ab	8.12 a	7.96 abc
4	6.85	7.78 a-d	8.09	8.37 ab	8.30ab	8.36 a-d	8.07	8.35 a	8.57 a	8.05 abc
5	6.13	6.49 de	8.22	8.51 abc	8.57 a	8.47 ab	8.29	8.51 a	8.54 a	8.68 a
6	5.00	7.01 a-d	8.13	7.07ef	6.99 e	6.30 e	6.30	6.40 c	6.48 b	7.68 bc
7	5.90	7.92 ab	8.13	4.35 abc	8.20 ab	8.25 a-d	8.01	8.22 ab	8.32 a	8.04 ab
8	6.18	6.98 cde	8.38	8.00 abc	8.35 ab	7.60 b-e	8.03	7.93 ab	8.18 a	8.52 ab
9	5.70	7.61 a-d	8.18	8.28 abc	8.12 abc	8.16 a-d	8.28	8.03 ab	8.52 a	8.10 ab
10	6.36	8.18 a	7.92	8.52 a	8.32 ab	8.55 a	8.59	8.43 a	8.56 a	8.41 ab
11	6.10	7.10 a-e	7.78	7.78b-f	8.10 a-d	8.01 a-d	8.01	7.88 ab	7.97 a	8.01 ab
12	7.46	8.40 ab	8.49	8.30 abc	7.92 a-e	8.07 a-d	7.87	8.23 ab	8.00 a	7.96 ab
13	8.04	7.71 a-d	8.33	8.19 abc	7.77 a-e	7.97 a-d	7.88	7.92 ab	6.82 ab	8.10 ab
14	8.35	7.73 a-d	7.54	7.76 a-e	7.56 a-e	7.60 a-d	7.50	7.52 ab	6.82 ab	7.82 abc
15	5.54	6.70 de	7.00	6.94 f	7.71 b-e	7.99 a-d	7.45	7.59 bc	8.63 a	7.55 c
16	5.83	5.83 e	5.46	6.22 def	7.11 e	8.10 a-d	7.25	8.34 a	8.37 a	8.15 bc
17	4.48	7.44 a-e	8.09	8.33 abc	8.26 ab	8.28 abc	8.15	8.20 ab	8.12 a	8.35 ab

18	4.00	7.43 b-e	7.89	8.07 abc	8.18 ab	7.55 cde	7.81	7.78 ab	7.94 a	8.07 ab
19	8.12	8.30 a	8.52	8.12 abc	8.11 abc	8.10 a-d	8.19	8.10 ab	8.10 a	8.44 ab
20	5.65	6.57 de	7.43	8.18 a-d	8.18 a-d	7.85 cde	7.82	8.28 ab	7.94 a	8.69 ab
21	5.60	7.30 a-e	7.40	7.79 b-f	7.65 de	7.85 cde	7.58	7.43 bc	7.66 a	7.82 abc
22	6.07	8.00 abc	8.23	8.37 abc	8.39 a-d	8.26 abc	8.18	8.43 ab	8.15 a	8.54 ab
23	8.26	8.35 abc	8.48	8.37 abc	8.19 a-e	8.45 ab	8.07	8.15 ab	8.48 a	8.20 ab
control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mean	7.45	7.77	8.09	8.16	8.11	8.12	8.04	8.13	8.24	8.28
F-test	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	**	*
C.V.(%)	17.25	11.98	12.11	6.89	7.91	8.27	8.35	6.36	6.03	5.55

ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ตัวอักษรเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 99 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3. การใช้แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

จากขั้นตอนที่ 2 สามารถคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์แล้วให้โพแทสเซียมออกมาได้มากที่สุด 2 ตัวอย่างเชื้อ คือ ตัวอย่างเชื้อที่ 14 และ ตัวอย่างเชื้อที่ 16 โดยให้เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 3.15 %K_2O และ 3.07 %K_2O ตามลำดับ เปรียบเทียบกับตัวอย่างเชื้อที่ 1 ที่ได้จาก Institute of Microbiology Hebei Academy of Science จากประเทศจีน ซึ่งใช้เป็นเชื้ออ้างอิง (reference strain) โดยดินที่ใช้สำหรับปลูกอ้อยมีคุณสมบัติทางเคมีดังนี้

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ปลูกอ้อย

คุณสมบัติต่างๆ	ปริมาณ/ค่า
ค่า pH	5.87
อินทรียวัตถุ (OM%)	1.19
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P, $mgkg^{-1}$)	45
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(K, $mgkg^{-1}$)	171
แคลเซียม (Ca, $mgkg^{-1}$)	358
แมกนีเซียม (Mg, $mgkg^{-1}$)	73
ทองแดง (Cu, $mgkg^{-1}$)	0.93
สังกะสี (Zn, $mgkg^{-1}$)	4
เหล็ก (Fe, $mgkg^{-1}$)	9
แมงกานีส (Mn, $mgkg^{-1}$)	28
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (cfu/1g dry soil)	
- เชื้อแบคทีเรีย	7.03×10^5
- เชื้อรา	2.67×10^5
- แอคติโนมัยซิส	8.00×10^6

ทำการเก็บข้อมูลหลังจากปลูกอ้อย 3 เดือน ทุกเดือนไปจนถึง 6 เดือน โดยเก็บข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต คุณภาพความหวาน การดูดธาตุอาหารของอ้อย คุณสมบัติทางเคมีของดิน และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หลังปลูก พบว่ามีผลดังต่อไปนี้

4.3.1 อิทธิพลของการใช้แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของอ้อย

ผลการทดลองพบว่า การใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดที่ระยะ 5 และ 6 เดือน ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)โดยที่ระยะ 5 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในตำรับที่ 10 ให้น้ำหนักสดมากที่สุด 815.00 กรัม โดยให้ผลไม่แตกต่างกับตำรับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 และ16 ในขณะที่ตำรับที่ 7 มีผลทำให้น้ำหนักสดของอ้อยน้อยที่สุด เท่ากับ 557.35 กรัม อยู่ในระดับเดียวกันกับตำรับที่ 8 และcontrol ส่วนที่ระยะ 6 เดือนพบว่า ในตำรับที่ 8 ให้น้ำหนักสดของอ้อยมากที่สุดเท่ากับ 1347.20 กรัม โดยในตำรับที่ 2, 4, 9 และ10 ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ 8 และในตำรับที่ 2, 4, 8, 9 และ10 นี้ทำให้น้ำหนักสดของอ้อยมากกว่าในตำรับที่ 1, 3, 5, 6, 7 และ 12 ในตำรับที่ 1 และ7 ที่ให้น้ำหนักสดในระดับเดียวกันมีค่าน้ำหนักสดต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ

ตารางที่ 11 น้ำหนักสดของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	น้ำหนักสดในช่วงอายุ (กรัม)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	251.23	548.98	710.00 abc	874.26 c
2 .N+P	248.71	465.52	611.50 abc	1244.64 ab
3. N+P+ No.1	266.18	591.50	680.00 abc	927.05 bc
4. N+P+ No.14	271.28	503.41	747.50 ab	1028.50 abc
5. N+P+ No.16	257.73	579.44	740.15 ab	902.33 bc
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	205.18	473.51	805.13 a	959.24 bc
7. N+P+F	267.51	532.67	557.35 c	883.33b c
8. N+P+F+ No.1	304.08	550.42	651.25 bc	1347.24 a
9. N+P+F+ No.14	221.18	477.95	651.54 abc	1008.79 abc
10. N+P+F+ No.16	235.91	471.71	815.00 a	1190.84 abc
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	257.71	516.60	654.87 abc	914.39 abc
12.control	238.10	453.24	605.00 bc	1039.88 bc
Mean	250.07	513.75	692.94	1039.88
F-test	ns	ns	*	*
C.V. (%)	17.5	28.6	14.9	21.0

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต, * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%, N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนักแห้งของอ้อย พบว่า ที่อายุ 3, 4, และ 6 เดือน ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในเดือนที่ 5 พบว่า ในตำรับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 และ10 ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมรน้ำหนักแห้งมากกว่าในตำรับที่ 7, 9, 11 และ 12 โดยตำรับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ8 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ 9 และ 11 แต่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ 7 และ12 ในเดือนที่ 6 ถึงแม้ว่าจะให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าในตำรับที่ 8 ก็ให้ค่าน้ำหนักแห้งมากที่สุดเช่นเดียวกันกับผลของน้ำหนักสดในตารางที่ 11 โดยมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจาก control เท่ากับ 34%

ตารางที่ 12 น้ำหนักแห้งของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6เดือน

ตำรับที่	น้ำหนักแห้งในช่วงอายุ (กรัม)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	58.52	135.97	185.70 abc	241.76
2 .N+P	56.10	111.04	174.84 abc	243.39
3. N+P+ No.1	55.43	138.67	173.61 abc	262.13
4. N+P+ No.14	57.04	126.31	201.34 ab	262.75
5. N+P+ No.16	52.92	139.61	187.63 abc	259.83
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	46.65	104.79	198.26 ab	263.89
7. N+P+F	55.76	124.91	153.52 c	244.83
8. N+P+F+ No.1	63.43	118.88	171.75 abc	360.98
9. N+P+F+ No.14	53.91	116.11	165.24 bc	260.76
10. N+P+F+ No.16	54.38	113.37	209.86 a	284.97
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	53.06	127.83	164.38 bc	299.09
12.control	52.40	121.57	155.97c	269.39
Mean	54.88	123.22	178.51	271.23
F-test	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	11.7	28.2	13.4	17.3

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต, *=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%, N=ปุ๋ยไนโตรเจน, P=ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K=ปุ๋ยโพแทสเซียม, F=แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในช่วง 3-4 เดือนแรกให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะว่าในช่วงระยะแรกต้นอ้อยต้องอาศัยรากจากท่อนพันธุ์เดิม ซึ่งเป็นรากขนาดเล็ก ผอม แตกแขนงมาก ซึ่งเรียกว่า รากชั่วคราว (sett root หรือ cutting root) ยังทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำ ออกซิเจน และธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตได้ไม่ดี ต้องรอรากชุดใหม่งอกออกมา ที่เรียกว่า รากถาวร (shoot root) โดยจะเริ่มงอกมาใหม่เมื่ออ้อยเริ่มตั้งกอได้ (stooling) มีลักษณะอวบ ไม่มีแขนง สีขาว และจะเปลี่ยนสีเป็นสีเข้มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น และจะมีการแตกแขนงมากขึ้นด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2523 และ เกษม, 2515)

Evans (1935) อ้างโดย เกษม (2515) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของอ้อยในส่วนเหนือดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระบบราก ซึ่งมีสหสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักของลำต้นกับน้ำหนักของราก และในช่วง 3-4 เดือน ปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้กับทุกตำรับการทดลองอาจเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ยังไม่ถูกดูดไปใช้จนหมด ถึงแม้ในตำรับที่ 12 ซึ่งเป็น control ไม่ได้ใส่อะไรลงไปเลยก็ตาม แต่กลับพบว่าให้ผลไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่าในดินเดิมมีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตกับอ้อยอยู่แล้ว เห็นได้จากตารางที่ 4 ซึ่งเป็นตารางแสดงค่ามาตรฐานความเหมาะสมของดินที่ใช้สำหรับการปลูกอ้อย กับตารางที่ 9 คุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ปลูกอ้อย พบว่าเกือบทุกค่ามีปริมาณที่เหมาะสม ยกเว้นปริมาณอินทรียวัตถุในดินเท่านั้นที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ซึ่งการมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำทำให้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินไม่ดี เช่น อาจทำให้ความสามารถในการดูดซับประจุบวกของดินลดต่ำลง หรือ ทำให้ดินแน่น อุ้มน้ำได้น้อย เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2523)

ในช่วงระยะ 5-6 เดือนหลัง พบว่า เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ตัวอย่างที่ 16 และ 1 ร่วมกับแร่เฟลด์สปาร์ ในตำรับที่ 10 และ 8 ทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของอ้อยมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองของ Agroecological biotechnology " PIKSA " (No date) เมื่อคลุกเชื้อ *Azotobacter chrococcum*, *Bijerinkia fluminesis* สำหรับการตรึงไนโตรเจน และ *Bacillus mecilaginous* สำหรับให้โพแทสเซียม พบว่า ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดของผักสลัด " Berlin " มีน้ำหนักสดมากกว่าทรีทเมนต์ที่เป็น control ทรีทเมนต์ที่ใส่มูลวัว-ควาย 5 g/pot และทรีทเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

จากการผลิตหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพของประเทศจีนโดยใส่เชื้อ *Bacillus circulans* พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับพืชต่างๆได้ดังนี้ ข้าวสาลี ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 11-16%, ข้าวโพดเพิ่มขึ้นประมาณ 10-13%, ข้าว 10-15%, ถั่วลิสง 22-26%, ผักและผลไม้ 23-38% (Alekcahegopol and Zak, 1996 อ้างโดย Hebei Academy of Science, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 อิทธิพลของการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอ้อย

ผลการทดลองพบว่า ความสูงของอ้อยให้ผลแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะในช่วง 3 เดือนเท่านั้น โดยตำรับ 8 สูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ และในตำรับที่ 1, 2, 4, 10 และ12 ความสูงของอ้อยอยู่ในระดับเดียวกันกับตำรับที่ 8 แต่ในตำรับที่ 1, 2, 4, 10 และ12 นี้ก็ไม่แตกต่างกันกับตำรับการทดลองที่ 3, 5, 6, 7, 9 และ 11ผลดังแสดงในตารางที่ 13 สังเกตได้ว่าตำรับที่ 8 นอกจากจะมีผลทำให้ความสูงของอ้อยในช่วงเดือนที่ 3 สูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆแล้ว ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจากหัวข้อ 4.3.1 ตำรับที่ 8 ยังให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดเช่นเดียวกันด้วย และเมื่อเปรียบเทียบความสูงในช่วงเดือนที่ 6 ถึงแม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า ตำรับที่ 8 มีความสูงของอ้อยมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ โดยมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจาก control เท่ากับ 7.52%

ตารางที่ 13 ความสูงของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ความสูงในช่วงอายุ (เซนติเมตร)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	36.08 ab	104.03	127.75	187.25
2 .N+P	33.50 a-d	103.50	134.75	196.00
3. N+P+ No.1	32.63 bcd	115.25	130.75	186.50
4. N+P+ No.14	34.38 a-d	105.50	133.25	188.75
5. N+P+ No.16	30.50 d	109.75	139.21	195.75
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	32.00 cd	102.00	141.00	192.79
7. N+P+F	32.25 bcd	113.50	119.98	194.50
8. N+P+F+ No.1	36.58 a	106.50	122.75	207.25
9. N+P+F+ No.14	32.63 bcd	110.50	125.32	206.63
10. N+P+F+ No.16	35.00 abc	108.00	141.25	201.75
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	32.50 bcd	110.25	132.32	188.00
12.control	33.50 a-d	109.25	137.25	192.75
Mean	33.46	108.17	132.13	194.83
F-test	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.2	18.9	12.2	10.0

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %, N=ปุ๋ยไนโตรเจน, P=ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K=ปุ๋ยโพแทสเซียม, F=แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 10 อ้อยอายุ 3 เดือน

รูปที่ 11 อ้อยอายุ 4 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 12 อ้อยอายุ 5 เดือน

รูปที่ 13 อ้อยอายุ 6 เดือน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำอ้อยพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่ 5 เดือนเท่านั้น โดยตำรับที่ 1 มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด 3.85 เซนติเมตร รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 10, 5 และ4 ตามลำดับ โดยให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 ในตำรับการทดลองที่ 2, 3, 6, 7 และ9 ก็ให้ผลไม่แตกต่างกันกับตำรับการทดลองที่ 10, 5,และ4 แต่แตกต่างกันทางสถิติกันกับตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 8 และ 11 ให้ผลไม่แตกต่างกันกับตำรับการทดลองที่ 2, 3, 6, 7 และ9 และในตำรับที่ 8 ให้ผลไม่แตกต่างกันกับตำรับการทดลองที่ 12 ผลดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยในช่วงอายุ (เซนติเมตร)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	3.00	3.98	3.85 a	3.38
2 .N+P	3.00	3.10	3.45 bcd	3.30
3. N+P+ No.1	2.88	3.63	3.45 bcd	3.47
4. N+P+ No.14	3.00	3.47	3.52 abc	3.38
5. N+P+ No.16	2.93	3.97	3.53 abc	3.07
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	2.72	3.53	3.45 bcd	3.30
7. N+P+F	3.00	3.58	3.33 bcd	3.20
8. N+P+F+ No.1	2.99	3.55	3.13 de	3.90
9. N+P+F+ No.14	3.05	3.52	3.45 bcd	3.38
10. N+P+F+ No.16	2.95	3.20	3.60 ab	3.43
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	2.88	3.43	3.21 cd	3.68
12.control	2.93	3.18	2.88 e	3.23
Mean	2.94	3.51	3.40	3.39
F-test	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	5.5	11.6	6.3	11.4

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 99 % N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสดงว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส+เชื้อตัวอย่างที่ 14 และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส+เชื้อตัวอย่างที่ 16 ทั้งที่มีการใส่แร่เฟลด์สปาร์และไม่มีการใส่แร่เฟลด์สปาร์มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอ้อยไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส+โพแทสเซียมในตำรับที่ 1

ในช่วงเดือนที่ 6 ถึงแม้ผลจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าในตำรับการทดลองที่ 8 (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส+แร่เฟลด์สปาร์+ตัวอย่างเชื้อที่ 1) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าตำรับอื่นๆ โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับ control ในตำรับที่ 12 จะเห็นว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปล้องอ้อย เพิ่มขึ้น 0.67 เซนติเมตร คิดเป็น 20.74% ซึ่งผลเป็นในแนวเดียวกันกับความสูงและน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ที่พบว่าในช่วงเดือนที่ 6 ถึงแม้จะให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติแต่ค่าเฉลี่ยในตำรับการทดลองที่ 8 นี้ก็มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอ้อยนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดินเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมรอบๆต้นพืช เช่น ความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยช่วงฤดูร้อนและฝนซึ่งมีอากาศร้อน อ้อยจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปล้องมากกว่าในฤดูหนาว ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของปล้องไม่แสดงอิทธิพลเด่นชัด แต่จะแสดงอิทธิพลเด่นชัดกับความเข้มของแสง ซึ่งความเข้มของแสงมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของ growth regulating substance หรือ ฮอร์โมน สารดังกล่าวถูกสร้างขึ้นที่ส่วนยอดของอ้อย แล้วจะไหลลงยังโคนต้นโดยต่อเนื่องกัน อิทธิพลของฮอร์โมนมีสองประการ คือ ส่งเสริมการยืดตัวของลำต้นหรือการย่างปล้อง และป้องกันการเจริญของตาตามลำต้น ในขณะเดียวกันภายใต้สภาพแสงที่มีความเข้มมาก การไหลลงสู่โคนต้นก็จะลดน้อยลง ซึ่งทำให้อัตราการยืดตัวหรือการย่างปล้องของลำต้นลดลงด้วย นอกจากนี้การป้องกันการเจริญของตาก็ลดลง และถ้าหากความเข้มของแสงลดลงก็จะเกิดผลในทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ปริมาณของฮอร์โมนที่ไหลลงสู่โคนต้นจะเพิ่มขึ้นทำให้ลำต้นยืดตัวมากขึ้น และในขณะเดียวกันนี้ก็เพิ่มอำนาจการป้องกันตาข้างไม่ให้เจริญด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2523) ดังนั้นในดินที่มี soluble K สูงที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ การเพิ่มโพแทสเซียมหรือแร่เฟลด์สปาร์อาจจะไม่ทำให้อ้อยพันธุ์นี้ตอบสนองได้เด่นชัดในด้านการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน แต่ที่มีความแตกต่างกันให้เห็นได้บ้างนั้นอาจจะเกิดจากความแปรปรวนของตัวอย่างต้นอ้อยที่เก็บข้อมูลในแต่ละชุด

4.3.3 อิทธิพลของการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อความหวานของอ้อย

ผลการทดลองพบว่า การใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ไม่มีผลต่อความหวานของอ้อยโดยค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ทุกตำรับการทดลองให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุ ผลดังแสดงในตารางที่ 15 โดยความหวานของอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 ความหวานของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ความหวานในช่วงอายุ (%BRIX)		
	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	14.90	21.26	18.95
2 .N+P	12.67	19.85	19.80
3. N+P+ No.1	12.65	19.45	18.70
4. N+P+ No.14	13.95	20.75	18.55
5. N+P+ No.16	13.05	20.33	19.40
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	11.45	18.00	20.26
7. N+P+F	12.65	19.13	19.60
8. N+P+F+ No.1	12.95	19.90	19.35
9. N+P+F+ No.14	13.75	19.35	19.35
10. N+P+F+ No.16	12.95	19.55	20.55
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	12.73	18.62	19.30
12.control	12.70	19.00	20.17
Mean	12.97	19.60	19.50
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.2	6.8	9.5

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT), N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

สาเหตุที่ทำให้ความหวานของอ้อยทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเป็นเพราะปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินเดิมก่อนการทดลองมีปริมาณที่มากอยู่แล้ว คือมี 170.83 $mgkg^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานความเหมาะสมของดินที่ใช้สำหรับการปลูกอ้อยในตารางที่ 4 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยอยู่ที่ 80-150 $mgkg^{-1}$ จึงทำให้ผลที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติถึงแม้โพแทสเซียมจะมีผลต่อการระบวนการสร้างแป้งและน้ำตาลก็ตาม แต่การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมก็แตกต่างกันตามพันธุ์ ดังเช่นการทดลองของปรีชา และคณะ (2537) หลังจากฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมให้กับอ้อย 2 พันธุ์ คือ พันธุ์อู่ทอง 1 และพันธุ์อู่ทอง 2 พบว่า การใช้สารละลายโพแทสเซียมทุกระดับความเข้มข้น (0-5%) ไม่สามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลให้แก่พันธุ์อู่ทอง 1 แต่การใช้สารละลายโพแทสเซียม 3-5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลแก่อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 ได้ ทั้งนี้ธรรมชาติของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 เป็นพันธุ์ที่สะสมน้ำตาลเร็ว จึงอาจจะง่ายต่อการกระตุ้นให้เปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ซูการ์เป็นน้ำตาลกลูโครส ซึ่งกลไกการเก็บรักษาประจุโพแทสเซียมของเซลล์มีอยู่ 3 กลไก ที่ทำให้ K^+ เข้าไปใน stroma คือ ใน stroma มีไอออนประจุลบเด่น การแลกเปลี่ยน K^+ และ H^+ แบบ passive absorption ที่เยื่อหุ้มแต่ละกลไกมีขั้นตอนและรายละเอียดอยู่มาก ลักษณะทางด้านสรีรวิทยาเหล่านี้ของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 1 และอู่ทอง 2 อาจจะแตกต่างกัน

การเพิ่มคุณภาพความหวานให้กับอ้อย นอกจากจะใช้วิธีการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียม และการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมให้กับอ้อยทางใบแล้วยังใช้วิธีการฉีดพ่นสาร glyphosate ในรูปของ isopropylamine Salt 48% w/v ความเข้มข้น 0.1% พ่นให้กับอ้อยพันธุ์ต่างๆได้อีกด้วย โดยพบว่า สาร glyphosate ช่วยเร่งการสุกแก่ทำให้ค่า CCS สูงเร็วขึ้น ให้ผลคุ้มค่ากับอ้อยที่เก็บเกี่ยวต้นฤดูหีบ สำหรับเวลาที่เหมาะสมในการใช้สารนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์อ้อย โดยพันธุ์อีเหี่ยวควรฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 12 สัปดาห์ พันธุ์อู่ทอง 1, 85-2-352, 84-2-646 และ F140 ควรฉีดพ่น 10 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว พันธุ์ H48-3166 ควรฉีดพ่น 8 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว พันธุ์ 87-2-1011 ควรฉีดพ่น 6 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว ส่วนพันธุ์ 81-1-026 ควรฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์ และยังไม่มีรายงานผลต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะผลตกค้างในน้ำตาล (กรมวิชาการเกษตร, 2536)

4.3.4 อิทธิพลของการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อการสะสมธาตุอาหารของต้นอ้อย

จากการทดลองการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ตัวอย่าง ให้กับอ้อย พบว่าอัตราการดูดธาตุอาหารโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ตั้งแต่อ้อยอายุ 3 ถึง 6 เดือน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุ ผลแสดงดังตารางที่ 16, 17 และ 18 ตามลำดับ แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นจาก control พบว่าการสะสมโพแทสเซียมในต้นอ้อยในช่วงระยะ 3 และ 6 เดือน ตำรับการทดลองที่ 8 มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจาก control มากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ โดยช่วง 3 เดือนเพิ่มขึ้น 10.08% ซึ่งเป็นตำรับการทดลองเดียวที่มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นการสะสมโพแทสเซียมในต้นอ้อยเพิ่มขึ้นจาก control ในช่วงเดือนที่ 6 ตำรับการทดลองที่ 8 มีเปอร์เซ็นต์การสะสมโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก control ถึง 56 % ซึ่งมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆอย่างเด่นชัด สำหรับในช่วง 4 เดือนพบว่าในตำรับการทดลองที่ 10 การสะสมโพแทสเซียมในต้นอ้อยต่ำกว่า control และในตำรับการทดลองที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การสะสมโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก control น้อยมากเพียง 0.98% เท่านั้น ในช่วงเดือนที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 6 มีการสะสมโพแทสเซียมเท่ากับ 24.90% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ซึ่งมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ และปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในต้นอ้อยยังเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักแห้งอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในลำต้นอ้อย พบว่า ไม่เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก ปริมาณฟอสฟอรัสในดินลดลงมาก (ตารางที่ 22) ถึงแม้ว่าปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในดินที่ 6 เดือนเพิ่มมากก็ตาม แต่พบว่าในช่วงเดือนนี้มีปลวกขึ้น ฉะนั้นปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้จึงอาจคลาดเคลื่อน ไม่เพียงแต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่ลดลงเท่านั้น ยังไม่มีการเพิ่มฟอสฟอรัสให้กับอ้อย รวมถึงปริมาณไนโตรเจนที่ไม่เพียงแต่ไม่ใส่เพิ่มเท่านั้นอาจมีการสูญหายไปในรูปต่างๆ ตลอดจนการชะล้างโดยการให้น้ำ นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินยังลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาอีกด้วย จึงทำให้การทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

ตารางที่ 16 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในลำต้นของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในลำต้นอ้อย (กรัม/ต้น)							
	3 เดือน	%เพิ่มขึ้นจาก control	4 เดือน	%เพิ่มขึ้นจาก control	5 เดือน	%เพิ่มขึ้นจาก control	6 เดือน	%เพิ่มขึ้นจาก control
1. N+P+K	1.28	-0.78	2.19	15.26	3.07	19.46	2.92	6.18
2 .N+P	1.24	-3.88	1.91	0.53	2.56	-0.39	2.59	-5.82
3. N+P+ 1	0.92	-28.68	2.51	32.11	2.62	1.95	2.68	-2.55
4. N+P+ 14	1.28	-0.78	2.36	21.05	2.83	10.12	2.73	-0.73
5. N+P+ 16	0.92	-28.68	2.49	31.05	2.79	8.56	2.88	4.73
6. N+P+ 1+ 14+ 16	1.03	-20.16	2.33	22.63	3.21	24.90	2.37	-13.82
7. N+P+F	0.83	-35.66	2.27	19.47	2.58	0.39	2.71	-1.45
8. N+P+F+ 1	1.42	10.08	2.37	24.74	2.42	-5.84	4.29	56.00
9. N+P+F+ 14	1.28	-0.78	2.15	13.16	2.76	7.39	2.08	-24.36
10. N+P+F+ 16	1.24	-3.88	1.73	-18.9	3.14	22.18	2.76	0.36
11. N+P+F+ 1+ 14+ 16	1.21	-6.20	2.33	22.63	2.50	-2.72	3.47	26.18
12.control	1.29	-	1.90	-	2.57	-	2.75	-
Mean	1.16		2.21		2.76		2.88	
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	28.9		26.2		21.0		29.1	

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, 1= *B.circulans circulans* ของจีน, 14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, 16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในลำต้นของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในลำต้นของอ้อย (กรัม/ต้น)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	0.150	0.236	0.150	0.236
2 .N+P	0.152	0.209	0.147	0.215
3. N+P+ No.1	0.18	0.272	0.141	0.261
4. N+P+ No.14	0.157	0.254	0.133	0.242
5. N+P+ No.16	0.151	0.277	0.190	0.269
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	0.26	0.206	0.146	0.233
7. N+P+F	0.125	0.238	0.127	0.244
8. N+P+F+ No.1	0.151	0.249	0.142	0.309
9. N+P+F+ No.14	0.64	0.238	0.126	0.256
10. N+P+F+ No.16	0.149	0.232	0.157	0.275
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	0.150	0.261	0.130	0.290
12.control	0.148	0.231	0.140	0.275
Mean	0.149	0.242	0.144	0.259
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.7	27.9	20.3	20.3

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT), N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในลำต้นของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในลำต้นของอ้อย (กรัม/ต้น)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	0.995	0.995	0.540	0.630
2 .N+P	0.33	0.850	0.550	0.580
3. N+P+ No.1	0.890	0.995	0.565	0.670
4. N+P+ No.14	0.853	0.945	0.572	0.575
5. N+P+ No.16	0.565	0.903	0.660	0.588
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	0.647	0.915	0.785	0.540
7. N+P+F	0.690	0.918	0.520	0.582
8. N+P+F+ No.1	0.782	0.923	0.320	1.235
9. N+P+F+ No.14	0.830	0.710	0.250	0.410
10. N+P+F+ No.16	0.785	0.882	0.508	0.510
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	0.858	1.035	0.520	0.830
12.control	0.640	0.975	0.438	0.520
Mean	0.781	0.895	0.519	0.639
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	24.4	19.4	39.7	61.6

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT), N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

การสะสมธาตุอาหารของอ้อยทั้ง 3 ธาตุ สังเกตได้ว่าแตกต่างกันโดยปริมาณการสะสมเฉลี่ยของโพแทสเซียมมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆเมื่ออายุของอ้อยมากขึ้น ในขณะที่ไนโตรเจนมีปริมาณการสะสมเฉลี่ยค่อยๆลดลงตามช่วงอายุอ้อย

จากการทดลองของ Clements *et al.* (1941) อ้างโดย เกษม (2515) ที่ปลูกอ้อยในน้ำยาที่มีธาตุอาหารอย่างสมบูรณ์ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมสะสมอยู่ตามส่วนต่างๆของอ้อยมากกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ทุกส่วนของอ้อย ดังตารางที่ 19 ซึ่งใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยของการสะสมไนโตรเจน,ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากการทดลองนี้ได้ คือ 0.71, 0.20 และ 2.25 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 การกระจายของไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่างๆของอ้อยที่ปลูกในน้ำยาที่มีธาตุอาหารอย่างสมบูรณ์

ส่วนของอ้อย	ปริมาณธาตุอาหารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งสำหรับ		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
ม้วนใบ	0.76	0.25	2.47
แผ่นใบที่กำลังยืดตัว	0.95	0.71	2.29
กาบใบที่กำลังยืดตัว	0.32	0.14	2.53
ปล้องที่กำลังยืดตัวและยอดอ่อน	1.42	0.48	4.70
แผ่นใบเขียวสด	1.02	0.14	2.16
กาบใบเขียวสด	0.33	0.12	2.29
ลำต้นส่วนที่ใบยังเขียว	0.68	0.15	2.23
ปล้องส่วนยอด	0.91	0.12	1.38
3 ปล้องที่ สาม	1.15	0.13	0.94
3 ปล้องที่สอง	1.13	0.15	0.77
3 ปล้องแรก	1.06	0.18	0.62
ค่าเฉลี่ยรวม	0.88	0.23	2.03
ค่าเฉลี่ยรวมของการทดลอง	0.71	0.20	2.25

ที่มา : Clements *et al.* (1941) อ้างโดย เกษม (2515)

การสะสมโพแทสเซียมในอ้อยทำให้โพแทสเซียมในดินลดลงเห็นได้จากตารางที่ 20 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในดินเฉลี่ยลดลงเรื่อยๆจาก 3 เดือน ถึง 6 เดือน โดยที่ปริมาณโพแทสเซียมในดินแต่ละตำรับการทดลองให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ การลดลงของโพแทสเซียมอาจเกิดเนื่องจากอ้อยดูดโพแทสเซียมในดินไปใช้เรื่อยๆ โดยที่ไม่มีการเพิ่มโพแทสเซียมลงไปในดิน

การตองสนองต่อโพแทสเซียมต้องอาศัยปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย เช่น ความชื้นในดิน Richards และ Wadleigh (1952) อ้างโดย เกษม (2515) ได้ชี้ให้เห็นว่า ความชื้นในดินช่วยส่งเสริมการดูดโพแทสเซียมของพืช Scheffelen (1954) อ้างโดย เกษม (2515) สรุปโดยอาศัยหลักของ Donnan-equilibrium ว่าเมื่อความชื้นในดินเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น แต่ในดินที่มีความชื้นมากๆ ทำให้ sugar beet กลับดูดโพแทสเซียมได้น้อยลง เนื่องจากดินเหล่านั้นมีออกซิเจนน้อย ในฮาวายอ้อยที่ตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมดีที่สุดเป็นบริเวณชุ่มชื้น ไม่มีการชลประทาน อากาศมีเมฆมาก และตั้งอยู่ตรงทิศทางลม (เกษม, 2515)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบของดินก็มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของอ้อย เมื่อดินมีธาตุอาหารชนิดใดน้อยก็มีธาตุอาหารนั้นน้อยในอ้อยด้วย Borden (1936) อ้างโดย เกษม (2515) ได้พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่าง available phosphate และ potash ในดินกับน้ำอ้อย ซึ่งก็เช่นเดียวกันกับการทดลองนี้ที่พบว่าการสะสมโพแทสเซียมในต้นมีมากกว่าการสะสมฟอสฟอรัสในต้น ในขณะเดียวกันปริมาณโพแทสเซียมในดินก็มีมากว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วย (ตารางที่ 20 และ 21)

4.3.5 อิทธิพลของการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน

จากการทดลองพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในดินในแต่ละช่วงอายุของอ้อยไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงอายุ (ตารางที่ 20) จากค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินลดลงเรื่อยๆ และลดลงมากโดยเฉพาะในช่วงเดือนที่ 5 ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 49.22 $mgkg^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 4 ซึ่งเป็นตารางค่ามาตราฐานความเหมาะสมของดินที่ปลูกอ้อย ในช่วงเดือนที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมในดินของบางตำรับการทดลองเริ่มมีปริมาณของโพแทสเซียมในดินลดลงต่ำกว่ามาตราฐาน คือ ตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 และ12 ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 7 และ 8 ที่ยังมีปริมาณโพแทสเซียมในระดับที่เหมาะสม หลังจากช่วง 4 เดือนผ่านไป พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่ามาตรฐานโดยในช่วงเดือนที่ 5 ตำรับที่ 4 ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน + ฟอสฟอรัส และตัวอย่างเชื้อที่ 1 (ของจีน) มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดเพียง 38.75 $mgkg^{-1}$ เท่านั้น แต่ในช่วงเดือนที่ 6 กลับเป็นตำรับที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุด (52.50 $mgkg^{-1}$) ซึ่งตำรับที่ 2 เป็นตำรับที่มีเพียงการใสปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเท่านั้น แสดงว่าโพแทสเซียมถูกดูดซับไปใช้ในกิจกรรมต่างๆทางสรีรวิทยาของพืชและสะสมไว้

แต่จะเห็นว่าปริมาณโพแทสเซียมในช่วงเดือนที่ 6 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากช่วงเดือนที่ 5 เกือบทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับที่ 1, 8 และ 10 ที่พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมลดลง โดยลดลงจากเดิมเท่ากับ 10.63, 0.84 และ 0.84 $mgkg^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น พบว่าในตำรับที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นจากช่วงเดือนที่ 5 มากที่สุด โดยเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 23.54 $mgkg^{-1}$ รองลงมาคือตำรับที่ 7 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม 21.24 $mgkg^{-1}$ การเพิ่มขึ้นของปริมาณโพแทสเซียมนี้อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผุพังสลายตัวทางเคมี หรืออาจจะเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินและที่ใส่เข้าไป หรืออาจจะเกิดจากทั้งสองกิจกรรมร่วมกัน เห็นได้จากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินจากตารางที่ 21 ที่พบว่าในตำรับที่ไม่มีการใส่เชื้อจุลินทย์ที่ย่อยสลายโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ได้ในกลุ่มของ *Bacillus* ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บ ในตำรับการทดลองที่ 1, 2, 7 และ 12 หลังจากทำการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินหลังปลูกอ้อยโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ silicate bacteria medium

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Hebei Academy of Science, 1996) เห็นได้ว่าในตำรับการทดลองที่ 1, 2, 7 และ 12 ที่ไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ลงไปก็พบเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถเช่นเดียวกันนี้ปรากฏอยู่ด้วย ฉะนั้นการทดลองนี้การปลดปล่อยโพแทสเซียมอาจเกิดจากกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆที่นอกเหนือจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไป ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมมีอยู่หลายชนิดด้วยกันเช่น *Bacilluc cereus*, *Bacillus siliceus*, *Bacillus mecilaginosus* , *Aspergillus niger*, *Clostridium pasteurium* เป็นต้น (Martin, 1961; Styriakova and Styria, 2000; Agroecological biotechnology " PIKSA", Nodate)

ตารางที่ 20 ปริมาณโพแทสเซียมในดินของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณ K ในดิน ($mgkg^{-1}$)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	124.38	75.87	71.88	61.25
2 .N+P	106.25	66.88	43.13	52.50
3. N+P+ No.1	84.38	65.63	46.88	52.71
4. N+P+ No.14	88.13	62.50	38.75	62.29
5. N+P+ No.16	99.38	56.25	50.37	60.63
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	116.25	69.38	46.88	56.88
7. N+P+F	113.75	80.00	42.09	63.33
8. N+P+F+ No.1	80.82	80.63	61.88	61.04
9. N+P+F+ No.14	88.13	72.50	49.83	54.49
10. N+P+F+ No.16	90.63	78.75	50.63	49.79
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	98.75	66.25	40.66	59.79
12.control	113.13	77.50	47.71	55.83
Mean	100.33	71.01	49.22	57.55
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	25.7	31.6	30.6	18.8

ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan s Multiple Range Test (DMRT), N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans*ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดได้ในดินหลังปลูกอ้อยในช่วงอายุ 3 เดือน ถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินหลังปลูกอ้อยในช่วงอายุ (Log number of cell/g dry soil)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	3.97 a	3.53	1.70	3.31
2 .N+P	2.85 abc	3.58	3.42	2.76
3. N+P+ No.1	3.64 ab	3.02	3.22	3.19
4. N+P+ No.14	2.74 a-d	2.69	0.84	2.84
5. N+P+ No.16	2.76 a-d	1.71	1.19	2.57
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	0.88 bcd	0.90	1.58	3.26
7. N+P+F	1.76 a-d	4.01	1.01	3.22
8. N+P+F+ No.1	1.26 a-d	2.90	0.75	3.33
9. N+P+F+ No.14	0 d	2.67	1.30	2.09
10. N+P+F+ No.16	1.52 a-d	2.43	1.02	2.41
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	1.52 a-d	3.67	3.14	3.08
12.control	0.81 cd	3.43	0.72	2.78
Mean	1.99	2.85	1.66	2.91
F-test	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	82.72	53.17	96.05	33.02

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Dancan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, *=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%, N=ปุ๋ยไนโตรเจน, P=ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans* circulans ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรียวัตถุในดินผลที่ได้ไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากแร่เฟลด์สปาร์ที่ใส่นี้ใช้เป็นแหล่งของโพแทสเซียม โดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์แล้วให้โพแทสเซียมออกมา ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่นี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสารถในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์

ตารางที่ 22 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณ P ในดิน ($mgkg^{-1}$)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	12.04	18.15 a	3.13 a	41.57
2 .N+P	11.83	14.41 ab	2.70 abc	41.49
3. N+P+ No.1	11.97	13.60 ab	2.34 c	59.56
4. N+P+ No.14	13.03	16.61 ab	2.59 abc	54.36
5. N+P+ No.16	11.04	15.92 ab	2.44 bc	54.50
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	14.70	16.09 ab	2.55 abc	47.53
7. N+P+F	9.96	12.91 ab	2.28 c	49.53
8. N+P+F+ No.1	10.76	15.34 ab	2.32 c	51.51
9. N+P+F+ No.14	13.83	12.35 b	3.06 ab	49.61
10. N+P+F+ No.16	13.35	5.46 c	2.86 abc	52.36
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	11.99	4.82 c	2.73 abc	59.32
12.control	13.10	3.83 c	1.52 d	34.92
Mean	12.30	12.46	2.54	49.68
F-test	ns	**	**	ns
C.V. (%)	22.7	26.3	15.9	21.1

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 99 %, N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K=ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 23 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของอ้อยตั้งแต่อายุ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในช่วงอายุ (%)			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	0.61	0.56 abc	0.42	0.42
2 .N+P	0.65	0.51 abc	0.52	0.82
3. N+P+ No.1	0.67	0.84 a	0.63	0.88
4. N+P+ No.14	0.66	0.54 abc	0.59	0.86
5. N+P+ No.16	0.58	0.52 abc	0.63	0.86
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	0.61	0.59 ab	0.56	0.75
7. N+P+F	0.50	0.28 bc	0.61	0.82
8. N+P+F+ No.1	0.42	0.39 bc	0.58	0.65
9. N+P+F+ No.14	0.60	0.25 c	0.59	0.85
10. N+P+F+ No.16	0.61	0.34 bc	0.63	0.80
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	0.43	0.53 abc	0.63	0.72
12.control	0.46	0.43 bc	0.57	0.72
Mean	0.57	0.48	0.58	0.76
F-test	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	25.8	40.8	19.7	23.4

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ , * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %, N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K= ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ค่า pH ของดินพบว่าให้ผลแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะที่ช่วง 4 เดือนเท่านั้น โดยตำรับการทดลองที่ 5 ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส+ตัวอย่างเชื้อที่ 16 มีค่า pH ของดินมากที่สุด เท่ากับ 7.32 ซึ่งในตำรับที่ 1, 3, 8,11 และ12 ก็ให้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนตำรับที่มีผลทำให้ค่า pH ของดิน ต่ำที่สุดคือ ตำรับการทดลองที่ 2 ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน+ฟอสฟอรัส มีค่า pH ของดิน เท่ากับ 6.79 จากค่าเฉลี่ยของค่า pH ดินทุกช่วงอายุของอ้อย พบว่า ค่า pH ของดินจะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเดือนที่ 5 ที่มีค่า pH ดิน 7.31 แต่อย่างไรก็ตามค่า pH ที่ได้ในช่วงต่างๆก็อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 1 ที่เป็นตารางมาตรฐานความเหมาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมของดินที่ปลูกอ้อย การสูงขึ้นของค่า pH อาจอันเนื่องมาจากการปรับค่า soil reduction ของจุลินทรีย์ในดินจากกิจกรรม aerobic respiration โดยจะพยายามปรับค่า pH ให้อยู่ที่ประมาณ 7.0 (ไพบูลย์, 2530) ซึ่งเกิดขึ้นตามปกติของดินทั่วไป ฉะนั้นการเพิ่มขึ้นของค่า pH นี้จึงไม่น่าจะเกิดจากการใส่แร่เฟลด์สปาร์และเชื้อจุลินทรีย์จากการทดลองนี้

ตารางที่ 24 ค่า pH ของดินที่ใช้ปลูกอ้อยในช่วงอายุตั้งแต่ 3 เดือนถึง 6 เดือน

ตำรับที่	pH ของดินปลูกอ้อยในช่วงอายุ			
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. N+P+K	6.38	7.04 abc	7.26	7.09
2 .N+P	6.37	6.79 c	7.27	7.13
3. N+P+ No.1	6.27	7.11 abc	7.34	7.03
4. N+P+ No.14	6.51	6.85 bc	7.35	7.17
5. N+P+ No.16	6.34	7.32 a	7.36	7.16
6. N+P+ No.1+ No.14+ No.16	6.31	6.81 bc	7.21	7.13
7. N+P+F	6.28	6.82 bc	7.28	7.07
8. N+P+F+ No.1	6.43	6.89 bc	7.35	7.07
9. N+P+F+ No.14	6.26	6.98 abc	7.39	7.20
10. N+P+F+ No.16	6.53	6.95 bc	7.27	7.21
11. N+P+F+ No.1+ No.14+ No.16	6.52	7.05 abc	7.23	7.17
12.control	6.37	7.18 ab	7.38	7.25
Mean	6.38	6.98	7.31	7.14
F-test	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	2.9	3.1	2.0	1.7

ตัวอักษรภาษาอังกฤษเปรียบเทียบกันในแนวสดมภ์ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT), ns = แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ , * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 %, N= ปุ๋ยไนโตรเจน, P= ปุ๋ยฟอสฟอรัส, K=ปุ๋ยโพแทสเซียม, F= แร่เฟลด์สปาร์, No.1= *B.circulans circulans* ของจีน, No.14 = เชื้อตัวอย่างที่ 14, No.16= เชื้อตัวอย่างที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved