ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ และ อีเอ็ม แทนปุ๋ยเคมีได้จริงหรือ?

ดร. อำนาจ สุวรรณฤทธิ์*

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอและวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการวิจัยที่ทำในประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ เพื่อหาข้อสรุปว่า จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ หรือสารอีเอ็มแทนปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ หรือมีเงื่อนไขอย่างไรในการที่จะใช้ปุ๋ยและสารเหล่านี้แทนปุ๋ยเคมีให้ได้ผลตอบแทนเท่ากับ หรือสูงกว่า การใช้ปุ๋ยเคมี ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้ คือ

ก. เพื่อประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้องว่าจะใช้ปุ๋ยหมัก มูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร หรือมูลโค แทนปุ๋ยเคมีหรือไม่ ควรใช้ค่าวิกฤตสำหรับอัตราส่วนระหว่างราคาปุ๋ยเคมีต่อราคาปุ๋ยหมัก และต่อมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นแนวทาง ค่าวิกฤตเหล่านี้ได้แก่ 44 : 1, 8 : 1, 12 : 1, 14 : 1, 18 : 1 และ 20 : 1 สำหรับอัตราส่วนราคาปุ๋ยเคมีต่อราคาปุ๋ยหมัก มูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร และมูลโค ตามลำดับ หากอัตราส่วนราคามีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต (เช่น มีค่า 45 : 1 ในกรณีอัตราส่วนระหว่างราคาปุ๋ยเคมีต่อปุ๋ยหมัก) ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี และหากอัตราส่วนต่ำกว่าอัตราส่วนเหล่านี้ไม่ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี เพราะจะทำให้ได้กำไรในการผลิตพืชน้อยลง ยกเว้นกรณีที่ไม่ต้องซื้อหรือทำปุ๋ยหมักได้เองโดยไม่มีค่าใช้จ่าย หรือ ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากซึ่งจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีไม่ได้ผลหรือได้ผลน้อย ราคาที่ใช้ในการคำนวณควรรวมค่าขนส่งและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยด้วย เพราะในกรณีปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกค่าขนส่งและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยจะสูงกว่ากรณีปุ๋ยเคมีมาก เนื่องจากต้องใช้ปุ๋ยประเภทแรกในปริมาณมากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่า อย่างไรก็ตาม ยังมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีในกรณีที่มีความจำเป็นต้องปรับสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆในดินเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของพืช

ข. ปุ๋ยชีวภาพที่มีไรโซเบียม เชื้อราเอไมคอร์ไรซา หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นตัวออกฤทธิ์มีศักยภาพสูงในการที่จะใช้แทนปุ๋ยเคมี แต่ในสภาพการผลิตพืชปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ขึ้นกับ (1) ดินขาดธาตุอื่นที่ไม่ใช่ธาตุที่ปุ๋ยชีวภาพสามารถช่วยเพิ่มให้แก่พืชหรือไม่ หากดินไม่ขาดธาตุดังกล่าวการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้ แต่หากดินขาดธาตุอื่นก็จะต้องใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุอื่นควบคู่กับปุ๋ยชีวภาพ และ (2) ดินมีจุลินทรีย์ประเภทเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มากหรือไม่ หากดินมีจุลินทรีย์ประเภทเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใส่เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มาก การใช้ปุ๋ยชีวภาพจะไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อพืช และจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีแทนหรือร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ นอกจากเงื่อนไขดังกล่าวแล้ว หากได้มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพกับดินแห่งหนึ่งแล้ว การใช้ครั้งต่อๆไปยังมักจะมีผลต่อพืชน้อยลงหรือไม่มีผลต่อพืชเลยอีกด้วย

ค. หากจะใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลพืชจะต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำหมักชีวภาพแทนปุ๋ยเคมีได้ ตรงกันข้าม การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ถูกต้องจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย

---

* ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

หากดินขาดธาตุอาหารบางธาตุ

ง. อีเอ็มใช้แทนปุ๋ยเคมีไม่ได้ นอกจากนั้นแล้ว ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้การใช้อีเอ็มได้ผลหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

จ. ปุ๋ยพืชสดและการไถกลบตอซังพืชสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย แต่ยกเว้นกรณีที่ต้องปรับความสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ปุ๋ยเคมี ในกรณีนี้จะต้องใช้ปุ๋ยเคมีควบคู่กับปุ๋ยพืชสดหรือการไถกลบตอซัง

ฉ. การไถกลบตอซังพืชช่วยบำรุงดินได้มากกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักตอซังปริมาณเท่ากับตอซังที่ไถกลบ จึงควรไถกลบตอซังแทนการรวบรวมตอซังไปทำปุ๋ยหมัก เพราะในกรณีหลังนอกจะบำรุงดินได้น้อยกว่าแล้วยังมีค่าใช้จ่ายสูงกว่ามากอีกด้วย

1. คำนำ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตพืชปัจจัยหนึ่ง แบ่งได้เป็นสามประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และ ปุ๋ยชีวภาพ ความหมายที่สากลนิยมกล่าวได้อย่างสังเขปดังนี้ คือ ปุ๋ยเคมีหมายถึงปุ๋ยที่ผลิตขึ้นด้วยกระบวนการทางเคมี เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยอินทรีย์หมายถึงปุ๋ยที่ได้จากซากพืชและสัตว์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพหมายถึงวัสดุที่มีจุลินทรีย์เป็นตัวการทำให้เกิดปฏิกิริยาหรือเป็นตัวออกฤทธิ์ที่ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้น ปุ๋ยชีวภาพที่ได้มีการวิจัยจนเห็นศักยภาพชัดเจนแล้วได้แก่ ปุ๋ยที่มีเชื้อแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมเป็นตัวเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยที่มีเชื้อราเอไมคอร์ไรซาเป็นตัวเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืช และปุ๋ยที่มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นตัวเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่พืช ปุ๋ยทั้งสามประเภทนี้ต่างมีข้อดี ข้อด้อย และข้อควรระวังในแง่การเกษตรและการก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วยกันทั้งสิ้น แต่ข้อดี ข้อด้อย และข้อควรระวังแตกต่างกันไปตามประเภทปุ๋ย ข้อด้อยของปุ๋ยประเภทหนึ่งอาจจะชดเชยได้ด้วยข้อดีของปุ๋ยอีกประเภทหนึ่ง (อำนาจ, 2548, 2550) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องจึงเป็นการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทร่วมกันให้เหมาะสมกับดินและพืช โดยเลือกปุ๋ยที่มีคุณภาพดีและทำให้มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยต่ำ

ในอดีต เกษตรกรไทยได้ละเลยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ทำให้ดินเสื่อมและต้นทุนในการบำรุงดินสูงกว่าที่ควรจะเป็น กล่าวคือ การละเลยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเสื่อมลงมาก เช่น ทำให้ดินแน่นทึบ อุ้มน้ำได้น้อย ส่วนการละเลยการใช้ปุ๋ยชีวภาพทำให้ต้นทุนการบำรุงดินสูงกว่าที่ควร ประกอบกับการที่ปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ด้วยเหตุนี้ในวันที่ 30 มีนาคม 2547 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติ ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เร่งดำเนินการรณรงค์ส่งเสริมและแนะนำให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม ในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์นั้น บางหน่วยงานของรัฐได้วางนโยบาย ลด ละ เลิก การใช้ปุ๋ยเคมีและแนะนำให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพแทน ประกอบกับมีผู้ที่มีผลประโยชน์แอบแฝงได้ให้ข้อมูลที่ผิดจากความเป็นจริง ทำให้เกิดกระแสความเข้าใจผิดว่าปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพสามารถจะ

ทดแทนปุ๋ยเคมีได้โดยไม่มีเงื่อนไข ซึ่งไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยความจริงแล้ว การที่จะใช้ปุ๋ยประเภทหนึ่งแทนปุ๋ยอีกประเภทหนึ่งได้หรือไม่มีเงื่อนไข และการไม่นำเงื่อนไขมาประกอบการพิจารณาอาจจะทำให้การใช้ปุ๋ยแทนกันส่งผลให้ต้นทุนการผลิตพืชสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีกำไรจากการผลิตน้อยกว่าที่ควรหรือขาดทุนได้ ผู้เขียนจึงได้เขียนบทวิเคราะห์นี้ขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวิจัยประกอบกับค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ย เพื่อหาข้อสรุปว่าการใช้ปุ๋ยแทนกันมีเงื่อนไขอย่างไรบ้าง ผู้เขียนหวังว่า จะช่วยทำให้สังคมเข้าใจว่า การที่จะทดแทนปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ รวมทั้งน้ำหมักชีวภาพและสารอีเอ็มซึ่งมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้ จะเป็นไปได้หรือไม่ หรือจะมีเงื่อนอย่างไร

2. ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก

ผลการวิจัยในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าจะต้องใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแต่ละชนิดกี่กิโลกรัมจึงจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี 1 กิโลกรัม จากข้อมูลนี้ทำให้สามารถคำนวณได้ว่าปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกแต่ละชนิดควรจะมีราคาเท่าใด จึงจะทำให้ค่าใช้จ่ายต่อหนึ่งหน่วยของผลผลิตที่เพิ่มจากการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกชนิดต่างๆเท่ากับค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมี และหากสมมุติว่าปุ๋ยเคมีราคาตันละ 18,000 บาทก็จะคำนวณได้ว่าปุ๋ยหมักจะต้องมีราคาตันละ 409 บาทหรือต่ำกว่า มูลค้างคาวตันละ 2,250 บาท มูลไก่ตันละ 1,500 บาท มูลเป็ดตันละ 1,286 บาท มูลสุกรตันละ 1,000 บาท และมูลโคตันละ 900 บาท ซึ่งหมายความว่า หากปุ๋ยเคมีราคาตันละ 18,000 บาท และปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกชนิดต่างๆมีราคาสูงกว่าที่คำนวณได้ข้างต้น การใช้ปุ๋ยเคมีก็จะทำให้ราคาต้นทุนของผลผลิตพืชต่ำกว่าหรือให้กำไรมากกว่านั้นเอง ในกรณีนี้ไม่ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี ยกเว้นในกรณีที่ดินมีอินทรียวัตถุต่ำมากซึ่งจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีไม่ได้ผลหรือได้ผลต่ำ ในทางตรงกันข้าม หากปุ๋ยเคมีราคาตันละ 18,000 บาท และราคาปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกมีราคาต่ำกว่าที่คำนวณข้างต้น การใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกเหล่านั้นจะทำให้ต้นทุนของผลผลิตพืชต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ในกรณีหลังนี้ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี ยกเว้นกรณีที่ต้องปรับสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ปุ๋ยเคมี (อำนาจ, 2548)

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า จะใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนราคาของปุ๋ยทั้งสองประเภท โดยค่าวิกฤตสำหรับอัตราส่วนระหว่างราคาปุ๋ยเคมีต่อราคาปุ๋ยหมัก มูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร และมูลโค คือ 44 : 1, 8 : 1, 12 : 1, 14 : 1, 18 : 1 และ 20 : 1 ตามลำดับ หากอัตราส่วนสูงกว่านี้ (เช่น อัตราส่วนระหว่างปุ๋ยเคมีต่อปุ๋ยหมักเป็น 45 : 1) ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี และหากอัตราส่วนต่ำกว่านี้ไม่ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี ยกเว้นกรณีที่ไม่ต้องซื้อหรือทำปุ๋ยหมักได้เองโดยไม่มีค่าใช้จ่าย อนึ่ง การคำนวณที่เป็นตัวอย่างข้างต้นไม่ได้รวมค่าขนส่งและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ย ซึ่งกรณีปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกจะสูงกว่ากรณีปุ๋ยเคมีเพราะต้องใช้ปุ๋ยประเภทแรกในปริมาณมากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่า

ตารางที่ 1 ปริมาณปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่เพิ่มผลผลิตได้เท่ากับปุ๋ยเคมี 1 กก. และราคาปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่จะทำให้ต้นการผลิตพืชเท่ากับปุ๋ยเคมี เมื่อปุ๋ยเคมีราคาตันละ 18,000 บาท

ชนิดปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่เพิ่มผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี 1 กก. (กก.)[1/]	ราคาปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตพืชเท่ากับปุ๋ยเคมี เมื่อปุ๋ยเคมีราคาตันละ 18,000 บาท (บาท/ตัน)[3/]
ปุ๋ยหมัก	44 - 70	409 หรือน้อยกว่า
มูลค้างคาว	8	2,250
มูลไก่	12	1,500
มูลเป็ด	14	1,286
มูลสุกร	18	1,000
มูลโค	20[2/]	900

1/ อำนาจ (2548). 2/ อนุมานโดยการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักในมูลโคกับธาตุอาหารในมูลสุกรที่นิรนาม (2551) ให้ไว้. 3/ ราคาไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงงานใส่ปุ๋ย ซึ่งในกรณีปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกสูงกว่ากรณีปุ๋ยเคมีมาก

3. ปุ๋ยชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ และอีเอ็ม

3.1 ปุ๋ยชีวภาพ

ผลการวิจัยในตารางที่ 2 สาธิตผลของแบคทีเรียไรโซเบียม ที่คลุกกับเมล็ดถั่วเหลืองก่อนปลูก ต่อผลผลิตของถั่วเหลือง ซึ่งแสดงว่าไรโซเบียมเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ให้ผลผลิตสูงสุด การใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ไนโตรเจนร่วมกับการคลุกเชื้อไรโซเบียมให้ผลผลิตสูงกว่าการคลุกเชื้อไรโซเบียมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวเพิ่มผลผลิตได้สูงสุด 47.0 % แต่การคลุกเชื้อไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวเพิ่มผลผลิต 93.4 % ข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าไรโซเบียมมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง 93 % หรือมากกว่า อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองในคอลัมน์ขวาสุดของตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าไรโซเบียมอาจเพิ่มผลผลิตของถั่วได้น้อยกว่าปุ๋ยเคมีอัตราที่เหมาะสมในบางกรณี

ตารางที่ 2 ผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลืองที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและไม่ใส่เชื้อไรโซเบียม ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆเพียงอย่างเดียว และที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆร่วมกับการคลุกเชื้อไรโซเบียมกับเมล็ดถั่ว

ตำรับทดลอง	เมล็ดถั่วเหลือง (กก./ไร่)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยและไรโซเบียม	183
2. ใส่ปุ๋ย 3 กก. ไนโตรเจนต่อไร่	192
3. ใส่ปุ๋ย 6 กก. ไนโตรเจนต่อไร่	226
4. ใส่ปุ๋ย 12 กก. ไนโตรเจนต่อไร่	269
5. ใส่ปุ๋ย 24 กก. ไนโตรเจนต่อไร่	260
6. คลุกเชื้อไรโซเบียม	354
7. ใส่ปุ๋ย 3 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ + คลุกเชื้อไรโซเบียม	362
8. ใส่ปุ๋ย 6 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ + คลุกเชื้อไรโซเบียม	377
9. ใส่ปุ๋ย 12 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ + คลุกเชื้อไรโซเบียม	371
10. ใส่ปุ๋ย 24 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ + คลุกเชื้อไรโซเบียม	302

ที่มา ออมทรัพย์ (2537)

ข้อมูลในตารางที่ 3 สาธิตผลของเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่ใส่ในดินที่อบฆ่าจุลินทรีย์ (รวมทั้งฆ่าเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติ) ต่อถั่วเหลือง ซึ่งเป็นข้อมูลที่บ่งบอกศักยภาพของเชื้อราเอไมคอร์ไรซาแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าเชื้อราเอไมคอร์ไรซาบางชนิด (เชื้อ *โกลมัส มอสซีส์*) มีศักย์ภาพในการเพิ่มผลผลิตได้ถึง 782 % แต่บางชนิดเพิ่มผลผลิตพืชได้เพียง 128 % ส่วนตารางที่ 4 สาธิตผลของเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่ใส่ในดินที่ไม่อบฆ่าจุลินทรีย์ (ยังมีเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่อยู่ตามธรรมชาติอยู่ในดิน) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเชื้อราชนิดที่มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตได้ 782 % เพิ่มผลผลิตในสภาพที่มีเชื้อราเอไมคอร์ไรซาธรรมชาติอยู่ได้เพียง 71 % เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่า ในสภาพการผลิตพืช เชื้อราเอไมคอร์ไรซาจะเพิ่มผลผลิตได้น้อยกว่าศักยภาพของมันเอง เพราะมีเชื้อราเอไมคอร์ซาที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติซึ่งมีความสามารถในเพิ่มผลผลิตพืชต่ำแก่งแย่งเข้าอยู่ในราก หากเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติเป็นชนิดที่เพิ่มผลผลิตได้น้อยหรือมีอยู่ในปริมาณน้อยเชื้อราเอไมคอร์ไรซาจากปุ๋ยชีวภาพก็จะเพิ่มผลผลิตได้มาก แต่หากมีเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่อยู่ตามธรรมชาติมาก และหรือเชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ตามธรรมชาติเป็นชนิดที่สามารถเพิ่มผลผลิตพืชได้มาก อยู่แล้ว เชื้อราเอไมคอร์ไรซาในปุ๋ยชีวภาพก็จะเพิ่มผลผลิตพืชได้น้อย นอกจากนั้น มีผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าหากดินขาดธาตุไนโตรเจนอย่างรุนแรง เชื้อราเอไมคอร์ไรซากลับทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลง (Pithakdantham, 2007) จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ปุ๋ยชีวภาพเอไมคอร์ไรซาจะใช้ได้ผลหรือไม่ ได้ผลมากหรือน้อย ขึ้นกับปริมาณเชื้อราประเภทนี้ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในดิน และความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่างๆในดินยกเว้นฟอสฟอรัส (เพราะเชื้อราประเภทนี้เป็นตัวช่วยพืชดูดฟอสฟอรัส) ข้อสรุปนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพเอไมคอร์ไรซาในบางกรณีจำเป็นจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าการผลิตเชื้อราเอไมคอร์ไรซามีค่าใช้จ่ายสูง เพราะเชื้อราชนิดนี้ต้องเพิ่มจำนวนโดยการใส่ให้กับพืชที่ปลูกในสภาพปลอดจุลินทรีย์เท่านั้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตเชื้อราชนิดนี้เพื่อทำเป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับพืชไร่ที่ปลูกในพื้นที่ 1 ไร่สูงกว่าปุ๋ยเคมี นอกจากนั้นในดินดอน (น้ำไม่ขัง) ที่มีพืชขึ้นอยู่ปกติจะมีเชื้อราไมคอร์ไรซาอยู่ตามธรรมชาติมากแล้ว การมีเชื้ออยู่ตามธรรมชาตินี้เองทำให้การใส่ปุ๋ยเอไมคอร์ไรซาไม่ค่อยได้ผล

ตารางที่ 3 น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองที่ปลูกบน**ดินที่อบฆ่าจุลินทรีย์**โดยไม่ใส่เชื้อราเอไมคอร์ไรซา และโดยใส่ราเอไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฝักถั่วเหลือง (กรัม/ต้น)
1. ไม่ใส่เชื้อ	0.88
2. ใส่เชื้อรา*โกลมัส อีทูนิคาตัม* (*Glomus etumicatum)*	2.01
3. ใส่เชื้อรา*โกลมัส* (*Glomus heterogama)*	4.08
4. ใส่เชื้อรา*โกลมัส ฟาสิคิวลาตัม* (*Glomus fasiculatum*)	7.22
5. ใส่เชื้อรา*โกลมัส เฮเทมอสซีส์* (*Glomus mosseas*)	7.76

ที่มา ออมทรัพย์ (2537)

ตารางที่ 4 น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองที่ปลูกบน**ดินที่ไม่อบฆ่าจุลินทรีย์**โดยไม่ใส่เชื้อราเอไมคอร์ไรซา และโดยใส่ราเอไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฝักถั่วเหลือง (กก./ไร่)
1. ไม่ใส่เชื้อ	435
2. ใส่เชื้อรา*โกลมัส เฮเทโรกามา* (*Glomus heterogama*)	392
3. ใส่เชื้อรา*โกลมัส ฟาสิคิวลาตัม* (*Glomus fasiculatum*)	456
4. ใส่เชื้อรา*โกลมัส อีทูนิคาตัม* (*Glomus etunicatum*)	472
5. ใส่เชื้อรา*โกลมัส มอสซีส์* (*Glomus mosseas*)	744

ที่มา ออมทรัพย์ (2537)

ผลงานวิจัยในตารางที่ 5 สาธิตผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (สามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปก๊าซได้ และอาจใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ให้ไนโตรเจนได้) ที่ใส่ในดินที่อบฆ่าจุลินทรีย์ต่อผลผลิตของข้าว ซึ่งแสดงว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด [สาหร่ายในสกุล*ออโลสิรา* (*Aulosira* sp.)] สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้ 26.5 % ส่วนข้อมูลในตารางที่ 6 สาธิตผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดต่างๆ ที่ใส่ในดินที่ไม่อบฆ่าจุลินทรีย์ ซึ่งแสดงว่าการใส่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไม่มีผลต่อผลผลิตของข้าวแม้ดินจะขาดไนโตรเจนก็ตาม (การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น)

ตารางที่ 5 ผลผลิตของข้าวที่ปลูกใน**ดินที่อบฆ่าจุลินทรีย์**โดยไม่ใส่สาหร่ายและโดยใส่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดต่างๆ[1/]

ตำรับทดลอง	เมล็ดข้าวเปลือก (กรัม/กระถาง)
1. ไม่ใส่สาหร่าย	13.2 a
2. ใส่สาหร่ายในสกุล *นอสตอก* (*Nostoc* sp.)	14.8 ab
3. ใส่สาหร่ายในสกุล *อนาบีนา โอไรซี* (*Anabeana oryzae*)	15.5 ab
4. ใส่สาหร่ายในสกุล *คาโรธริกซ์* (*Calothrix* sp.)	16.2 ab
5. ใส่สาหร่ายในสกุล *โตลีโปธริกซ์* (*Tolypothrix* sp.)	16.2 ab
6. ใส่สาหร่ายในสกุล *ออโลสิรา* (*Aulosira* sp.)	16.7 b

ที่มา สมพร (2537). 1/ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ผลผลิตของข้าวที่ปลูกใน**ดินที่ไม่อบฆ่าจุลินทรีย์**โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ใส่สาหร่ายไบโอเฟอร์ และใส่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดต่างๆผสมกัน

ตำรับทดลอง	ข้าวเปลือก (กก./ไร่)[1/]
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	455 a
2. ใส่ 3 กก.ไนโตรเจน/ไร่	493 ab
3. ใส่ 6 กก.ไนโตรเจน/ไร่	499 ab
4. ใส่ 12 กก.ไนโตรเจน/ไร่	524 b
5. ใส่สาหร่ายไบโอเฟอร์[2/]	469 ab
6. ใส่สาหร่ายผสม[3/]	477 ab

ที่มา สมพร (2537). 1/ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 2/ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 3/ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน*อนาบีนา โอไรซี* (*Anabeaena oryzae*) + สาหร่ายในสกุล*ออโลสิรา* (*Aulosira* sp.) + สาหร่ายในสกุล*คาโลธริกซ์* (*Calothrix* sp.) + สาหร่ายในสกุล*โตลีโปธริกซ์* (*Tolypothrix* sp.) + สาหร่ายในสกุล*นอสตอก* (*Nostoc* sp.)

ผลจากการเปรียบเทียบระหว่างผลของปุ๋ยชีวภาพที่แสดงในตารางที่ 3 กับ 4 และตารางที่ 5 กับ 6 ที่อธิบายข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าแม้ปุ๋ยชีวภาพทั้งสามชนิดที่กล่าวข้างต้นจะมีศักยภาพสูงในการเพิ่มผลผลิตพืช แต่ในสภาพการผลิตจริงซึ่งมักจะมีเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่ในดินแล้ว ปุ๋ยชีวภาพอาจจะ

ไม่แสดงผลหรือแสดงผลในการเพิ่มผลผลิตพืชได้น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับที่มีในปุ๋ยชีวภาพอยู่จำนวนมาก นอกจากนั้น ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเพียงธาตุเดียวเท่านั้น ดังนั้น หากดินขาดธาตุที่นอกเหนือไปจากธาตุที่ปุ๋ยชีวภาพช่วยเพิ่มให้แก่พืชได้ จะต้องใช้ปุ๋ยเคมี จึงสรุปได้ว่า ปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ ขึ้นกับ (1) ดินขาดธาตุอื่นที่ไม่ใช่ธาตุที่ปุ๋ยชีวภาพสามารถช่วยเพิ่มให้แก่พืชหรือไม่ หากดินไม่ขาดธาตุดังกล่าวการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้ แต่หากดินขาดธาตุอื่นปุ๋ยชีวภาพก็จะแทนปุ๋ยเคมีไม่ได้ และ (2) ดินมีจุลินทรีย์ประเภทเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มากหรือไม่ หากดินมีจุลินทรีย์ประเภทเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใส่เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มากแล้ว การใช้ปุ๋ยชีวภาพจะไม่ได้ผล และจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีแทน

ข้อมูลข้างต้น ที่แสดงผลกระทบของเชื้อที่มีอยู่แล้วในดินก่อนการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ยังสะท้อนให้เห็นอีกด้วยว่า หากได้มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพกับดินแห่งหนึ่งและได้ผลดีแล้ว การใช้ครั้งต่อๆไปมักจะได้ผลน้อยลงหรืออาจไม่ได้ผลเลยทำนองเดียวกับการมีเชื้อตามธรรมชาติอยู่แล้ว นอกจากนั้น ผลการวิจัยของ Pithakdantham (2007) ยังแสดงว่า หลังจากปลูกข้าวโพดซ้ำ 10 ฤดูปลูก เชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่ใส่ให้กับข้าวโพดเพียงครั้งเดียวในการปลูกฤดูแรก ยังเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในฤดูที่ 10 ได้มากเท่ากับการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดในฤดูแรก ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า หากใช้ปุ๋ยชีวภาพในพื้นที่ใดได้ผลดีแล้วสามารถจะหยุดใส่เชื้อนั้นได้หลังจากได้ใส่เชื้อไปแล้ว 2-3 ฤดูปลูก โดยที่ผลผลิตพืชยังคงสูงกว่าดินที่ไม่เคยใส่เชื้อนี้เลย

3.2 น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพที่กล่าวถึงในที่นี้ หมายถึง สารละลายที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นซากพืชและหรือซากสัตว์ในสภาพน้ำท่วม สารนี้บางหน่วยงานแนะนำให้ใช้ผสมกับน้ำพ่นบนใบและต้นพืชและหรือใส่ลงไปในดินเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งโดยแท้จริงสารละลายเหล่านี้มีปริมาณธาตุอาหารน้อยเกินไปจนไม่สามารถที่จะใช้ในการให้ธาตุอาหารแก่พืชได้มากจนแสดงผลธาตุอาหารต่อพืช (อำนาจ, 2548)

ผลงานวิจัยในตารางที่ 7 สาธิตผลของน้ำหมักชีวภาพจากการหมักเศษพืชและน้ำหมักชีวภาพจากการหมักเศษปลา (น้ำหมักพืชได้จากชมรมเกษตรอินทรีย์อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนน้ำหมักปลาได้จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงว่า น้ำหมักชีวภาพทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อให้ธาตุอาหารแก่พืชอย่างเพียงพอครบทุกธาตุ และเมื่อใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำมาก ซึ่งชี้แนะว่าน้ำหมักชีวภาพมีสรรพคุณเหมือนฮอร์โมนพืชมากกว่าที่จะเป็นสารที่ให้ธาตุอาหารแก่พืช ซึ่งข้อมูลผลการวิจัยที่อำนาจ (2548) ได้รวบรวมไว้แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพมีฮอร์โมนพืชอยู่หลายชนิด จากข้อมูลดังกล่าวทำให้สรุปได้ว่า หากจะใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลพืชจะต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ น้ำหมักชีวภาพจึงไม่สามารถให้แทนปุ๋ยเคมีได้ ตรงกันข้าม การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ถูกต้องจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยหากดินขาดธาตุอาหารบางธาตุ

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้งของผักกวางตุ้งที่ปลูกในสารละลายปลูกพืชซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารพืชและน้ำหมักพืชหรือน้ำหมักปลาสูตรต่างๆ

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งผักกวางตุ้ง (กรัม/กระถาง)[1/]	
	น้ำหมักพืช	น้ำหมักปลา
1. น้ำหมักชีวภาพผสมน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ 1,000	1.7 a	4.9 a
2. สารละลายที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่านั้น	2.1 a	2.6 a
3. น้ำหมักชีวภาพผสมน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ 1,000 + ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม	3.4 a	4.9 a
4. สารละลายมีธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุตามสูตรน้ำยาปลูกพืช	6.2 b	8.9 b
5. น้ำหมักชีวภาพผสมน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ 1,000 + ธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุตามสูตรน้ำยาปลูกพืช	12.7 c	10.2 b
6. น้ำหมักชีวภาพผสมน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ 500 + ธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุตามสูตรน้ำยาปลูกพืช	18.8 d	17.7 a

ที่มา สุรชัย (2546). 1/ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.

3.3 สารอีเอ็ม

สารอีเอ็ม (EM) ในที่นี้หมายถึงสารที่เรียกคำเต็มเป็นภาษาอังกฤษว่า “Effective Microorganisms” ซึ่งแปลว่าจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล ถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศโดยมูลนิธิบำเพ็ญประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา มีการแนะนำให้ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ จากการศึกษาตัวอย่างสารดังกล่าว พบว่าสารอีเอ็มไม่มีจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนและจุลินทรีย์ที่ช่วยรากพืชดูดธาตุอาหารอยู่เลย แต่มักจะมีจุลินทรีย์บางชนิดที่ช่วยละลายฟอสเฟตในดิน โดยบางตัวอย่างของสารอีเอ็มมีจุลินทรีย์ประเภทนี้หลายชนิด แต่บางตัวอย่างมีอยู่น้อยชนิด ไม่คงเส้นคงวา (อำนาจ, 2548)

ผลงานวิจัยในตารางที่ 8 สาธิตผลของการใส่สารอีเอ็มเมื่อใส่ในดินในต่อผลผลิตของข้าว ข้อมูลในตารางนี้แสดงว่าสารอีเอ็มจะช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวเมื่อ (1) ดินไม่ขาดธาตุอาหารและมีอินทรียวัตถุปริมาณปานกลางถึงสูง และ (2) ดินมีอินทรียวัตถุสูงมาก ส่วนตารางที่ 9 สาธิตผลของการใส่สารอีเอ็มเมื่อใส่ในดินต่อพืชไร่ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหากดินขาดธาตุอาหารสารอีเอ็มจะไม่เพิ่มผลผลิตพืชไร่

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า (1) การใช้อีเอ็มเพียงอย่างเดียวจะช่วยเพิ่มผลผลิตพืชเฉพาะเมื่อใช้กับดินที่ไม่ขาดธาตุอาหารและมีอินทรียวัตถุสูง (2) ต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับอีเอ็ม หากดินขาดธาตุอาหาร แต่มีอินทรียวัตถุปานกลางหรือสูง และ (3) ต้องใส่ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับอีเอ็ม หากดินขาดธาตุอาหารและมีอินทรียวัตถุต่ำการใช้อีเอ็มจึงจะได้ผล ข้อสรุปดังกล่าวชี้ว่า อีเอ็มใช้แทนปุ๋ยเคมีไม่ได้ นอกจากนั้นแล้ว ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้การใช้อีเอ็มได้ผลหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ตารางที่ 8 ผลผลิตของข้าวที่ไม่ใส่อีเอ็มหรือปุ๋ยเคมี ที่ใส่อีเอ็มอย่างเดียว ที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับอีเอ็ม[1/]

ตำรับทดลอง[2/]	ผลผลิตเมล็ดข้าว (กรัมต่อกอ)[3/]			
	ที่ จ. แพร่[4/]	ที่ จ. ปราจีนบุรี[4/]	ที่ จ. พิษณุโลก[4/]	ที่ จ. อุดรธานี[5/]
1. ไม่ใส่อีเอ็มหรือปุ๋ยเคมี	8.3 b	3.8 c	26.3 c	0.48 b
2. ใส่อีเอ็ม	7.8 b	3.5 c	30.3 ab	0.45 b
3. ใส่ปุ๋ยเคมี	11.5 a	7.5 b	28.5 b	0.65 a
4. ใส่ปุ๋ยเคมี + อีเอ็ม	10.2 a	8.8 a	32.8 a	-

1/ ดินที่ทดลองมีอินทรีย์วัตถุ 1.1%, 2.7% และ 6.2% ในกรณีการทดลองที่ จังหวัดแพร่ จังหวัดปราจีนบุรี และ จังหวัดพิษณุโลก ตามลำดับ. 2/ สำหรับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี 9-6-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ในกรณีแปลงที่จังหวัดแพร่ ปราจีนบุรี และพิษณุโลก และ 9-4-2 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ในกรณีแปลงที่จังหวัดอุดรธานี. 3/ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 4/ วราภรณ์ และคณะ (2539). 5/ บรรหาญและสมพร (2539)

ตารางที่ 9 ผลผลิตของข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วเหลืองที่ปลูกโดยไม่ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มหรือปุ๋ยเคมี ที่ใช้อีเอ็มอย่างเดียว ที่ใช้ปุ๋ยเคมีเอ็นพีเค ที่ใช้ไรโซเบียม ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ที่ใช้ไรโซเบียมควบกับอีเอ็ม และที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนควบกับอีเอ็ม[1/]

ตำรับทดลอง	ข้าวโพดที่จ. ชัยนาท (เมล็ด, กิโลกรัมแปลง)[2/]	ข้าวโพดในกระถางใหญ่ (น้ำหนักแห้งต้น, กรัมต่อกระถาง)[3/]	ข้าวฟ่างที่ จ. สุพรรณบุรี (เมล็ด, กิโลกรัมต่อแปลง)[2/]	เมล็ดถั่วเหลือง (กรัมต่อกระถาง)[4/]
1. ไม่ใส่จุลินทรีย์หรือปุ๋ย	0.73 b	1,620	0.73 b	33.2 d
2. ใช้อีเอ็ม	0.78 b	1,440	0.78 b	38.4 cd
3. ใส่ปุ๋ยเอ็นพีเค	1.62 a	-	1.62 a	-
4. ใส่ไรโซเบียม	-	-	-	44.1 bc
5. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	-	-	-	50.7 a
6. ใส่ไรโซเบียม + อีเอ็ม	-	-	-	44.8 bc
7. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน + อีเอ็ม	-	-	-	47.2 ab

1/ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 2/ บรรหาญ และสมพร (2539). 3/ ฉรงค์ศักดิ์ และคณะ (2539); ดินมีพีเอช 5.3, อินทรียวัตถุ 1.91 %, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม. 4/ วิทยา (2539).

4. ปุ๋ยพืชสดและการไถกลบตอซังพืช

4.1 ปุ๋ยพืชสด

ผลงานวิจัยในตารางที่ 10 สาธิตผลของการปลูกแหนแดงแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในการปลูกข้าวในนาน้ำขัง ผลของการวิจัยนี้แสดงว่าการปลูกแหนแดงแล้วไถกลบเพิ่มผลผลิตของข้าวได้ 32.7 % ในขณะที่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่เพิ่มผลผลิตได้เพียง 10.4 % ผลงานวิจัยในตารางที่ 11 สาธิตผลของการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมข้าวโพดโดยปลูกในวันเดียวกับข้าวโพด และปล่อยให้พืชตระกูลถั่วนั้นเจริญเติบโตในช่วงที่ไม่มีการเพาะปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด แล้วไถกลบในการเตรียมดินเพื่อปลูกข้าวโพดในฤดูถัดไป ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วแปบ ไมยราบไร้หนาม หรือถั่วมะแฮะแซมข้าวโพดแล้วไถกลบติดต่อกันเพียงสองฤดูปลูกทำให้ข้าวโพดที่ปลูกตามมามีผลผลิตเพิ่มขึ้น 77 – 130 % โดยไมยราบไร้หนามเพิ่มผลผลิตได้มากที่สุด

ตารางที่ 10 ผลผลิตของข้าวจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ แปลงที่ปลูกแหนแดงและไถกลบแหนแดง และแปลงที่ปลูกแหนแดงโดยไม่ไถกลบ

ตำรับทดลอง	ข้าวเปลือก (กก./ไร่)
1. ไม่ใส่จุลินทรีย์หรือปุ๋ย	422
2. ใส่ปุ๋ย 3 กก.ไนโตรเจน/ไร่	443
3. ใส่ปุ๋ย 6 กก.ไนโตรเจน/ไร่	466
4. ปลูกแหนแดง	419
5. ปลูกแหนแดงแล้วไถกลบก่อนปลูกข้าว	560

ที่มา ประยูร (2537)

ตารางที่ 11 ผลผลิตของข้าวโพดจากแปลงที่เคยปลูกถั่วพืชปุ๋ยสดชนิดต่างๆแซมข้าวโพดแล้วไถกลบเป็นปุ๋ย และจากแปลงที่ปลูกข้าวโพดอย่างเดียวติดต่อกันสองฤดูปลูก

ตำรับทดลองในสองฤดูก่อนหน้า	เมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่)
1. ปลูกข้าวโพดอย่างเดียว	307
2. ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วแปบ	544
3. ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วมะแฮะ	572
4. ปลูกข้าวโพดแซมด้วยไมยราบไร้หนาม	707

ที่มา อำนาจ และคณะ (2543)

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยพืชสด ซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่ำ มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตพืชเท่าเทียมกับหรือสูงกว่าปุ๋ยเคมี ดังนั้น เมื่อสภาพการเพาะปลูกเอื้ออำนวยการปลูกพืชปุ๋ยสด ปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่วจะสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดแทนปุ๋ยไนโตรเจน

4.2 การไถกลบตอซังพืช

ผลงานวิจัยในตารางที่ 12 สาธิตผลของการไถกลบฟางข้าวและของปุ๋ยหมักต่อผลผลิตของข้าวและความแน่นทึบของดิน ซึ่งแสดงว่าการไถกลบฟางข้าว 800 กิโลกรัมเพิ่มผลผลิตข้าวได้เท่าเทียมกับปุ๋ยหมัก 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ และลดความแน่นทึบของดินได้มากกว่าปุ๋ยหมักปริมาณดังกล่าว ซึ่งชี้แนะว่าการไถกลบฟางข้าวช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักฟางข้าวปริมาณเดียวกันกับที่ไถกลบ ตารางที่ 13 แสดงผลต่อผลผลิตหัวมัน จากการปลูกซ้ำที่เดิม (กับมีการปฏิบัติเกี่ยวกับปุ๋ยและตอซังเหมือนเดิม) ในปีที่ห้า โดย (1) ไถกลบตอซัง (ลำต้นและใบ) มันสำปะหลังโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย และ (2) ไถกลบตอซังหรือใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ผลการทดลองแสดงว่า การไถกลบตอซังเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังได้เท่ากับปุ๋ยหมัก 2 ตันขึ้นไป

เนื่องจากการไถกลบตอซังพืชทำให้มีค่าใช้เพิ่มขึ้นจากการไถดินในสภาพที่ไม่มีตอซังเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ มีเพียงค่าแรงงานหรือเครื่องจักรสับตอซังก่อนการไถดินและค่าไถดินส่วนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีตอซังอยู่ด้วย ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการไถกลบตอซังนี้ต่ำกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีมาก จึงอาจกล่าวได้ว่า การไถกลบตอซังพืชเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยเคมีเป็นอันมาก ดังนั้น จึงสามารถใช้แทนปุ๋ยเคมีได้ โดยไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย แต่ยกเว้นกรณีที่ต้องปรับความสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ปุ๋ยเคมี กรณีนี้ควรใช้เคมีควบคู่กับการไถกลบตอซัง

ตารางที่ 12 ผลผลิตข้าวเปลือกและความหนาแน่นรวมของดินจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ไถกลบฟางข้าว แปลงไถกลบฟางข้าว และแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมัก[1/]

การปฏิบัติกับดิน	ผลผลิตข้าวเปลือก (กก.ต่อไร่)	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)[2/]
1. ไม่ใส่ปุ๋ยหรือไถกลบฟางข้าว	483 b	1.17 a
2. ไถกลบฟางข้าว 800 กก./ไร่	654 a	0.93 b
3. ใส่ปุ๋ยหมัก 1,920 กก./ไร่	700 a	1.08 a

ที่มา Lee และ คณะ. (2004). 1/ ในคอลัมน์เดียวกัน ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%. 2/ ความหนาแน่นรวมสูงแสดงว่าดินแน่นมาก

ตารางที่ 13 ผลผลิตหัวมันสำปะหลังที่ปลูกในปีที่ 5 จากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการไถกลบตอซัง (ต้นและใบ) และแปลงที่ไถกลบตอซังโดยไม่ใส่ปุ๋ย ซ้ำที่เดิมทุกปี

ตำรับทดลอง[1/]	หัวมันสำปะหลัง (กก./ไร่)	
	ชุดดินโคราช	ชุดดินยโสธร
1. ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ไถกลบตอซัง	3,393	1,123
2. ใส่ปุ๋ยเคมี	4,395	3,297
3. ใส่ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่	3,558	3,479
4. ใส่ปุ๋ยเคมี + ไถกลบตอซัง	4,895	3,678
5. ไถกลบตอซัง	4,337	2,133

ที่มา โชติ และคณะ (2535, 2535ก). 1/ ทุกกรณีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเทียบเท่าปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กก./ไร่.

5. สรุป

5.1 เพื่อประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้องว่าจะใช้ปุ๋ยหมัก มูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร หรือมูลโค แทนปุ๋ยเคมีหรือไม่ ควรใช้ค่าวิกฤตสำหรับอัตราส่วนระหว่างราคาปุ๋ยเคมีต่อราคาปุ๋ยหมัก และต่อมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นแนวทางในการตัดสิน ค่าวิกฤตเหล่านี้ได้แก่ 44 : 1, 8 : 1, 12 : 1, 14 : 1, 18 : 1 และ 20 : 1 สำหรับอัตราส่วนราคาปุ๋ยเคมีต่อราคาปุ๋ยหมัก มูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร และมูลโค ตามลำดับ หากอัตราส่วนราคามีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต (เช่น มีค่า 45 : 1 ในกรณีอัตราส่วนระหว่างราคาปุ๋ยเคมีต่อปุ๋ยหมัก) ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี และหากอัตราส่วนต่ำกว่าอัตราส่วนเหล่านี้ไม่ควรใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี ยกเว้นกรณีที่ไม่ต้องซื้อหรือทำปุ๋ยหมักได้เองโดยไม่มีค่าใช้จ่าย หรือ ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากซึ่งจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีไม่ได้ผลหรือได้ผลน้อย ราคาที่ใช้ในการคำนวณควรรวมค่าขนส่งและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยด้วย เพราะในกรณีปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกค่าขนส่งและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยจะสูงกว่ากรณีปุ๋ยเคมีมาก เนื่องจากต้องใช้ปุ๋ยประเภทแรกในปริมาณมากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่าตัว อย่างไรก็ตามปุ๋ยเคมียังมีความจำเป็นในกรณีที่จำเป็นต้องปรับสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆในดิน

5.2 ปุ๋ยชีวภาพที่มีไรโซเบียม เชื้อราเอไมคอร์ไรซา หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นตัวออกฤทธิ์มีศักยภาพสูงในการที่จะใช้แทนปุ๋ยเคมี แต่ในสภาพการผลิตพืชปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ขึ้นกับ (1) ดินขาดธาตุอื่นที่ไม่ใช่ธาตุที่ปุ๋ยชีวภาพสามารถช่วยเพิ่มให้แก่พืชหรือไม่ หากดินไม่ขาดธาตุดังกล่าวการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะแทนปุ๋ยเคมีได้ แต่หากดินขาดธาตุอื่นปุ๋ยชีวภาพก็จะแทนปุ๋ยเคมีไม่ได้ ในกรณีนี้ต้องใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุอื่นนั้นควบคู่กับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ และ (2) ดินมีจุลินทรีย์ประเภท

เดียวกับจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มากหรือไม่ หากดินมีจุลินทรีย์ประเภทเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใส่เป็นปุ๋ยชีวภาพอยู่มาก การใช้ปุ๋ยชีวภาพจะไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อพืช และจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีแทนหรือร่วมกับปุ๋ยชีวภาพนั้น นอกจากเงื่อนไขดังกล่าวแล้ว หากได้มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพกับดินแห่งหนึ่งแล้ว การใช้ครั้งต่อๆไปยังมักจะมีผลต่อพืชน้อยลงหรือไม่มีผลต่อพืชเลยอีกด้วย

5.3 หากจะใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ผลพืชจะต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ทำให้ไม่สามารถใช้ปุ๋ยชีวภาพแทนปุ๋ยเคมีได้ ตรงกันข้าม การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ถูกต้องจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยหากดินขาดธาตุอาหารบางธาตุ

5.4 อีเอ็มใช้แทนปุ๋ยเคมีไม่ได้ นอกจากนั้นแล้ว ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้การใช้อีเอ็มได้ผลหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

5.5 ปุ๋ยพืชสดและการไถกลบต่อซังพืชสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย แต่ยกเว้นกรณีที่ต้องปรับความสมดุลระหว่างธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ปุ๋ยเคมี กรณีนี้ควรใช้ปุ๋ยเคมีควบคู่กับปุ๋ยพืชสดหรือการไถกลบตอซัง

5.6 การไถกลบตอซังพืชช่วยบำรุงดินได้มากกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากตอซังปริมาณเท่ากับตอซังที่ไถกลบ จึงควรไถกลบตอซังแทนการรวบรวมตอซังไปทำปุ๋ยหมัก เพราะกรณีหลังนอกจะบำรุงดินได้น้อยกว่าแล้วยังมีค่าใช้จ่ายสูงกว่ามากอีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

โชติ สิทธิบุษย์, ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย, ชุมพล นาควิโรจน์, มนเฑียร โสมภีร์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2535. อิทธิพลระยะยาวของปุ๋ย NPK และวัสดุอินทรีย์ที่มีต่อมันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดยโสธร, น. 232-237. *ใน* รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่, กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร.

โชติ สิทธิบุษย์, โอภาส บุญเสิ่ง, ชุมพล นาควิโรจน์, ปรีชา แสงโสดา, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ ณรงค์ เหลาโชติ. 2535ก. อิทธิพลระยะยาวของปุ๋ย NPK และวัสดุอินทรีย์ที่มีต่อมันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดโคราช, น. 226-231. *ใน* รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่, กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร.

ณรงค์ศักดิ์ เสนาณรงค์, สาธิต อารีรักษ์, อำนาจ ชินเชษฐ, วันเพ็ญ ศรีทองชัย, และบรรหาร แตงฉ่ำ. 2539. ผลของสาร EM ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 30(5): 143-147.

นิรนาม. 2551. ธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

http://webhost.wu.ac.th/msomsak/Fertech/Fertilizer/sld009.htm 30/5/2551

บรรหาญ แตงฉ่ำ และ สมพร ชุนห์ลือชานนท์. 2539. ผลของ EM ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และข้าวฟ่างในแปลงทดลอง. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 30(5): 151-155.

ประยูร สวัสดี. 2537. แหนแดง, น. 67-77. ชีวภาพและพืชบำรุงดิน. เอกสารทางวิชาการ, กลุ่มดินและปุ๋ยพืชไร่นา, สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต, กรมส่งเสริมการเกษตร.

วราภรณ์ คำบุญเรือง วลัยพร แสวงย์, สมศักดิ์ ศิริพานิชเจริญ และ พิสิฐ พรมนารถ. 2539. ประสิทธิภาพของ EM ในการเพิ่มผลผลิตข้าว. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 30(5): 135-142.

วิทยา ศรีทานันท์, ประเสริฐ สองเมือง, นิพรรณศรี โคมทอง, สมศักดิ์ เหลืองศิโรรัตน์, นิวัติ เจริญศิลป์, พรรณี ยอดเลา และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2529. อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมระยะยาว ต่อผลผลิตข้าวและสมบัติของดินที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, น. 169-180. *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ยข้าว, กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร

สมพร ชุนห์ลือชานนท์. 2537. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินการผลิตข้าว, น. 1-19. *ใน* ปุ๋ยชีวภาพและพืชบำรุงดิน. เอกสารทางวิชาการ, กลุ่มดินและปุ๋ยพืชไร่นา, สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต, กรมส่งเสริมการเกษตร

สุรชัย พัฒนพิบูล. 2546. ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักบางชนิดในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 113 น.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2537. การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากเชื้อไรโซเบียมและไมโคไรซา, น. 29-51. *ใน* ปุ๋ยชีวภาพและพืชบำรุงดิน. เอกสารทางวิชาการ, กลุ่มดินและปุ๋ยพืชไร่นา, สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต, กรมส่งเสริมการเกษตร.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900. 156น.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2550. ความจริงเกี่ยวกับปุ๋ยในการเกษตรและสิ่งแวดล้อม จัดทำโดยสมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจเกษตรไทย. 21น.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, นิภา เลขสุนทรากร, พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, จรงค์ รุ่งช่วง และ สมพร ทองแดง 2543. การศึกษาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมกับชาวไร่ข้าวโพดไทย, น. 63-76. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาพืช และ สาขาส่งเสริมนิเทศศาสตร์เกษตร, 1-4 กุมภาพันธ์ 2543, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Lee, Y.H., S. M. Lee, Y. J. Lee and D. H. Choi. 2004. Rice cultivation using organic farming system with organic input materials in Korea. http://w.w.w.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/5/2/881_leeyj.htm

Pitakdantham, R. 2007. Studies on Enhancing the Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Maize under Field Conditions. Ph.D. Thesis. Graduate School, Kasetsart University, Bangkok. 165p.