ปลูกพืชอินทรีย์ไม่ดีอย่างที่คิด
ปลูกพืชปลอดภัยจากสารพิษ
ดีกว่าไหม

ปรับปรุงครั้งที่ ๓(๒๕๖๗)

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อำนาจ สุวรรณฤทธิ์
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

จัดทำโดย
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ปลูกพืชอินทรีย์ไม่ดีอย่างที่คิด
ปลูกพืชปลอดภัยจากสารพิษ
ดีกว่าไหม
ปุ๋ย
อินทรีย์
ปุ๋ย
ชีวภาพ
ปุ๋ยเคมี
N-P-K

คำนำ

(ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๓)

หนังสือรุ่นนี้ได้รับการปรับปรุงจากรุ่นที่แล้วด้วยการเพิ่มข้อมูลจากรายงานผลการวิจัย ความคิดเห็น และข้อสรุปจากการตรวจรายงานผลการวิจัยและผลการวิจัยที่ส่วนใหญ่ได้รับการเผยแพร่หลังการปรับปรุงหนังสือรุ่นที่แล้ว โดยเพิ่มข้อมูลในด้าน: (๑) ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลผลิตพืช (ทุเรียน); (๒) ข้อมูลเปรียบเทียบผลของเกษตรอินทรีย์กับเกษตรสากลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ; (๓) การเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพการให้ผลผลิตของดินที่ใช้ทำเกษตรอินทรีย์ต่อเนื่องมาเป็นระยะ ๓๐-๔๐ ปี; (๔) ข้อมูลภาคผนวก และ (๕) ปรับปรุงข้อความบางส่วน

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์

มิถุนายน ๒๕๖๗

คำนำ

(ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๒)

หนังสือรุ่นนี้ต่างจากรุ่นปรับปรุงครั้งที่ ๑ เพียงมีการเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับผลของเกษตรอินทรีย์ต่อสภาวะโลกร้อนและต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ประสบการณ์ของเกษตรกรกับดินเสื่อมจากการทำเกษตรอินทรีย์ ตัวอย่างวิธีวิจัยและการแปลความหมายของผลการวิจัยที่อาจทำให้เข้าใจผิดว่าเกษตรอินทรีย์ดีกว่าเกษตรแบบอื่น เพิ่มภาคผนวกและปรับปรุงข้อความบางส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่กล่าวข้างต้นเท่านั้น (พิมพ์แจก ๒๐,๐๐๐ เล่ม)

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์

กันยายน ๒๕๖๓

คำนำ

(ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๑)

หนังสือรุ่นนี้ต่างจากรุ่นแรก (ปี ๒๕๕๗) เพียงมีการเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับผลของปุ๋ยประเภทต่างๆ ต่อคุณภาด้านประสาทสัมผัสของผลผลิตพืชและปรับปรุงบางถ้อยคำเท่านั้น (พิมพ์แจก ๒๐,๐๐๐ เล่ม)

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์

พฤศจิกายน ๒๕๖๐

คำนำ

(ฉบับพิมพ์ครั้งแรก พิมพ์แจก ๖๐,๐๐๐ เล่ม)

ปัจจุบันได้เกิดกระแสความคิดและหรือความเชื่ออย่างกว้างขวางในระดับโลก รวมทั้งในประเทศไทย ว่าการผลิตพืชอินทรีย์เป็นการผลิตที่ดีที่สุด ทั้งในแง่ต้นทุนการผลิตพืชต่ำ มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดมลพิษหรือมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูง ไม่มีสารพิษในผลผลิต ทำให้โรคและแมลงทำลายพืชน้อย และคุณภาพด้านโภชนาการและด้านประสาทสัมผัสของผลผลิตสูง การผลิตพืชอินทรีย์ในที่นี้หมายถึงการผลิตพืชที่ไม่ใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมีเลย เช่น ไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง ไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช รวมทั้งไม่ใช้ปุ๋ยเคมี การห้ามใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งไม่ใช่สารพิษแต่เป็นสารที่ให้ธาตุอาหารพืช เป็นสิ่งที่ผู้เขียนเห็นว่าขัดกับหลักความเป็นจริงและหลักวิชาการ โดยความจริงปุ๋ยเคมีมีคุณสมบัติหลายอย่างที่ทำได้ดีกว่าและมีความได้เปรียบปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพในเรื่องที่กล่าวข้างต้น เกี่ยวกับเรื่องนี้ผู้เขียนได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลผลการวิจัยเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระแสความคิดหรือความเชื่อดังกล่าว ซึ่งผลงานวิจัยที่ทำอย่างถูกต้องให้ข้อสรุปว่า กระแสความคิดและหรือความเชื่อเรื่องข้อดีของการผลิตพืชอินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นนั้นไม่ถูกต้อง การปล่อยให้เกิดกระแสความเข้าใจผิดของสังคมไทยที่กล่าวข้างต้นต่อไปโดยไม่มีการทักท้วง ผู้เขียนเป็นห่วงว่าจะทำให้การเกษตรของประเทศหลงทาง ไม่เจริญก้าวหน้าเท่าที่ควร และที่สำคัญที่สุดก็คือ นอกจากจะทำให้เกษตรกรถูกใช้เป็น “หนูทดลอง” ซึ่งทำให้เสียโอกาส แทนที่จะมีกำไรจากการผลิตแต่ต้องขาดทุน แทนที่จะได้กำไรมากก็ได้กำไรน้อยแล้ว ยังทำให้เสียโอกาสในการลดมลพิษและการปรับปรุงคุณภาพด้านโภชนาการของผลผลิตพืชอีกด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้เขียนจึงได้เรียบเรียงหนังสือนี้ขึ้น เพื่อเสนอข้อมูลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ผู้สนใจได้ศึกษา แต่เพื่อให้ผู้อ่านไม่ต้องใช้เวลาในการอ่านหนังสือนี้มากจนเกินไป จึงได้เสนอข้อมูลในแบบกระชับมากที่สุด พร้อมกับให้ข้อมูลที่บอกที่มาของผลงานวิจัยที่นำมาเสนอเพื่อให้ผู้อ่านติดตามรายละเอียดได้ด้วยตนเองในประเด็นที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมได้

ผู้เขียนขอขอบคุณภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่กรุณาจัดทำหนังสือนี้ และขอบพระคุณศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน ดร.สุจินต์ จันทรสอาด และ คุณธเนศ ปิงสุทธิวงศ์ ที่แนะนำการปรับปรุงต้นฉบับของหนังสือนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือนี้จะสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับข้อดีและด้อยของการปลูกพืชอินทรีย์ การปลูกพืชปลอดสารพิษ และการปลูกพืชปลอดภัยจากสารพิษ แก่ประชากรของประเทศทุกอาชีพและทุกระดับชั้น และประชากรทุกอาชีพและทุกระดับชั้นจะช่วยสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกพืชด้วยวิธีที่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้การเกษตรของประเทศพัฒนาไปในแนวทางที่ถูกต้องและเหมาะสมในที่สุด

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์

ตุลาคม ๒๕๕๗

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	๖
๑. ความนำ	๗
๒. ปริมาณผลผลิตพืชที่ได้เมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเท่ากัน	๗
๓. ราคาต้นทุนผลผลิตพืชจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี	๘
๔. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเข้าทำลายพืชโดยโรคและแมลง	๑๑
๕. ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆต่อคุณภาพด้านโภชนาการของพืช	๑๖
๖. ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของพืช	๑๘
๗. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อความโปร่งและความแข็งของดิน	๒๒
๘. การเกิดมลพิษจากการใช้ปุ๋ยประเภทต่างๆ	๒๓
๙. ผลของเกษตรอินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพ	๒๗
๑๐. เกษตรอินทรีย์ทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพการให้ผลผลิตลดลง	๒๘
๑๑. ตัวอย่างวิธีวิจัยและการแปลความหมายผลการวิจัยที่ทำให้เข้าใจผิดว่าเกษตรอินทรีย์ดีกว่าเกษตรแบบอื่น	๓๐
๑๒. การปลูกพืชที่ดีกว่าการปลูกพืชอินทรีย์และปัญหาด้านการคุ้มครองผู้บริโภคที่เกิดจากพืชอินทรีย์	๓๒
๑๓. ภาคผนวก	
๑๓.๑ ความเชื่อที่ผิดและความเข้าใจผิดจากผลการวิจัยเกี่ยวกับความหอมและความนุ่มของข้าวอินทรีย์และข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เทียบกับข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมี	๓๕
๑๓.๒ แนวทางผ่าทางตันของปุ๋ยชีวภาพ	๓๘
๑๓.๓ พืชดูดกินธาตุอาหารจากปุ๋ยประเภทต่างๆในรูปไหน ช้าเร็วกว่ากันอย่างไร	๔๑

บทคัดย่อ

หนังสือนี้เสนอผลการวิจัยเปรียบเทียบผลในด้านต่างๆของปุ๋ยทั้งสามประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ เมื่อใช้ประเภทเดียว ใช้สองประเภทร่วมกัน และใช้สามประเภทร่วมกันในการผลิตพืช เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระแสความเชื่อหรือความคิดที่ว่า การผลิตพืชอินทรีย์เป็นการผลิตที่ดีที่สุด ทั้งในแง่ต้นทุนการผลิตพืชต่ำ มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดมลพิษหรือมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูง ไม่มีสารพิษในผลผลิต ทำให้โรคและแมลงทำลายพืชน้อย และคุณภาพด้านโภชนาการของผลผลิตสูง

ผลการวิจัยให้ข้อสรุปว่า กระแสความเชื่อหรือความคิดดังกล่าวไม่ถูกต้อง กล่าวคือ ผลการวิจัยให้ข้อสรุปว่า **การปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทให้เหมาะสมกับดินและพืชทำให้ต้นทุนผลผลิตต่ำกว่า เกิดมลพิษน้อยกว่าหรือมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่า เกิดความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่า โรคและแมลงทำลายพืชน้อยกว่า คุณภาพด้านโภชนาการและด้านประสาทสัมผัสของผลผลิตสูงกว่า และช่วยป้องกันการเสื่อมและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพการให้ผลผลิตของดิน เมื่อเทียบกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชอินทรีย์** แต่พืชอินทรีย์มีข้อดีในเรื่องการปลอดสารพิษตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ดังนั้น ในพื้นที่ที่สามารถผลิตพืชโดยไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงควรผลิตพืชโดยไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพอย่างเหมาะสม ซึ่งน่าจะเรียกว่า **“การผลิตพืชปลอดสารพิษ”** หรือเรียกสั้นๆว่า **“การผลิตพืชปลอดสาร”** อย่างไรก็ตาม การผลิตพืชในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงควรทำการผลิตโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามหลักวิชาการและใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทร่วมกันอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP: Good Agricultural Practices) ที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ให้การสนับสนุน การผลิตพืชแบบนี้น่าจะเรียกว่า **“การผลิตพืชปลอดภัยจากสารพิษ”** หรือเรียกสั้นๆกว่า **“การผลิตพืชปลอดภัย”** การผลิตพืชแบบหลังนี้จะต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยมีการปฏิบัติที่ทำให้ผลผลิตพืชมีสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ไม่เกินระดับที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

อนึ่ง ในการผลิตพืชปลอดสารและการผลิตพืชปลอดภัยเกษตรกรสามารถผสมผสานการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทให้ช่วยลดการทำลายพืชโดยโรคและแมลงได้ ซึ่งทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องทำการกำจัดโรคและแมลงน้อยลงอีกด้วย

การผลิตพืชอินทรีย์ไม่เพียงแต่จะด้อยกว่าการผลิตพืชปลอดสารสำหรับพื้นที่ที่ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการผลิตพืชปลอดภัยสำหรับพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่ยังเปิดโอกาสให้มีการหลอกลวงผู้ที่ต้องการบริโภคพืชอินทรีย์ เพราะไม่มีวิธีที่จะใช้ตรวจพิสูจน์ว่าผลผลิตนั้นได้จากการผลิตที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีจริงหรือไม่ แต่ในกรณีพืชปลอดสารและพืชปลอดภัยสามารถตรวจพิสูจน์ได้ด้วยการตรวจปริมาณสารพิษในพืชเหล่านั้น ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการผลิตพืชอินทรีย์มีข้อเสียทั้งในด้านวิชาการและในด้าน

สังคม และ**แนวคิดการผลิตพืชอินทรีย์ไม่เพียงแต่จะทำให้การเกษตรของประเทศหลงทาง แต่ยังเปิดช่องทางให้ผู้บริโภคถูกหลอกโดยกฎหมายไม่สามารถคุ้มครองได้อีกด้วย**

๑. ความนำ

ปัจจุบันได้เกิดกระแสความคิดและหรือความเชื่ออย่างกว้างขวางในระดับโลกรวมทั้งในประเทศไทยว่า การผลิตพืชอินทรีย์เป็นการผลิตที่ดีที่สุด ทั้งในด้านต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตพืชที่ลดลง การลดการระบาดของโรคและแมลงทำลายพืชความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษน้อยหรือความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูง การปลอดสารพิษจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของผลผลิต คุณภาพด้านโภชนาการของผลผลิตสูงและทำให้ดินมีสมบัติดีขึ้น การผลิตพืชอินทรีย์ในที่นี้หมายถึงการผลิตพืชที่ไม่ใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารเคมีเลย ซึ่งรวมทั้งไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี **การห้ามใช้ปุ๋ยเคมีเป็นสิ่งที่ขัดกับหลักวิชาการ เพราะโดยความจริงปุ๋ยเคมีมีสมบัติหลายอย่างที่สนับสนุนให้มีความได้เปรียบปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพในด้านต่างๆ** ที่กล่าวข้างต้น และมีผลการวิจัยที่ให้ข้อสรุปได้ชัดเจนจำนวนมาก ข้อสรุปในด้านต่างๆ และตัวอย่างผลงานวิจัยที่ให้ข้อสรุปเหล่านั้นสามารถอธิบายโดยสังเขปได้ดังนี้

๒. ปริมาณผลผลิตพืชที่ได้เมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเท่ากัน

เมื่อใช้ในปริมาณเท่ากัน ในที่ดินแปลงเดียวกัน ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตพืชได้น้อยกว่าปุ๋ยเคมีมาก กล่าวคือ **หากจะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตเท่ากับปุ๋ยเคมีจะต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นจำนวน ๘-๗๐ เท่าของปุ๋ยเคมี** ขึ้นอยู่กับชนิดปุ๋ยอินทรีย์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ๒.๑

ตารางที่ ๒.๑ ปริมาณปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ให้ผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี ๑ กิโลกรัม เมื่อปลูกพืชในที่ดินแปลงเดียวกัน

ชนิดปุ๋ย	ปริมาณ (กิโลกรัม) ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก ที่ให้ผลผลิตพืชเท่ากับปุ๋ยเคมีหนึ่งกิโลกรัม
มูลค้างคาว	๘
มูลไก่	๑๒
มูลเป็ด	๑๔
มูลสุกร	๑๘
มูลโค	๒๐
ปุ๋ยหมัก	๔๔ - ๗๐

ที่มา อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. ๒๕๕๓. ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อมพิมพ์ครั้งที่ ๓ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๑๕๖ หน้า

หมายเหตุ ข้อมูลบ่งชี้ว่ามูลค้างคาว มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร มูลโค และปุ๋ยหมักจะต้องมีราคาถูกกว่าปุ๋ยเคมีอย่างน้อย ๘, ๑๒, ๑๔, ๑๘, ๒๐ และ ๔๔ เท่าจึงจะให้ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยเท่ากับปุ๋ยเคมี (คำนวณโดยไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงใส่ปุ๋ย)

๓. ราคาต้นทุนผลผลิตพืชจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี

ดังได้กล่าวแล้วในข้อ ๒ หากต้องการให้ได้ผลผลิตพืชที่ปลูกในดินเดียวกันเท่ากัน จะต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่า เช่น หากปลูกพืชชนิดเดียวกันในดินเดียวกัน ต้องใช้มูลไก่ ๑,๒๐๐ กิโลกรัมจึงจะเพิ่มผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี ๑๐๐ กิโลกรัม ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ ๑ กิโลกรัมจะต้องมีราคาถูกกว่าปุ๋ยเคมี ๑ กิโลกรัมหลายเท่า (๘-๗๐ เท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อคำนวณโดยไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงใส่ปุ๋ย ซึ่งในกรณีปุ๋ยอินทรีย์สูงกว่าปุ๋ยเคมีมาก) จึงจะทำให้ต้นทุนต่อหนึ่งกิโลกรัมของผลผลิตพืชที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับผลผลิตพืชที่ใช้ปุ๋ยเคมี และหากใช้ราคาปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่จำหน่ายในปัจจุบันในการคำนวณราคาต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตพืช (โดยไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงใส่ปุ๋ย) จะพบว่า**การผลิตโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีราคาต้นทุนสูงกว่าการผลิตโดยใช้ปุ๋ยเคมี**

ดังนั้น หากต้องการให้ราคาต้นทุนของผลผลิตพืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ถูกกว่าผลผลิตพืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี เกษตรกรจะต้องทำปุ๋ยอินทรีย์ใช้เองหรือมีแหล่งปุ๋ยอินทรีย์ที่ราคาถูกกว่าปุ๋ยเคมี ๘-๗๐ เท่าขึ้นอยู่กับชนิดปุ๋ยอินทรีย์

นอกจากจะต้องใช้ปุ๋ยอินทรียในปริมาณที่มากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่าในการเพิ่มผลผลิตพืชขึ้นเท่าๆกันแล้ว ในบางกรณีปุ๋ยอินทรีย์ไม่ทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีชนิดและปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสมกับดินและพืชที่ปลูก แต่ปุ๋ยเคมีที่ได้รับการคัดเลือกสูตรปุ๋ยที่ใช้ให้เหมาะสมกับดินและพืชทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างผลงานวิจัยในตารางที่ ๓.๑

ตารางที่ ๓.๑ น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและหัวมันสำปะหลังที่ไม่ใส่ปุ๋ยเปรียบเทียบกับที่ใส่ปุ๋ยเคมีและมูลสุกร

ปุ๋ยที่ใส่	น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (ตัน/ไร่)	น้ำหนักหัวสด (ตัน/ไร่)
๑. ปุ๋ยเคมี		
๑.๑ ไม่ใส่	๒.๕๓	๒.๓๑
๑.๒ ปุ๋ยสูตร ๑๒-๘-๘ จำนวน ๕๐ กก./ไร่	๒.๕๓	๓.๒๘
๒. มูลสุกร		
๒.๑ ไม่ใส่	๓.๒๔	๒.๘๑
๒.๒ ๑๐๐ กก./ไร่	๓.๕๖	๒.๘๘

ที่มา รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ เล่มที่ ๒ ปี ๒๕๓๓, กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า ๒๓๗-๒๕๒.

ผลงานวิจัยในตารางที่ ๓.๑ แสดงให้เห็นว่ามูลสุกรเพิ่มน้ำหนักส่วนเหนือดินแต่ไม่เพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ขณะที่ปุ๋ยเคมีเพิ่มทั้งน้ำหนักส่วนเหนือดินและผลผลิตหัวมันสปะหลัง ในกรณีนี้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มต้นทุนการผลิตแต่ไม่เพิ่มผลผลิตหัวมันซึ่งส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตสูงขึ้น แต่ปุ๋ยเคมีเพิ่มรายได้จากผลผลิตหัวมันประมาณ ๑,๘๐๐ บาท โดยจ่ายค่าปุ๋ยประมาณ ๖๐๐บาทต่อไร่ (คำนวณโดยใช้ราคาหัวมันและปุ๋ยในเดือนกันยายน ๒๕๕๗) ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตหัวมันต่ำลงพร้อมกับปริมาณผลผลิตหัวมันต่อไร่เพิ่มขึ้น ทำให้กำไรต่อไร่เพิ่มขึ้น

อีกตัวอย่างหนึ่งที่แสดงว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ราคาต้นทุนของผลผลิตสูงขึ้น และทำให้กไรต่อไร่ที่ได้จากการปลูกพืชน้อยลง คือ ผลการวิจัยของสุทิศาและคณะ [ที่มา: Pinitpaitoon, S. and co-authors. 2011. Field Crops Res. 124: 302 – 315] ซึ่งทำซ้ำที่เดิมในประเทศไทยเป็นเวลา ๕ ปี ผลการวิจัยนี้ให้ข้อสรุปว่า **ปุ๋ยหมักทำให้การปลูกข้าวโพดได้กำไรต่อไร่น้อยลงเมื่อเทียบกับการปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยอะไรเลย** ไม่ว่าจะคำนวณโดยรวมค่าปุ๋ยและค่าแรงใส่ปุ๋ยหรือเมื่อคำนวณโดยรวมเฉพาะค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยแต่ไม่รวมค่าปุ๋ย ในการทดลองนี้การปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ได้กำไรมากขึ้น (ปุ๋ยหมักที่ใช้เป็นปุ๋ยที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้ตราที่ได้รับความเชื่อถือสูง มีไนโตรเจน ๐.๕๙% ฟอสฟอรัส ๐.๓๑% โพแทสเซียม ๐.๕๕%)

แม้ปุ๋ยชีวภาพที่แนะนำให้ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการใช้ต่ำกว่ามากเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยชีวภาพส่วนใหญ่มีเงื่อนไขหลายอย่างที่จะทำให้การใช้ปุ๋ยได้ผลดี ตัวอย่างเงื่อนไข คือ (ก) ดินจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพหรือมีน้อย (ข) ต้องมีสิ่งแวดล้อมที่เอื้อการ

เจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในปุ๋ย (ค) ดินต้องไม่ขาดธาตุอาหารอื่นๆ ที่ไม่ใช่ธาตุที่จุลินทรีย์ในปุ๋ยจะช่วยเพิ่มให้แก่พืช และ (ง) ต้องทราบว่าจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชีวภาพนั้นซ้ำหลังจากมีการใส่ไปแล้วครั้งหนึ่งหรือไม่ เงื่อนไข

เหล่านี้แตกต่างกันอย่างมากในระหว่างพื้นที่ต่างๆ หรือแม้แต่ในจุดต่างๆในแต่ละแปลงปลูกพืช และจำเป็นจะต้องทำการวิจัยอีกมากเพื่อให้ทราบเงื่อนไขเหล่านี้ ดังนั้น การให้**คำแนะนำการใช้ปุ๋ยชีวภาพในปัจจุบันจึงเป็นแบบ “เหวี่ยงแห”** คือ ไม่ได้บอกเงื่อนไขที่จะทำให้การใช้ปุ๋ยได้ผลดี ทั้งนี้เพราะยังไม่ทราบเงื่อนไข หรือไม่มีวิธีที่เหมาะสมที่จะทำให้ทราบว่าพื้นที่เหมาะสมต่อการใช้ปุ๋ยชีวภาพหรือไม่ **การขาดความรู้เรื่องเงื่อนไข และหรือขาดวิธีที่เหมาะสมที่จะทำให้ทราบความเหมาะสมของพื้นที่จะใช้ปุ๋ยนี้ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยชีวภาพให้ผลคุ้มค่าเฉพาะบางพื้นที่ แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อไร่สูงขึ้นโดยผลผลิตไม่เพิ่มขึ้นในพื้นที่อื่นๆ** ยกเว้นกรณีเชื้อไรโซเบียมซึ่งมีข้อมูลจากการวิจัยมากพอสำหรับประกอบการให้คำแนะนำที่มีความแม่นยำที่น่าพอใจแล้ว

๔. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเข้าทำลายพืชโดยโรคและแมลง

ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ทำให้พืชถูกโรคและแมลงเข้าทำลายมากขึ้น สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันทั่วไปมีเพียงชนิดเดียว คือ มูลค้างคาว ซึ่งมีฟอสฟอรัสสูงที่อาจจะช่วยลดการทำลายพืชโดยโรคและแมลง (แต่ยังไม่มีรายงานผลการทดลอง) ตรงกันข้าม**ปุ๋ยเคมีที่มีฟอสฟอรัสและหรือโพแทสเซียมมาก แต่มีไนโตรเจนไม่มากเกินไปทำให้พืชถูกโรคและแมลงทำลายน้อยลง** ทำให้เกษตรกรสามารถลดการทำลายพืชของโรคและแมลงได้ด้วยการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีที่มีสูตรที่ให้ฟอสฟอรัสและหรือโพแทสเซียมที่เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณไนโตรเจน โดยไม่ควรมีไนโตรเจนสูงกว่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมซึ่งจะทำให้พืชแข็งแรงไม่อวบน้ำ เป็นวิธีการหนึ่งในการใช้ปุ๋ยเคมี

เพื่อให้การผลิตพืชโดยไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมีปัญหาด้านโรคและแมลงน้อยลงได้ด้วย ตัวอย่างผลงานวิจัยที่ให้ข้อสรุปดังกล่าวมีดังนี้ คือ

๔.๑ ปุ๋ยเคมีที่มีแต่ไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว และปุ๋ยเอ็นพีเคที่มีไนโตรเจนสูงทำให้พืชถูกโรคและแมลงเข้าทำลายมากขึ้น [ที่มา: (๑) Chau, L. M.and Heong, K.L. 2005. Omonrice 13: 26-33. และ (๒) Zhong-xian, L.and co-authors. 2007. Rice Science 14(1): 56-66.]

๔.๒ ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่มีไนโตรเจนมากกว่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทำให้พืชถูกโรคและแมลงเข้าทำลายมากขึ้น ดังตัวอย่างผลการทดลองในตารางที่ ๔.๑

ตารางที่ ๔.๑ ผลของมูลไก่ต่อการถูกแมลงและโรคทำลายของพริก

ชื่อโรคและแมลง	อัตราปุ๋ยมูลไก่ (ตัน/ไร่)		
	๐	๓.๒	๖.๔
๑. เพลี้ยอ่อน (ตัวต่อต้น)	๑.๔	๑.๔	๓.๑
๒. ตั๊กแตน (ตัวต่อต้น)	๐.๙	๑.๖	๑.๘
๓. มวนยุง (ตัวต่อต้น)	๑.๐	๒.๖	๓.๘
๔. ด้วงหมัด (ตัวต่อต้น)	๐.๘	๑.๐	๐.๙
๕. แมลงหวี่ขาว (ตัวต่อต้น)	๔.๙	๖.๒	๗.๙
๖. โรคใบด่าง			
๖.๑ ต้นพริกที่เป็นโรค(%)	๓๑.๑	๔๕.๘	๔๑.๕
๖.๒ ความรุนแรงของโรค(%)	๓๑.๑	๔๕.๘	๔๗.๓

ที่มา Echezona, B.C and Nganwuchu, O.G. 2006. Journal of Agriculture, Food, Environment and Extension 5(2): 49-58.

๔.๓ งานวิจัยเกี่ยวกับผลของปุ๋ยเคมีที่ให้ฟอสฟอรัสต่อการทำลายพืชโดยโรคและแมลงยังมีไม่เพียงพอที่จะให้ข้อสรุปที่ชัดเจน แต่มีรายงานว่าปุ๋ยเคมีที่ให้ฟอสฟอรัสทำให้พืชถูกโรคจุดสีน้ำตาลรบกวนน้อยลง ดังผลงานวิจัยในตารางที่ ๔.๒

๔.๔ ปุ๋ยเคมีที่ให้โพแทสเซียมทำให้พืชถูกโรคและแมลงรบกวนน้อยลงตามการเพิ่มอัตราปุ๋ย ดังผลการวิจัยในตารางที่ ๔.๓

๔.๕ ปุ๋ยเคมีเอ็นพีเคที่มีทั้งฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากแต่มีไนโตรเจนไม่มากเกินไปทำให้พืชถูกโรคและแมลงรบกวนน้อยลง ดังตัวอย่างต่อไปนี้ คือ

๔.๕.๑ ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ ทำ ให้ถั่วเหลืองถูกโรคและแมลงรบกวนน้อยลงเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ย ดังผลการวิจัยในตารางที่ ๔.๔

๔.๕.๒ ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ ทำให้มันสำปะหลังถูกโรคและแมลงรบกวนน้อยลงเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ย ดังผลการวิจัยในตารางที่ ๔.๕

ตารางที่ ๔.๒ ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเป็นโรคจุดสีน้ำตาล (จากเชื้อ *Colletotrichum capsici*) และผลผลิตของถั่วพุ่ม

อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส (กก.พี/ไร่)	จำนวนต้นถั่วพุ่มที่เป็นโรค (%)	ผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่ม (กก./ไร่)
๐.๐	๕๙.๖	๑๔๔
๔.๘	๕๗.๗	๒๓๖
๙.๖	๔๓.๕	๒๓๒
๑๔.๔	๒๖.๑	๒๓๖
๑๙.๒	๒๕.๕	๓๑๓

ที่มา Owolade O.F. and co-authors. 2006. African J. Biotechnology 5 (4): 343-347.

หมายเหตุ “พี” หมายถึง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่แสดงเป็นน้ำหนักของฟอสฟอรัสเพนต็อกไซด์ (P_2O_5)

ตารางที่ ๔.๓ ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตและการถูกโรคและแมลงทำลายของถั่วเหลือง

อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม (กก.เค/ไร่)	ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลือง (กก./ไร่)	ด้วงสีน้ำเงิน (ตัว/แถว ๑ เมตร)	แมลงวันเจาะลำต้น (% ต้นที่ถูกเจาะ)	แมลงกินใบ (ตัว/แถว ๑ เมตร)
๐	๒๔๒	๕.๙	๑๓.๙	๑.๓
๒๕	๒๘๙	๒.๐	๓.๙	๑.๐
๕๐	๓๑๗	๑.๘	๒.๙	๐.๘
๗๕	๓๑๙	๑.๓	๐.๐	๐.๗

ที่มา International Potash Institute. 2007. e-ifc no. 11. http://www.ipipotash.org/en/eifc/2007/11/4.

หมายเหตุ "เค" หมายถึง ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ แสดงเป็นน้ำหนักของโพแทสเซียมออกไซด์(K_2O)

ตารางที่ ๔.๓ (ต่อ)

อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม (กก.เค/ไร่)	โรคโคนเน่า (% ต้นตาย)	โรคใบจุด (% ต้นที่เป็นโรค)
๐	๙.๑๗	๓๘.๖
๒๕	๖.๐๗	๒๘.๕
๕๐	๔.๖๑	๒๒.๖
๗๕	๒.๒๒	๒๕.๔

ตารางที่ ๔.๔ ผลของปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ ต่อผลผลิต และการเป็นโรคและการถูกแมลงทำลายของถั่วลิสง

อัตราปุ๋ยเคมี[๑/] (กก./ไร่)	คะแนนโรคใบจุด[๒/]	คะแนนโรคราสนิม[๒/]	คะแนนโรคแห้งตายของต้นกล้า[๒/]	คะแนนการถูกแมลงทำลาย[๒/]	น้ำหนักเมล็ดถั่วลิสง (กก./ไร่)
๐.๐	๒.๐๘	๑.๔๖	๑.๓๒	๔.๘๗	๓๑๔
๖.๕	๑.๑๗	๑.๒๒	๑.๒๐	๔.๔๕	๕๔๖
๑๒.๘	๐.๙๖	๑.๑๕	๑.๑๖	๓.๗๗	๕๖๓
๒๐.๐	๐.๙๖	๑.๐๐	๑.๑๐	๓.๒๘	๕๗๐

๑/ ปุ๋ยสูตร ๑๕-๑๕-๑๕; **๒/** คะแนนสูงหมายถึงเป็นโรคมาก

ที่มา Ihejirika, G. O. and co-authors. 2006. J. Plant Sci. 1(4): 362-367.

ตารางที่ ๔.๕ ผลของปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ ต่อการเจริญเติบโตและการเป็นโรคและการถูกแมลงทำลายของมันสำปะหลัง

อัตราปุ๋ยเคมี๑/ (กก./ไร่)	ไร๒/	เพลี้ยแป้ง๒/	โรคใบด่าง๒/	โรคใบจุด๒/	เส้นรอบวงต้นมันสำปะหลัง (ซม.)
๐.๐	๒.๓๖	๒.๐๔	๑.๗๒	๘.๘๑	๐.๕๙
๖.๔	๑.๘๐	๐.๘๑	๑.๗๔	๔.๒๑	๐.๖๘
๑๒.๘	๑.๓๘	๐.๗๕	๑.๑๕	๔.๐๘	๐.๗๔

๑/ ปุ๋ยสูตร ๑๕-๑๕-๑๕; **๒/** คะแนนมากหมายถึงเป็นโรคหรือถูกแมลงรบกวนมาก

ที่มา Omorusi, V.I. and Ayanru, D.K.G. 2011. Int. J. Agric. Biol. 13: 391–395.

๕. ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆ ต่อคุณภาพด้านโภชนาการของพืช

ยังไม่มีผลการวิจัยที่ชี้ชัดว่าปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตพืชที่มีคุณภาพด้านโภชนาการสูงกว่ากันหรือไม่ แต่ผลการวิจัยแสดงว่า**พืชที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสมมีคุณภาพด้านโภชนาการสูงกว่าพืชที่ใส่ปุ๋ยประเภทเดียว และพืชที่ใส่ปุ๋ยทั้งสามประเภท (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ) ร่วมกันอย่างเหมาะสมกับดินแต่ละแห่งและพืชแต่ละชนิดมีคุณภาพสูงกว่าพืชที่ใส่ปุ๋ยประเภทเดียวหรือสองประเภทร่วมกัน** ดังตัวอย่างข้อสรุปจากผลงานวิจัยต่อไปนี้ คือ

ตารางที่ ๕.๑ ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆ ต่อความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดกัลลิกต่อน้ำหนักพืชสด ๑๐๐ กรัม) ของหัวกะหล่ำปลีและผลแตงกวา

ปุ๋ยที่ใช้	กะหล่ำปลี		แตงกวา	
	ปี ๒๐๐๕	ปี ๒๐๐๖	ปี ๒๐๐๕	ปี ๒๐๐๖
ไม่ใส่ปุ๋ย	๒๓๓ ± ๓๒ ก	๒๙๙ ± ๒๗ ก	๑๐๘ ± ๑๔ ก	๑๘๔ ± ๐๑ ก
ปุ๋ยเคมี	๑๘๖ ± ๗๓ ก	๒๘๑ ± ๐๕ ก	๑๑๗ ± ๔๓ ก	๐๕๓ ± ๓๓ ข
ปุ๋ยหมัก	๒๐๑ ± ๓๔ ก	๒๘๔ ± ๒๒ ก	๑๓๓ ± ๑๐ ก	๐๕๓ ± ๓๓ ข
ปุ๋ยคอก	๒๑๑ ± ๖๕ ก	๒๙๖ ± ๓๒ ก	๑๒๙ ± ๓๒ ก	๐๖๒ ± ๑๒ ข

หมายเหตุ (๑) ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าที่มีอักษร (ก หรือ ข) เหมือนกันกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

(๒) ปุ๋ยทุกชนิดใส่ในอัตราที่ให้ธาตุอาหารหลักใกล้เคียงกัน

(๓) ค่าความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระสูงหมายถึงผลผลิตพืชมีความสามารถในการต่อต้านการอนุมูลอิสระสูง อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

ที่มา Pavla, B. and Pokluda, R. 2008. Not. Bot. Hort. Agrobot.Cluj 36(1): 63-67.

ตารางที่ ๕.๒ ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆ ต่อ (๑) น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (๒) ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคาร์โรตินอยด์ในใบ (๓) คาร์โบไฮเดรตในเนื้อเยื่อ และ (๔) วิตามินซี และวิตามินบี-๙ ในใบของผักโขม

ปุ๋ยที่ใช้[๑/]	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อกระถาง)	คลอโรฟิลล์เอ (ไมโครกรัมต่อ ๐.๑๐ ตารางเมตร)	คลอโรฟิลล์บี (ไมโครกรัมต่อ ๐.๑๐ ตารางเมตร)	คาร์โรตินอยด์ (ไมโครกรัมต่อ ๐.๑๐ ตารางเมตร)
เคมี (๑)	๑๒.๙ ก	๒.๒๓ คง	๑.๕๗ กข	๐.๘๒ ก
อินทรีย์ (๒)	๓.๔ จ	๑.๗๕ จฉ	๑.๑๑ ขค	๐.๖๗ ข
ชีวภาพ (๓)	๔.๒ จ	๑.๕๕ ฉ	๐.๗๖ ค	๐.๕๖ ข
๑ + ๒	๗.๘ ค	๒.๘๘ ข	๑.๗๗ ก	๐.๙๑ ก
๑ + ๓	๑๑.๑ ข	๒.๕๕ ขค	๑.๖๗ ก	๐.๗๔ กข
๒ + ๓	๓.๑ ค	๒.๐๔ งจ	๑.๑๔ ขค	๐.๘๑ ก
๑ + ๒ + ๓	๕.๖ ง	๓.๗๗ ก	๒.๑๘ ก	๐.๘๘ ก

๑/ (๑) เทียบเท่าปุ๋ยสูตร ๑๒-๑๒-๔๐ อัตรา ๔.๕ กรัมต่อกระถางที่ใส่ดินทราย ๗ กิโลกรัม; (๒) ปุ๋ยหมัก [๐.๖๐% ไนโตรเจน] ๑๔ กรัมต่อกระถาง และ (๓) อโซโตแบคเตอร์ อโซสไปริลลั่ม และแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟต

หมายเหตุ ค่าที่มีอักษร (ก, ข, ค,..) ร่วมกำกับไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

ที่มา Alderfast, A. A. and co-authors. 2010. World App. Sci. J. 9(1): 49-54.

ตารางที่ ๕.๒(ต่อ)

ปุ๋ยที่ใช้[๑/]	คาร์โบไฮเดรตในเนื้อเยื่อ (เปอร์เซ็นต์)	วิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ ๑๐ กรัม)	วิตามินบี ๙ (ไมโครกรัมต่อ ๑๐ กรัม)
เคมี (๑)	๑๓.๓ คง	๔๒.๗ ข	๘๕.๐ งจ
อินทรีย์ (๒)	๑๒.๐ งจ	๒๘.๔ ง	๕๕.๐ งจ
ชีวภาพ (๓)	๑๑.๖ จ	๒๙.๐ คง	๔๐.๐ จ
๑ + ๒	๑๕.๐ ข	๔๔.๗ กข	๑๒๕.๐ ข
๑ + ๓	๑๔.๐ ขค	๔๑.๑ ข	๑๐๐.๐ ขค
๒ + ๓	๑๓.๕ ค	๓๘.๐ กข	๖๕.๐ งจ
๑ + ๒ + ๓	๒๑.๐ ก	๕๒.๒ ก	๑๕๕.๐ ก

๕.๑ หัวกะหล่ำปลีและผลแตงกวาที่ได้รับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก หรือ ปุ๋ยคอกมีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน ดังผลการวิจัยในตารางที่ ๕.๑

๕.๒ การวิจัยที่ทำในประเทศไต้หวัน เพื่อเปรียบเทียบผลมะเขือเทศที่ผลิตแบบอินทรีย์ และที่ผลิตตามหลักวิชาการ (Good Agricultural Practices: GAP) ทำการทดลองในสิ่งแวดล้อม ๔ แบบ และในสภาพแวดล้อมแต่ละแบบปลูกพืชอินทรีย์เปรียบเทียบกับปลูกพืชตามหลักวิชาการ ให้ข้อสรุปว่า ผลิตทั้งสองแบบให้ผลมะเขือเทศมีคุณภาพของผล ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ไลโคพีน เบตาคาโรทีน กรดแอสคอร์บิค และสารฟีนอลิค) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ไม่แตกต่างกัน [ที่มา: Lumpkin, H. L. 2005. Tech. Bull. 24. AVRDC Pub. No. 05-623. Shanhua, Taiwan]

๕.๓ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสมทำให้มะเขือเทศมีคุณภาพด้านโภชนาการสูงกว่าใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว [ที่มา: Heeb, A. 2005. Doctoral Thesis. Swedish University of AgriculturalScience, Uppsala.]

๕.๔ การใช้ปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มความเข้มข้นของสารโปลี่ฟีนอล คาร์โรตินอยด์และความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระในหัวมันเทศมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มสมบัติทั้งสามดังกล่าวของหัวมันเทศมากที่สุด [ที่มา: Koata, M. and co-authors. 2013. J. Nat. Sci. Res.3: 23-30]

๕.๕ ผักโขมที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพมีคลอโรฟิลล์เอคลอโรฟิลล์บี คาร์โรตินอยด์ คาร์โบไฮเดรต วิตามินซี และวิตามินบี-๙ มากกว่า เมื่อเทียบกับผักโขมที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมี อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว และผักโขมที่ใส่ปุ๋ยสองประเภทร่วมกันมีสารดังกล่าวเท่าเทียมหรือสูงกว่าในหลายกรณีเมื่อเทียบกับผักโขมที่ใส่ปุ๋ยประเภทเดียว ผลการทดลองบางส่วนแสดงในตารางที่ ๕.๒

๖. ผลของปุ๋ยประเภทต่างๆต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของพืช

ผลการวิจัยให้ข้อสรุปว่า **ปุ๋ยอินทรีย์ไม่ช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลผลิตพืช แต่ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมช่วยปรับปรุงคุณภาพดังกล่าวได้** ตัวอย่างข้อสรุปผลการวิจัย เช่น (๑) หากต้องการผลผลิตข้าวที่มีความหอมและความนุ่มสูง และต้องการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใช้ จะต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ไม่มีไนโตรเจนหรือมีน้อย แต่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง และ (๒) เนื้อผลทุเรียนที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความหวานสูงกว่าที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว ตัวอย่างผลงานวิจัยที่ให้ข้อสรุปดังกล่าว คือ

๖.๑ ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ (ซึ่งมีไนโตรเจนมากกว่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) และปุ๋ยเคมีที่ให้ไนโตรเจนทำให้ความนุ่มและความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ และข้าวสุพรรณบุรี ๑ ต่ำลง (ยกเว้นกรณีดินมีไนโตรเจนต่ำมาก ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มากเกินไปจะทำให้สมบัติทั้งสองของข้าวสูงขึ้น) ดังตัวอย่างผลการทดลองในตารางที่ ๖.๑ และ ๖.๒

๖.๒ ความนุ่มของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ สูงสุดเมื่อข้าวได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่เริ่มให้ผลผลิตเมล็ดข้าวสูงสุด [ที่มา: อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ ๒๕๔๐. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ๓๑: ๓๖-๕๐.]

๖.๓ ความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ สูงสุดเมื่อข้าวได้รับโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณที่ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวสูงสุดจนทำ ให้ข้าวให้ผลผลิตเพียง ๘๒ % ของผลผลิตสูงสุด [ที่มา: อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ ๒๕๔๐.ว.เกษตรศาสตร์(วิทย.) ๓๑: ๑๗๕-๑๙๑.

๖.๔ ผลการวิจัยในตารางที่ ๖.๓ แสดงว่า: (๑) การใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับทดลองที่ ๑ ร่วมกับปุ๋ยหมัก ๑๕ กก.ต่อต้นให้ความหวานของเนื้อทุเรียนสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับทดลองที่ ๒ ร่วมกับปุ๋ยหมัก ๑๕ กก.ต่อต้น; และ (๒) การใส่ปุ๋ยปุ๋ยตามตำรับทดลองที่ ๒ ร่วมกับปุ๋ยหมัก ๑๕ กก.ต่อต้นให้ความหวานสูงกว่าตำรับทดลองที่ ๖ ซึ่งใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวแต่อัตราสูงเป็น ๖ เท่าของที่ปุ๋ยหมักใช้กับตำรับทดลองที่ ๑ และ ๒

ตารางที่ ๖.๑ ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและความหอมของข้าวสุพรรณบุรี ๑

ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ (กก.ไนโตรเจน/ไร่)	ผลผลิตข้าวเปลือก (กก./ไร่)	ปริมาณสารหอม (2-AP)ในเมล็ดข้าว (ส่วนในล้านส่วน, ppm)
๐.๐	๒๘๓ ง	๑.๕๙ ข
๑๒.๕	๔๕๕ ค	**๑.๗๗ ก**
๒๕.๐	๖๒๔ ข	๑.๔๓ ค
๕๐.๐	๘๙๒ ก	๑.๑๕ ง

ที่มา พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ และคณะ ๒๕๖๐. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๒๕: ๒๔๘-๒๕๙.

หมายเหตุ (๑) ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณรวมทั้งหมด (total amount) ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ๔.๓, ๔.๐ และ ๓.๐% ตามลำดับ; (๒) ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าที่มีอักษรเหมือนกันกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

ตารางที่ ๖.๒ ผลของไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีต่อผลผลิต ความหอม และความนุ่มของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

ปริมาณไนโตรเจน ในปุ๋ยเคมี (กก.ไนโตรเจน/ไร่)	ผลผลิต ข้าวเปลือก (กก./ไร่)	คะแนนความหอม	คะแนนความนุ่ม
๐	๕๐๖ ค	๖.๖๐ ก	๗.๓๐ ก
๕	๗๒๒ ข	๖.๖๕ ก	๖.๙๕ กข
๑๕	๘๗๒ ก	๖.๒๐ ข	๖.๕๕ ข
๔๕	๔๒๓ ค	๕.๑๐ ค	๕.๕๐ ค

ที่มา อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ ๒๕๓๙. ว. เกษตรศาสตร์(วิทย.) ๓๐: ๔๕๘-๔๗๔.

หมายเหตุ (๑) ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าที่มีอักษรเหมือนกันกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕% (๒) คะแนนความหอมและความนุ่มสูงหมายถึงความหอมและความนุ่มสูง

ตารางที่ ๖.๓ ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามตำรับต่างๆ ต่อปริมาณผลผลิตและความหวานของเนื้อผลทุเรียน

ตำรับทดลอง	การใส่ปุ๋ย		ผลผลิตทุเรียน (กก./ต้น)[๒/]	ความหวาน (องศาบริกซ์)[๒/, ๓/]
	ปุ๋ยเคมี[๑/]	ปุ๋ยอินทรีย์		
๑. ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินควบกับปุ๋ยหมัก	๙๖๐, ๔๐๐ และ ๘๐๐ กรัม เอ็น พี และ เค/ต้น โดยแบ่งใส่เท่ากัน ๒ ครั้ง	ปุ๋ยหมัก ๑๕ กก./ต้น	๘๒.๗ ก	**๓๑ ก**
๒. ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรควบกับปุ๋ยหมัก	(๑) ๑๓๐, ๒๑๐ และ ๒๑๐ กรัม เอ็น พี และ เค/ต้น; (๒) ๖๐๐ กรัม เค/ต้น; และ (๓) ๑๕๐, ๑๕๐, ๑๕๐ กรัม เอ็น พี และ เค/ต้น โดยใส่ในระยะต้นฝน เมื่อผลทุเรียนอายุ ๗ สัปดาห์ และหลังเก็บเกี่ยวผลทุเรียน ตามลำดับ	ปุ๋ยหมัก ๑๕ กก./ต้น	๘๔.๙ ก	๒๘ ข

ที่มา ชุติมา และคณะ. ๒๕๕๖. รายงานผลการวิจัย รหัสโครงการ ๕๓ ๕๕ ๙๙ ๐๘ ๐๔๐๐๐๐ ๐๒๒ ๑๐๒ ๐๔ ๑๑ กรมพัฒนาที่ดิน

๑/ (๑) “เอ็น” หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด; (๒) “พี” หมายถึง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่แสดงเป็นน้ำหนักของฟอสฟอสรัสเพนตอกไซด์ (P_2O_5); (๓) “เค” หมายถึงปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ แสดงเป็นน้ำหนักของโพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O)

๒/ ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าที่มีอักษร (ก ข หรือ ค) เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

๓/ ค่าองศาบริกซ์สูง หมายถึงความหวานสูง

ตารางที่ ๖.๓ (ต่อ)

ตำรับทดลอง	การใส่ปุ๋ย		ผลผลิตทุเรียน (กก./ต้น)[๒/]	ความหวาน (องศาบริกซ์)[๒/, ๓/]
	ปุ๋ยเคมี[๑/]	ปุ๋ยอินทรีย์		
๔.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรรายที่ ๒	๓๐๐, ๓๐๐, และ ๓๐๐ กรัม เอ็น พี และ เค/ต้น หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	ปุ๋ยหมัก 30 กก./ต้น โดยแบ่งใส่เท่ากัน ๒ ครั้ง ที่ระยะต้นฝนและหลังเก็บเกี่ยวผลทุเรียน	๖๑.๗ ก	๒๔ ค
๕.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรรายที่ ๓	๑,๒๒๐, ๓๐๐, และ ๓๐๐ กรัม เอ็น พี และ เค/ต้น หลังเก็บเกี่ยวผลทุเรียน	ปุ๋ยหมัก ๓๐ กก./ต้น หลังเก็บเกี่ยวผลทุเรียน	๘๑.๗ ก	๒๕ ค
๖.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรรายที่ ๔	(ไม่ใส่)	ปุ๋ยหมัก ๙๐ กก./ต้น โดยแบ่งใส่เท่ากัน ที่ระยะต้นฝน หลังเก็บเกี่ยวผลทุเรียน และเดือน พ.ย.	๖๑.๒ ก	๒๕ ค

๗. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อความโปร่งและความแข็งของดิน

ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่างทำให้ดินโปร่งมากขึ้น (มีความหนาแน่นรวมน้อยลง) **และมีความแข็งน้อยลง** ดังตัวอย่างผลงานวิจัยในตารางที่ ๗.๑ และ ๗.๒

การที่ปุ๋ยเคมีทำให้ดินโปร่งมากขึ้นและแข็งน้อยลงเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ก็เนื่องจากปุ๋ยเคมีทำให้พืชมีปริมาณตอซังและรากมากกว่าพืชที่ไม่ใส่ปุ๋ย เมื่อไถกลบตอซังจึงทำให้ดินมีอินทรียวัตถุมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีโปร่งกว่าและแข็งน้อยกว่าดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมี

อนึ่ง การที่เกษตรกรบางรายสังเกตพบว่า ดินที่ปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ยเคมีแสดงผลไม่สอดคล้องกับตัวอย่างงานวิจัยที่กล่าวข้างต้น สันนิษฐานได้ว่าเป็นเพราะ: (๑) เกษตรกรบางรายเคลื่อนย้ายตอซังออกจากแปลงปลูกพืช ซึ่งทำให้ดินได้รับซากพืชจากส่วนที่เป็นรากเท่านั้น ยังผลให้ดินแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีได้รับอินทรีย์วัตถุในปริมาณมากกว่าดินแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีไม่มากพอที่จะเห็นผลดีของปุ๋ยเคมี; หรือ (๒) เกษตรกรบางรายเผาตอซังพืช เพราะการเผาตอซังพืชไม่เพียงแต่ทำให้สูญเสียตอซังไปจากพื้นที่แต่ยังทำให้อินทรีย์วัตถุที่มีอยู่แต่เดิมที่ผิวดินในดินส่วนบนถูกเผาไหม้ไปด้วย โดยอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่แต่เดิมในชั้นดินผิวแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีถูกเผาไปมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่

ปุ๋ยเคมี เพราะแปลงที่ใส่ปุ๋ยมีซึ่งมีปริมาณตอซังซึ่งเป็นเชื้อเพลิงมากกว่าแปลงไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีการเผาไหม้รุนแรงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าและมีความแน่นทึบและแข็งมากกว่าดินแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ตารางที่ ๗.๑ ผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักที่ใส่ให้กับข้าวนาน้ำขังเป็นเวลา ๑๑ ปี (โดยไม่เผาตอซังข้าวหรือขนย้ายตอซังข้าวออกจากพื้นที่นา) ต่อความโปร่งและความแข็งของดิน

ปุ๋ยที่ใส่	ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก ๔-๑๐ เซนติเมตร (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)[๑/]	ความแข็งของดินชั้นบน[๒/]
ไม่ใส่	๑.๖๗	๒๔.๗
ปุ๋ยเคมี[๓/]	๑.๖๐	๑๙.๖
ปุ๋ยหมัก ๑ ตัน/ไร่/ปี	๑.๖๐	๑๗.๒

๑/ ความหนาแน่นรวมต่ำแสดงว่ามีความโปร่งสูง; **๒/** ไม่มีหน่วย ค่าสูงแสดงว่าความแข็งสูง; **๓/** ใส่ปุ๋ยเดี่ยวเทียบเท่าปุ๋ยสูตร ๑๖-๘-๘ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ที่มา ประเสริฐ สองเมือง และคณะ. ๒๕๒๙. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ยข้าว, กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร น. ๓๕๗-๓๖๖.

ตารางที่ ๗.๒ ผลของปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้กับข้าวโพดเป็นเวลา ๑๐ ปี (โดยไม่เผาและไม่ขนย้ายตอซังออกจากพื้นที่) ต่อความแน่นทึบของดิน

ปุ๋ยที่ใส่	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)[๑/]	
	ที่ความลึก ๒-๘ เซนติเมตร	ที่ความลึก ๑๒-๑๘ เซนติเมตร
ไม่ใส่	๑.๑๗	๑.๔๘
ปุ๋ยเคมี[๒/]	๑.๐๔	๑.๒๓

๑/ ความหนาแน่นรวมต่ำแสดงว่าดินมีความแน่นทึบน้อย; ๒/ ใส่ปุ๋ยเดี่ยวอัตราเทียบเท่าปุ๋ยสูตร ๑๐-๑๐-๑๐ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ที่มา Tattao, D.A. 1987. Ph.D. Thesis, Department of Soil Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. 157p.

๘. การเกิดมลพิษจากการใช้ปุ๋ยประเภทต่างๆ

การผลิตพืชอินทรีย์ ซึ่งห้ามใช้ปุ๋ยเคมี ทำให้เกิดมลพิษมากกว่าการผลิตพืชแบบสากลที่มีการใช้ปุ๋ยทั้ง ๓ ประเภทอย่างเหมาะสม กล่าวคือ **ทำให้มีการชะล้างไนเตรทจากดินลงสู่แหล่งน้ำมากกว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนมากกว่า มีความเข้มข้นของไนเตรทในพืชสูงกว่า และมีความเสี่ยงต่อการมีโลหะหนักในดินจนเกินระดับที่ปลอดภัยมากกว่า** ดังตัวอย่างข้อสรุปจากการวิจัยต่อไปนี้ คือ

๘.๑ การปลูกพืชอินทรีย์ทำให้มีการชะล้างไนเตรทจากดินมากกว่าการปลูกพืชที่มีการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทอย่างเหมาะสม กล่าวคือ เมื่อคิดต่อหนึ่งกิโลกรัมของผลผลิตพืช การปลูกพืชอินทรีย์ปลดปล่อยไนเตรทจากดินสู่แหล่งน้ำมากกว่า ๒ เท่าของการปลูกพืชที่ใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทอย่างเหมาะสม [ที่มา: Torstensen, G. and co-authors. 2006. Agron. J. 98: 603-615] เพราะอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ไม่สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละช่วงอายุ ทำให้ในบางช่วงเวลาดินมีไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยออกมาเหลือจากที่พืชดูดใช้มากและถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรทแล้วถูกชะล้างออกจากดิน แต่สามารถปรับปริมาณและเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชได้ [ที่มา: Torstensson, G. and co-authors. 2006. Organic farming increases nitrate leaching from soils under cold temperate conditions. Abstract in 18th World

Congress of Soil Science, July 9-15, 2006. Philadelphia, Pennsylvania, USA. งานวิจัยนี้ทำการทดลองกับดินเหนียวจัด ดินร่วนปนเหนียว และดินทรายเป็นเวลา ๑๐ ปี หรือมากกว่า

๘.๒ จากการตรวจรายงานการวิจัย คุณลอเรนซ์ จี สมิธ และคณะ (๒๕๖๒) [ที่มา: Smith, L. G. and co-authors. 2019. NATURE COMMUNICATIONS (2019)10: 4641 | https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7 | www.nature.com/naturecommunications] พบว่า เมื่อเทียบกับเกษตรสากล ปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมที่ปลดปล่อยโดยเกษตรอินทรีย์บางกรณีสูงกว่าบางกรณีต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ผลิต แต่เมื่อคำนวณโดยรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเพิ่มพื้นที่เกษตร โดยนำพื้นที่ป่ามาทำการเกษตรมาก

ขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตชดเชยปริมาณผลผลิตที่ลดลงเนื่องจากเปลี่ยนการผลิตพืชแบบเกษตรสากลเป็นการผลิตแบบอินทรีย์เพื่อให้มีอาหารเลี้ยงโลกได้เท่ากับการผลิตด้วยระบบเกษตรสากลด้วย ปรากฏว่า **เกษตรอินทรีย์ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งโลกมากกว่า** ปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมแต่ละระบบการผลิตที่กล่าวข้างต้นคำนวณจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ดินปลดปล่อยโดยตรงและที่เกิดจากการใช้พลังงานฟอสซิลในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต (เช่น น้ำมันในการเตรียมดิน น้ำมันในการผลิตปุ๋ย) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชดูด และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่ลดลงเนื่องจากดินดูดยึดสารอินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ปุ๋ยเคมี

๘.๓ เมื่อใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ให้ผลผลิตพืชเท่ากัน ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้มีการสะสมไนเตรทในผลผลิตพืชมากกว่าปุ๋ยเคมี ดังตัวอย่างผลงานวิจัยในตารางที่ ๘.๑

ผลงานวิจัยในตารางที่ ๘.๑ แสดงว่า ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีในปริมาณที่ใช้ในการทดลองทำให้กะหล่ำปลีให้ผลผลิตเท่ากัน แต่ผลผลิตกะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยคอกมีไนเตรทสูงกว่ากะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เพราะไม่สามารถควบคุมให้ปุ๋ยอินทรีย์ปลดปล่อยไนโตรเจน (ซึ่งถูกเปลี่ยนต่อไปเป็นไนเตรทและถูกพืชดูดกิน)ให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละช่วงอายุ แต่สามารถปรับปริมาณและเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละช่วงอายุได้ อนึ่ง แม้ว่าผลการวิจัยดังกล่าวแสดงว่าผลผลิตกะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยหมักมีไนเตรทต่ำกว่ากะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่กะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยหมักให้ผลผลิตต่ำกว่ากะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเพิ่มอัตราปุ๋ยหมักเพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตพืชมีไนเตรทเพิ่มขึ้น และการลดอัตราปุ๋ยเคมีลงเพื่อให้ได้ผลผลิตกะหล่ำปลีที่ใช้ปุ๋ยเคมีเท่ากับกะหล่ำปลีที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ปริมาณไนเตรทในกะหล่ำปลีต่ำลง ดังนั้นการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในกะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยหมักในการทดลองนี้กับปริมาณไนเตรทในกะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมีไม่ชอบด้วยเหตุผลและให้ข้อสรุปที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง

ตารางที่ ๘.๑ ผลของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตหัวและปริมาณไนเตรทในหัวกะหล่ำปลี

ปุ๋ยที่ใช้[๑/]	ผลผลิตหัวกะหล่ำปลี[๒/] (กก./ตร.ม.)	ปริมาณไนเตรทในหัวกะหล่ำปลี[๒/] (มก./กก.)
ไม่ใส่ปุ๋ย	๖.๔๐ ก	๔๐ ก
ปุ๋ยหมัก	๕.๗๙ ก	๔๙ ก
ปุ๋ยคอก	๘.๐๖ ข	๑๒๑ ค
ปุ๋ยเคมี	๗.๘๖ ข	๗๑ ข

๑/ คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ย โดยตั้งเป้าผลผลิต ๘.๐ ตันต่อไร่ และผลผลิต ๑ ตันต้องใส่ไนโตรเจน ๓.๗๕ กก. ฟอสฟอรัส ๐.๕๗ กก. และโพแทสเซียม ๓.๕๗ กก.;

๒/ ค่าที่มีอักษร (ก, ข หรือ ค) เหมือนกันกำกับไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

ที่มา Zahradnik, A. and Petrikova, K. 2007. Hort. Sci. (PRAGUE) 34: 66-71.

๘.๔ ปุ๋ยอินทรีย์มีความเสี่ยงสูงกว่าปุ๋ยเคมีในการทำให้มีการสะสมโลหะหนักในดิน ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคพืชที่ปลูกบนดินนั้น ดังตัวอย่างผลงานวิจัยในตารางที่ ๘.๒

ผลงานวิจัยในตารางที่ ๘.๒ แสดงว่า ธาตุตะกั่ว โครเมียม อาร์เซนิค และปรอทติดมากับปุ๋ยอินทรีย์เข้าไปสู่พื้นที่ประเทศอังกฤษและเวลส์มากกว่าที่ติดมากับปุ๋ยเคมีและปูนมาก ส่วนแคดเมียมผลการวิจัยไม่ชี้ชัดว่ามีติดมากับปุ๋ยอินทรีย์มากหรือน้อยกว่าปุ๋ยเคมีและปูน

ตารางที่ ๘.๒ ปริมาณ (ตันต่อปี) ธาตุโลหะหนักที่ดินซึ่งใช้ทำการเกษตรในประเทศอังกฤษและเวลส์ได้รับจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีและปูน

ชนิดปุ๋ย	ตะกั่ว	แคดเมียม	โครเมียม	อาร์เซนิค	ปรอท
๑. ปุ๋ยอินทรีย์					
๑.๑ ของเสียจากครัวเรือน	๙๕	๒	๙๘	มข	๒
๑.๒ มูลสัตว์	๕๒	๔	๓๙	๑๖	๑
๑.๓ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม	<๑	<๑	๒๑๐	<๑	<๑
รวม	>๑๔๗	>๖	๓๔๗	>๑๖	>๒
๒. ปุ๋ยเคมีและปูน	๑๓	๘	๘๑	๕	<๑

ที่มา Nicohlson, F.B. และคณะ 1998. Symp. No.25. Proc. 16th World Congr. of Soil Sci., Montpellier, France.

หมายเหตุ < หมายถึงน้อยกว่า; > หมายถึงมากกว่า; มข หมายถึงไม่มีข้อมูล

๙. ผลของเกษตรอินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

ศาสตราจารย์ ดร.ไรเนอร์ มอเร่อร์ (2022) [ที่มา: Maurer, R. 2022. Comparing the effect of different agricultural land-use systems on biodiversity. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837723003952?via%3Dihub คำนวณ

เปรียบเทียบผลรวมของการใช้ที่ดินระบบต่างๆที่มีต่อความหลากหลายทางชีวภาพและสรุปว่า แม้ผลงานวิจัยจะแสดงว่าเกษตรอินทรีย์มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าเกษตรสากล แต่เกษตรอินทรีย์ให้ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำกว่า ทำให้**เกษตรสากลใช้พื้นที่เพื่อการผลิตอาหารให้มีปริมาณเพียงพอเลี้ยงประชากรของโลกน้อยกว่า จึงช่วยให้เหลือพื้นที่ไว้เป็นพื้นที่ป่ามากกว่าเกษตรอินทรีย์** และเนื่องจากพื้นที่ป่ามีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าพื้นที่เกษตร **เกษตรสากลจึงช่วยให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพโดยรวมทั้งโลกมากกว่าเกษตรอินทรีย์**

๑๐. เกษตรอินทรีย์ทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และมีศักยภาพการให้ผลผลิตพืชลดลง

แม้ว่าเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใช้ทำเกษตรอินทรีย์ในยุโรปจะเพิ่มขึ้นตลอดมาจนเกือบถึง ๖% ของพื้นการเกษตรในปี พ.ศ. ๒๕๕๗ แต่เปอร์เซ็นต์พื้นที่เกษตรอินทรีย์ในสกอตแลนด์ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ. ๒๕๔๕ สกอตแลนด์มีพื้นที่เกษตรอินทรีย์เกือบ ๘% หลังจากนั้นจำนวนพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว จนในปี ๒๕๕๘ พื้นที่เกษตรอินทรีย์ในสกอตแลนด์เหลือเพียง ๒.๓% [ที่มา: Scottish Government. 2016. Organic Farming in Scotland, 2015 Statistics. Statistics Publication ISBN: 9781786523082.] นอกจากนั้นพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในสหราชอาณาจักรลดลง ๒๘.๒% ในช่วงปี ๒๕๕๓-๒๕๖๐ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในสหราชอาณาจักรที่เลิกทำเกษตรอินทรีย์ คุณซูซานนา รัสติน [ที่มา: Rustin, S. 2015. Why are organic farmers across Britain giving up? The Guardian. https://www.theguadian.com/environment/2015/mar/14/why-are organic-farmers-across-britain-givingup, 22 February 1976, 14 March 2015.] พบว่า มีหลายสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรเลิกทำเกษตรอินทรีย์ และสาเหตุหนึ่ง คือ ดินเสื่อม

การเสื่อมของดินจากการทำเกษตรอินทรีย์เป็นสิ่งที่สามารถอธิบายให้เห็นได้ว่า จะเกิดขึ้นไม่ช้าก็เร็ว เพราะปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน โดยเฉพาะธาตุปุ๋ย (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จะเปลี่ยนไปมากขึ้นๆ เมื่อเวลาที่ใช้ที่ดินทำเกษตรอินทรีย์นานขึ้น จนทำให้ปริมาณธาตุอาหารบางชนิดสูงเกินไป ขณะที่ปริมาณธาตุอาหารอื่นบางชนิดต่ำเกินไปสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (หรือกล่าวได้ว่า ธาตุอาหารพืชในดินเสียสมดุล) เนื่องจาก: (๑) ปริมาณธาตุอาหารที่ดินได้จากปุ๋ยไม่เท่ากับปริมาณที่สูญเสียไปจากดินโดยติดไปกับผลผลิตที่นำออกจากพื้นที่ โดยบางธาตุดินได้รับน้อยกว่าที่สูญเสีย แต่บางธาตุดินได้รับมากกว่าที่สูญเสีย และ (๒) แม้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพชนิดต่างๆจะให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในอัตราส่วนที่ต่างกัน แต่อัตราส่วนดังกล่าวต่างกันน้อยมาก ซึ่งทำให้การปรับเปลี่ยนชนิดปุ๋ยที่ใช้ไม่สามารถทำให้ปริมาณธาตุอาหารทั้งสามมีอัตราส่วนที่เหมาะสมได้ ต่างกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆกว้างมาก หรือมีเพียงธาตุเดียว (ซึ่งเรียกว่าแม่ปุ๋ย) ทำให้สามารถใช้ช่วยปรับอัตราส่วนระหว่างปริมาณของธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินให้เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดได้ ข้อด้อยของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพดังกล่าว ทำให้ดินที่ใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์ (ซึ่งห้ามใช้ปุ๋ยเคมี) ติดต่อกันสูญเสียสมดุลของธาตุอาหารพืชไม่ช้าก็เร็ว ซึ่งทำให้ผลผลิตพืชหรือคุณภาพ หรือทั้งสองอย่างต่ำลง (เช่น อ้อยมีความหวานต่ำแม้ผลผลิตสูง ไม้ผลให้ทั้งผลผลิตและคุณภาพต่ำลง) จึงอาจกล่าวได้ว่าเกษตรอินทรีย์ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเสื่อม แม้สมบัติทางกายภาพดีขึ้น เช่น ดินร่วนซุยกว่าเกษตรสากลก็ตาม

ดร.ฮาร์ทมุท โคลเบ [ที่มา: **Kolbe, H. (2022).** Agronomy 2022, 12, 2001. https://doi.org/10.3390/agronomy12092001] เปรียบเทียบผลของเกษตรอินทรีย์กับเกษตรสากลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วง ๒๐ ปีย้อนหลังจากรายงานผลการวิจัยประกอบกับข้อมูลจากการวิจัยเชิงสำรวจ (๔๒๓ ฟาร์ม) และการวิจัยด้วยการทำการทดลองระยะยาวในยุโรปกลาง(มากกว่า ๗ การทดลอง) เน้นประเทศเยอรมันนี กับดินที่มีเนื้อดินชนิดต่างๆในช่วงตั้งแต่เนื้อหยาบมากถึงละเอียดมาก ฟาร์มที่ศึกษาเป็นฟาร์มปลูกพืชเพื่อการค้า ปลูกพืชอาหารสัตว์ และปลูกพืชอาหารสัตว์เพื่อเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม จัดการธาตุอาหารพืชด้วยการใส่ซากพืช ปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ และการปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นหลัก จากการวิเคราะห์ดังกล่าวได้เสนอข้อมูลและข้อแนะนำซึ่งกล่าวโดยย่อได้ดังนี้ คือ

๑๐.๑ รายงานผลการสำรวจซึ่งเสนอโดยผู้อื่นก่อนรายงานนี้แสดงว่า ความแตกต่างมากที่สุดระหว่างผลผลิตจากการเกษตรอินทรีย์ผลผลิตจากการเกษตรสากล คือ **เกษตรอินทรีย์ให้ผลผลิตต่ำกว่าเกษตรสากล ๓๔%** ในขณะที่ผลการศึกษาโดยผู้เขียนแสดงว่า**เกษตรอินทรีย์ให้ผลผลิตต่ำกว่าเกษตรสากล ๔๔%**

๑๐.๒ ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยในหลายประเทศในยุโรปแสดงว่า เมื่อฟาร์มอินทรีย์มีอายุมากขึ้นปริมาณส่วนที่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และพีเอชของดินต่ำลง เนื่องจากธาตุอาหารใน

ฟาร์มสูญเสียไปมากกว่าที่ได้รับ จนทำให้บางฟาร์มให้ผลผลิตพืชต่ำเกินไป ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดต่อเนื่องมาเมื่อ ๒๐-๓๐ ปีในอดีต และการเปลี่ยนเป็นฟาร์มอินทรีย์ทำให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องวางแผนจัดการธาตุอาหารพืช และการปลูกพืชหมุนเวียนมากกว่าก่อนเปลี่ยนเป็นฟาร์มอินทรีย์

๑๐.๓ ผลการวิเคราะห์ดินจากฟาร์มอินทรีย์แสดงว่า ในบริเทนใหญ่ (Great Britain) แสดงว่า **๘๖% ของดินมีฟอสฟอรัสไม่เพียงพอสำหรับพืช และ ๓๖% มีโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ในนอร์เวย์ ๓%, เยอรมันนี ๓๗%, ออสเตรเลีย ๔๙% และสวิสเซอร์แลนด์ ๖๖% ของฟาร์มมีฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ**

๑๐.๔ ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นแล้วว่า การหมุนเวียนของธาตุอาหารในฟาร์มอินทรีย์ไม่เป็นแบบปิด (การหมุนเวียนธาตุอาหารแบบปิด หรือ closed nutrient cycle เป็นการหมุนเวียนที่ปริมาณธาตุอาหารที่ฟาร์มได้รับเท่ากับที่สูญเสียไปจากฟาร์ม) ส่งผลให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพการให้ผลผลิตพืชต่ำลง เพื่อแก้และป้องกันปัญหาดังกล่าว ควรมีการพัฒนาแหล่งอื่นๆของธาตุอาหารชนิดต่างๆเพื่อช่วยให้สามารถใส่ธาตุอาหารชนิดต่างๆให้เพียงพอได้(ทำนองเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม) แนวทางแรกของการพัฒนา คือ การพัฒนากระบวนการผลิตปุ๋ยพิเศษจากน้ำทิ้งและของเหลือทิ้งชีวภาพในแนวทางที่ได้รับการยอมรับสำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยแท้จริงแล้วได้เริ่มมีแนวโน้มไปในทางนี้แล้ว กล่าวคือ ได้มีการพยายามเพิ่มขึ้นในการค้นหา ทดสอบ และผลิตปุ๋ยที่มีสมบัติดังกล่าว นอกจากนั้นยังได้เกิดการตระหนักมากขึ้นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืช ผู้เขียนกล่าวว่า **เป็นไปไม่ได้สำหรับเกษตรอินทรีย์ตามแนวที่ปฏิบัติอยู่และเทคโนโลยี่ที่มีอยู่ในปัจจุบันที่จะทำให้การหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นแบบปิด** อย่างไรก็ตาม **ถึงเวลาแล้วที่จะต้องพยายามพัฒนาการหมุนเวียนของธาตุอาหารในฟาร์มอินทรีย์ให้ใกล้เคียงกับระบบเกษตรที่มีการหมุนเวียนธาตุอาหารแบบปิดมากที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดข้อเสียร้ายแรงต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและศักยภาพการให้ผลผลิตของฟาร์มอินทรีย์**

๑๑. ตัวอย่างวิธีวิจัยและการแปลความหมายผลการวิจัยที่ทำให้เข้าใจผิดว่าเกษตรอินทรีย์ดีกว่าเกษตรแบบอื่น

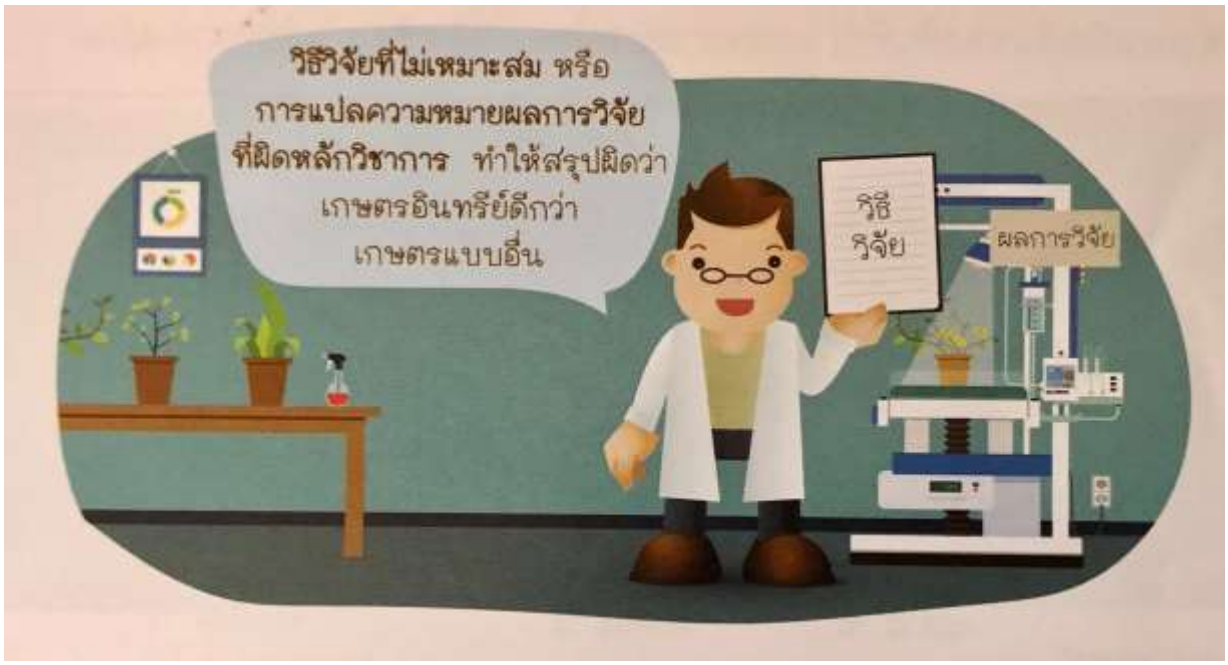
๑๑.๑ การทดลองของ Zahradnik and Petrikova (2007)

การทดลองนี้เปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมี โดยใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดในปริมาณที่คาดว่าจะให้ผลผลิตเท่ากับปุ๋ยชนิดอื่นๆ ผลการทดลอง (ตารางที่ ๘.๑) แสดงว่า ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตกะหล่ำปลีเท่ากัน แต่สูงกว่าปุ๋ยหมัก กะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยหมักมีไนเตรทต่ำกว่ากะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่กะหล่ำปลีที่ได้รับปุ๋ยคอกมีไนเตรทมากเป็น ๑.๗ เท่าของไนเตรทในกะหล่ำปลีที่ใส่ปุ๋ยเคมี หากแปลความหมายผลการทดลองข้างต้นจากปริมาณไนเตรทเพียงอย่างเดียว ไม่พิจารณาผลผลิตพืชประกอบ จะทำให้สรุปว่าปุ๋ยหมักให้กะหล่ำปลีที่มีไนเตรทต่ำกว่าปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปุ๋ยที่ทำให้ผลผลิตสูงขึ้นทำให้ปริมาณไนเตรทในกะหล่ำปลีสูงขึ้นด้วย การเปรียบระหว่างพืชที่ใส่ปุ๋ยหมักกับพืชที่ใส่ปุ๋ยเคมี (พืชในกรณีแรกให้ผลผลิตต่ำกว่ากรณีหลัง) จึงเป็นสิ่งที่ไม่ชอบ

ด้วยเหตุผลและทำให้ได้ข้อสรุปที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปจากการเปรียบเทียบระหว่างพืชที่ใส่ปุ๋ยคอกกับพืชที่ใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งให้ผลผลิตเท่ากัน ที่ให้ข้อสรุปว่าปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตพืชที่มีไนเตรทมากกว่าพืชที่ใส่ปุ๋ยเคมี

๑๑.๒ การทดลองของพักตร์เพ็ญและคณะ (๒๕๕๙)

ผลการทดลองในตารางที่ ๑๑.๑ แสดงว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในปริมาณที่ให้ไนโตรเจนแก่ดินเท่ากันกับปุ๋ยเคมีที่ใส่ (๑๕ กก.ไนโตรเจนต่อไร่) ให้เมล็ดข้าวที่มีความหอมสูงกว่าปุ๋ยเคมี แต่ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวและปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดกิน (ประเมินจากไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน) น้อยกว่าปุ๋ยเคมี เนื่องจากมีรายงานผลการวิจัยที่แสดงว่า การให้ไนโตรเจนแก่ข้าวมากขึ้นทำให้เมล็ดข้าวมีความหอมต่ำลง (ตารางที่ ๑๒.๒) ซึ่งชี้แนะว่า หากเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์จนทำให้ได้ผลผลิตเท่ากับปุ๋ยเคมีจะทำให้ความหอมของข้าวต่ำกว่าที่ปรากฏในการทดลองนี้ ฉะนั้น หากแปลความหมายผลและสรุปผลการวิจัยด้วยการเปรียบเทียบความหอมที่พบในการทดลองข้างต้น โดยไม่พิจารณาปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดกินและปริมาณผลผลิตประกอบ จะทำให้สรุปว่าปุ๋ยอินทรีย์ให้ข้าวที่มีความหอมสูงกว่าปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นการสรุปที่ไม่ชอบด้วยเหตุผล และอาจทำให้เกิดความเชื่อที่ผิดว่าการผลิตพืชอินทรีย์ดีกว่าการผลิตพืชที่ใช้ปุ๋ยเคมีในแง่ความหอมของข้าว



ตารางที่ ๑๑.๑ ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิต ปริมาณไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของต้นข้าว และความหอมของเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี ๑

ปุ๋ยที่ใช้	ผลผลิตข้าวเปลือก[๒/] (กก./ไร่)	ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของต้นข้าว[๒/] (มก./กก.)	ปริมาณสารหอมในเมล็ด (จำนวนหน่วยน้ำหนักสาร 2-AP ใน ๑ ล้านหน่วยน้ำหนัก)[๒/]
ไม่ใส่ปุ๋ย	๒๘๓ ค	๓.๙๕ ค	๑.๕๙ ก๒
ปุ๋ยเคมี[๑/]	๕๓๒ ก	๗.๗๕ ก	๑.๔๖ ข
ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง[๑/]	๔๕๕ ข	๔.๗๙ ข	๑.๗๗ ก

๑/ ใส่ในอัตราที่ให้ไนโตรเจนทั้งหมด ๑๕ กก./ไร่; **๒/** ค่าที่มีอักษรร่วมกำกับไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น ๙๕%

ตารางที่ ๑๑.๒ ผลของไนโตรเจนในปุ๋ยต่อผลผลิตเมล็ดและความหอมของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕[๑/]

ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยที่ใส่ (กก.ไนโตรเจน/ไร่)	ผลผลิตข้าวเปลือก[๒/] (กก./ไร่)	คะแนนความหอม[๒/]
๐.๐	๕๐๖ ค	๖.๖๐ ก
๕.๐	๗๒๒ ข	๖.๖๐ ก
๑๕.๐	๘๗๒ ก	๖.๒๐ ข
๔๕.๐	๔๒๓ ค	๕.๑๐ ค

๑/ ค่าที่มีอักษรกำกับต่างกันไม่แตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น ๙๕%; **๒/** คะแนนสูงหมายถึงความหอมสูง

ที่มา Suwanarit and co-authors. 1996. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 30: 458–474.

๑๒. การปลูกพืชที่ดีกว่าการปลูกพืชอินทรีย์และปัญหาด้านการคุ้มครองผู้บริโภคที่เกิดจากพืชอินทรีย์

ผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การผลิตพืชอินทรีย์ ซึ่งไม่ใช้สารเคมีรวมทั้งไม่ใช้ปุ๋ยเคมี เป็นการผลิตที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตสูงกว่า พืชถูกโรคและแมลงรบกวนมากกว่า ผลผลิตมีคุณภาพด้านโภชนาการและด้านประสาทสัมผัสต่ำกว่า เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า ความหลากหลายทางชีวภาพน้อยกว่า และดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และมีศักยภาพการให้ผลผลิตต่ำกว่า เมื่อเทียบกับระบบการผลิตที่ใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทร่วมกันอย่างเหมาะสมกับดินแต่ละแห่งและพืชแต่ละชนิด แต่พืชอินทรีย์มีข้อดีในเรื่องการปลอดสารพิษตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ดังนั้นจึงควรผลิตพืชโดยมีการปฏิบัติที่รวมข้อดีของการผลิตพืชอินทรีย์และข้อดีของการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทอย่างเหมาะสมกับดินแต่ละแห่งและพืชแต่ละชนิด การผลิตพืชแบบนี้ก็คือ การผลิตพืชที่ไม่ใช้สารเคมี

ป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพอย่างเหมาะสม ซึ่งน่าจะเรียกว่า **"การผลิตพืชปลอดสารพิษ"** หรือเรียกสั้นลงว่า **"การผลิตพืชปลอดสาร"** หรือ หากจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ก็ควรผลิตโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามหลักวิชาการร่วมกับการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทร่วมกันอย่างเหมาะสม ซึ่งน่าจะเรียกว่า **"การผลิตพืชปลอดภัยจากสารพิษ"** หรือเรียกสั้นลงว่า **"การผลิตพืช**

ปลอดภัย" การผลิตพืชแบบหลังนี้ใช้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP: Good Agricultural Practices) ซึ่งองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ให้การสนับสนุน การผลิตพืชแบบนี้จะต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยมีการปฏิบัติที่ทำให้ผลผลิตพืชมีสารพิษตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ไม่เกินระดับที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค ดังนั้นสำหรับพื้นที่ที่ผลิตพืชได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงควรผลิตพืชปลอดสารแทนการปลูกพืชอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การผลิตพืชในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงควรใช้การผลิตพืชปลอดภัยในพื้นที่เหล่านี้ อนึ่ง การผลิตพืชปลอดสารและการผลิตพืชปลอดภัยเป็นการผลิตที่สามารถผสมผสานการใช้ปุ๋ยทั้งสามประเภทในแบบที่จะช่วยลดการทำลายพืชโดยโรคและแมลงได้ ซึ่งทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องทำการกำจัดโรคและแมลงน้อยลงอีกด้วย

การผลิตพืชอินทรีย์ไม่เพียงจะด้อยกว่าการผลิตพืชปลอดสาร สำหรับพื้นที่ที่ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และด้อยกว่าการผลิตพืชปลอดภัยสำหรับพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชดังที่กล่าวข้างต้น แต่ยังไม่มีวิธีตรวจพิสูจน์ว่าผลผลิตที่อ้างว่าเป็นผลผลิตพืชอินทรีย์เป็นผลผลิตพืชที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีจริงหรือไม่อีกด้วย แต่ผลผลิตพืชปลอดสารและพืชปลอดภัยสามารถตรวจพิสูจน์ได้ด้วยการตรวจปริมาณสารพิษในผลผลิตเหล่านั้น ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการผลิตพืชอินทรีย์มีข้อเสียทั้งในด้านวิชาการและในด้านสังคม ซึ่งไม่เพียงแต่จะ

ทำให้การเกษตรของประเทศหลงทาง แต่ยังจะทำให้เกิดปัญหาด้านสังคมจากการที่การผลิตพืชอินทรีย์**เปิดช่องทางให้ผู้บริโภคถูกหลอกโดยกฎหมายไม่สามารถคุ้มครองได้**อีกด้วย เพราะอาจมีผู้นำผลผลิตพืชที่ผลิตโดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีมาจำหน่ายโดยอ้างว่าเป็นผลผลิตพืชอินทรีย์ได้โดยอาศัยช่องโหว่จากการที่ไม่มีวิธีตรวจพิสูจน์ว่าผลผลิตนั้นได้จากการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยเคมีหรือไม่

๑๓. ภาคผนวก

๑๓.๑ ความเชื่อที่ผิดและความเข้าใจผิดจากผลการวิจัยเกี่ยวกับความหอมและความนุ่มของข้าวอินทรีย์และข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เทียบกับข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมี

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ [1]

ปัจจุบันได้เกิดกระแสความเชื่อและความเข้าใจผิดที่เกิดจากการแปลความหมายและการสรุปผลการวิจัยที่ไม่ถูกหลักวิชการว่าข้าวอินทรีย์(ปลูกโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี) และปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ข้าวหอมมีความหอมและความนุ่ม สูงกว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี เกี่ยวกับเรื่องนี้มีตัวอย่างผลานวิจัยที่เกี่ยวข้องและคำอธิบายประกอบที่แสดงว่า **กระแสความเชื่อและความเข้าใจดังกล่าวไม่ถูกต้อง** ดังนี้

1. การให้ธาตุไนโตรเจนแก่ข่าว ไม่ว่าจะด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ความหอมและความนุ่มของข้าวหอม (ข้าวขาวดอกมะลิ-105 และข้าวสุพรรณบุรี-1) ลดลง ยิ่งใส่ปุ๋ยปริมาณมาก ความหอมและความนุ่มยิ่งลดลงมาก (อำนาจ และคณะ, 2539; พักตร์เพ็ญ และคณะ, 2560)

2. การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ความหอมและความนุ่มของข้าวขาวดอกมะลิ-105 สูงขึ้นยิ่งใส่ปุ๋ยมาก ความหอมและความนุ่มยิ่งสูงขึ้นมากจนถึงที่ปริมาณปุ๋ยที่ใกล้จะให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด [อำนาจ และคณะ, 2540a (การทดลองนี้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณที่เริ่มให้ผลผลิตสูงสุด)]

3. การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ความหอมและความน่าวดอกมะลิ-105 สูงขึ้นยิ่งใส่ปุ๋ยมาก ความหอมและความนุ่มยิ่งสูงขึ้นมากแม้ปริมาณปุ๋ยที่ใส่มากกว่าปริมาณที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดแล้วก็ตาม ซึ่งทำให้จะต้องใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่เริ่มให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด หากต้องการข้าวที่มีความหอมและความนุ่มสูงมาก [อำนาจ และคณะ, 2540b (การทดลองนี้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่เริ่มให้ผลผลิตสูงสุด)]

4. ข้อสรุปในข้อ 1-3 ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ (ยกเว้นมูลค้างคาว) ทำให้ข้าวมีความหอมและความนุ่มต่ำลง ยิ่งใส่ปุ๋ยมาก ความหอมและความนุ่มยิ่งต่ำลงมาก เพราะปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มีไนโตรเจนมากกว่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ตรงกันข้าม หากเลือกใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่มีไนโตรเจนอยู่เลยหรือมีน้อย แต่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมาก การใส่ปุ๋ยก็จะทำให้ข้าวมีความหอมและความนุ่มสูงขึ้น ยิ่งใส่ปุ๋ยนี้มากความหอมและความนุ่มจะยิ่งเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นความเชื่อและข้อสรุปจากผลการวิจัยที่ว่า ข้าวอินทรีย์และข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความหอมและนุ่มสูงกว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมี จึงไม่ถูกต้อง

---

[1] ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ข้าราชการบำนาญและผู้ทรงคุณวุฒิพิเศษ, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศสตร์จตุจักร กทม.

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า หากต้องการลดปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใช้ด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ยังคงได้ข้าวที่มีความหอมและความนุ่มสูง สามารถทำได้ด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ให้แต่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีที่ให้ฟอสฟอรัส และปุ๋ยเคมีที่ให้โพแทสเซียม ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับดินแต่ละแห่ง

5. กระแสความเชื่อที่ผิดและข้อสรุปจากผลการวิจัยที่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดส่วนใหญ่เกิดจากการทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่มีไนโตรเจนเท่ากับไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีที่ใช้เปรียบเทียบ (เช่น การทดลองของพักตร์เพ็ญ และคณะ, 2559) การทดลองแบบนี้ทำให้ข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ดูดกินไนโตรเจนได้น้อยกว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมี (ซึ่งทำให้ได้ผลการทดลองที่แสดงว่าข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตหรือปริมาณไนโตรเจนในข้าวหรือเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าว ต่ำกว่าใส่ปุ๋ยเคมี) ทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่ของไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ไม่ถูกปลดปล่อยให้พืชดูดทันที แต่ไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีถูกปลดปล่อยให้พืชดูดได้ทันที

เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดกินต่างกัน ทำให้ข้าวมีความหอมและความนุ่มต่างกัน (ตามข้อสรุปผลของไนโตรเจนที่กล่าวในข้อ 1) การนำผลการเปรียบตัวเลขจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และจากการใช้ปุ๋ยเคมีในแบบที่ใช้ในรายงานของพักตร์เพ็ญ และคณะ (2559) มาเป็นข้อสรุปเชิงองค์ความรู้ว่าปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีมีผลต่อความหอมและความนุ่มของข้าวเหมือนกันหรือไม่อย่างไร จึงเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง หากจะหาข้อสรุปที่ถูกต้องจะต้องนำผลจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำให้ข้าวดูดกินไนโตรเจนได้เท่ากับปุ๋ยเคมีมาเปรียบเทียบกับผลจากการใส่ปุ๋ยเคมี

6. ผลการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการผลิตพืชอินทรีย์ (ไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิต รวมทั้งไม่ใช้ปุ๋ยเคมี) กับ (1) การผลิตพืชแบบปลอดสารพิษ (ไม่ใช้สารเคมีพิษป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่ใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพให้เหมาะสมกับดินแต่ละแห่งและพืชแต่ละชนิด) และ (2) การผลิตพืชปลอดภัยจากสารพิษ (ใช้สารพิษตามหลักวิชาการและใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพให้เหมาะสมกับดินแต่ละแห่งและพืชแต่ละชนิด ซึ่งเรียกว่าการผลิตพืชแบบ “GAP, Good Agricultural Practices”) ที่มีวิธีการทดลองไม่เหมาะสมหรือการแปลความหมายของผลการวิจัยเป็นข้อสรุปเชิงองค์ความรู้ที่ไม่ถูกต้องทำนองเดียวกับที่กล่าวในข้อ 5 ทำให้เกิดความเข้าใจผิดและมีการสรุปที่ไม่ถูกต้องว่าการผลิตพืชอินทรีย์ดีกว่าการผลิตพืชแบบปลอดสารพิษและการผลิตแบบ GAP แท้จริงแล้ว ข้อมูลจากผลการวิจัยที่ทำและหรือแปลความหมายผลการวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักการวิจัยให้ข้อสรุปว่า **การผลิตพืชอินทรีย์ไม่เพียงแต่ด้อยกว่า**การผลิตพืชแบบปลอดสารพิษและการผลิตแบบ GAP โดยทำให้ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตพืชสูงกว่า คุณภาพด้านโภชนาการของพืชต่ำกว่า พืชมีความต้านทานโรคและแมลงต่ำกว่า และทำให้เกิดมลภาวะในพืชและสิ่งแวดล้อมมากกว่า **แต่ยังก่อให้เกิดปัญหาสังคมอีกด้วย** เพราะไม่มีวิธีพิสูจน์ว่าพืชที่ได้รับการกล่าวอ้างว่าเป็นพืชอินทรีย์ (ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) มีการปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีจริงหรือไม่ ซึ่งเป็นการเปิดช่องทางให้มีการนำพืชที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยเคมีมากล่าวอ้างว่าเป็นพืชอินทรีย์ แต่ในกรณีพืชปลอดสารพิษและพืช GAP สามารถตรวจพิสูจน์ได้โดยการตรวจปริมาณสารพิษในพืชนั้น (อำนาจ, 2557)

เอกสารอ้างอิง

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, สมชาย ชคตระการ, วรภัทร ลัคนทินวงศ์, ชวินทร์ ปลื้มเจริญ และภิรญา ชมพูผิว. 2559. การเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณภาพข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24 (ฉบับพิเศษ) : 753-765.

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, วรภัทร ลัคนทินวงศ์, ชวินทร์ ปลื้มเจริญ และภิรญา ชมพูผิว 2560. ผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25: 248-259.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, สัมพันธ์ รัตนสุภา, ปัญญา ร่มเย็น, ทรงชัย รัตนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2539. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว. เกษตรศาสตร์ 30: 458-474.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, สัมพันธ์ รัตนสุภา, ปัญญา ร่มเย็น, ทรงชัย รัตนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2540a. ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว. เกษตรศาสตร์ 31: 36-50.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, พรรณพิมล สุริยพรหมชัย, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, ทรงชัย รัตนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุศล และพิทักษ์ พรอุไรสนิท. 2540b. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว.เกษตรศาสตร์ 31: 175-191.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2557. ปลูกพืชอินทรีย์ไม่ตีอย่างที่คิด ปลูกพืชปลอดภัยจากสารพิษดีกว่าไหม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 32 หน้า

๑๓.๒

แนวทางผ่าทางตันของปุ๋ยชีวภาพ

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ [1]

นักวิชาการทราบกันมาราวครึ่งศตวรรษแล้วว่าปุ๋ยชีวภาพมีศักยภาพสูง และส่วนใหญ่มีต้นทุนการใช้ต่ำ แต่ทำไมเกษตรกรทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศไม่นำไปใช้ในการผลิตพืชกันกว้างขวางเท่าที่ควร เมื่อ 20-30 ปีก่อน วิศวกร รายหนึ่งสนใจที่จะผลิตปุ๋ยชีวภาพจำหน่าย (เพราะว่า ณ เวลานั้น กระแสความศรัทธาในปุ๋ยชีวภาพแรงมาก) มาขอคำปรึกษาผู้เขียนว่าเขาควรจะทำปุ๋ยชีวภาพขายไหม ผู้เขียนได้ให้ความเห็นว่า ไม่แนะนำให้ทำ พร้อมอธิบายว่า เพราะ (ณ เวลาที่มาขอคำปรึกษา) กิจการผลิตปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสม ในแง่ผู้ผลิตคือกิจการที่ทำในแบบ “ตีหัวเข้าบ้าน” เหตุผลที่ให้คำแนะนำดังกล่าว คือ

ปุ๋ยชีวภาพมีปัจจัยและสภาพที่เป็นเงื่อนไขหลายประการที่จะทำให้การใช้ปุ๋ยได้ผลดี ตัวอย่างปัจจัยและสภาพที่เป็นเงื่อนไขที่นักวิชาการทราบ แล้วคือ

(ก) ดินต้องไม่มีจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพจำนวนมาก เช่น ในกรณีปุ๋ยชีวภาพเอไมคอร์ไรซา ดินต้องไม่มีเชื้อราเอไมคอร์ไรซา หรือมีอยู่ไม่มากถึงระดับที่จะทำให้การใส่เชื้อราเอไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพสูงไม่แสดงผลดี

(ข) สิ่งแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพนั้นหรือไม่ เช่น ดินมีฟอสฟอรัสมากเกินไปหรือไม่ในกรณีปุ๋ยชีวภาพเอไมคอร์ไรซา ดินมีไนโตรเจนมากเกินไปหรือไม่ในกรณีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ

(ค) ดินมีธาตุอาหารอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก ธาตุที่จุลินทรีย์ในปุ๋ยจะช่วยเพิ่มให้แก่พืชเพียงพอหรือไม่ เช่น ดินมีธาตุอาหารไม่ใช่ไนโตรเจนมากพอหรือไม่ในกรณีปุ๋ยชีวภาพที่ตรึงไนโตรเจน และ

(ง) ใช้ปุ๋ยชีวภาพนั้นซ้ำในที่เดิมให้ผลคุ้มค่าหรือไม่ เช่น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระแล้วการใช้ซ้ำในฤดูถัดไปจะให้ผลคุ้มค่าหรือไม่ พื้นที่แต่ละแห่งมีปัจจัยและสภาพที่เป็นเงื่อนไขที่กล่าวข้างต้นแตกต่างกันมาก ทำให้การใช้ปุ๋ยชีวภาพได้ผลดีในบางพื้นที่ แต่ไม่ได้ผลในบางพื้นที่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลดังกล่าวข้างต้น และยังจะต้องทำการวิจัยอีกมากจึงจะทำให้ได้ข้อมูลดังกล่าว ดังนั้น การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยชีวภาพ (ณ เวลานั้น) จึงเป็นแบบ “เหวี่ยงแห” เพราะไม่สามารถระบุปัจจัยและสภาพที่เป็นเงื่อนไขที่จะทำให้การใช้ปุ๋ยได้ผลดี (ยกเว้นกรณีเชื้อไรโซเบียม) ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยให้ผลดีเฉพาะบางพื้นที่ แต่ทำให้ต้นทุน การผลิตต่อไร่

---

[1] ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร., ข้าราชการบำนาญและผู้ทรงคุณวุฒิพิเศษ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลาดยาว จตุจักร กทม.10900

สูงขึ้นโดยผลผลิตไม่เพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ ทำให้ เกษตรกรสับสน ลังเลที่จะใช้ปุ๋ยดังกล่าว และเลิกสนใจปุ๋ยชีวภาพในที่สุด ปัจจุบันนี้ หากใครถามผู้เขียนเหมือนกับ วิศวกรที่กล่าวข้างต้น ผู้เขียนก็ยังต้องให้คำตอบ แบบเดียวกับที่กล่าวมา แม้เวลาได้ผ่านมามากกว่า 20 ปีแล้ว ดังนั้น อนาคตของปุ๋ยชีวภาพจึงฝากไว้ กับความสามารถของนักวิจัย ในการผ่าทางตันด้วยการทำการวิจัยปัจจัยและสภาพที่เป็นเงื่อนไขที่จะทำให้การใช้ปุ๋ยได้ผลคุ้มค่า โดยเฉพาะปัจจัยและสภาพที่กล่าวเป็นตัวอย่างในข้อ ก - ง เป็นจุดเน้น แล้วแนะนำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดเฉพาะพื้นที่ที่มีปัจจัยและสภาพที่เอื้อต่อการใช้ปุ๋ยชีวภาพเท่านั้น ซึ่งคำแนะนำแบบนี้เป็นคำแนะนำทำนองเดียวกับคำแนะนำใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

๑๓.๓

ครบรอบ 2 ทศวรรษ
เกษตรไทย
ใต้ร่มพระบารมี
สมาคมสื่อมวลชนเกษตรแห่งประเทศไทย
20 ปีร่วมพลคนข่าวเกษตร
จัดทำโดย สมาคมสื่อมวลชนเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดย ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อำนาจ สุวรรณกุฏ
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

พืชดูดกินธาตุอาหารจากปุ๋ยประเภทต่างๆ ในรูปไหน ช้าเร็วกว่ากันอย่างไร?

คนจำนวนมากเชื่อว่า พืชดูดกินธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพได้ง่ายกว่าธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี แต่ความจริงกลับตรงข้ามกับความเชื่อดังกล่าว ทั้งนี้เพราะ ก่อนที่พืชจะดูดกินธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ จะต้องรอให้ธาตุอาหารถูกเปลี่ยนรูปโดยผ่านขั้นตอนมากกว่าปุ๋ยเคมี และแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลานานกว่าปุ๋ยเคมีอีกด้วย ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญมีดังนี้ คือ

1. ปุ๋ยอินทรีย์

ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ พืชดูดกินไม่ได้ จะต้องถูกเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ การเปลี่ยนรูปเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ย่อยสารอินทรีย์เหล่านั้น ทำให้ธาตุอาหารส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารอินทรีย์ในเซลล์จุลินทรีย์ ซึ่งพืชดูดกินไม่ได้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นรูปสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำในน้ำ ซึ่งพืชดูดกินได้ ส่วนธาตุอาหารที่ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารอินทรีย์ในเซลล์จุลินทรีย์ก็จะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำซึ่งพืชดูดกินได้เมื่อจุลินทรีย์เน่าเปื่อย ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงก่อนที่พืชจะดูดกินได้ ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์

2. ปุ๋ยชีวภาพ

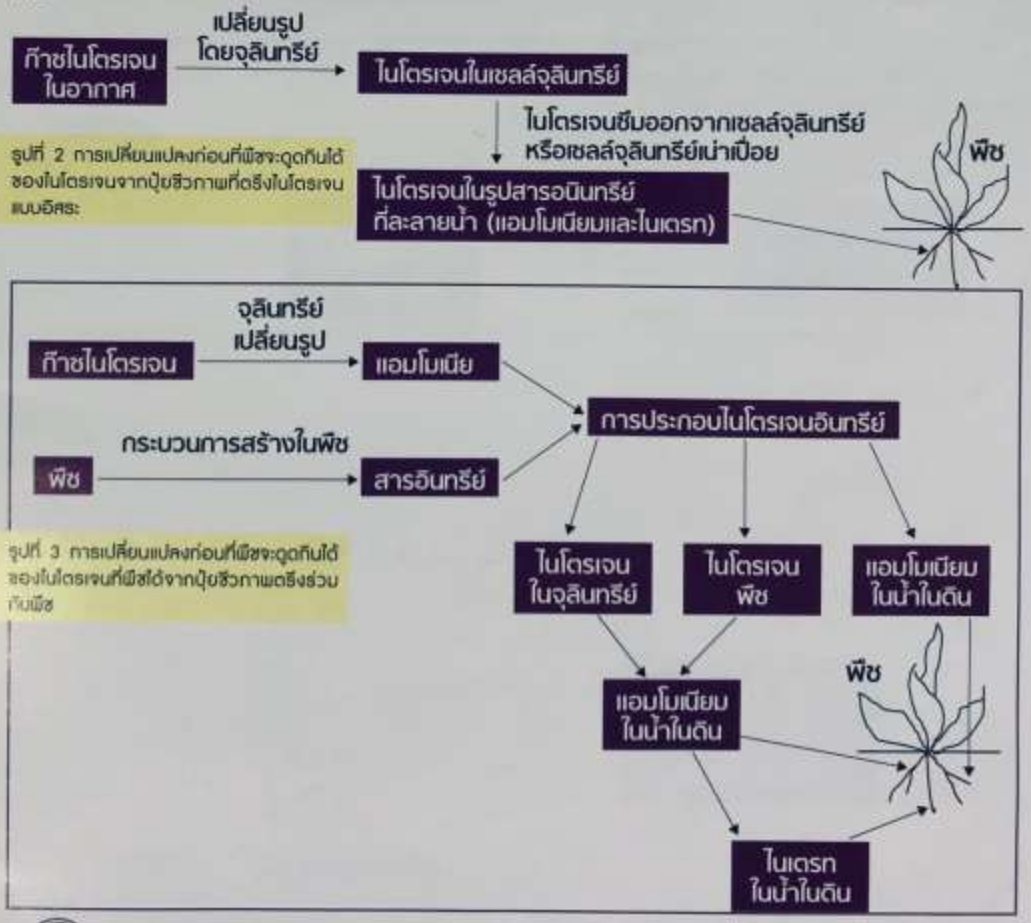
ปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีจุลินทรีที่ช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้น ช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้นด้วยกลไกแบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับว่าจุลินทรีที่อยู่ในปุ๋ยนั้นเป็นประเภทไหน อธิบายโดยย่อได้ดังนี้

2.1 จุลินทรีที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ

จุลินทรีพวกนี้ไม่ต้องพึ่งพาสิ่งมีชีวิตอื่นในการตรึงไนโตรเจน จุลินทรีพวกนี้เปลี่ยนไนโตรเจนจากอากาศ ที่อยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจน (N2) ไปอยู่ในรูปสารประกอบในเซลล์ของจุลินทรีแล้วส่วนหนึ่งของไนโตรเจนในเซลล์ของจุลินทรีนี้จะเคลื่อนออกมาภายนอกเซลล์ของจุลินทรีในรูปแอมโมเนีย แล้วถูกรากพืชดูดกิน สารประกอบไนโตรเจนที่เหลือในเซลล์จุลินทรีจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปแอมโมเนียมและไนเตรทในน้ำในดินเมื่อจุลินทรีเน่าเปื่อยลง ดังแสดงสรุปในรูปที่ 2

2.2 จุลินทรีที่ตรึงไนโตรเจนร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น

จุลินทรีบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น ตัวอย่างจุลินทรีพวกนี้ที่รู้จักกันดี คือ แบคทีเรียในสกุลไรโซเบียม (Rhizobium sp.) ซึ่งตรึงไนโตรเจนร่วมกับพืชตระกูลถั่ว การตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นโดยไรโซเบียมเปลี่ยนไนโตรเจนจากอากาศ ที่อยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจน (N2) ไปอยู่ในรูปที่สามารถรวมกับสารจากสารอินทรีย์จากพืชตระกูลถั่ว เกิดเป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนประกอบอยู่ด้วย ส่วนใหญ่ของสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ที่เกิดขึ้นพืชตระกูลถั่วเอาไปใช้ ส่วนหนึ่งไรโซเบียมใช้ และอีกส่วนหนึ่งจะเคลื่อนออกมานอกรากพืชไปอยู่ในดิน เมื่อไรโซเบียมและพืชตระกูลถั่วสลายตัว ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแอมโมเนียมและไนเทรตสู่น้ำในน้ำในดิน ซึ่งพืชสามารถดูดกินได้ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงก่อนที่พืชจะดูดกินได้ของไนโตรเจนจากปุ๋ยชีวภาพที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ

รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงก่อนที่พืชจะดูดกินได้ของไนโตรเจนที่พืชได้จากปุ๋ยชีวภาพตรึงร่วมกับพืช

2.3 จุลินทรีที่ทำให้ธาตุอาหารละลายน้ำมากขึ้น

จุลินทรีบางชนิดสร้างสารบางอย่าง เช่น กรดสารคีเลต (chelating agent) ที่ทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปสารอนินทรีในดินละลายออกมาอยู่ในน้ำในดินมากขึ้น ส่งผลให้พืชดูดกินธาตุอาหารได้มากขึ้น ดังแสดงสรุปในรูปที่ 4

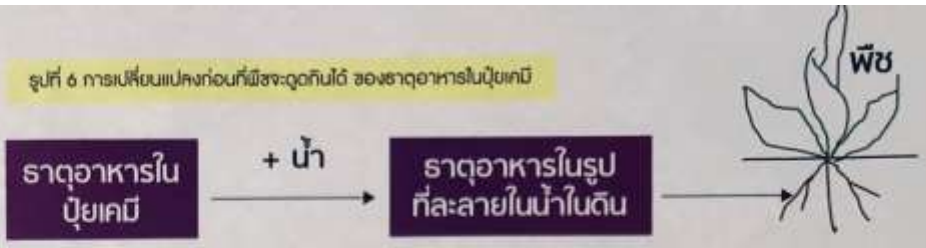
2.4 จุลินทรีที่เพิ่มพื้นที่ผิวดูดธาตุอาหารของรากพืช

จุลินทรีบางชนิดสร้างเส้นใยในรากพืชและมีส่วนหนึ่งของเส้นใยโผล่ออกนอกรากพืช เส้นใยเหล่านี้สามารถดูดธาตุอาหารในดินแล้วลำเลียงไปสู่ส่วนของเส้นใยที่อยู่ภายในราก ส่วนหนึ่งของธาตุอาหารที่เส้นใยดูดจะถูกรากพืชดูดกิน เส้นใยของจุลินทรีจึงเป็นเสมือนรากขนอ่อนของพืช หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เส้นใยของจุลินทรีเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดธาตุอาหารให้แก่พืช ทำให้พืชดูดกินธาตุอาหารได้มากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงก่อนที่พืชจะดูดกินได้ ของธาตุอาหารในกรณีที่ปุ๋ยชีวภาพช่วยให้ธาตุอาหารละลายมากขึ้น

รูปที่ 5 แสดงกลไกที่ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดกิน โดยเส้นใยของจุลินทรีในปุ๋ยชีวภาพเป็นตัวเพิ่มพื้นที่ผิวดูดธาตุอาหาร

รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงก่อนที่พืชจะดูดกินได้ ของธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี



3. ปุ๋ยเคมี

ธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ จะละลายในน้ำในดินได้ทันทีเมื่อใส่ในดิน ทำให้รากพืชสามารถดูดกินได้ทันที ดังแสดงในรูปที่ 6

อนึ่ง การที่ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีถูกเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชดูดกินได้ทั้งหมดจะต้องใช้เวลานับเป็นเดือนเป็นปี และจุลินทรีในปุ๋ยชีวภาพจะต้องใช้เวลานับเป็นวันเป็นสัปดาห์ในการเจริญเติบโตและพัฒนาจนสามารถทำกิจกรรมที่ช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น แต่ปุ๋ยเคมีใช้เวลานับเป็นนาทีหรือชั่วโมงในการเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชดูดกินได้

4. สรุป

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าธาตุอาหารที่พืชในรูปปุ๋ยทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ หรือปุ๋ยเคมี จะต้องถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอนินทรีที่ละลายในน้ำเสียก่อน พืชจึงจะดูดกินได้ และปุ๋ยเคมีให้ธาตุอาหารแก่พืชได้เร็วที่สุดเพราะ นอกจากจะมีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดแล้ว แต่ละขั้นตอนยังใช้เวลาน้อยสุดอีกด้วย

5. ข้อสังเกตและข้อแนะนำ

5.1 มีสารอินทรีย์บางชนิด เช่น ฮอร์โมนพืช ที่ให้แก่พืชแล้วทำให้พืชเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตมากขึ้น สารเหล่านี้บางกรณีได้รับการแนะนำมาให้เกษตรเกษตรกรใช้แทนปุ๋ย โดยแท้จริงแล้วสารเหล่านี้เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ไม่ใช่สารที่ให้ธาตุอาหารพืช นอกจากนั้น มีผลงานวิจัยที่อำนาจ (๒๕๔๘) รวบรวมและแปลความหมายของผลวิจัยที่ชี้แนะว่า สารเหล่านี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วนและเพียงพอ

5.2 ผู้สนใจเกี่ยวโอกาสประสบความสำเร็จในการใช้ปุ๋ยชีวภาพและปัญหา ควรอ่านบทความของอำนาจ (๒๕๖๑)

6. เอกสารอ้างอิง

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. ๒๕๔๘. ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ๑๕๖ น.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. ๒๕๖๑. แนวทางผ่าทางตันของปุ๋ยชีวภาพ วารสารดินและปุ๋ย ๓๙: ๘๕-๘๖.

ประวัติผู้เขียน

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อำนาจ สุวรรณฤทธิ์

เกิดวันที่ ๒๓ กันยายน พ.ศ. ๒๔๘๔ ได้รับปริญญากสิกรรมและสัตวบาลบัณฑิต (เกียรตินิยม) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และปริญญาเอกสาขาปฐพีวิทยาจากมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลอัพพอนไทน์ ประเทศอังกฤษ รับราชการเป็นอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดอายุการทำงานมีผลงานทางวิชาการ ๒๑๖ เรื่อง เคยดำรงตำแหน่งหัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา ประธานสภาข้าราชการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และอุปนายกสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย เกษียณอายุราชการในตำแหน่งศาสตราจารย์ ระดับ ๑๑ หลังเกษียณอายุราชการได้รับแต่งตั้งเป็นศาสตราจารย์เกียรติคุณ

ปลูกพืชอินทรีย์
พื้นที่ส่วนใหญ่ทำไม่ได้
พืชไม่มีสารพิษ
พืชที่ได้มีต้นทุนสูง
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
พืชมีคุณภาพด้านโภชนาการและ
ประสาทสัมผัสต่ำ
พืชมีไนเตรทและฮาตุโลหะหนักสูง
ปรับปุ๋ยให้พืชต้านทานโรคและแมลงไม่ได้
ตรวจพิสูจน์ผลผลิตไม่ได้
ปลูกพืชปลอดสารพิษ
พื้นที่ส่วนใหญ่ทำไม่ได้
พืชไม่มีสารพิษ
พืชที่ได้มีต้นทุนต่ำ
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาก
พืชมีคุณภาพด้านโภชนาการและ
ประสาทสัมผัสสูง
พืชมีไนเตรทและฮาตุโลหะหนักต่ำ
ปรับปุ๋ยให้พืชต้านทานโรคและแมลงได้
ตรวจพิสูจน์ผลผลิตได้
ปลูกพืช
ปลอดภัยจากสารพิษ
ทำได้ทุกพื้นที่
พืชมีสารพิษไม่เกินระดับปลอดภัย
พืชที่ได้มีต้นทุนต่ำ
เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาก
พืชมีคุณภาพด้านโภชนาการและประสาทสัมผัสสูง
พืชมีไนเตรทและฮาตุโลหะหนักต่ำ
ปรับปุ๋ยให้พืชต้านทานโรคและแมลงได้
ตรวจพิสูจน์ผลผลิตได้
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐