บทที่ 5

อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผล

1. คุณสมบัติของดิน

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่ใช้ทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของดินโดยทั่วไป (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) พบว่าดินนี้มีสภาพเป็นกรดจัด (4.5-5.5) มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก (น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์) มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงปานกลาง (15-20 มิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัม) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง (0.0015-0.0025 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ (0.0030-0.0060 เปอร์เซ็นต์) แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง กล่าวโดยสรุปแล้วดินชุดนี้มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารที่พบในดินโดยทั่วไปที่ศึกษาโดย ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ (2536) ที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 0.03-0.3, 0.01-0.1, 0.2-3.0, 0.2-1.5, และ 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์แล้ว พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์นี้ ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว และเมื่อเปรียบเทียบกับดินชุดอุตรดิตถ์ที่ศึกษาโดยสุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์(2545) ซึ่งมีเนื้อดินเป็น ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) เท่ากับ 5.65 ปริมาณอินทรียวัตถุ(O.M.) เท่ากับ 3.48 เปอร์เซ็นต์ ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก(C.E.C.) เท่ากับ 11.67 มิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัม อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน/ไนโตรเจน(C/N ratio) เท่ากับ 12.62 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม เท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ แล้วพบว่าดินชุดที่ศึกษานี้จะมีเนื้อหยาบกว่า มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) สูงกว่าเล็กน้อย แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ(O.M.) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน/ไนโตรเจน(C/N ratio) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่า จึงกล่าวได้ว่าดินชุดนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินชุดอุตรดิตถ์

ในการวิเคราะห์ปริมาณปรอททั้งหมดในดิน พบว่ามีปริมาณปรอททั้งหมดเท่ากับ 0.0306 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าปกติที่พบปรอทในดิน คือ 0.1 – 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ศุภมาศ พณิชศักดิ์พัฒนา, 2545 อ้างอิงจาก Alloway (1990) แต่มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณปรอท

ที่พบในดินเฉลี่ย 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Bowen, 1966) จึงถือได้ว่าดินที่ใช้ในการทดลองดังกล่าวมีปรอทอยู่ในเกณฑ์ปกติไม่มีการปนเปื้อน และยอมให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตรกรรมตามเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย ประเทศสหภาพแห่งสาธารณรัฐสังคมนิยมโซเวียต และประเทศไทยที่กำหนดไว้ 0.3, 2.1, และ 23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ดาวรุ่ง สังข์ทอง, 2539 และ กรมควบคุมมลพิษ 2541, 2547)

2. คุณสมบัติของปุ๋ยหมักแหล่งต่าง ๆ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและชีวภาพของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน 2 แหล่ง ได้แก่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) กับปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 และปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ อีก 1 แหล่งพบว่าปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 6.4-7.4 ปริมาณ อินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 13.99-49.63 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) อยู่ในช่วง 27.9-99.2 มิลลิกรัมสมมูลย์/100 กรัม อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง 12.04-13.27 ในส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักจากทั้ง 3 แหล่ง พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.674-2.17 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.0023-0.0027 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ 0.204-0.915 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเท่ากับ 0.229-0.466 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเท่ากับ 0.064-0.187 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องการดำเนินการโครงการสนับสนุนสินเชื่อในการจัดหาปุ๋ยเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรปี 2544 จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทั้ง 2 แหล่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่ปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่งนี้มีปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุจากบ้านเรือน (ขยะเทศบาล) ที่รายงานโดย วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และคณะ (2534) ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 1.04 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ 1.06 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทั้ง 2 แหล่ง ที่ศึกษามีไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่า แต่ปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่า และปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่งนี้มีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.01-1.41 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.00-1.37 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1.16-1.67 เปอร์เซ็นต์ (ชัยยศ ศรีเกษ, 2537) จะเห็นว่าปุ๋ยหมักจากเทศบาลเมือง

เพชรบุรีมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงกว่ามาก และเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักชุมชนประชาอุทิศที่ศึกษาโดยสุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์(2545) ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.5 ปริมาณอินทรียวัตถุ 46.40 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน 19.35 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.39 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.07 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.84 เปอร์เซ็นต์ แล้วพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่งที่ศึกษานี้มีค่าต่ำกว่า อินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักแหล่งบรมไตรโลกนารถ 21 สูงกว่าส่วนอีก 2 แหล่งจะต่ำกว่า อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน/ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่งมีค่าต่ำกว่า ธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักชุมชนแหล่งเทศบาลพิษณุโลก(บึงกอก) และชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 จะมีค่าสูงกว่า แต่ปุ๋ยหมักจากใบไม้ธรรมชาติมีค่าต่ำกว่า ฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากทั้ง 3 แหล่งจะต่ำกว่าแหล่งประชาอุทิศ โพแทสเซียม ปุ๋ยหมักแหล่งเทศบาลพิษณุโลก(บึงกอก) จะสูงกว่า แต่อีก 2 แหล่งจะต่ำกว่าแหล่งประชาอุทิศ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าธาตุอาหารในปุ๋ยหมักอาจมีความผันแปรได้มากตามการหมักแต่ละครั้ง และตามความแตกต่างของขยะที่นำมาใช้เป็นวัสดุ หากพิจารณาในภาพรวมของปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน 2 แหล่งที่ทำการศึกษาจะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีศักยภาพในการที่จะให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแก่พืชได้ ส่วนปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ นั้นมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

สำหรับปริมาณปรอททั้งหมดในปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง พบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) กับปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 และปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ มีปริมาณปรอททั้งหมดเท่ากับ 0.1302, 0.0634 และ 0.0316 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณปรอททั้งหมดที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมให้มีได้ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2544) และต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุดที่ยอมให้มีได้ของนานาประเทศและกลุ่มประชาคมยุโรป (1-5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ที่รวบรวมโดย ดาวรุ่ง สังข์ทอง(2539) และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปรอท ทั้งหมดในมูลฝอยชุมชนในเขตกรุงเทพฯ และเทศบาลเพชรบุรีที่มีปรอททั้งหมดเท่ากับ 2.18 และ 0.362 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ได้จากการรวบรวมรายงานการศึกษาต่างๆของ(สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ ,2545) จะเห็นว่าปริมาณปรอททั้งหมดในปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่งที่ทำการศึกษามีปริมาณต่ำกว่าทุกแหล่งที่กล่าวมา แสดงว่าปุ๋ยหมัก 3 แหล่งคือปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 และปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ มีการปนเปื้อนจากสารปรอทในระดับ

ต่ำมาก ซึ่งน่าจะมาจากองค์ประกอบของขยะซึ่งส่วนมากจะเป็นวัสดุเปียก ได้แก่ พืช ผัก ผลไม้ เศษอาหาร และใบไม้เป็นต้น แต่ก็อาจมีการปะปนของ ถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอด ฟลูออเรสเซนต์ สารเร่งปฏิกิริยาเคมี สารฆ่าราในการเกษตร และสีต่างๆ ได้บ้างจึงทำให้มีการตรวจพบปรอททั้งหมดปนเปื้อนในระดับดังกล่าวได้

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก

จากผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน 2 แหล่งกับปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ โดยมีพืชทดลอง 3 ชนิดได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดหัว และแตงกวา พบว่าผักทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกด้วยดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทั้ง 2 แหล่ง มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต(น้ำหนักแห้ง) สูงกว่าที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ ถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติจะพบว่าผักทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกด้วยดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทั้ง 2 แหล่ง มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต(น้ำหนักแห้ง) สูงกว่าที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $P \leq 0.05$ หากพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักจากแต่ละแหล่ง จะเห็นว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งบรมไตรโลกนารถ 21 ทำให้ผักคะน้า และผักกาดหัว มีการเจริญเติบโตโดยให้น้ำหนักแห้งได้มากที่สุด และปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) ทำให้แตงกวา มีการเจริญเติบโตโดยให้น้ำหนักแห้งได้มากที่สุด ส่วนปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติทำให้ผักทั้ง 3 ชนิด มีการเจริญเติบโตโดยให้น้ำหนักแห้งได้ต่ำที่สุด เนื่องจากวัสดุปลูกที่ใช้มูลฝอยชุมชนมีคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยหมักจากใบไม้ธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของสุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ (2545) ที่ได้ทดลองปลูกผัก ในวัสดุปลูกที่ต่างกัน 4 ชนิด คือดินเปล่า (ชุดอุตรดิตถ์) ดินผสมปุ๋ยหมักชุมชนแหล่งบรมไตรโลกนารถ ดินผสมปุ๋ยหมักจากชุมชนประชาอุทิศ และดินผสมปุ๋ยหมักจากเทศบาลลำพูน พบว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนประชาอุทิศสามารถทำให้พืชผักได้แก่ ผักคะน้า ผักกาดเขียว ผักกาดหัว และ แตงกวา มีการเจริญเติบโตโดยให้น้ำหนักแห้งได้มากที่สุด (มากกว่าแหล่งบรมไตรโลกนารถและแหล่งเทศบาลเมืองลำพูน) และน้ำหนักแห้งของผักคะน้า ผักกาดเขียว ผักกาดหัว แตงกวา ที่ปลูกในปุ๋ยหมักแหล่งเทศบาลลำพูนจะไม่แตกต่างทางสถิติจากการปลูกในดินเปล่า(ชุดอุตรดิตถ์) ในผักคะน้า ที่ปลูกในปุ๋ยหมักแหล่งประชาอุทิศจะดีที่สุดคือให้น้ำหนักแห้ง 2.595 กรัม/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแหล่งบรมไตรโลกนารถ (2.294 กรัม/ต้น) และในผักกาดหัว ที่ปลูกในปุ๋ยหมักแหล่งประชาอุทิศก็ดีที่สุดเช่นกันคือให้น้ำหนักแห้ง 4.415 กรัม/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแหล่งบรมไตรโลกนารถ (4.262 กรัม/ต้น) ส่วนในแตงกวา ที่ปลูกใน

ปุ๋ยหมักแหล่งประชาอุทิศดีที่สุดคือให้น้ำหนักแห้ง 3.401 กรัม/ต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$ กับแหล่งบรมไตรโลกนารถ (2.259 กรัม/ต้น) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และคณะ (2534) ที่พบว่าผลผลิตของข้าวโพดจากการใส่ปุ๋ยหมัก 2-6 ตัน/ไร่ มีผลทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ramachandran และD' Sovza (1998) ที่ทำการปลูกข้าวโพดโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราได้แก่ 56, 112, 224, และ 448 เมตริกตัน/เฮกแตร์มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของพืชเพิ่มขึ้นเป็น 4.91, 5.08, 6.13, 5.24 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าดินไม่ใส่ปุ๋ยหมัก คือมีน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเท่ากับ 3.34 กรัม จากการทดลองสรุปได้ว่าการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของดินและปุ๋ยหมักเป็นสำคัญ เมื่อปลูกพืชทดลองในวัสดุปลูกที่ไม่เหมาะสม พืชไม่สามารถจะเจริญเติบโตได้ดีนักและให้ผลผลิตต่ำ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนสามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

4. การศึกษาปริมาณปรอทในพืชผักในช่วงอายุต่าง ๆ

เมื่อนำมูลฝอยที่ปนเปื้อนด้วยสารอันตรายและโลหะหนักต่างๆ มาเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นปุ๋ยหมักก็จะทำให้ปุ๋ยหมักที่มีสารอันตรายและโลหะหนักปนอยู่ในระดับหนึ่ง และเมื่อนำปุ๋ยหมักดังกล่าวไปใช้ในการเกษตรก็จะส่งผลให้เกิดการสะสมโลหะหนักในดิน ในที่สุดก็ถูกสะสมอยู่ในพืช และเกิดการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร ส่งผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จากผลการทดลองหาปริมาณปรอททั้งหมดในผักคะน้า ผักกาดหัว และแตงกวาที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) ซึ่งเป็นแหล่งที่มีปริมาณปรอทสูงที่สุดในบรรดา 3 แหล่งที่ช่วงอายุ 8, 32 และ 56 วัน พบว่าที่อายุ 8 วันหลังการงอก ในผักคะน้า และแตงกวา จะมีปริมาณปรอททั้งหมดเท่ากับ 0.004, 0.003 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในผักกาดหัว ไม่พบปรอท หรือมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ (ขีดจำกัดการวัด 0.002 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และที่อายุ 32 วันหลังการงอกพบปรอททั้งหมดในผักกาดหัว เท่ากับ 0.007 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แต่ไม่พบในผักคะน้าและแตงกวา ส่วนในช่วงอายุ 56 วันหลังการงอกจะไม่พบปรอททั้งหมดในผักทั้ง 3 ชนิด หรือมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ (ขีดจำกัดการวัด 0.002 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ Allaway(1968) รายงานไว้ว่าปริมาณปรอทที่พบในพืชบางชนิดเท่ากับ 0.015 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา(2545) ที่ว่าปรอทในพืชทั่วไปมีปริมาณต่ำ โดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.010 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สอดคล้องกับ อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ (2537) รายงานว่ากรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ตรวจหา

การปนเปื้อนปรอทของอาหารไทยระหว่าง พ.ศ. 2530-2534 พบว่า พืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ สัตว์น้ำ และอาหารอื่นๆ มีความเข้มข้นของปรอทอยู่เฉลี่ย 0.005, 0.003, 0.006, 0.040 และ 0.012 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แล้วจะเห็นว่าปริมาณปรอทในพืชทดลองอยู่ในเกณฑ์ปกติที่พืชอาจมีได้ เนื่องจากในการทดลองนี้วัสดุปลูกเป็นดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) มีปริมาณปรอททั้งหมดอยู่เพียง 0.0804 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งถือว่าต่ำมาก และมีค่าพีเอช เป็นกลางมีอินทรียวัตถุ และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงซึ่งจะทำให้วัสดุปลูกยึดปรอทไว้ได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับที่ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา(2545) ที่ว่าการตรึงปรอทในดินขึ้นกับปริมาณอินทรียวัตถุ และ C.E.C.ของดิน และ Davis(1984) รายงานว่าโลหะหนักชนิดที่เคลื่อนย้ายได้น้อยหรือไม่เคลื่อนย้ายเลยได้แก่ ตะกั่ว ปรอท และโครเมียม ดังนั้นวัสดุปลูกที่ทดลองอาจจะดูดยึดปรอทไว้ทั้งหมด

การที่ผักคะน้า และแตงกวา พบปรอททั้งหมดในช่วงอายุ 8 วันแล้วหายไปในช่วงอายุ 32, 56 วัน และในผักกาดหัว พบปรอททั้งหมดในช่วงอายุ 32 วัน แล้วหายไปในช่วงอายุ 56 วัน นั้น อาจเป็นเพราะผักกาดหัว มีการดึงดูดปรอทโดยวิธีแลกเปลี่ยนอิออน(ion exchange) หรือวิธีการคายน้ำ กลไกเกิดในขณะที่พืชดูดน้ำเพื่อทดแทนการคายน้ำ เมื่ออัตราการดูดอิออนเร็วเกินกว่าอัตราการคายน้ำทำให้เกิดภาวะ Concentration gradient อย่างกระทันหันที่บริเวณรากพืช โลหะหนักจึงเคลื่อนเข้าสู่พืชโดยวิธีการแพร่จากดินเข้าสู่ราก(Cutler and Rain, 1974) ส่วนการหายไปของปรอทในพืชทดลองอาจเกิดจากกระบวนการ Phytotransformation ซึ่งเป็นวิธีการสลายสารปนเปื้อนโดยพืชผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในพืช หรือ Phytovolatilization ซึ่งเป็นกระบวนการดึงดูดและการคายน้ำ(Transpiration) ของสารปนเปื้อนโดยพืช ซึ่งจะปลดปล่อยสารปนเปื้อนหรือเปลี่ยนแปลงรูปของสารปนเปื้อนออกไปในอากาศ (ประยงค์ ศรีไพรสนท์, 2548 อ้างอิงจาก EPA., 1999) สอดคล้องกับการรวบรวมรายงานการศึกษาของ Ericksen and Gustin (2004) ว่าต้นไม้เป็นทางให้ปรอทเคลื่อนย้ายจากดินสู่บรรยากาศ หรือดูดซับไอปรอทจากบรรยากาศเพื่อรักษาสมดุล โดยที่ใบไม้จะมีการเคลื่อนไหวของปรอทเป็น 2 ทิศทางโดยขึ้นกับความเข้มข้นของปรอทในบรรยากาศ และจากการทดลองปลูกพืชในดินที่เติมปรอทลงไป จะทำให้การปล่อยปรอทจากใบไม้สู่บรรยากาศเพิ่มขึ้นโดยมีปัจจัยควบคุมการเคลื่อนไหวของปรอทจากพืช คือ อุณหภูมิ แสงสว่าง และดัชนีพื้นที่ใบ(พื้นที่ใบ/พื้นที่ดิน)

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะพบปรอททั้งหมดในพืชทดลองในบางช่วงอายุแต่ก็เป็นช่วงที่มนุษย์ไม่ได้รับประทานในช่วงนั้น และปริมาณที่พบก็ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ที่กำหนดว่าอาหารมีปรอทปนเปื้อนได้ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จึงถือได้ว่าผักทั้ง 3 ชนิดที่

ปลูกในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) นั้นปลอดภัยสามารถนำไปบริโภคได้ทุกช่วงอายุ อย่างปลอดภัยจากสารปรอท

5. การศึกษาปริมาณปรอทในพืชผัก ที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน

จากผลการทดลองปลูกผักคะน้า ผักกาดหัว และแตงกวา ในดินผสมปุ๋ยหมักจาก 3 แหล่ง ได้แก่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก (บึงกอก) แหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 และปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ แล้วตรวจหาปริมาณปรอททั้งหมดในส่วนของผัก ทั้งส่วนที่มนุษย์ใช้บริโภค และส่วนที่มนุษย์ไม่ใช้บริโภค ไม่พบปรอททั้งหมดเลย อาจเป็นไปได้ว่าพืชทดลองมีกระบวนการ Phytotransformation ซึ่งเป็นวิธีการสลายสารปนเปื้อนโดยพืชผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในพืช หรือ Phytovolatilization ซึ่งเป็นกระบวนการดึงดูดและการคายน้ำ(Transpiration) ของสารปนเปื้อนโดยพืช ซึ่งจะปลดปล่อยสารปนเปื้อนหรือเปลี่ยนแปลงรูปของสารปนเปื้อนออกไปในอากาศ (ประยงค์ ศรีไพรสนท์, 2548 อ้างอิงจาก EPA., 1999) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ที่กำหนดว่าอาหารมีปรอทปนเปื้อนได้ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม นั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณปรอททั้งหมด ในทุกส่วนของผักทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวมาก จึงถือได้ว่าผักทั้ง 3 ชนิดทั้งส่วนที่มนุษย์ใช้บริโภค และส่วนที่มนุษย์ไม่ใช้บริโภค ที่ปลูกในปุ๋ยหมักจากทั้ง 3 แหล่ง สามารถนำไปบริโภคได้อย่างปลอดภัยจากสารปรอท

เมื่อเปรียบเทียบกับสุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ (2545) ที่ได้ศึกษาการสะสมตะกั่วและแคดเมียมในพืช ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งบรมไตรโลกนารถ ชุมชนประชาอุทิศ และเทศบาลเมืองลำพูนที่พบว่า ผักคะน้ามีการสะสมตะกั่วในลำต้นสูงกว่าค่ามาตรฐาน ในรากและในใบมีการสะสมตะกั่วและแคดเมียมต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ผักกาดหัวมีการสะสมตะกั่วและแคดเมียมในราก(หัว) และใบในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และแตงกวาไม่พบการสะสมตะกั่วในรากและผล แต่มีการสะสมแคดเมียมในผลซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งเขาสรุปว่าการบริโภคผักคะน้า ผักกาดหัว และแตงกวาที่ปลูกในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนดังกล่าว จะปลอดภัยจากสารตะกั่วและแคดเมียมด้วย และจากการศึกษาปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมในผลกับส่วนของรากลำต้น และในต้นมะเขือเทศจากการใช้ดินและสารปรับปรุงคุณภาพดิน 5 ชนิด ได้แก่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ดินธรรมดา ดินสีดา ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนผสมกับกากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสีย และปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนผสมกับดินสีดา โดยธเรศ ศรีสถิตย์(2540) พบว่า ในผลมะเขือเทศพบตะกั่วเท่ากับ 1,490-2,770 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียมเท่ากับ 0.070-0.160 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในส่วนราก ลำต้น และใบของต้นมะเขือเทศพบตะกั่วเท่ากับ 5.570-12.570 มิลลิกรัม/

กิโลกรัม แคดเมียมเท่ากับ 0.290-0.970 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณตะกั่วมากที่สุดในราก ลำต้น ใบของมะเขือเทศที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเท่ากับ 12.570 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียมมีปริมาณมากที่สุดในราก ลำต้น ใบของมะเขือเทศที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเท่ากับ 0.970 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงว่าการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทำให้พืชมีความเสี่ยง ต่อการสะสมโลหะหนักในพืชได้ ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับกระบวนการผลิตและองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก และจากการศึกษาของสุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ (2545)พบว่าปริมาณการสะสมโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีค่าต่ำกว่าพืชที่ปลูกในดินที่มีการเติม โลหะหนักทั้งนี้เนื่องมาจากปุ๋ยหมักมีบทบาทในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินซึ่งเมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541 หน้า 494) ซึ่งมีประจุเป็นลบเช่นเดียวกับอนุภาคของดินเหนียว จึงทำให้ธาตุตะกั่วและแคดเมียมซึ่งมีประจุเป็นบวกถูกดูดซับไว้ได้ นอกจากเหตุผลดังกล่าวยังพบว่าปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติทำให้ค่าพีเอชของดินเพิ่มขึ้น จึงช่วยลดความเป็นกรดในดิน ทำให้การละลายได้ของ โลหะหนักลดลง จึงทำให้ตะกั่วและแคดเมียมในพืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีค่าต่ำ ซึ่งเหตุผลดังกล่าวนี้น่าช่วยจะอธิบายกรณีของปรอทในพืชจากการทดลองนี้ได้ด้วย

6. แนวทางการนำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไปใช้ประโยชน์

จากผลการทดลองปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก (บึงกอก) และแหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 มีปริมาณปรอททั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจึงมีความปลอดภัยในการนำไปใช้ปลูกพืชผักทุกชนิด จึงควรสนับสนุนให้ภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไปได้ทำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนกันอย่างแพร่หลายเพื่อใช้ในการเกษตร แต่สิ่งหนึ่งที่ควรปฏิบัติก่อนจะนำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไปใช้ประโยชน์ควรมีการสุ่มตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี และปริมาณโลหะหนักที่เป็นพิษต่างๆ ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งถ้าพบว่ามีปริมาณโลหะหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ก็ควรนำไปปลูกพืชผัก ผลไม้ ที่ใช้บริโภค **แต่ถ้าพบว่ามีปริมาณโลหะหนักสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่จะยอมรับได้ก็อาจพิจารณานำไปปลูกไม้ดอกไม้ประดับ หรือไม้ยืนต้นอื่นๆ ที่มนุษย์ไม่ได้ใช้บริโภคต่อไป**

สรุปผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของดินชุดโพนพิสัยที่ศึกษา เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.0 มีปริมาณอินทรียวัตถุ (O.M.) ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) เท่ากับ 0.37, 0.047, 0.002 และ 0.004 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) เท่ากับ 18.0 me/100 g ซึ่งถือว่ามีสภาพเป็นกรดจัด และมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง

2. ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก (บึงกอก) แหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 และปุ๋ยหมักที่ทำจากใบไม้ธรรมชาติ สามารถนำมาปลูกผักได้ และมีปริมาณปรอททั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกลุ่มประเทศประชาคมยุโรป

3. พืชผักมีการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อใส่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน จึงสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับพืชได้ เนื่องจากมี ธาตุอาหารสูง โดยปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งบรมไตรโลกนารถ 21 ทำให้ผักคะน้า และผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด และปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก(บึงกอก) ทำให้แตงกวามีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด

4. ปริมาณปรอทในพืชผักที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแหล่งเทศบาลนครพิษณุโลก (บึงกอก) และแหล่งชุมชนบรมไตรโลกนารถ 21 มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้

5. ผักคะน้า ผักกาดหัว และแตงกวา ที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนสามารถนำมาบริโภคได้ทุกส่วน ทุกช่วงอายุ อย่างปลอดภัยจากสารปรอท

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมการใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนในอัตราส่วนอื่นๆ เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการเลือกอัตราส่วนของดินและปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่เหมาะสม

2. ควรมีการสุ่มตรวจสอบคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก และการสะสมโลหะหนักชนิดต่างๆ ในปุ๋ยหมักชุมชนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ทราบ และวางแผนการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักอย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก และการสะสมโลหะหนักในปุ๋ยหมักแหล่งอื่นๆ เพื่อเป็นการวางแผนก่อนการนำไปใช้ประโยชน์