

คำนำ

ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีสภาพเป็นกรด เนื่องจากการชะล้างพวกแร่ธาตุอาหารที่เป็นค่า (basic cation) เช่น Ca, Mg ออกไปจากดิน เหลือ Al, H เป็นจำนวนมากในดิน (วิทยา, 2532) ประกอบกับภูมิภาคนี้มีอากาศร้อน ฝนตกชุกในฤดูฝน จึงช่วยส่งเสริมให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวได้ง่าย (ธวัชชัย และ คำรี, 2531) ดินในภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินใน Great Group Paleustults ซึ่งเป็นดินที่พบในที่ดอน มีลักษณะการชะล้างอนุภาคดินเหนียวตอนบนลงไปสะสมอยู่ในดินชั้นล่าง ได้แก่ ดินชุดโคราช ชุควาริน ชุคยโสธร ซึ่งเป็นดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ลักษณะดินเป็นทราย มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1.8% (ชาลี, 2526) นอกจากนี้ยังเป็นดินค่อนข้างหยาบ มีความหนาแน่นรวม (มวลของดินแห้ง/1 หน่วยปริมาตรรวมของดินนั้น) สูง

การใส่ปุ๋ยคอกนับเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารให้แก่ดิน Magdoff and Amadon (1980) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ O.M., pH, P, K และ Ca ในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยคอกจะช่วยรักษาระดับของอินทรีย์วัตถุให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด นอกจากนี้ เกรียงไกร และคณะ (2524) รายงานว่า ปุ๋ยคอกช่วยให้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินดีขึ้นด้วย แต่การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้ได้ธาตุอาหารไม่แน่นอน เนื่องจากอาจจะได้จากสัตว์ต่างชนิดกัน ต่างอายุ และสัตว์ได้รับอาหารต่างกัน ปุ๋ยคอกยังส่งกลิ่นเหม็นเมื่อยังขึ้นอยู่ ไม่สะดวกในการขนย้าย ถ้าเป็นดินทรายหรือดินเหนียวหากจะให้ได้ผลผลิตก็ต้องใช้ปุ๋ยคอกอัตราสูง 3 หรือ 4 ตัน/ไร่ ขึ้นไป (สันติภาพ, 2527) และปุ๋ยคอกที่เกษตรกรใช้ส่วนใหญ่ได้มาจากมูลโค มูลกระบือ ที่ใช้ฟางข้าวแห้ง (C/N ratio ประมาณ 80:1) เลี้ยงเป็นปริมาณมาก ทำให้ได้ปุ๋ยคอกที่มี C/N ratio กว้าง การปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติจะใช้เวลานานราว 3 เดือน ซึ่งอาจจะทำให้ธาตุอาหารบางอย่าง เช่น ไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียระเหยหรือละลายน้ำไปได้ ดังนั้นการนำเอามูลสัตว์เหล่านี้ไปทำปุ๋ยคอก ควรจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วย (อภิศักดิ์, 2527)

Xie และ Mackenzie (1986) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 240 กก.N/เฮกตาร์ และปุ๋ยยูเรียในอัตราเดียวกัน ทำให้น้ำหนักแห้งลำต้นข้าวโพดและปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนเพิ่มขึ้น หวัง และคณะ (2531) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัว) อัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 0, 10 และ 20 กก.N/ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นทุกฤดูปลูก 3 ปีติดต่อกัน สันติภาพ และคณะ (2532) รายงานว่า ปุ๋ยคอกช่วยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดสูงกว่าการใส่สารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากปุ๋ยคอกมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เช่น N และ K สูง นอกจากนี้ยังทำให้ค่า CEC ของดินสูงขึ้น ซึ่งช่วยให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้แก่พืชสูงตามไปด้วย สุรศักดิ์ และ บัณฑิตา (2532) ได้ทดลองการใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ (ใบยูคาลิปตัส ใบกระถินแดงคั่ว ใบถั่วลิสง มูลวัว มูลหมู และมูลไก่) และปุ๋ยเคมี ลงในดินชุดยโสธรในเรือนทดลอง แล้วปลูกข้าวโพด พบว่าปุ๋ยมูลสัตว์ โดยเฉพาะมูลไก่ ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงสุด และทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น ส่วนมูลวัวจะให้ P ค่าสุดเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่นๆ

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยในโตรเจนหรือปุ๋ยคอก ต่อคุณสมบัติของดิน องค์ประกอบแร่ธาตุอาหาร และผลผลิตของข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนร่วมกับปุ๋ยคอก จะมีผลต่อคุณสมบัติของดินและผลผลิตของข้าวโพดอย่างไร
3. เพื่อต้องการศึกษาว่าการใช้ปุ๋ยในโตรเจนร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตราใดจึงจะเหมาะสม และทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดสูงสุด

การตรวจเอกสาร

I. ความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพด

1) ความต้องการไนโตรเจน

ผลการศึกษาจากอดีตที่ผ่านมา พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเป็นอย่างมาก หริง และคณะ (2515) ได้ทดลองปลูกข้าวโพดในดินร่วนปนทราย ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 18, 36 กก./ไร่ พบว่าความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้น โดยวัดความสูงข้าวโพดได้สูงสุด 207.7 ซม. เมื่ออายุ 45 วัน เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 36 กก./ไร่ มาณี และ ไพบูลย์ (2517) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวโพดในอัตรา 0, 8, 16, 24 และ 32 กก./ไร่ พบว่าผลผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจน สอดคล้องกับงานทดลองของ มงคล และคณะ (2517) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวโพดในอัตรา 0, 9, 18, 27, 36, 45 และ 54 กก./ไร่ พบว่าผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้น เช่น เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 27 กก./ไร่ ได้น้ำหนักเมล็ด 505 กก./ไร่ และได้น้ำหนักเมล็ดเป็น 520 กก./ไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 36 กก./ไร่ ต่อมา คาริ และคณะ (2519) ได้ทดลองปลูกข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ที่สถานีพืชไร่อุทุมพร โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 6, 12, 18, 36 กก./ไร่ พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเมล็ดข้าวโพด กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลยจะได้ผลผลิตเพียง 457 กก./ไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 18 กก./ไร่ ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุดถึง 922 กก./ไร่

อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวโพด ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน พรหมทิพย์ และคณะ (2518) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0-6 กก./ไร่ เท่านั้นที่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ คาริ และคณะ (2519) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 18 กก./ไร่ เหมาะสมที่สุดสำหรับข้าวโพด ในขณะที่ กรมวิชาการเกษตร (2522) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับ

ข้าวโพดควรใช้ $N:P:K = 6:6:3$ กก./ไร่ นอกจากรับ Rendig และ Broadbent (1979) พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 0, 14, 28, 56 กก./ไร่ ทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น

สำหรับชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่พบว่ามีการใช้กันหลายชนิด เช่น สุ่วัตถุ, ลัดดา และ พรพรม (2520) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ เช่น ยูเรีย แอมโมเนียมไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยกำมะถัน (sulfure-coated urea) ล้วนแต่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยกำมะถัน ทำให้ผลผลิตสูงสุด เนื่องจากปลดปล่อยไนโตรเจนช้าที่ละน้อยๆ ข้าวโพดนำไปใช้ได้เต็มที่ ในขณะที่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่นมักจะมีการสูญเสียไนโตรเจนในรูป NH_3 ไปบางส่วนก่อนที่จะ ข้าวโพดจะดูดไปใช้ และ ประดิษฐ์ และคณะ (2520) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ ข้าวโพดในอัตราสูงเพียงอย่างเดียวทำให้ผลผลิตลดลง ถ้าใส่ฟอสฟอรัสรวมด้วยจะทำให้ ผลผลิตสูงขึ้น ต่อมา ปกรณ์ และคณะ (2526) รายงานว่า ข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยยูเรียซึ่งมี ธาตุไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิตเท่ากับข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ซึ่งมี ธาตุอาหารหลักครบ ในปีถัดมา วิทยา และคณะ (2527) ได้ศึกษาพบว่า ข้าวโพดมีการ ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนมากที่สุด โดยปุ๋ยไนโตรเจน 1 กก./N สามารถเพิ่มผลผลิต ข้าวโพดได้ถึง 24 กก. ในขณะที่ปุ๋ยฟอสเฟต 1 กก./ P_2O_5 จะเพิ่มผลผลิตได้ 13 กก. และปุ๋ยโปแตส 1 กก. K_2O จะเพิ่มผลผลิตได้เพียง 12 กก. เท่านั้น ซึ่งสอดคล้อง กับ หรั่ง และคณะ (2529) พบว่า ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนมากที่สุดในการ ธาตุอาหารหลักด้วยกัน โดยผลผลิตจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่ใส่

วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวโพดก็มีการศึกษาค้นคว้ากันอยู่หลายวิธี สัมฤทธิ์ และคณะ (2516) รายงานว่า การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง ในอัตรา 1:2 ใส่ใน ตอนเตรียมดินก่อนปลูก และเมื่อข้าวโพดมีอายุ 30 วัน ได้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าที่ใส่ ไนโตรเจนครั้งเดียวในตอนเตรียมดินก่อนปลูก ต่อมา พรหมทิพย์ และคณะ (2518) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งเดียวทั้งหมวกก่อนปลูก หรือแบ่งใส่ 2 ครั้ง ก็ไม่ทำให้ผลผลิต ข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะเดียวกัน อำนาจ และคณะ (2518) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียแบบหว่าน จะทำให้น้ำหนักตอชั่งข้าวโพดสูงกว่าการใส่

แบบโรยเป็นแถบ ต่อมา กรมวิชาการเกษตร (2520) ได้แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดในฤดูฝน ปุ๋ยไนโตรเจนควรใส่โดยการแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ก่อนปลูก และเมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วัน ฟอสเฟตและปุ๋ยเชิงผสมให้ใส่ครั้งเดียวทั้งหมดก่อนปลูก โดยวิธีรองกันหลุมจึงจะได้ผลผลิตสูงสุด Klausner และ Guest (1981) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยวิธีใส่บนผิวดิน(top-dressing) และฝังในดิน(injecting) ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ และ กฤษฎา (2528) ได้ศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดโดยวิธีหว่าน และตามแนวปลูกให้มีระดับลึกลงไปในดิน ก็ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน แต่ Suwanarit (1987) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวโพดแบบเป็นแถวลึกลงในดิน (banding) ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่แบบหว่าน(broad-casting) ต่อมา กรมส่งเสริมการเกษตร (2533) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยแก่ข้าวโพดควรจะให้ประมาณ 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองกันหลุมก่อนหยอดเมล็ด ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยหลังปลูกได้ 15 วัน โดยโรยข้างแถวปลูกห่างโคนต้น 1 คืบ ครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หลุมละ 1 ช้อนแกง หลังข้าวโพดงอกแล้ว 20-30 วัน โดยโรยข้างแถวแล้วกลบ

2) ความต้องการธาตุอาหารชนิดอื่น

แม้ว่าข้าวโพดจะมีความต้องการธาตุไนโตรเจนสูง แต่ธาตุอื่นก็มีความจำเป็นสำหรับข้าวโพดเช่นกัน สามีนา และคณะ (2527) รายงานว่า ข้าวโพดจะดูดใช้ P, K และ S มากที่สุดในช่วง 15 วันแรก หลังจากนั้นจะค่อยาลดลง ส่วน Ca, Mg จะดูดใช้เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเจริญเติบโต และจะค่อยาลดลงในระยะเก็บเกี่ยว ในกรณีของ Fe, Mn, Zn จะดูดใช้มากใน 15 วันแรก และระยะเก็บเกี่ยวจะมีการสะสมของธาตุทั้ง 3 นี้ อยู่สูง ต่อมา กฤษฎา (2528) รายงานว่า ข้าวโพดจะไวต่อการขาดธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังกะสีและโบรอน สำหรับในเขตร้อนสภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเสื่อมโทรม (weathered soil) พวกธาตุอาหารจำเป็นบางตัวอาจขาดแคลน เช่น ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม แมงกานีส และเหล็ก ซึ่งจะทำให้ผลผลิตของข้าวโพดอยู่ในระดับที่ไม่คุ้มทุน ส่วนความต้องการฟอสฟอรัสและโบรอนของข้าวโพดนั้น หวัง และคณะ (2529) พบว่า ข้าวโพดมีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตน้อยกว่าปุ๋ยไนโตรเจน

กล่าวคือ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 กก./ไร่ จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ประมาณ 26 กก. ในขณะที่ใส่ P_2O_5 1 กก. จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้เพียง 12 กก. สำหรับการตอบสนองต่อปุ๋ยโปแตสเซียม พบว่าการตอบสนองต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากดินเหนียวสีแดงมี K อยู่ในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของข้าวโพดนั่นเอง

II. อิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อคุณสมบัติทางประการของดิน

1) คุณสมบัติทางชีวะของดิน

ปุ๋ยคอกที่ใส่ลงไปในดินนับเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ Alexander (1961) รายงานว่า ปุ๋ยคอกที่ใส่ลงไปในดินนั้นจะช่วยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในการย่อยสลายให้มากขึ้น และยังช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อดินและพืชอีกด้วย อีก 6 ปีต่อมา Alexander (1967) ได้ศึกษารายละเอียดเพิ่มขึ้น พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยคอกลงไปในดินเป็นเวลา 117 วัน จุลินทรีย์ในดินจะเพิ่มขึ้นมากในบริเวณรากพืช (Rhizosphere) ประชากรของแบคทีเรีย รา จะเพิ่มประมาณ 3 เท่าเมื่อเทียบกับก่อนการใส่ปุ๋ยคอก สำหรับประมาณ 2 เท่า โปรโตซัวประมาณ 6 เท่า จุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นนี้จะช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ และปลดปล่อยแร่ธาตุอาหารให้แก่พืชเพิ่มขึ้น

2) คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

การใส่ปุ๋ยคอกลงในดินทำให้รวมโปร่ง ตลอดจนคุณสมบัติอื่น ๆ ขึ้นด้วย Guttay, Cook และ Erickson (1956) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกแก่ดินทำให้ water-stable aggregate เพิ่มขึ้น ต่อมา Salter และคณะ (1967) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอก (Farmyard manure) ในอัตรา 8 ตัน/ไร่ ติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี ทำให้ความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินบริเวณที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอก Hafez (1974) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกในดินเหนียวและดินทราย แล้ววัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยวิธี pressure plate ที่ความดัน $1/3$ บาร์ พบว่า water holding capacity (W.H.C.) ของดินทั้งสองเพิ่มขึ้น และในปีเดียวกันนี้ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ ในดินร่วมปนทราย พบว่า ทำให้ water-stable aggregate ของดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-0.25 มิลลิเมตร

เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับกับ Tiarks, Mazurak และ Chesnin (1974) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 90, 180 และ 360 ตัน/เอเคอร์/ปี แล้วทำการไถกลบ พบว่าทำให้ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ลดลง และยังทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลของ water-stable aggregate ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.08 มิลลิเมตร เป็น 0.8 มิลลิเมตร สอดคล้องกับ Sanchez (1976) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยให้กับดินนอกจากจะทำให้ water-stable aggregate เพิ่มขึ้นแล้ว ยังช่วยเพิ่มความเปราะบางของน้ำในดินอีกด้วย Mazurak, Chesnin และ Anir Thijeel (1977) รายงานว่า เมื่อใส่ปุ๋ยคอกในอัตราที่เพิ่มขึ้นให้แก่ดิน ทำให้เปอร์เซ็นต์ water-stable aggregate ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.5 μm เพิ่มขึ้น ในขณะที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเม็ดดินเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เนื่องจากว่าการใส่ปุ๋ยคอกลงไปในดินจะถูกย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ในดินจะได้ผลิตภัณฑ์ที่จะทำหน้าที่คล้ายสารเชื่อม (cementing agent) เกิดเป็นเม็ดดินเพิ่มขึ้น ต่อมา เกรียงไกร และคณะ (2524) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกในดินชุดโคราชทำให้ขนาดเม็ดดิน (Aggregate size) ความจุความชื้นของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น Pagliai และคณะ (1981) พบว่า ปุ๋ยคอกมีส่วนช่วยให้ water-stable aggregate ของดินเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Sewage Sludge John และ Mathers (1985) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ water holding capacity, การซึมซับน้ำของดิน (permeability) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Sommerfeldt และ Chang (1985) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกให้แก่ดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่าเม็ดดิน (Soil aggregate) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสมมูลย์เล็กกว่า 1 มิลลิเมตรมีจำนวนลดลง และเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตรมีปริมาณเพิ่มขึ้น

3) คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดิน

3.1 pH

Vitosh, Davis และ Knezek (1973) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกในอัตราสูงชันร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งอาจเป็นสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณธาตุประจุบวกที่เป็นด่าง (Basic cation) ในปุ๋ยคอกที่เพิ่มให้แก่ดิน จากการวิเคราะห์พบว่า

ธาตุประจุบวกที่เป็นค่าในดินที่ใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี มีปริมาณสูงกว่าในดินที่ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และแตกต่างกันในทางสถิติ สอดคล้องกับ วณิชย์ และคณะ (2523) พบว่า หลังจากการใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 5 ตัน/ไร่ ในดินชุดโคราช ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยคอก ซึ่งสอดคล้องกับ Lund และ Doss (1980) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอก (Dairy manure) ทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้น เช่นเดียวกับ สุรศักดิ์ และ บัทยา (2532) ซึ่งได้ศึกษาทดลองโดยใช้วัสดุอินทรีย์ต่างๆ (มูลวัว มูลไก่ ใบถั่วลิสง ใบกระถินณรงค์ และใบยูคาลิปตัส) และปุ๋ยเคมี ในดินชุดยโสธร พบว่าวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ทำให้ pH ของดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ Control และใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยให้เหตุผลว่าที่ pH สูงขึ้นเนื่องจากวัสดุอินทรีย์เหล่านั้นมี Exchangeable base อยู่สูง และ pH ของวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวมีค่าสูง ซึ่งก็ได้ผลเช่นเดียวกันกับ Vityakon, Seripong และ Kongchum (1988) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกในดินชุดร้อยเอ็ดในอัตราที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้น โดยให้เหตุผลว่าปุ๋ยคอกมี pH เท่ากับ 8.80 และมีปริมาณของ Exchangeable base อยู่สูง

3.2 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)

Kanwar และ Prihar (1962) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกในดินร่วนปนซัลด์ และดินร่วนทราย อัตรา 10 ตัน/เฮกตาร์/ปี ทำให้อินทรีย์คาร์บอนและความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากปุ๋ยคอกที่ใส่ทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้น เช่นเดียวกับ Helyar และ Anderson (1974); Smyth และ Sanchez (1980) พบว่า ดินที่มีประจุอยู่ในรูป dependent charge (ประจุแปรผัน) เมื่อ pH ของดินเพิ่มขึ้นทำให้ประจุบวกของดินลดลง จากการรวมตัวของอนุมูลและเหล็กกับอนุมูลไฮดรอกซิล(OH⁻) และในขณะเดียวกันประจุลบของดินก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อวัดจากผลรวมของประจุบวก (Effective CEC) ต่อมา Adams (1981) ให้เหตุผลว่า เมื่อ pH ของดินเพิ่มขึ้นแล้ว จะทำให้ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรกไฮโดรเจนไอออนจาก Organic ligands เช่น อนุมูลคาร์บอกซิล(COOH⁻)

จะแตกตัวเพิ่มขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้น จึงทำให้ประจุลบของดินเพิ่มขึ้น ประการที่สองประจุบวกของอลูมิเนียมและเหล็กไฮดรอกไซด์ (Al and Fe hydroxide) จะลดลงเมื่อ pH ของดินเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประจุลบที่ผิวของแร่ดินเหนียวเพิ่มขึ้น ยงยุทธ (2528) รายงานว่าปุ๋ยคอกซึ่งถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารต่าง ๆ ออกมาในรูปสารอินทรีย์เหลือสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน และมีความคงทน เรียกว่า ฮิวมัส (Humus) เป็นคอลลอยด์ที่มีบทบาทสำคัญมากที่จะทำให้ประจุลบปรากฏในดินมากขึ้น มีผลทำให้ค่า CEC ของดินเพิ่มขึ้น ต่อมา Kapland และ Ester (1985) ได้ทดลองแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่าง CEC กับอินทรีย์วัตถุ พบว่ามีสหสัมพันธ์กัน ($R^2 = 0.87$) เป็นเส้นตรง ($Y = 0.25 + 1.70x$) นอกจากนี้ วงศ์วีระ (2533) ได้ศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยคอกตั้งแต่ 2 ตัน/ไร่ขึ้นไป ในดินชุดโคราช มีผลทำให้ CEC ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 อลูมิเนียมในดิน

การลดความเป็นพิษของอลูมิเนียมในดินกรดวิธีหนึ่งทำได้โดยการใส่ปุ๋ยคอกให้แก่ดิน เนื่องจากเมื่อปุ๋ยคอกถูกย่อยสลายแล้วจะได้ active group เช่น Carboxylic group จะรวมตัวกับพวกเหล็กและอลูมิเนียมเกิดเป็นสารประกอบคีเลต(chelate) ทำให้ปริมาณของเหล็กและอลูมิเนียมในสารละลายดินลดลง (Kamprath, 1970; Olsen, Hensler and Attone, 1970; Kapland and Ester, 1985) นอกจากนี้ Mnkenie และ Mackenzie (1985) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอก (dairy manure) ในอัตรา 20 กรัม/กระถาง ทำให้ปริมาณของ Exchangeable Al ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากอลูมิเนียมในสารละลายดินทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่สลายตัวออกมาจากปุ๋ยคอกเกิดเป็น Al-organic acid complex (Hue, Craddock and Adams, 1986)

3.4 ฟอสฟอรัสในดิน

การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-P) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยคอก โดย Haas, Grunes และ Reichman (1961) ให้เหตุผลว่า เพราะปุ๋ยคอกมีองค์ประกอบของธาตุฟอสฟอรัสที่ทำให้แก่ดินได้โดยตรง Hannapel และคณะ (1964) และ Abbott และ Tucker (1973)

พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกทำให้การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ฟอสฟอรัสในดินเป็นประโยชน์มากขึ้น การใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น เพราะทั้งปุ๋ยคอกและซูเปอร์ฟอสเฟตมีส่วนทำให้ inositol pentaphosphate และ inositol hexaphosphate มีเพิ่มขึ้น (Oniani และคณะ, 1973) ใน ขณะที่ Vitosh, Davis และ Knezek (1973) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และการดูดซับฟอสฟอรัส(P-uptake) ของพืชมีปริมาณที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ Control ที่ได้รับเฉพาะปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยคอกเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่แก้พิษ จากผลการทดลองของ เกรียงไกร และคณะ (2524) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกในดินชุดโคราชในอัตรา 5 ตัน/ไร่ ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์ดินพบว่า แปลงที่ใส่ปุ๋ยคอกมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากแปลง Control ถึง 7.2 ppm P นอกจากนี้ Kuo และ Baker (1982) รายงานว่า การเพิ่มปุ๋ยคอกให้แก่ดินจะทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในระดับความลึกดินชั้นไทรพอน (0-30 ซม.) และเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว โดยที่ฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในส่วนของอินทรีย์วัตถุจะอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสฟอรัส ขณะเดียวกัน Meck, Graham และ Donovan (1982) พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยคอกให้แก่ดินจะมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น ต่อมา Laverdire และ de Kimpe (1984) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกในดิน Saint Mare (grayish white soil) หลังจากที่มีการปลูกพืชแล้วนำดินมาวิเคราะห์ พบว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินในแปลงซึ่งไม่ได้ใส่อะไรเลย นอกจากนี้ Sharpley และคณะ (1984) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัส (Inorganic-P) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(Available-P)ในดินเพิ่มขึ้น

III. อิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

โดยทั่วไปแล้วการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีในปัจจุบันนี้ไม่นิยมใช้เฉพาะปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเดี่ยวๆ อาจจะเป็นเพราะว่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น Hutchison และ Viets (1969); Elliott, Schuman และ Viets (1971) รายงานว่า

ปุ๋ยคอกมักจะมีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียที่ระเหยไป (NH_3 Volatilization) ในขณะที่ขี้เถ้าและขี้เถ้าที่ใส่อยู่บนผิวดิน Shortall และ Liebhard (1975) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอก(มูลไก่)ในปริมาณมากจะทำให้การงอกและผลผลิตของข้าวโพดลดลง ต่อมา สันติภาพ (2527) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยคอกมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น ขนถ่ายไม่สะดวก ปริมาณธาตุอาหารไม่แน่นอน ต้องใช้ในอัตราสูงจึงจะได้ผล ขณะเดียวกัน อภิศักดิ์ (2527) ได้ศึกษาพบว่า ปุ๋ยคอกที่เกษตรกรใช้ส่วนใหญ่ได้จากมูลโค-กระบือที่ใช้ฟางข้าวแห้งเลี้ยงเป็นปริมาณมาก ทำให้ได้ปุ๋ยคอกที่มี C/N ratio กว้าง เพราะฉะนั้นการนำปุ๋ยคอกไปใช้ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วยจึงจะทำให้การย่อยสลายดีขึ้น สอดคล้องกับ ประไพ และคณะ (2534) ซึ่งพบว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มี C/N ratio กว้าง จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนได้มากพอ เพื่อลดกระบวนการ Immobilization โดยเฉพาะในระยะแรกของการปลูก

การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวคิดต่อกันนานๆ จะทำให้ pH ของดินลดลง และทำให้ดินแน่นขึ้นด้วย (Kanwar, 1976) สมชาย (2531) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมไนเตรต แอมโมเนียมฟอสเฟต จะทำให้ดินมีคุณสมบัติเป็นกรดมากขึ้น Kimball และคณะ (1972) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนจะทำให้มีการสูญเสีย N ในรูป NO_3^- โดยการถูกชะล้างในปริมาณสูง และมากกว่าการใส่ปุ๋ยคอก และ Magdoff และ Amadon (1980) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวทำให้ pH, P, K, Ca และ Mg ในดินลดลง

จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาก็จะชี้ให้เห็นได้ชัดว่า การใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยไนโตรเจนเดียวนั้นอาจจะให้ผลทางลบมากกว่าทางบวก เพราะฉะนั้นการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนน่าจะเป็นผลดีกว่า Aiana และ Egalum (1980) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกมีผลทำให้การเจริญเติบโตของรากข้าวโพดเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณการดูดซับ N, P และ K จากการใส่ปุ๋ยเคมีได้เพิ่มขึ้น ขณะที่ Magdoff และ Amadon (1980) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 7 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนเตรต) อัตรา 35 กก./ไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงที่สุด เนื่องจากปุ๋ยคอกทำให้ O.M., pH, P, K และ Ca เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยคอกจะช่วยรักษาระดับอินทรีย์วัตถุให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด Klausner และ Guest (1981) รายงานว่า

การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ Control ส่วนวิธีการใส่ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน Xie และ Mackenzie (1986) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 240 กก.N/เฮกตาร์ และปุ๋ยยูเรียในอัตราเดียวกัน ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งปุ๋ยคอกและปุ๋ยยูเรียทำให้น้ำหนักแห้งลำต้น และปริมาณ N-uptake เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่เพิ่มขึ้น

หรั่ง และคณะ (2531) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอก(มูลวัว) อัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 10 และ 20 กก.N/ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นทุกฤดูปลูก 3 ปีติดต่อกัน ต่อมา สันติภาพ และคณะ (2532) รายงานว่า ปุ๋ยคอกช่วยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงกว่าการใส่สารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากปุ๋ยคอกมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เช่น N และ K สูง นอกจากนี้ยังช่วยให้ค่า CEC ของดินสูงขึ้น เป็นการช่วยให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้แก่พืชสูงตามไปด้วย ขณะเดียวกัน สุรศักดิ์ และ บัณฑิตา (2532) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกในดินชุดยโสธร และปลูกข้าวโพดตาม พบว่าน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและน้ำหนักแห้งของส่วนรากของข้าวโพดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ Control ทั้งนี้เนื่องจากว่าปุ๋ยคอกช่วยทำให้ pH ของดินสูงขึ้น และเพิ่มธาตุอาหาร N, P, K ที่เป็นประโยชน์ในดิน อำนวยศิลป์, สุรศักดิ์ และ สุวัฒน์ (2534) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 156.25 กก./เฮกตาร์ ร่วมกับปุ๋ยคอก(มูลวัว) อัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ Jokela (1992) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน(แอมโมเนียมไนเตรท) และปุ๋ยคอก ทำให้ผลผลิตและ N-uptake ของข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ