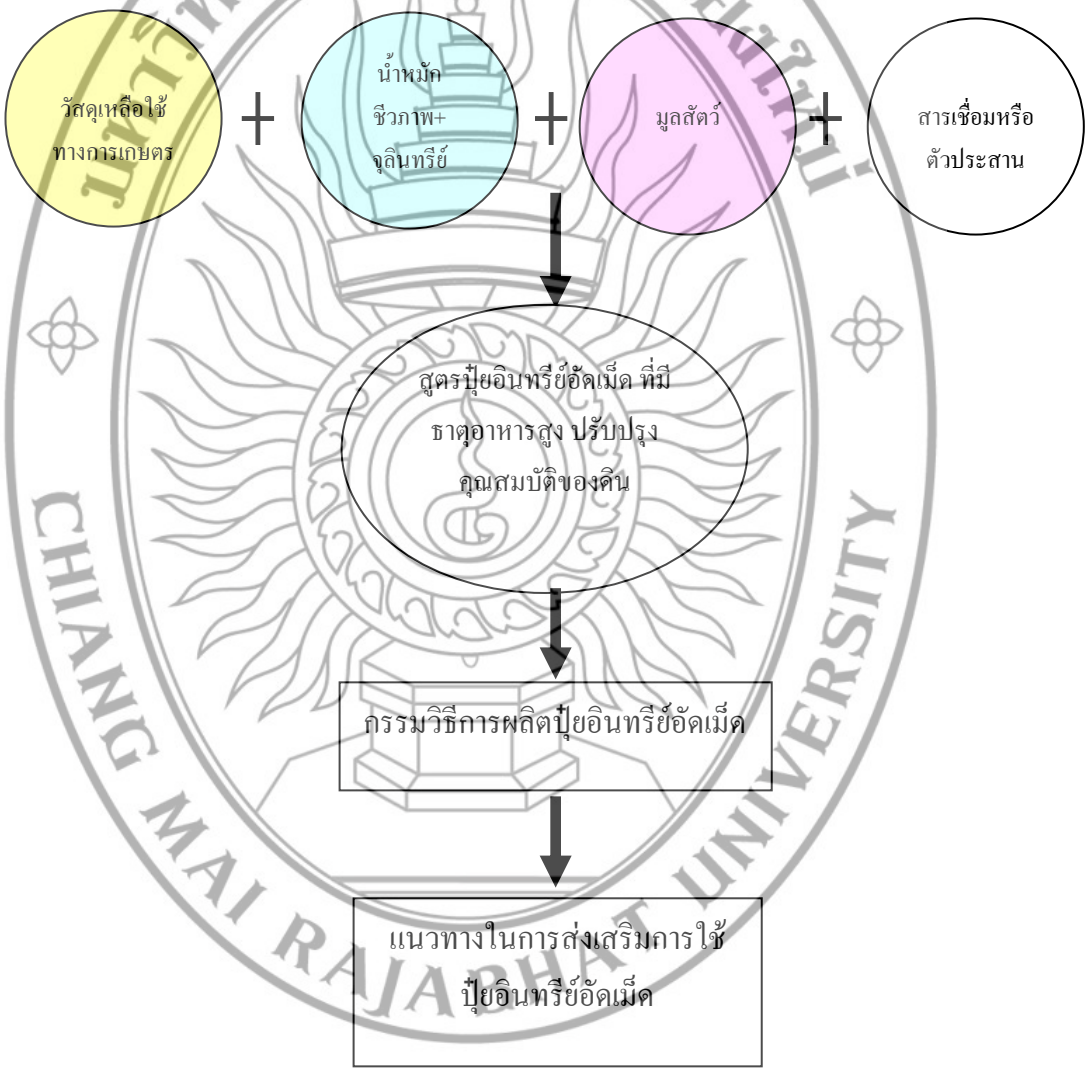
บทที่ 2

สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบคิดและฐานความคิดที่ใช้ในการวิจัย



1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

แหล่งที่มาของปุ๋ยมี 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ

1. แหล่งที่เป็นอินทรีย์สาร ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1.1 ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ เรียกว่าปุ๋ยคอก

1.2 ได้จากการกองสุมเศษพืช หรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่สามารถย่อยสลายตัวได้ แล้วหมักให้สลายตัวจนหมด เรียกว่าปุ๋ยหมัก

1.3. ได้จากการปลูกพืชบำรุงดินพวกพืชตระกูลถั่วและไถกลบหรือเศษพืชที่ถูกตัดหญ้าออกไปแล้วนำไปกลบไว้ที่เดิม เรียกว่า ปุ๋ยพืชสด

2. แหล่งที่เป็นอนินทรียสาร ซึ่งได้แก่ สารที่ผลิตหรือสังเคราะห์จากวัตถุดิบที่เป็นแร่และก๊าซโดยผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรมเคมี ให้เป็นสารประกอบทางเคมีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ เรียกว่า ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์ ได้แก่ ซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะ ต่างๆ จนไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว อินทรียวัตถุเมื่อย่อยสลายต่อไปขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส ฮิวมัส (humus) เป็นสารที่เสถียร มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง สามารถดูดซับน้ำได้ดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (ค่า C.E.C.) ไม่ว่าจะเป็นอินทรียวัตถุหรือสารฮิวมัส ต่างมีประโยชน์ต่อดินและพืช (เมธี, 2534) ในขณะเดียวกัน การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินในรูปอินทรีย์ต่างๆ นั้น นักวิชาการได้พยายามมายาวนาน โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ทำให้มีแรงกระตุ้นที่จะลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง และพยายามใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของอินทรียวัตถุผสมกับปุ๋ยเคมีให้มากขึ้น เพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มผลผลิตพืช (ไพบูลย์, 2531)

Brady (1974) กล่าวว่า ฮิวมัสมีความสำคัญมากต่อการผลิตพืช รวมไปถึงการดูดซับและการกักเก็บน้ำ การสำรองประจุบวก ความสามารถในการให้ N, P และ S ต่อการเจริญเติบโตของพืช การคงสภาพของโครงสร้างดินและความพอเพียงของการระบายอากาศ คุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุเป็นสำคัญ นอกจากนั้น Janzen (1991) กล่าวว่าอินทรียวัตถุในดินเป็นปัจจัยสำคัญที่จะก่อให้เกิดระบบยั่งยืน เพราะ อินทรียวัตถุไม่เพียงจะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่ดิน แต่ยังเป็นสารเชื่อมก่อให้เกิดการจับตัวของดินดีขึ้น ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการลดการชะล้างและรักษาระดับความชื้นของดินได้ โดยจะมีผลโดยตรงต่อผลผลิตพืช

การย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์

การย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์

เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินและปุ๋ยได้รับความชื้นที่เหมาะสมแล้ว สารต่างๆ ที่ละลายน้ำได้ในปุ๋ยจะถูกปลดปล่อยออกมาและถูกดูดกินโดยจุลินทรีย์หรือรากพืช ในขณะเดียวกันอินทรีย์สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กและง่ายต่อการละลายจะถูกทำให้ย่อยสลาย โดยน้ำย่อยของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่มีลักษณะโมเลกุลที่ค่อนข้างซับซ้อน ก็จะถูกย่อยสลายอย่างช้าๆ และบางส่วนของโมเลกุลที่ถูกย่อยสลายไปบ้างแล้ว แต่ยังมีลักษณะ aromatic ring ที่ซับซ้อนอยู่ อาจรวมตัวกับไอออนต่างๆ เกิดเป็นฮิวมัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มากขึ้น เนื่องจากมักจะเข้าทำปฏิกิริยากับแร่ดินเหนียวเกิดเป็น Humus – clay complex ส่วนสารประกอบอินทรีย์พวก aliphatic หรือ straight chain นั้น ส่วนใหญ่จะค่อยๆ ถูกย่อยสลายกลายเป็น CO_2 เข้าสู่บรรยากาศไปในที่สุด

การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยอินทรีย์

ในขณะที่อินทรีย สาร ต่างๆ ในปุ๋ยอินทรีย์กำลังถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์นั้น สารประกอบอินทรีย์รูปต่างๆ ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะเปลี่ยนแปลงย่อยสลายไปตามลำดับ และในที่สุดจะไปเป็นสารอนินทรีย์ซึ่งมีธาตุ Nและ P เช่น NH_4^+, NO_3^-, $H_2PO_4^-$ $HPO_4^=$ ซึ่งจุลินทรีย์และรากพืชดูดไปใช้ได้ ส่วนโพแทสเซียมในปุ๋ยซึ่งมักจะอยู่ในรูปไอออนที่ละลายน้ำได้ดีจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที ส่วนโพแทสเซียมที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ในปุ๋ยจะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตาม การปลดปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วจะเป็นอัตราที่ช้าและสม่ำเสมอกว่ามาก จึงทำให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูง พืชตอบสนองดี และไม่ค่อยเกิดการเป็นพิษต่อพืช ซึ่งคณาอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) ได้กล่าวว่า ในดินที่มีปริมาณแร่ดินเหนียวต่ำที่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่ Kaolinite เหล็กและอะลูมินัมออกไซด์ อินทรียวัตถุจะทำหน้าที่แทนแร่ดินเหนียวในการดูดยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารประจุบวกเพื่อเป็นประโยชน์แก่พืช

ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางชีวภาพเสียก่อน โดยการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยอินทรีย์ในดิน Hayes and Swift (1978) รายงานว่าสารอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินตามกระบวนการฮิวมิฟิเคชั่น (humification) ทำ

ให้เกิดชิ้น ส่วนที่มีขนาดเล็กลงจนเป็นสารที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ เรียกว่า ฮิวมัส (humus) ซึ่งหมายถึงสารอินทรีย์ (organic material) (Stevenson, 1982) ฮิวมัสเป็นสารที่มีสีดำหรือสีน้ำตาล ไม่มีรูปพรรณสัณฐาน (amorphous) มีโครงสร้างไม่แน่นอนและมีสภาพเหมือนกับคอลลอยด์ดิน (soil colloid) ซึ่งมีผลทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ในดินสูงขึ้น นอกจากนี้สารฮิวมัสยังประกอบด้วยกลุ่มคาร์บอกซี่ (carboxy : COOH) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในดิน ดังนั้น ฮิวมัสหรือสารอินทรีย์ในดินมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติหรือกระบวนการทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพในดิน ซึ่งกระบวนต่างๆ เหล่านี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางตรงทางอ้อม (ชัย ฤกษ์, 2529) ในช่วงระหว่างการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าว โดยปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดินก่อให้เกิดผลดีในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินอีกด้วย ทั้งนี้จากความอุดสมบูรณ์ของดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของอินทรียวัตถุ คือ

1. ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่ม ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุให้แก่พืช โดยเป็นแหล่งธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ที่สำคัญธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาช้าๆ ให้พืชนำไปใช้ได้ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโต (ศุภมาศ, 2527)

2. ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอา หารพืชที่มีประจุบวกไว้ให้พืชได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีเนื้อหยาบเช่น ดินทราย เนื่องจากเมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุต่างๆ ออกมาในรูปอนินทรีย์ เหลือแต่ฮิวมัสซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน คงทนต่อการสลายตัวและเป็ นคอลลอยด์ซึ่งมีประจุ ผลดีจากประโยชน์ดังกล่าวจะช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือ ไอออนของธาตุอาหารพืชที่ละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีที่บางส่วนที่ยังไม่ถูกพืชดูดดึงไปใช้ประโยชน์จะถูกคอลลอยด์ดินดูดซับเอาไว้ไม่ให้สูญหายไปจากดินได้ง่ายเมื่อมีการชะล้าง และพืชสามารถดูดไปใช้ได้เมื่อพืชต้องการ (วิโรจน์, 2528) นอกจากนั้นยังสามารถช่วยเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน ทำให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดินมากขึ้น (ยงยุทธ, 2528)

3. ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งธาตุอาหารประจุลบ ธาตุที่อยู่ ในรูปอนุมูลประจุลบจะสูญเสียจากดินโดยการชะล้างได้ง่าย เนื่องจากดินมีประจุลบเป็นส่วนใหญ่มีแต่คอลลอยด์พวกอนินทรีย์และอินทรีย์บางส่วนที่สามารถดูดซับไอออนประจุลบได้บ้าง ธาตุอาหารพืชในรูปประจุลบจึงมีความสำคัญเช่นเดียวกับธาตุอาหารในรูปประจุบวก ปุ๋ยอินทรีย์จึ งเป็นแหล่งสำคัญและเป็น

แหล่งใหญ่ที่ให้ธาตุอาหารในรูปประจุลบคือ ไนเตรท ฟอสเฟต ซัลเฟต โมลิบเดต และคลอไรด์ (ศุภมาศ, 2527) ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินกรดและดินด่าง การเน่าเปื่อยของสารอินทรียสาร โดยการกระทำของจุลินทรีย์ดินนั้นจะมีกรดอิน ทรีย์เกิดขึ้น กรดเหล่านี้จะช่วยปลดปล่อยสารละลายประกอบฟอสเฟต ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้มาอยู่ในรูปที่พืชสามารถให้ประโยชน์ได้ (El-Baruni and Olsen, 1979) โดยทั่วไปปุ๋ยเคมีฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณร้อยละ 5 ถึง 30 เท่านั้น ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 70 ถึง 95 จะถูกตรึงอยู่ในดิน แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตและฟอสเฟตในดิน โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ กล่าวคือ กรดอินทรีย์อันเกิดจากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์จะละลายสารฟอสเฟตบางส่วนที่ละลา ยค่อนข้างยาก และยังช่วยป้องกันการตกตะกอนของอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายได้ โดยเข้าทำปฏิกิริยากับเหล็กและอะลูมินัมไอออนซึ่งเป็นตัวการในการตรึงฟอสเฟตไว้ นอกจากนั้นอนุมูลฟอสเฟตที่ถูกตรึงอยู่กับแร่ดินเหนียวจะถูกอนุมูลของกรดอินทรีย์เข้าแทนที่ได้บางส่วน แล้วปลดปล่อยออกม าอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากยิ่งขึ้น (Dalton et al., 1952)

ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญชนิดหนึ่ง ได้มาจากส่วนที่เป็นอุจจาระ และปัสสาวะของสัตว์ต่างๆ ส่วนใหญ่ได้แก่ วัว กระบือ สุกร เป็ด ไก่ เป็นต้น สำหรับการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยคอกในแง่การบำรุงดินยังเป็นสิ่งจำเป็นอยู่มาก เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงผลผลิตของพืชที่ปลูกให้สูงขึ้ น (สรสิทธิ์, 2518)

องค์ประกอบของปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือที่เป็นส่วนของเหลวและส่วนที่เป็นของแข็ง โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยคอกจากสัตว์ต่างชนิดกันจะมีสัดส่วนของของเหลวและของแข็งต่างๆ กัน เช่น มูลวัว มีสัดส่วนของแข็งต่อของเหลว เท่ากับ 1 :4 และมูลหมูมีสัดส่วนเท่ากับ 2 : 3 (สรสิทธิ์, 2518)

การใช้ปุ๋ยคอกเพื่อการเจริญเติบโตของพืช

การใช้ปุ๋ยคอกเพื่อการเจริญเติบโตของพืช Whitney et al., (1950) กล่าวว่าการใช้ปุ๋ยคอกบางครั้งจะให้ผลผลิตต่ำกว่าในปุ๋ยเคมีในปีแรก แต่ถ้าใช้ไปนานๆ หลายๆ ครั้ง การใช้ปุ๋ยคอกจะให้ผลผลิตสูงกว่า นอกจากนั้นยังมีนักวิจัยหลายท่านได้รายงานความเป็น ประโยชน์ของปุ๋ยคอก

เช่น Cheung and Wong (1983) ได้นำดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทดลองปลูกผักไปแล้ว 5 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดแต่ละชนิดมีผลต่อการเพิ่มอินทรีวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าการนำไฟฟ้าของดิน เรียงจากมากไปน้อยดังนี้ มูลหมู มูลไก่ และ digested sludges ผลของปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวจะปรากฏชัดเจนเมื่อ ใส่ในอัตราที่สูง สำหรับมูลสัตว์นั้นจะเพิ่ม CEC ของดินได้ดีกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ และทำให้น้ำหนักสดของผักสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม การใส่มูลสัตว์จะเพิ่มเกลือโซเดียม และไบคาร์บอเนตในดินอันเป็นเหตุให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไปด้วย โดยปกติมูลสัตว์ที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นอุจจาระและปัสสาวะ วัสดุที่ใช้ปูพื้นเพื่อดูดซับของเหลวและเศษซากอาหารที่ตกค้าง ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะแตกต่างกันไปตาม 1) ชนิดของสัตว์ 2) อายุและสุขภาพของสัตว์ 3) ธรรมชาติและชนิดของธาตุอาหาร และ 4) การเก็บรักษาและการจัดการ (Faassen and Dijk, 1978) เช่น ความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยเฉพาะฟอสฟอรัสในปุ๋ยคอกจะมีความแตกต่างกัน โดยความเข้มของฟอสฟอรัสทั้งหมดในมูลวัวนมเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 25 g kg^{-1} มูลไก่มีค่าเท่ากับ 20 g kg^{-1} และในมูลหมูมีค่าเท่ากับ 30 g kg^{-1} (Barnett,1994; Gilbertson et al., 1979) นอกจากนั้นการนำเอาปุ๋ยคอกสดมาใช้ใส่บำรุงดินและปลูกพืชในทันที อาจจะทำให้พืชขาดไนโตรเจนในระยะต้นได้ Levi-Minzi et al., (1986) กล่าวว่า เมื่อมูลสัตว์ถูกทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน pH น้ำหนักแห้ง เถ้า อินทรียวัตถุ CEC และ $CaCO_3$ จะเพิ่มสูงกว่าในปุ๋ยคอกสด โดยเฉพาะฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในปุ๋ยคอกจะสลายตัวเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างดี นอกจากธาตุอาหารหลักแล้วปุ๋ยคอกยังมีธาตุอาหารพืชพวกธาตุอาหารรองและจุลธาตุอยู่ด้วย เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟต เหล็ก สังกะสี และโบรอน (McGeorge and Breazeale ,1932; Van and Black,1959) ทำนองเดียวกับ Wallingford et al., (1975) ที่รายงานว่า ปุ๋ยมูลวัวให้ธาตุอาหารพืชพวกจุลธาตุ เช่น เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส Shukla et al., (1978) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยคอกในการปรับปรุงดินที่ข้าวโพดแสดงอาการขาดสังกะสี ปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยคอกช่วยแก้ไขการขาดสังกะสีของพืช ได้ และทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุสังกะสีในดินสูงขึ้นขณะเดียวกัน สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และปัทมา วิตยากร (2532) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกในชุดดินยโสธร ทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและน้ำหนักแห้งของส่วนรากของข้าวโพดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยคอกทำให้ pH ของดินสูงขึ้นและเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดิน

ดำริ (2520) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (มูลไก่) อัตรา 1 ตันต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟางสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราแนะนำเกษตรกร คือ 10 -10 -0 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปริมาณมูลไก่ที่สูงขึ้นมีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟางสูงขึ้นตาม การเพิ่มปริมาณปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2, 3 และ 4 ตัน ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันมาก

ธงชัย (2524) ได้ศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ กับข้าวโพดที่ปลูกต่อเนื่องกันสองฤดูปลูก โดยใส่ปุ๋ยคอกในรูปมูลไก่ มูลวัว และมูลหมู ในอัตรา 0, 500, 750 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกโดยเฉลี่ยให้ผลผลิตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแปลงที่ใส่มูลไก่ หรือมูลสุกรมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวทั้งสองฤดูปลูก

สุรศักดิ์ (2536) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่ปรับปรุงดินกรดสำหรับการปลูกมะละกอ โดยใช้มูลไก่อัตรา 0, 50, 100 และ 150 กรัมต่อกระถาง ในชุดดินยโสธร พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้มะละกอมีการเ จริญเติบโตเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณการดูดใช้แร่ธาตุอาหารในต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Cooke (1972) รายงานว่าปุ๋ยมูลวัวมีธาตุอาหารหลักดังนี้ คือ ไนโตรเจน 2 % ฟอสฟอรัส 0.4% และ โพแทสเซียม 0.5% โดยน้ำหนักแห้ง

Hakim (2002) ศึกษาการใช้อินทรียวัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินอัลติโซลส์ โดยใช้ไอโซโทป ^{32}P ในการวัดประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพด ทำการทดลองในกระถาง โดยใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นอัตรา 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กรัมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดต่อกระถาง ตามลำดับ และทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง การดูดใช้ฟอสเฟต และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงสุด

Hinish (1974) แสดงค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมูลวัวไว้ว่า ในปุ๋ยมูลวัวสด 1 ตัน จะมี ไนโตรเจน 4.54 กิโลกรัม N ฟอสฟอรัส 1 กิโลกรัม P และโพแทสเซียม 3.77 กิโลกรัม K ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปุ๋ยมูลวัวสดเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์สาร อันจะเป็นประโยชน์เมื่อสารดังกล่าวส ลายตัวลง ประมาณหนึ่งในสามของไนโตรเจนในมูลวัวจะเป็นประโยชน์ค่อนข้างเร็ว ส่วนที่เหลือจะค่อยๆ สลายตัวออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช และในมูลหมู 1 ตัน มีน้ำหนักแห้ง 25% จะมีธาตุอาหารดังนี้ ไนโตรเจน 4.50 กิโลกรัม N ฟอสฟอรัส 1.18 กิโลกรัม P และโพแทสเซียม 3.41 กิโลกรัม K

Garner (1970) รายงานว่า ปุ๋ยมูลไก่ มีน้ำหนักแห้ง 86% มี N เท่ากับ 3.6 % มี P_2O_5 เท่ากับ 3.6% และมี K_2O เท่ากับ 1.8% และกรมพัฒนาที่ดิน (2547) รายงานว่าปริมาณธาตุอาหารในมูลไก่จากสระแก้วมี % N เท่ากับ 1.28 มี $\%P_2O_5$ เท่ากับ 8.06 และมี $\%K_2O$ เท่ากับ 2.60 ในขณะที่ธาตุอาหารของมูลไก่จากรุงเทพ มี % N เท่ากับ 2.11 มี $\%P_2O_5$ เท่ากับ 1.35 และมี $\%K_2O$ เท่ากับ 6.42

Ionescu-Sisesti et al., (1975) รายงานว่าธาตุอาหารในมูลหมูดังนี้ มีไนโตรเจนเท่ากับ 2.31 -3.05 % และฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.34 -0.63 % และมีโพแทสเซียมเท่ากับ 0.09 -0.17 % ของน้ำหนักแห้ง

Eghball and Power (1999) ได้ทำการศึกษาฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักต่อผลผลิตของข้าวโพดและปริมาณฟอสฟอรัสในดิน Sharpsburg silty clay loam (fine, smectitic, mesic Tyic Argiudoll) พบว่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดตลอดทั้ง 4 ปี เมื่อทำการเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และในปีแรกและปีที่ 2 ของการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักทำให้ผลผลิตของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี

The et al., (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลจากมูลไก่ต่อข้าวโพดที่ปลูกบนดินสภาพ กรดในพันธ์ต้านทานสภาพเป็นกรดของดิน (ข้าวโพดพันธุ์ ATR-SR-Y) และพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาพเป็นกรดของดิน (ข้าวโพดพันธุ์ Tuxpeno sequia) เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดพันธุ์เดียวกันโดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่แก่ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ ช่วยให้ผลผลิตข้าว โพดเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ใส่ปุ๋ยแกติ ส่วนข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยปกติไม่มีการเพิ่มขึ้นของผลผลิต การเพิ่มของผลผลิตนี้เป็นผลจากการใส่ปุ๋ยมูลไก่ให้แก่ดินที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินทำให้ข้าวโพดสามารถดูดใช้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น เนื่ องจากมูลไก่ช่วยลดปริมาณอะลูมินัมที่สูงจนเป็นพิษต่อข้าวโพดที่ปลูกในดินกรดลง

Rojas et al., (2001) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปูนในดินกรดที่ปลูกข้าวโพด พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นจาก 6 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัมดิน เป็น 32 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัมดิน หลังจากการใส่มูลไก่

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อคุณสมบัติบางประการของดิน

ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารแล้ว ปุ๋ยคอกยังสามารถเพิ่ม pH ของดินได้ ซึ่ง Olsen et al., (1970) พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวนมมีแนวโน้มเพิ่มระดับ pH ของดิน และ Miller et al., (1985) ทดลองใส่ปุ๋ยมูลหมูอัตรา 16 ตันต่อไร่ พบว่า ดินมีค่า redox potential ลดลงและดินมี pH เพิ่มขึ้นทันทีหลังการใส่ปุ๋ยคอก เป็นผลจากการมีที่ปุ๋ยคอกมี pH สูงอยู่แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ Viyakon et al., (1988) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกในดินชุดร้อยเอ็ด มีผลทำให้ pH ของดินสูงขึ้น และสุรศักดิ์ และ ปัทมา (2532) ทดลองใส่อินทรียวัตถุชนิดต่างๆ ได้แก่ มูลโค , มูลไก่, ใบถั่วลิลง, ใบกระถินณรงค์, ใบยูคาลิปตัสกับดินชุดยโสธร พบว่า อินทรียวัตถุชนิดต่างๆ มีผลทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและในแปลงควบคุม Vityakon and Seripong (1988) ทดลองใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 0, 3.2, 6.4,

9.6, 12.8 และ 16 ตันต่อไร่ กับดินชุดราชบุรีและร้อยเอ็ด พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคมีผลทำให้ pH ของดินทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดินกับผลผลิตคะน้าที่ปลูกทดลองในดินชุดร้อยเอ็ด (r = 0.92) สูงกว่าในดินชุดราชบุรี (r = 0.77) เช่นเดียวกับ Seripong (1991) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกกับดินชุดย โสธรทำให้ดินมี pH ของดินสูงขึ้นตามอัตราที่ใส่เพิ่มขึ้น

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

ภูมิศักดิ์ (2545) ศึกษาการพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมเพื่อการปลูกกระเจี๊ยบเขียว พบว่าสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมทดแทนปุ๋ยเคมีได้ดีโดยผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมให้ผลผลิตดีกว่าปุ๋ยเคมีโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมมูลไก่ มูลค้างคาว และปุ๋ยเคมี (15-15-15) ให้ผลผลิตสูงสุดตามลำดับและอัตราที่เหมาะสมคือ 50,100,150 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

รัชนีพร (2544) ศึกษาการพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดคุณภาพสูงเพื่อการปลูกคะน้า พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากพืชปุ๋ยสดผสมมูลสัตว์ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ทดแทนปุ๋ยเคมีอัตรา100 กก./ไร่ ได้โดยทำให้การเจริญเติบโตของคะน้าไม่แตกต่างกันจากการใช้ปุ๋ยเคมี

ดำริ และอุดม (2542) ได้ศึกษาการปั้นมูลไก่ด้วยเครื่องปั้นเม็ดขนาด 3 มิลลิเมตร พบว่ามูลไก่ที่มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เม็ดปุ๋ยไม่มีกลิ่น และมีธาตุอาหารเข้มข้นกว่ามูลสดประมาณเท่าตัว และยังสามารถลดปริมาณของมูลไก่สดลงได้ประมาณ 5 เท่า ทำให้สะดวกในการบรรจุถุงและขนส่ง เก็บไว้ได้นาน สะดวกในการนำไปใช้กับพืชได้ทันทียามต้องการ ตรงข้ามกับมูลสดที่ยังไม่ได้อัด มักยุ่งยากในการใช้

สมบูรณ์และคณะ (2539) ศึกษาศักยภาพของตัวประสานในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ อัดเม็ด พบว่า วัสดุที่นำอัดปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต้องมีความชื้นประมาณ 30 - 40% และการใช้สารเชื่อมต้องขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งจะมีผลต่อความแข็งของเม็ดปุ๋ย ซึ่งพบว่า มูลไก่มีความแข็ง 8.14 % โดยใช้น้ำเป็นตัวประสาน ปุ๋ยหมักมีความแข็งที่สุด 3.54% โดยใช้กากน้ำตาล และ Filter cake มีความแข็งที่สุด 9.74% เมื่อใช้แอมโมเนียมซัลเฟต เป็นตัวประสาน

Browning (1967) รายงานเกี่ยวกับน้ำในปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด น้ำเป็น Film binder ช่วยให้เกิดแรงดึงดูดกันระหว่างอนุภาคอันเนื่องมาจากแรงตึงผิว เมื่อน้ำระเหยไปจะเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคได้ สำหรับ binder ที่เป็นผงละเอียดมีคุณสมบัติเหนียวเมื่อสัมผัสกับความชื้น จะทำหน้าที่ไปอุดช่องว่างระหว่างอนุภาคที่ประกอบกันเป็นเม็ดปุ๋ยเรียกว่า Matrix binder และสัดส่วนผสมของ binder ไม่ควรเกิน 10 %

Schultz (1989) กล่าวว่า การเกิดเม็ดปุ๋ยเนื่องจากอนุภาคปุ๋ยอัดตัวกันอย่างแนบชิด แล้วมีสารเชื่อมช่วยประสานให้อนุภาคเหล่านั้นติดเป็นเนื้อเดียวกัน