

**ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60
และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน**

**Effects of Organic Fertilizer Incorporated by Chemical Fertilizer on Yields of
Suphan Buri 60 Rice and the Changes of Soil Properties**

คำนำ

พื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทยมีประมาณ 250 ล้านไร่ จากเนื้อที่ประเทศไทยทั้งหมด 320 ล้านไร่ ในจำนวนพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่การเกษตรที่อาศัยน้ำฝนถึง 90 % จากรายงานการสำรวจและจัดจำแนกดินในพื้นที่ดังกล่าวนี้ปรากฏเป็นพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมของดินประมาณ 224.9 ล้านไร่ และพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึง 191 ล้านไร่ หรือประมาณ 60 % ของพื้นที่ทั้งหมด ปัญหาของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในประเทศไทยมีสาเหตุหลายประการด้วยกัน เช่น สภาพภูมิอากาศที่อยู่ในเขตร้อนและได้รับอิทธิพลของลมมรสุม จึงส่งผลให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินเกิดเร็วขึ้น ตลอดจนมีการใช้พื้นที่ทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่มี การเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุให้กับดิน หรือการใช้ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนั้น การปรับปรุงบำรุงดินโดยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินนั้นเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ปุ๋ยที่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปคือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี โดยปุ๋ยทั้งสองประเภทนี้มีสมบัติและวัตถุประสงค์ในการใช้ต่างกัน กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของดิน ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชโดยตรง จะเห็นว่าปุ๋ยทั้งสองประเภทมีข้อดีต่างกัน ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำข้อดีของปุ๋ยทั้งสองประเภทมาใช้ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารโดยตรงและมากพอกับความต้องการของพืช ช่วยแก้ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และช่วยเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุลงไปในดิน เพื่อให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก และสามารถใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในกระบวนการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์
2. เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

ตรวจเอกสาร

1. ความหมายของปุ๋ย

ปุ๋ย (fertilizer) หมายถึง วัสดุหรือสารใดๆ ที่เติมลงสู่ดินโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารพืชอื่นๆ เพื่อให้พืชได้รับและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (ธงชัย, 2546)

2. ประเภทของปุ๋ย

เมื่อพิจารณาถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ภายในปุ๋ยแล้ว อาจแบ่งปุ๋ยออกได้ 4 ประเภท คือ

- 1) ปุ๋ยอนินทรีย์ (inorganic fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเป็นสารอนินทรีย์ ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยที่ผลิตโดยผ่านกรรมวิธีทางเคมีสังเคราะห์ อาจเป็นปุ๋ยเดี่ยว (single fertilizer) หรือปุ๋ยผสม (compound fertilizer) ที่มีปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแตกต่างกันออกไป บางชนิดเป็นปุ๋ยที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟตบด โพแทสเซียมคลอไรด์ เป็นต้น
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเป็นสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ธาตุอาหารในปุ๋ยจะเกิดประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เสียก่อนแล้วปลดปล่อยออกมาในรูปอนินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่

2.1 ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลสัตว์ต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่จะเป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลโค มูลไก่ มูลเป็ด และมูลสุกร เป็นต้น มูลสัตว์เหล่านี้จะประกอบไปด้วย อุจจาระและปัสสาวะ ซึ่งอุจจาระจะเป็นส่วนซากพืชและซากสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย โดยระบบการย่อยของสัตว์ ส่วนปัสสาวะจะเป็นส่วนประกอบของเกลือและสารอินทรีย์ละลายน้ำได้ ซึ่งแหล่งธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยคอกจะมีปริมาณน้อยและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกัน (มุกดา, 2543)

2.2 ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผู้พังตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านั้นมากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้นแล้วปล่อยให้ย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งอินทรีย์สารเหล่านี้จะเน่าเปื่อยจนถึงขั้นเป็นฮิวมัส แล้วนำมาใช้เป็นปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน ในการเตรียมกองปุ๋ยหมักอาจจะใส่ปุ๋ยเคมีลงไปเพื่อช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและเป็นการเพิ่มคุณค่าด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมักด้วย ปุ๋ยชนิดนี้อาจเรียกว่า ปุ๋ยคอกเทียม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2.3 ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นพืชที่ถูกไถกลบหรือคลุกกลงไปในดินในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโต และยังคงอยู่ก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก โดยปกติแล้วจะไถกลบพืชในระยะเริ่มออกดอก เมื่อพืชที่ถูกไถกลบย่อยสลายไปโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินแล้ว จึงปลูกพืชหลักตามมา (ธงชัย, 2546)

3) ปุ๋ยชีวภาพ (biofertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีจุลินทรีย์ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นส่วนผสมอยู่เป็นปริมาณมาก เมื่อเติมลงดินแล้วสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทันทีโดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น หรืออาจทำให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารในดินมากขึ้นอันเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น ๆ

4) ปุ๋ยเคมี (chemical fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตทางเคมี มีปริมาณธาตุอาหารพืชสูง ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นสารอนินทรีย์ ยกเว้นปุ๋ยยูเรีย (NH_2CONH_2) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์

3. บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดิน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้ดินมีสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม สามารถจำแนกบทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ได้ดังนี้ (ปรัชญา, 2526)

3.1 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อดิน

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี โดยทำให้ดินเนื้อหยาบสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีธาตุอาหารมากขึ้น ทำให้ดินเนื้อละเอียดไถพรวนง่ายขึ้นมีการถ่ายเทอากาศและระบายน้ำดีขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น

Pavan (1993) พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกทั้งในรูปที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว (biodigest cattle manure) และปุ๋ยคอกที่ยังไม่ผ่านการย่อยสลาย (orinary cattle manure) มีผลทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นโดยปุ๋ยคอกที่ยังไม่ผ่านการย่อยสลายจะเพิ่มค่า pH ให้กับดินได้มากกว่าปุ๋ยคอกที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) จะเพิ่มความเป็นกรดให้แก่ดิน

3.2 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช

ปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม บทบาททางตรงของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช คือ สารฟีโอลลิก (pheolic compounds) ซึ่งมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินช่วยให้พืชสามารถทนต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น สภาพฝนทิ้งช่วงหรืออากาศหนาว เป็นต้น และช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชด้วย นอกจากนั้น สารฮิวมัสช่วยทำให้การดูดน้ำในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง เหล็ก และซัลเฟตของพืชเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ให้กับพืชด้วย ส่วนบทบาททางอ้อมคือ สารฮิวมัสที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช

จันทิรา (2544) ได้กล่าวถึงปุ๋ยมูลไก่และแนวทางการใช้ไว้ดังนี้ คือ มูลไก่เป็นมูลที่มีธาตุอาหารค่อนข้างสูง โดยมีการเลี้ยงเป็นการค้าและกระจายอยู่ทั่วประเทศ มูลไก่กระทงมีเกลบนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมูลไก่ไข่มีแต่เนื้อมูลล้วน ฉะนั้นในการนำไปใช้ควรใช้มูลไก่ไข่น้อยกว่ามูลไก่กระทงครึ่งหนึ่ง และมูลไก่สดไม่ควรนำไปใช้ในสวนไม้ผล และพืชผักโดยตรงควรนำไปทำปุ๋ยหมักให้สมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปใช้

4. มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ระบุว่า ปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษเหลือใช้ต่าง ๆ จะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน จึงได้กำหนดคุณภาพและมาตรฐานของปุ๋ยหมักไว้ดังนี้ อัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มากกว่า 20:1 เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 0.5-0.5-1.0 (% ของ N, P_2O_5 , K_2O ตามลำดับ) ความชื้นของปุ๋ยไม่ควรมากกว่า 35-40% โดยน้ำหนัก ปริมาณอินทรีย์วัตถุประมาณ 25-50% โดยน้ำหนัก ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 6.0-7.5 ไม่ควรมีวัตถุอื่น ๆ เจือปน

5. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยในนาข้าว

5.1 การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

มีผู้ที่ทำการศึกษาการใช้สารอินทรีย์วัตถุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ สมบูรณ์ (2528) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ N ในดินนา อันเนื่องมาจากการใส่วัสดุอินทรีย์ 5 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว, activated sludge จากโรงงานเบียร์, filter cake จากโรงงานน้ำตาล, sludge จากโรงงานสุรา และกากตะกั่ว พบว่า วัสดุเหลือใช้อินทรีย์ทุกชนิดเพิ่มสภาพรีดักชันในดินนา อัตราการปลดปล่อย Fe^{2+} สัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อย NH_4^+-N ในดิน วัสดุเหลือใช้ทุกชนิดยกเว้น pH ของดินนาทั้งชุดรังสิตและชุดร้อยเอ็ดให้สูงขึ้น filter cake ยกเว้น pH ของดินนาชุดรังสิตให้สูงขึ้นอย่างเด่นชัด การใส่วัสดุเหลือใช้อินทรีย์จะทำให้ algae ใน flood water และที่ผิวดินนาเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณสูงขึ้น algae debris จะสะสมในดินนาชั้นบน (0-2 ซม.) ซึ่งจะเพิ่มปริมาณ mineralizable N ในดินนาให้สูงขึ้น

สุริยา (2531) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของอินทรีย์วัตถุเหลือใช้ ภายในประเทศเพื่อนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนสำหรับข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิตและชุดดินร้อยเอ็ด ได้แก่ ปุ๋ยหมักฟางข้าว, กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเบียร์, ตะกอนน้ำจากโรงงานสุรา, กากตะกอนอ้อย และกากตะกั่ว พบว่า ในระยะปลายของการเจริญเติบโตของข้าว มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีและกากตะกั่วมากกว่าอินทรีย์วัตถุ เหลือใช้ชนิดอื่น ดังนั้นเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว การตอบสนองของข้าวด้านองค์ประกอบผลผลิตและปริมาณการดูดดึงไนโตรเจนของข้าวในตำรับต่าง ๆ ในชุดดินรังสิต ลำดับได้ดังนี้ ตำรับปุ๋ยเคมี > กากตะกั่ว > กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเบียร์ > กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานสุรา > กากตะกอนอ้อย > ปุ๋ยหมักฟางข้าว > ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย

ส่วนในชุดดินร่อยเอ็ดให้ผลในทำนองเดียวกัน จะแตกต่างกันตรงการตอบสนองของข้าวในดำรับ
กากตะกอนอ้อย จะต่ำกว่าชุดดินรังสิต

วัลลีย์ (2533) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ Glutamic Mother Liquor (GML)

กากละหุ่งและ filter cake ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นปุ๋ยในโตรเจนและปุ๋ย
ฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินนาชุดดินมโนรมย์และชุดดินร่อยเอ็ด และสรุปผลว่า GML และ
กากละหุ่งสามารถใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับข้าวที่ปลูกในดินนาชุดดินมโนรมย์และชุดดินร่อยเอ็ด
ได้ ส่วน filter cake สามารถใช้เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในชุดดินมโนรมย์และชุดดิน
ร่อยเอ็ดได้นอกจากนี้ GML และกากละหุ่ง สามารถใช้ร่วมกับ filter cake เป็นปุ๋ยในโตรเจนและปุ๋ย
ฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินนาชุดดินมโนรมย์และชุดดินร่อยเอ็ดได้ ปัทมา (2533) ได้ศึกษา
การใช้ GML ร่วมกับ filter cake และ humus ร่วมกับ filter cake เป็นปุ๋ยในโตรเจนและฟอสฟอรัส
สำหรับข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด ผลการทดลองสรุปได้ว่า filter cake สามารถใช้เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัส
สำหรับข้าวในดินเปรี้ยวจัดได้ GML สามารถใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด
ได้ ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส หรือใช้ร่วมกับ filter cake ส่วน humus เหมาะที่จะใช้ร่วมกับ
filter cake เป็นปุ๋ยในโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดได้

Chanchareonsook *et al.* (1985) ทดลองใช้กากตะกอนอ้อยเป็นปุ๋ยในโตรเจนใน
ดินนาชุดรังสิต ซึ่งเป็นดินเปรี้ยวจัด พบว่า กากตะกอนอ้อยปลดปล่อยในโตรเจนออกมาช้าและ
ปริมาณในโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาต่ำกว่าปุ๋ยเคมีในโตรเจนมาก แต่กากตะกอนอ้อยสามารถ
ยกระดับ pH ของดินรังสิตอย่างเด่นชัด และ Panichsakpatana *et al.* (1985) พบว่าผลผลิตของข้าวที่
ปลูกในดินนาชุดดินรังสิต และชุดร่อยเอ็ดที่ใส่กากตะกอนอ้อยต่ำกว่าที่ใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนมาก แต่
ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวที่ปลูกในดินนาชุดรังสิตที่ใส่กากตะกอนอ้อยจะสูงอย่างเห็นได้
ชัด

5.2 การทดลองใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้และมูลสัตว์

กุลวดี (2533) ทดลองนำอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ ได้แก่ กากตะกอนอ้อย กากตะกอนน้ำเสีย
กากละหุ่ง อีวามัส และปุ๋ยมูลสุกร มาใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับข้าวที่ปลูกในสภาพไร่ในชุดดิน
กำแพงแสน โดยมีปุ๋ยเคมี 200 ppmN และที่ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นดำรับมาตรฐานและดำรับควบคุมตามลำดับ
และได้ทำการปลูกติดต่อกัน 3 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยดำรับเดิมติดต่อกันทุกครั้ง พบว่าอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ที่
นำมาทดลองมีประสิทธิภาพในแง่ในโตรเจนต่างกัน สามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ :

กากละหุ่ง > มูลสุกร, ปุ๋ยเคมี > กากตะกอนน้ำเสีย > ชีวมัส, กากตะกอนอ้อย > ไม่ใช้ปุ๋ยในโตรเจน และการใส่อินทรีย์วัตถุเหลือใช้อัตราสูง ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวที่เพิ่มขึ้นมากกว่า การใส่อัตราต่ำ และสรุปว่า การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว มีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นโดยมีปริมาณแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ สะสมเพิ่มมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและการไม่ใส่ปุ๋ย

ศิริชัย (2537) ได้ศึกษาอิทธิพลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ [Humus, มูลไก่, Glutamic Mother Liquor (GML)] ต่อธาตุอาหารในโตรเจนในดินนาชุดดินลพบุรี ที่เป็นดินด่างและดินนาชุดดินนครปฐมที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง โดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ และ Urea] และศึกษาอิทธิพลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ (GML และมูลไก่) ต่อธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินนาชุดดินร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นดินทราย โดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) พบว่าในดินนาที่เป็นด่าง GML เพิ่มปริมาณ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ในดินนาทั้งสองชุดดินได้มากกว่า Humus และ มูลไก่ ตามลำดับ และพบว่า GML สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าวและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในข้าวได้ใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ และมากกว่า Humus และในดินนาชุดดินร้อยเอ็ด พบว่า GML และมูลไก่เพิ่มปริมาณ K^+ ได้ใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) มูลไก่ และ GML สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าว

อนนท์ และคณะ (2537) ได้รายงานการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 พบว่า ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวทัดเทียมกับปุ๋ยเคมี 8-4-0 ส่วนปุ๋ยมูลไก่อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อพิจารณาปริมาณที่เพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 จากการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 37-41 และ 61-74 ตามลำดับ และ Kogam (2002) พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ โดยเฉพาะปุ๋ยมูลไก่สดจะช่วยปรับค่า pH รวมทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินให้สูงขึ้น

6. ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี (ปุ๋ยอนินทรีย์) หมายถึงปุ๋ยที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอนินทรีย์สังเคราะห์และตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ยังรวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสมและปุ๋ยเชิงประกอบตลอดจนถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วย แต่ไม่รวมถึงปุ๋ยขาว ดินมาร์ล ปุ๋ยพลาสติกหรือยิปซัม (คณาจารย์ ปรุฬหวิทยา, 2541)

7. การจำแนกประเภทของปุ๋ย

การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาชนิดธาตุปุ๋ยที่เป็นองค์ประกอบเป็นหลัก สามารถแบ่งปุ๋ยออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

7.1 ปุ๋ยไนโตรเจน (nitrogen carrier or nitrogenous fertilizer)

ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต (ammonium nitrate), ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulfate), ปุ๋ยแอนไฮดรัสแอมโมเนีย (anhydrous ammonia), ปุ๋ยยูเรีย (urea) ฯลฯ เป็นต้น

7.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส (phosphorus carrier or phosphatic fertilizer)

ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต (rock phosphate), ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate) ฯลฯ เป็นต้น

7.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม (potassium carrier or potassic fertilizer or potash fertilizer)

ปุ๋ยโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นสำคัญ เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (sulfate of potash) ฯลฯ เป็นต้น

8. สมบัติบางประการของปุ๋ยเคมี

8.1 ปริมาณธาตุอาหารที่มีในปุ๋ย

ปุ๋ยเคมีจำเป็นต้องมีการรับประกันปริมาณธาตุปุ๋ยที่มีในปุ๋ยนั้นเสมอ การรับประกันปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีนั้นถือหลักว่า บอกปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยจะบอกเป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) สำหรับปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมเป็นธาตุหลักนั้นมักจะรับประกันเฉพาะปริมาณโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซ (K₂O) ที่มีอยู่ทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้เท่านั้น ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตนั้นการรับประกันปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสในปุ๋ยจะคิดแต่เฉพาะฟอสฟอริกแอซิด (P₂O₅) ที่ละลายในน้ำยา neutral ammonium citrate เข้มข้น 15% แล้วบอกเป็น available phosphoric acid (P₂O₅)

8.2 การดูดความชื้น

การดูดความชื้นของปุ๋ย หมายถึง ความสามารถของปุ๋ยที่จะดูดยึดเอาความชื้นจากอากาศเข้ามาเมื่อปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเกิน hygroscopic point ของปุ๋ย ซึ่งเป็นสมบัติประจำตัวของปุ๋ยแต่ละชนิด ส่วน hygroscopic point ของปุ๋ย หมายถึง จุดที่กั๊กจุดหนึ่งของอากาศซึ่งโมเลกุลของน้ำถูกดูดยึดอยู่ในอากาศด้วยแรงที่สมดุลกับแรงที่อุณหภูมิของน้ำถูกดูดยึดอยู่กับปุ๋ย จุดที่มีแรงสมดุลกันหรือ hygroscopic point นี้จะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2541)

8.3 Apparent specific gravity (A.S.G)

A.S.G ของปุ๋ย หมายถึง น้ำหนักของปุ๋ยหารด้วยน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิ 40°F ปุ๋ยที่บริสุทธิ์จะมีค่า A.S.G คงที่ ค่า A.S.G ของปุ๋ยนี้ มีประโยชน์ในการใส่ปุ๋ยด้วยเครื่องใส่ปุ๋ย เช่น ต้องการใส่ปุ๋ย 50 กก./ไร่ แต่เครื่องใส่ปุ๋ยที่ใช้หว่านปุ๋ยนั้นปรับเครื่องหว่านเป็นปริมาตรของปุ๋ยหรือ ตามค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยได้ จึงเป็นประโยชน์ในการตั้งเครื่องหว่านปุ๋ยให้หว่านปุ๋ยได้ตามปริมาณที่ต้องการ

8.4 ดัชนีความเค็ม (salt index)

ดัชนีความเค็ม หมายถึงความเข้มข้นของปุ๋ยนั้นเมื่ออยู่ในดินที่จะทำให้พืชไหม้หรือแห้งตายทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดเมื่อละลายน้ำแล้วจะมี osmotic pressure สูง และจะดึงดูดความชื้นไปจากดินและพืชซึ่งจะทำให้พืชเหี่ยวและแห้งได้ ค่าดัชนีความเค็มคำนวณได้จากการเปรียบเทียบค่า osmotic pressure ของปุ๋ยชนิดนั้นกับค่า osmotic pressure ของปุ๋ย sodium nitrate โดยกำหนดให้ดัชนีความเค็มของปุ๋ย sodium nitrate เท่ากับ 100

8.5 สมมูลกรดและสมมูลด่าง (acidity and basicity equivalent)

ปุ๋ยบางชนิดเมื่อใส่ลงในดินจะทำให้ดินเป็นกรด บางชนิดจะทำให้ดินเป็นด่าง ดังนั้นการใช้ปุ๋ยบางชนิดจำเป็นต้องระวังให้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพืชที่ปลูกไว้อ่อนไหวต่อความเป็นกรดของดิน เช่น ปุ๋ย ammonium sulfate นั้น เมื่อละลายน้ำจะมีปฏิกิริยาเป็นกลาง แต่เมื่อใส่ลงในดินจะทำให้ดินเป็นกรด ดังนั้นจะต้องมีค่าสมมูลกรดหรือสมมูลด่าง ซึ่งหมายถึงค่าเทียบความเป็นกรดที่เกิดขึ้นเนื่องจากปุ๋ยนั้นกับปริมาณของ calcium carbonate ที่จะใช้แก้ความเป็นกรดที่เกิดขึ้น

9. การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าว

ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในนาข้าวที่ดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายจนถึงดินทราย โดยहरรษา และคณะ (2520) พบว่าข้าวที่ปลูกในดินทรายที่ขาดโพแทสเซียมควรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้นอัตรา 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ร่วมกับ 6 กิโลกรัม N ต่อไร่ จะถูกหลักเศรษฐกิจที่สุด แม้ว่าข้าวจะตอบสนองต่อโพแทสเซียมได้สูงถึง 12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ก็ตาม ประเสริฐและคณะ (2523) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวที่ให้ผลผลิตสูงต่อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สถานีทดลองข้าวควนกุฎ ซึ่งมีเนื้อดินเป็น silty clay loam ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก จะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ และ 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ เช่นเดียวกับสถานีทดลองข้าวอุบลราชธานีซึ่งมีเนื้อดินเป็น silt loam

ประสิทธิ์ และคณะ (2525) ได้ทดสอบหาอัตราฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าว กข 2 ที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ ในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด

คือ 573 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในการทดลองเดียวกันที่สถานีทดลองข้าวสกลนคร ในชุดดินร้อยเอ็ด (ดินเค็ม) พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 12 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด คือ 321 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วน De Datta and Mikkelsen (1985) ศึกษาถึงผลของธาตุโพแทสเซียมในข้าว พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 60 และ 90 ปอนด์ K_2O ต่อเอเคอร์ สามารถเพิ่มการพัฒนารวงและผลผลิตของข้าวอย่างเด่นชัด

ประเสริฐ และคณะ (2540) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมระยะยาวต่อผลผลิตข้าวและสมบัติของดินที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง สรุปได้ว่าในระยะ 5 ปีแรกของการทดลอง ผลผลิตข้าวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สูตรปุ๋ย 12-6-0 หลังจากนั้นปุ๋ยโพแทสเซียม มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวและตอบสนองต่อสูตรปุ๋ย 12-6-12 โดยผลผลิตข้าวเฉลี่ย 14 ปี ได้ 613 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นในสภาพดินนาที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายถึงดินร่วนเหนียวจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมร่วมด้วย รัตนชาติ (2544) ศึกษาการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนในข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินรังสิตกรดจัด พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนในข้าวจะส่งเสริมให้ข้าวตอบสนองฟอสฟอรัสได้มากขึ้น ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดข้าว น้ำหนักตอซัง จำนวนเมล็ดทั้งหมดของข้าวเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวลดลงมากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว

10. การใช้ปุ๋ยมูลสัตว์หรือวัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเป็นปุ๋ยให้กับพืช

10.1 การใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้ จงรักษ์ และคณะ (2529) ได้นำวัสดุเหลือใช้อินทรีย์มาศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย ปุ๋ยหมักฟางข้าว activated sludge จากโรงงานเบียร์ sludge จากโรงงานสุรา กากตะกอนอ้อย และกากตะกอนสามารถนำมาใช้เพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินนาได้ โดยทั่วไปการใส่วัสดุเหลือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการใช้วัสดุเหลือใช้ในการเพิ่มผลผลิตข้าวที่มีประสิทธิภาพ

จักรินทร์ และคณะ (2530) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อย อัตรา 1 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี (12-10-15) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักลำอ้อยต่อไร่สูงสุด

สมบูรณ์ และคณะ (2539) เก็บตัวอย่าง activated sludge cake (5%N) จากโรงงานผงชูรส, กากตะกอนอ้อย (6%P₂O₅) จากโรงงานน้ำตาล และ slop ash (43% K₂O) จากโรงงานสุรานำมาทำเป็นปุ๋ยโดยเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีในสภาพอัดเม็ดและบดผงโดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดสอบ พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดจากการใช้วัสดุเหลือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสภาพอัดเม็ดมีแนวโน้ม > ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสดุเหลือใช้บดผง > ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว > วัสดุเหลือใช้อัดเม็ด > วัสดุเหลือใช้อัดเม็ด > วัสดุเหลือใช้บดผง > ไม่ใช้ปุ๋ยเลย

หรรษา และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตข้าวและปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าเมื่อข้าวพันธุ์ กข 23 ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเป็น 16 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น จากกรรมวิธีที่ไม่ใส่โพแทสเซียมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติจากกรรมวิธีที่ใส่โพแทสเซียม 4 และ 8 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ ทั้งที่ใส่อย่างเดียวกันและที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

10.2 การใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

Aroon *et al.* (1978) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักเทศบาล มูลสัตว์และปุ๋ยเคมีในชุดดินรังสิตและชุดดินกำแพงแสนติดต่อกันเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่า pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยหมักเทศบาลอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นเวลาทำให้ปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

Zhang และคณะ (1994) ศึกษาอิทธิพลของสมบัติของดินและปุ๋ยคอกต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสกับข้าวสาลี พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยคอก ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ถูกดูดไปใช้ในต้นข้าวสาลีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การตอบสนองจะมากขึ้นแตกต่างกันไปตามชนิดดิน การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยฟอสฟอรัสสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยที่ปุ๋ยคอกมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการตรึงฟอสฟอรัสของดิน

หรั่ง และคณะ (2539) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งชลประทานแม่กลองใหญ่ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสนติดต่อกัน 2 ปี โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 200, 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 28-28-0 อัตรา 20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย

Tuivavalagi and Silva (1996) รายงานผลการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิโซลส์ ที่ Hawii โดยใช้ปุ๋ยเคมี (200 kgN, 200 kgP, 100 kgK, 15 kgZn, 5 kgB และ 2.5 kgCu/ha) อย่างเดียวและใช้ร่วมกับมูลไก่สดอัตรา 16.82 ตันต่อเฮกตาร์ พบว่าการเพิ่มปุ๋ยมูลไก่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยเพิ่มผลผลิตเมล็ด ความสูงของข้าวโพด น้ำหนักของใบรองฝัก และส่วนเหนือดิน จากการวิเคราะห์ใบรองฝักในระยะออกไหม แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซัลเฟต คลอรีนและสังกะสี การวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวได้แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจน ไนโตรเจน แมงกานีส และแคลเซียมในดิน

อุดม (2545) ศึกษาการจัดการปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในชุดดินกบินทร์บุรีที่มีฟอสฟอรัสต่ำในแปลงทดลอง อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0, 0.5 และ 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 12-24-12 อัตรา 12.5 และ 25 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วง 472.89-508.33 กิโลกรัมต่อไร่

ศิริเนตร (2545) พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว และ Hakim (2002) ศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินออกซิโซลส์โดยใช้ไอโซโทป ^{32}P ในการวัดประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพด ทำการทดลองในกระถาง โดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีอินทรีย์วัตถุในดิน 0, 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นอัตรา 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กรัมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดต่อกระถาง ตามลำดับ เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อเจริญได้ 6 สัปดาห์ พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง การดูดใช้ฟอสเฟต ปริมาณฟอสฟอรัสที่มาจากปุ๋ยและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงสุด

กฤษณา (2546) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสโดยทั่วไปของข้าวและข้าวโพด ได้ใกล้เคียงกับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว

11. ลักษณะบางประการของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ได้มาจากการผสม 3 ทาง ระหว่างพันธุ์เหลืองทองนาปรัง C4-63 และ IR 48 ผสมพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรีฤดูนาปี พ.ศ. 2523 และนาปรัง พ.ศ. 2524 คัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 1-4 ระหว่างฤดูนาปี พ.ศ. 2524 และนาปรัง พ.ศ. 2526 ทดลองศึกษาพันธุ์ฤดูนาปรัง พ.ศ. 2526 ทดสอบผลผลิตภายในสถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ฤดูนาปรัง พ.ศ. 2527 – นาปรัง พ.ศ. 2528 ทดสอบผลผลิตระหว่างสถานีทดลองภาคกลาง ฤดูนาปี พ.ศ. 2529 – นาปี พ.ศ. 2530 คณะกรรมการวิจัยกรมวิชาการเกษตรได้มีมติรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530 และได้ชื่อว่า ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 60 (สถาบันวิจัยข้าว, 2535)

ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้มีการตอบสนองต่อปุ๋ยในระดับเศรษฐกิจสูง ผลผลิตประมาณ 700 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถต้านทานต่อโรคใบสีส้ม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียวและเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ดีกว่า ข้าวพันธุ์ กข 7 และต้านทานโรคไหม้ได้ดีกว่า ข้าวพันธุ์ กข 23 ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 -122 วัน ทรงกอตั้ง แดกแขนงดี ต้นไม่ล้ม ต้นมีความสูงประมาณ 133 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อต้นประมาณ 14 รวง ดอกจะมีสีอ่อนเกสรตัวเมียไม่มีสี ใบมีสีเขียวเข้มมีขนบนใบและคอรวงสั้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ดินที่ใช้ในการทดลองคือ ชุดดินปากท่อ เก็บที่ช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร
บ้านหนองแดง ตำบลสนามคลี อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
2. เมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60
3. วัตถุอินทรีย์
 - 3.1 มูลโค จากฟาร์มโคเนื้อ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
 - 3.2 มูลไก่ จากฟาร์มเลี้ยงไก่ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
 - 3.3 กากตะกอนอ้อย จากโรงงานน้ำตาล จังหวัดกำแพงเพชร
4. ปุ๋ยเคมีที่ใช้ คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และปุ๋ยสูตร 16-16-8
5. อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมัก ดิน และพืชในห้องปฏิบัติการ
ได้แก่ Digestion Apparatus, Distillation Apparatus, Atomic Absorption Spectrophotometer, pH
meter, Electrical Conductivity meter, Spectrophotometer, Electrical Shaker และ Fume hood
6. สารเคมีที่จำเป็นสำหรับวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์ ดิน และพืช
7. กระถางสำหรับปลูกข้าวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 นิ้ว สูง 30 นิ้ว ความจุ 20 กิโลกรัม
8. สารกำจัดศัตรูพืช

วิธีการ

การทดลองนี้ ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในกระบวนการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

1.1 แผนการทดลอง

แยกการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อย ตามวัตถุดิบอินทรีย์คือ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย เป็นหน่วยการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 4 ดำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดสัญลักษณ์ของแต่ละการทดลองดังนี้

ดำรับการทดลอง	วัตถุดิบอินทรีย์		
	มูลโค	มูลไก่	กากตะกอนอ้อย
ไม่ผสมปุ๋ยยูเรีย	c	ck	fc
ผสมปุ๋ยยูเรีย 1 กก./ตัน	c + fu 1	ck + fu 1	fc + fu 1
ผสมปุ๋ยยูเรีย 2 กก./ตัน	c + fu 2	ck + fu 2	fc + fu 2
ผสมปุ๋ยยูเรีย 4 กก./ตัน	c + fu 4	ck + fu 4	fc + fu 4

1.2 การหมักวัตถุดิบอินทรีย์

การหมักกระทำ โดยชั่งวัตถุดิบอินทรีย์กองละ 50 กิโลกรัม ผสมปุ๋ยยูเรียตามอัตราที่กำหนดของแต่ละดำรับการทดลอง รดน้ำให้ชุ่มคลุมด้วยผ้าพลาสติก แล้วทำการกลับกองปุ๋ยพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างจากกองปุ๋ยอินทรีย์ทุก ๆ วันที่ 0, 7, 15, 30, 60 และ 90 เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์

1.3 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของวัตถุดิบอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์

1.3.1 วัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ต่อ น้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 2.5 ด้วย pH meter

1.3.2 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สกัดด้วย 0.05M HCl และ 0.5M Ba (CH₃COO)₂ pH 7 (Faithfull, 2002)

1.3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) โดย Walkley and Black Procedure (Nelson and Lee, 1996)

1.3.4 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด โดยการย่อยสลายตัวอย่างด้วยสารละลาย ย่อยสลายผสม (H₂SO₄ – Na₂SO₄ – Se) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยการกลั่น (N – determination apparatus) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ด้วยเครื่อง Spectrophotometer และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

1.3.5 ปริมาณเหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสีทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลาย กรดผสม (HNO₃–HClO₄–H₂SO₄) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

1.4 คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ในการทดลองที่ 2

คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์จากตัวแทนของแต่ละวัตถุดิบอินทรีย์ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักครบ 90 วัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

2.1 วางแผนทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยกำหนดปริมาณ ไนโตรเจนที่ข้าวได้รับตามข้อมูลการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร คือ ช่วงปักดำใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่ หลังจากปักดำ 15 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 5 กก./ไร่ รวมปริมาณไนโตรเจนที่เกษตรกรใส่ทั้งหมดเท่ากับ 6.3 กกN./ไร่ ให้เท่ากับ 1 N ดังนั้นจึงกำหนดการทดลองจากปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวได้รับตามสัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีรวม 17 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

ดำรับที่ 1 (C)	ดำรับควบคุม (Control)
ดำรับที่ 2 (F1)	ปุ๋ยเคมี 1 N
ดำรับที่ 3 (Oc1/2)	ปุ๋ยมูลโค 1/2 N
ดำรับที่ 4 (Oc1)	ปุ๋ยมูลโค 1 N
ดำรับที่ 5 (Oc1/4+F3/4)	ปุ๋ยมูลโค 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
ดำรับที่ 6 (Oc1/2+F1/2)	ปุ๋ยมูลโค 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
ดำรับที่ 7 (Oc1+F1/2)	ปุ๋ยมูลโค 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
ดำรับที่ 8 (Ock1/2)	ปุ๋ยมูลไก่ 1/2 N
ดำรับที่ 9 (Ock1)	ปุ๋ยมูลไก่ 1 N
ดำรับที่ 10 (Ock1/4+F3/4)	ปุ๋ยมูลไก่ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
ดำรับที่ 11 (Ock1/2+F1/2)	ปุ๋ยมูลไก่ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
ดำรับที่ 12 (Ock1+F1/2)	ปุ๋ยมูลไก่ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
ดำรับที่ 13 (Ofc1/2)	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย 1/2 N
ดำรับที่ 14 (Ofc1)	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย 1 N
ดำรับที่ 15 (Ofc1/4+F3/4)	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
ดำรับที่ 16 (Ofc1/2+F1/2)	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
ดำรับที่ 17 (Ofc1+F1/2)	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

2.2 เตรียมตัวอย่างดิน

เตรียมตัวอย่างดินทำโดยนำดินตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่นาของเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงความลึก 0–15 เซนติเมตร นำมาผึ่งแห้งในที่ร่ม แล้วเตรียมดินไว้สำหรับการทดลองในโรงเรือนส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งเตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูกพืช

2.3 เตรียมกล้าข้าว

นำเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 มาแช่น้ำ 1 คืน แล้วหุ้มด้วยผ้าขาวบางทิ้งไว้ 3 วัน เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกให้นำไปหว่านในกระบะเพาะกล้า รักษาน้ำให้อยู่ในระดับ 1-2 เซนติเมตรจากผิวดิน จนกล้าข้าวมีอายุ 25 วัน จึงนำไปปักดำในแต่ละกระถางทดลอง

2.4 ปลูกข้าว

นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้กระถางละ 15 กิโลกรัม ชั่งน้ำไว้ 3 วัน จากนั้นทำการผสมปุ๋ยตามตำราการทดลองที่ได้วางไว้ คลุกดินกับปุ๋ยให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 วัน ทำการปักดำกล้าข้าว ซึ่งมีอายุ 25 วัน โดยปักดำ 5 ต้นต่อกระถาง พอข้าวตั้งตัวได้แล้วจะถอนให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง

2.5 บันทึกข้อมูลพืช

2.5.1 วัดความสูงและนับจำนวนต้นต่อกอเมื่อข้าวอายุได้ 45, 65 และ 90 วัน

2.5.2 ชั่งน้ำหนักสดและแห้งของตอซังข้าว

2.5.3 ชั่งน้ำหนักผลผลิตโดยชั่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดและน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด

2.5.4 นับจำนวนรวงต่อกระถางในระยะเก็บเกี่ยว

2.6 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน

2.6.1 เนื้อดิน (texture) ใช้วิธี pipet method

2.6.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยวิธี core method

2.6.3 ความเป็นกรดด่างของดิน (ดิน : น้ำ = 1:1) ด้วย pH meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์,

2.6.4 ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extraction) (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2.6.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดย Walkley and Black Procedure (Nelson and Lee, 1996)

2.6.6 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยวิธี Ammonium acetate 1N, pH 7 extraction (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2.6.7 ปริมาณการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นค่า โดยวิธี Ammonium acetate 1N, pH 7 extraction

2.6.8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II extraction (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2.7 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินข้าวและเมล็ด

2.7.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีการกลั่น (ทัศนีย์ และ จรงค์, 2542)

2.7.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดด้วย Spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จรงค์, 2542)

2.7.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จรงค์, 2542)

สถานที่ทำการวิจัย

งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรงเรียนปลูกพืชทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในกระบวนการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

1. สมบัติของวัตถุดิบอินทรีย์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัตถุดิบอินทรีย์ ได้แก่ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย แสดงไว้ในตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่า pH ของ มูลโค (9.06) สูงที่สุด รองลงมาคือ มูลไก่ (8.95) และกากตะกอนอ้อย (8.37) ตามลำดับ ค่า C/N ratio ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของมูลไก่สูงกว่ามูลโคและกากตะกอนอ้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.23, 60.63% และ 53.53 cmol/kg ตามลำดับ ส่วนมูลโคมีค่า C/N ratio (19.73) แ่กกว่ากากตะกอนอ้อย (21.91) และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (52.99 % และ 44.63 cmol/kg ตามลำดับ) สูงกว่ากากตะกอนอ้อย (39.60 % และ 37.90 cmol/kg ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ในวัตถุดิบอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า มูลโคและมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใกล้เคียงกันคือ 1.9% และมีค่ามากกว่ากากตะกอนอ้อย (1.05 %N) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมดของมูลโคมีค่าสูงกว่ามูลไก่และกากตะกอนอ้อย คือเท่ากับ 1.21%P และ 2.36 %K ตามลำดับ โดยมูลไก่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (1.14 %P) ต่ำกว่ากากตะกอนอ้อยเล็กน้อย (1.47 %P) แต่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (1.44 %K) สูงกว่ากากตะกอนอ้อย (0.72 %K) ถึง 2 เท่า

เมื่อพิจารณาปริมาณจุลธาตุ (Fe, Cu, Zn และ Mn) ในวัตถุดิบอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน พบว่า กากตะกอนอ้อยมีปริมาณเหล็กทั้งหมด และแมงกานีสทั้งหมดสูงกว่ามูลสัตว์ คือเท่ากับ 11,730 mg Fe/kg และ 1,082 mg Mn/kg ตามลำดับ ในขณะที่มูลสัตว์มีค่าเฉลี่ยของปริมาณเหล็กทั้งหมดและแมงกานีสทั้งหมดเท่ากับ 1,803 mg Fe/kg และ 379 mg Mn/kg ตามลำดับ ปริมาณทองแดงทั้งหมดของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 29.8 mg Cu/kg ปริมาณสังกะสี

ทั้งหมดของมูลไก่ (254.86 mg Zn/kg) มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือมูลโค (160.15 mg Zn/kg) และกากตะกอนย่อย (112.15 mg Zn/kg)

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของวัตถุดิบอินทรีย์

สมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร	วัตถุดิบอินทรีย์		
	มูลโค	มูลไก่	กากตะกอนย่อย
pH (1:2.5)	9.06	8.95	8.37
C/N ratio	19.73	24.23	21.91
OM (%)	52.99	60.63	39.60
CEC (cmol/kg)	44.63	53.53	37.90
total N (%)	1.92	1.91	1.05
total P (%)	1.21	1.14	1.47
total K (%)	2.36	1.44	0.72
total Fe (mg/kg)	2,180	1,426	11,730
total Cu (mg/kg)	30.00	28.97	30.50
total Zn (mg/kg)	160.15	254.86	112.15
total Mn (mg/kg)	414	344	1,082

2. ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในกระบวนการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

เนื่องจากวัตถุดิบอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดคือ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยมีสมบัติต่างกัน จึงทำการแยกวิเคราะห์ทางสถิติของผลการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วันของการหมัก ในวัตถุดิบแต่ละชนิด

สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละตำรับอัตราปุ๋ยยูเรียช่วง 0-90 วัน ของการหมัก โดยแยกพิจารณาตามชนิดวัตถุดิบ ดังนี้

2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยต่อค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมักได้แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 2 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

2.1.1 มูลโค

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 2ก) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0, 15 และ 90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงที่สุด (4 กก./ตัน) ให้ค่า pH ต่ำที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0- 90 วัน) มีผลทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (ตารางที่ 3) เมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า pH จะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1ก

2.1.2 มูลไก่

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 2ข ได้แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราต่าง ๆ ให้ค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ระยะเวลาของการหมัก (0- 90 วัน) มีผลทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) เมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า pH จะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1ข

2.1.3 กากตะกอนย่อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนย่อย (ตารางที่ 2ค) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงเวลาของการหมักที่ 0, 15 และ 90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงที่สุด (4 กก./ตัน) ให้ค่า pH ต่ำที่สุด

ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก (0- 90 วัน) มีผลทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) เมื่อเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า pH จะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1ค

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตลอดช่วงเวลาของการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ทำให้ pH ของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดมีค่าลดลง สำหรับการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงสุด (4 กก./ตัน) ในมูลโคและกากตะกอนย่อยมีผลให้ค่า pH ในปุ๋ยอินทรีย์ลดลงมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียและใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราต่ำกว่า แต่การใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลไก่ไม่มีผลต่อค่า pH

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ กันต่อค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์

ก) มูลโค

ตำรับการทดลอง	ค่า pH หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
c	9.06 a ^{1/}	8.83	8.74 b ^{1/}	8.73	8.12	7.91 c
c+fu 1	9.05 a	8.85	8.73 b	8.74	7.92	7.54 b
c+fu 2	9.25 b	8.88	8.29 ab	8.39	8.02	7.77 bc
c+fu 4	8.99 a	8.20	8.17 a	8.28	7.26	7.17 a
F-test	**	ns	**	ns	ns	**
CV (%)	1.21	5.33	3.49	4.93	3.98	4.08

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี

DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ข) มูลไก่

ตำรับการทดลอง	ค่า pH หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ck	8.95	9.04	8.42	8.18	8.53	6.69
ck + fu 1	8.83	9.20	7.55	7.96	7.70	6.61
ck + fu 2	9.03	8.57	7.05	6.97	7.08	6.26
ck + fu 4	8.88	8.47	7.44	7.59	7.33	6.32
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.44	5.50	2.36	3.56	4.10	6.34

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ตัวรับการทดลอง	ค่า pH หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
fc	8.37 a ^{1/}	8.44	8.36 b ^{1/}	7.79	8.12	7.44 b ^{1/}
fc + fu 1	8.53 b	8.17	8.06 b	7.65	7.74	7.24 a
fc + fu 2	8.68 c	8.08	7.66 a	7.43	7.70	7.22 a
fc + fu 4	8.78 c	8.18	7.45 a	7.32	7.68	7.09 a
F-test	**	ns	**	ns	ns	**
CV (%)	1.98	3.77	4.95	4.24	4.74	2.07

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

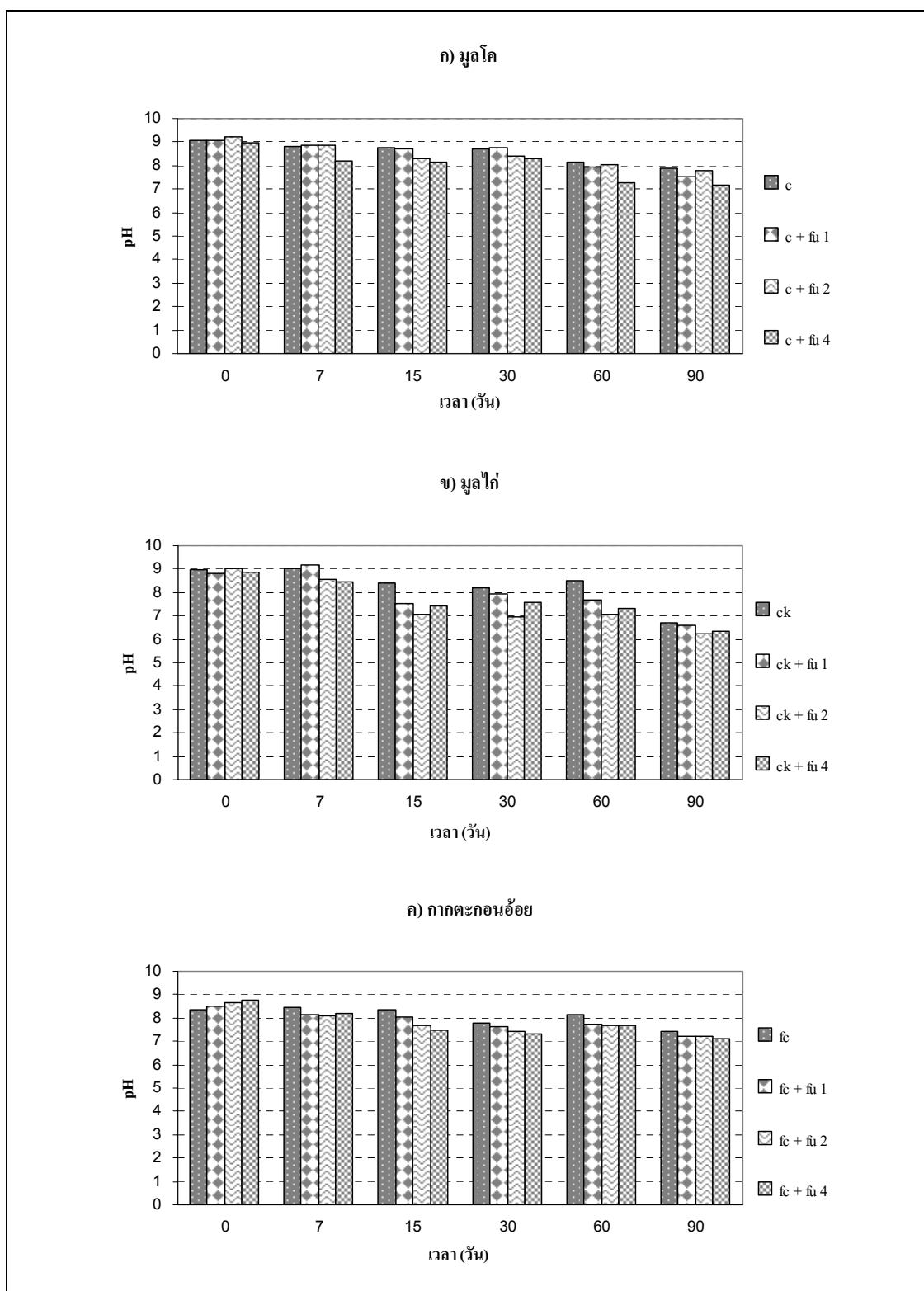
ตารางที่ 3 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ค่า pH หลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	9.09 c ^{1/}	6.44 d	8.49 b	7.51 a	8.54 b	7.35 a	**	7.88
ck	8.93 c ^{1/}	7.27 a	7.62 b	7.68 b	7.66 b	6.47 d	**	9.87
fc	8.34 f ^{1/}	8.22 d	7.88 c	7.55 b	7.81 c	7.25 a	**	9.65

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 1 ค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก โดยวัตถุดิบที่ใช้หมัก

2.2 C/N ratio

ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยต่อค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 4 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ในตารางที่ 5

2.2.1 มูลโค

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 4ก) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0, 7, 15, 60 และ 90 วัน โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการหมักที่ 90 วันการใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ให้ค่า C/N ratio ต่ำที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) เมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า C/N ratio จะลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 2ก

2.2.2 มูลไก่

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 4ข) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-15 วัน โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงสุด (4 กก./ตัน) ให้ค่า C/N ratio ต่ำที่สุด แต่เมื่อระยะเวลาการหมักนานมากกว่า 30 วัน การใช้ปุ๋ยยูเรียไม่มีผลทำให้ค่า C/N ratio แตกต่างกันทางสถิติ

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) เมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า C/N ratio จะลดลงและค่อนข้างคงที่ในช่วงระยะการหมัก 60 และ 90 วัน ดังแสดงในภาพที่ 2ข

2.2.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางที่ 4ค) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0, 15, 60 และ 90 วัน โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ให้ค่า C/N ratio ต่ำที่สุด

ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) เมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้น ค่า C/N ratio จะลดลง และค่อนข้างคงที่ในช่วงระยะการหมัก 60 และ 90 วัน ดังแสดงในภาพที่ 2ก

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตลอดช่วงเวลาของการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ทำให้ค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดแนวโน้มลดลง สำหรับการใส่เพิ่มปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ในมูลโค และ กากตะกอนอ้อยมีผลทำให้ค่า C/N ratio ลดลงจากค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย และใส่ในอัตราอื่น แต่การเพิ่มปุ๋ยยูเรียในมูลไก่ไม่มีผลต่อค่า C/N ratio

ตารางที่ 4 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ต่อค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์

ก) มูลโค

ดำรับการทดลอง	อัตราการย่อยสลาย (C/N Ratio) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
C	19.73 b ^{1/}	18.12 d ^{1/}	12.95 a ^{1/}	12.62	13.08 b ^{1/}	13.60 a ^{1/}
c + fu 1	13.47 a	14.55 c	13.38 a	12.59	12.95 b	13.45 a
c + fu 2	14.43 a	13.50 b	13.88 b	11.89	11.97 a	14.50 b
c + fu 4	14.78 a	12.65 a	13.00 a	12.63	12.91 b	13.76 a
F-test	**	**	**	ns	**	**
CV (%)	6.73	5.02	3.38	4.10	4.87	4.05

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ข) มูลไก่

ดำรับการทดลอง	อัตราการย่อยสลาย (C/N Ratio) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Ck	24.23 c ^{1/}	20.00 c ^{1/}	19.82 b ^{1/}	19.48	18.12	18.88
ck + fu 1	16.02 a	18.39 b	20.14 b	20.02	17.22	17.16
ck + fu 2	16.77 ab	20.14 c	21.49 c	19.63	17.00	16.40
ck + fu 4	16.30 b	17.12 a	18.67 a	18.82	16.72	16.30
F-test	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	4.43	7.46	5.54	4.50	4.86	8.61

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ดำรับการทดลอง	อัตราการใช้สลาย (C/N Ratio) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Fc	21.88 b ^{1/}	21.77	19.43 ab ^{1/}	17.69	19.51 b ^{1/}	19.53 b ^{1/}
fc + fu 1	20.62 ab	21.31	20.08 b	17.68	14.41 a	14.74 a
fc + fu 2	19.98 ab	20.55	18.15 a	18.38	15.98 a	15.10 a
fc + fu 4	19.10 a	19.59	17.93 a	18.61	16.47 a	16.21 a
F-test	**	ns	**	ns	**	**
CV (%)	6.72	7.46	6.09	4.09	3.32	3.36

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

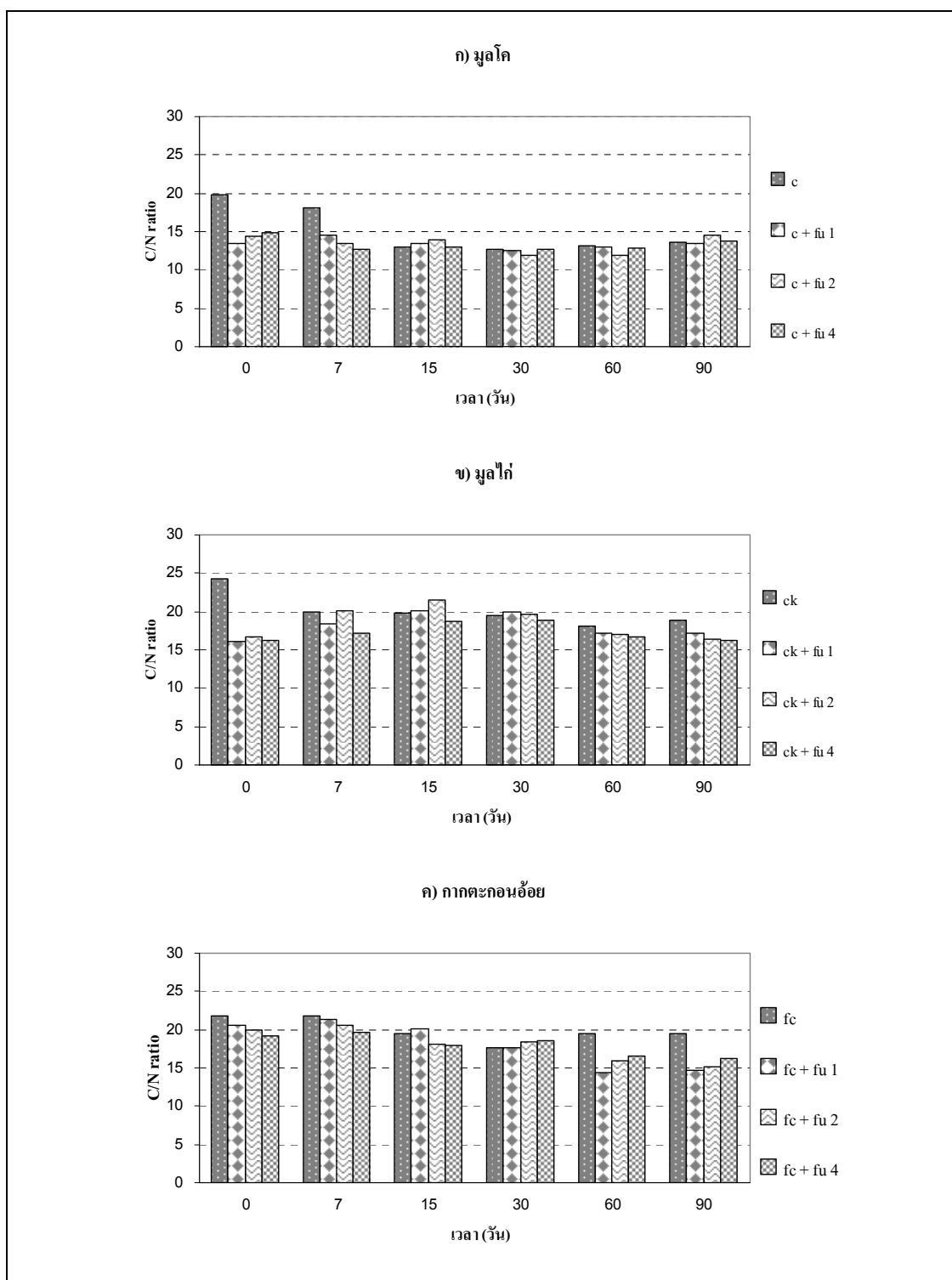
ตารางที่ 5 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	อัตราการใช้สลาย (C/N Ratio) หลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
C	15.60 e ^{1/}	14.61 d	13.30 b	12.43 a	12.73 a	13.83 c	**	9.23
Ck	18.83 b ^{1/}	18.91 b	20.03 c	19.48bc	17.27 a	17.27 a	**	8.33
Fc	20.39 c ^{1/}	20.80 c	18.90 b	18.09 b	16.59 a	16.32 a	**	8.14

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 2 ค่า C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก โดยวัตถุดิบที่ใช้หมัก

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)

ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 6 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด (ตารางที่ 7)

2.3.1 มูลโค

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 6ก) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วัน โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) เมื่อระยะเวลาของการหมักมากกว่า 30 วัน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง ดังแสดงในภาพที่ 3ก

2.3.2 มูลไก่

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 6ข) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วันเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 2 กก./ตัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) เมื่อระยะเวลาของการหมักมากกว่า 30 วัน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง ดังแสดงในภาพที่ 3ข

2.3.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางผนวกที่ 6ค) พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด

ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาของการหมักมากกว่า 30 วัน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง ดังแสดงในภาพที่ 3ค

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าตลอดช่วงระยะเวลาของ การหมักปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ตั้งแต่ 0-30 วัน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดเพิ่มขึ้นแต่จะเล็กน้อยหลังจากผ่านการหมัก 60 และ 90 วัน สำหรับการเพิ่มปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ในมูลโค และกากตะกอนอ้อย จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียและการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูง ส่วนในมูลไก่ที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย 2 กก./ตัน มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย และใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราอื่น

ตารางที่ 6 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์

ก) มูลโค

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
c	52.99 b ^{1/}	57.09 c ^{1/}	53.96 a ^{1/}	52.17 b ^{1/}	52.29 c ^{1/}	48.52 a ^{1/}
c + fu 1	50.21 a	56.76 c	54.90 c	53.42 c	50.84 b	50.80 d
c + fu 2	49.68 a	54.29 b	56.59 d	50.75 d	50.09 a	50.33 c
c + fu 4	52.97 a	51.54 a	54.49 b	54.34 b	52.71 d	49.51 b
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	2.29	4.26	1.89	2.68	2.16	1.83

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ข) มูลไก่

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ck	60.63 a ^{1/}	62.91 c ^{1/}	63.78 a ^{1/}	65.01 c ^{1/}	63.83 c ^{1/}	60.35 b ^{1/}
ck + fu 1	61.54 b	60.95 b	64.76 c	61.37 a	62.20 a	60.85 c
ck + fu 2	64.01 c	61.14 b	65.50 d	62.18 b	62.86 b	61.49 d
ck + fu 4	63.28 d	60.37 a	64.37 b	65.21 a	62.06 a	58.72 a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	2.29	1.65	1.04	2.80	1.16	1.79

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ดำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
fc	39.60 a ^{1/}	39.96 b ^{1/}	37.66 b ^{1/}	35.91 a ^{1/}	37.93 d ^{1/}	35.29 b ^{1/}
fc + fu 1	40.50 b	39.16 a	37.78 b	38.04 bc	36.28 b	35.44 c
fc + fu 2	40.30 c	39.42 a	37.38 a	38.51 c	34.12 a	34.31 a
fc + fu 4	40.40 d	39.21 a	37.18 a	37.80 b	36.99 c	35.41 bc
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	1.20	1.12	1.40	2.82	4.05	1.40

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

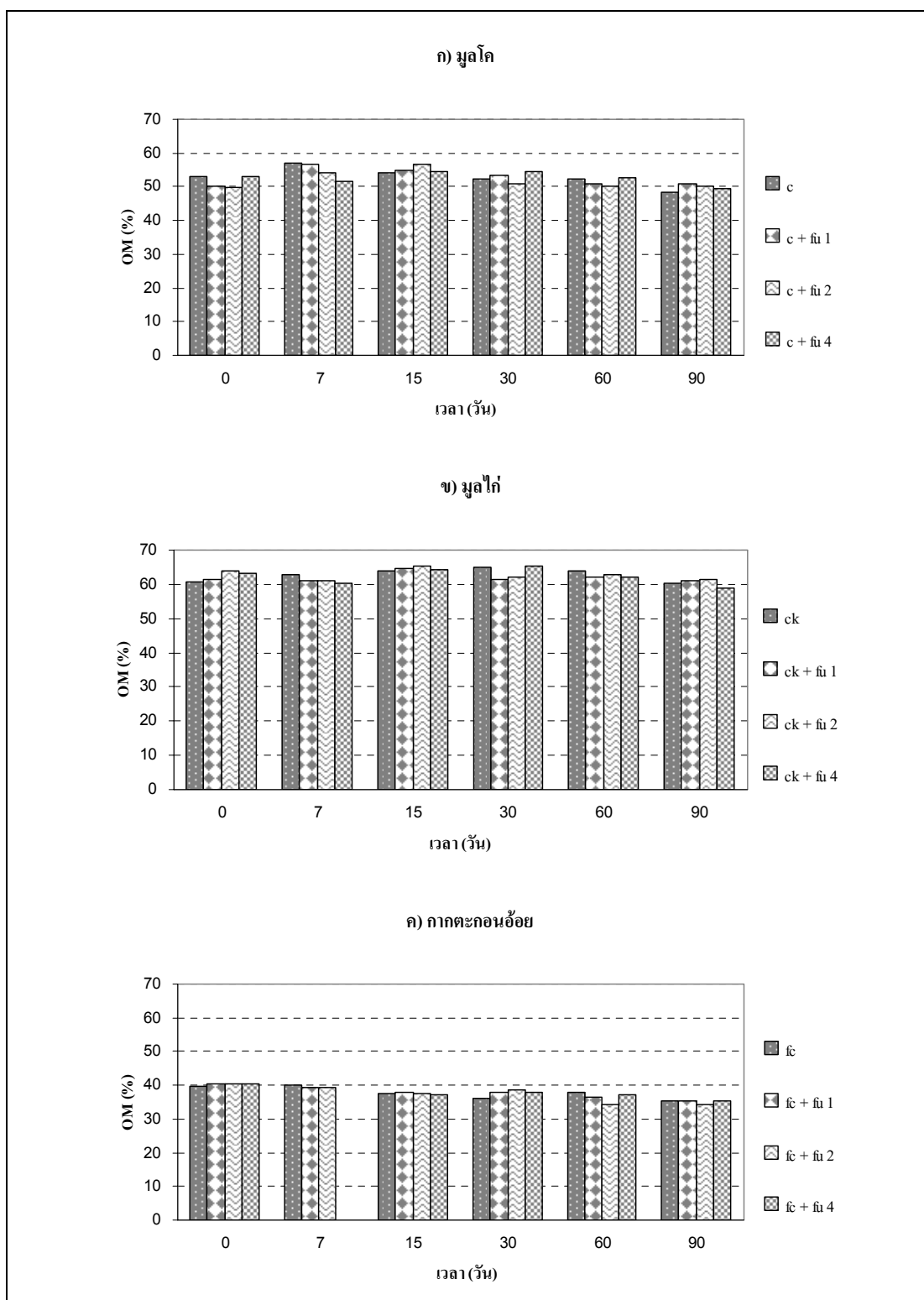
** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 7 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ปริมาณอินทรีย์วัตถุหลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	51.47 b ^{1/}	54.12 d	54.99 d	52.67 c	51.48 b	49.79 a	**	7.21
ck	62.38 c ^{1/}	61.35 b	64.60 f	63.44 e	62.74 d	60.49 a	**	6.31
fc	40.23 e ^{1/}	39.44 d	37.50 c	37.60 c	36.33 b	35.09 a	**	6.78

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก

2.4 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนย่อยต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 8 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในแต่ละชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 9)

2.4.1 มูลโค

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 8ก) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วันเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาของการหมักผ่านไป 90 วัน ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตลอดช่วงเวลาของการหมัก (ภาพที่ 4ก)

2.4.2 มูลไก่

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 8ข) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 2 กก./ตัน ให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาของการหมักนานขึ้นค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตลอดช่วงเวลาของการหมัก (ภาพที่ 4ข)

2.4.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางที่ 9ค) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 2 กก./ตัน ให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 9) ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาของการหมัก ดังแสดงในภาพที่ 4ค

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตลอดช่วงระยะเวลาของการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นสำหรับการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ในมูลโคและ 2 กก./ตัน ในมูลไก่และกากตะกอนอ้อย มีผลให้มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่าค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียและใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราอื่น

ตารางที่ 8 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์

ก) มูลโค

ดำรับการทดลอง	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg) หลังการหมัก		
	0 วัน	30 วัน	90 วัน
c	44.63 a ^{1/}	51.67 ab ^{1/}	54.45 a ^{1/}
c + fu 1	52.43 b	54.28 b	59.65 b
c + fu 2	46.18 a	49.06 a	56.76 ab
c + fu 4	53.41 b	54.20 b	55.93 a
F-test	**	**	**
CV (%)	5.36	8.15	7.06

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ข) มูลไก่

ดำรับการทดลอง	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg) หลังการหมัก		
	0 วัน	30 วัน	90 วัน
ck	53.53 a ^{1/}	57.68 a ^{1/}	61.87 a ^{1/}
ck + fu 1	52.61 a	59.32 ab	62.51 a
ck + fu 2	61.87 b	64.11 b	65.08 b
ck + fu 4	57.08 b	60.28 ab	61.89 a
F-test	**	**	**
CV (%)	4.30	8.91	5.60

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ดำรับการทดลอง	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg) หลังการหมัก		
	0 วัน	30 วัน	90 วัน
fc	37.90 b ^{1/}	41.09 b ^{1/}	41.10 a ^{1/}
fc + fu 1	31.49 a	34.69 a	41.44 a
fc + fu 2	38.54 b	41.74 b	45.05 b
fc + fu 4	35.66 ab	37.58 ab	39.17 a
F-test	**	**	**
CV (%)	3.98	9.52	5.2

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

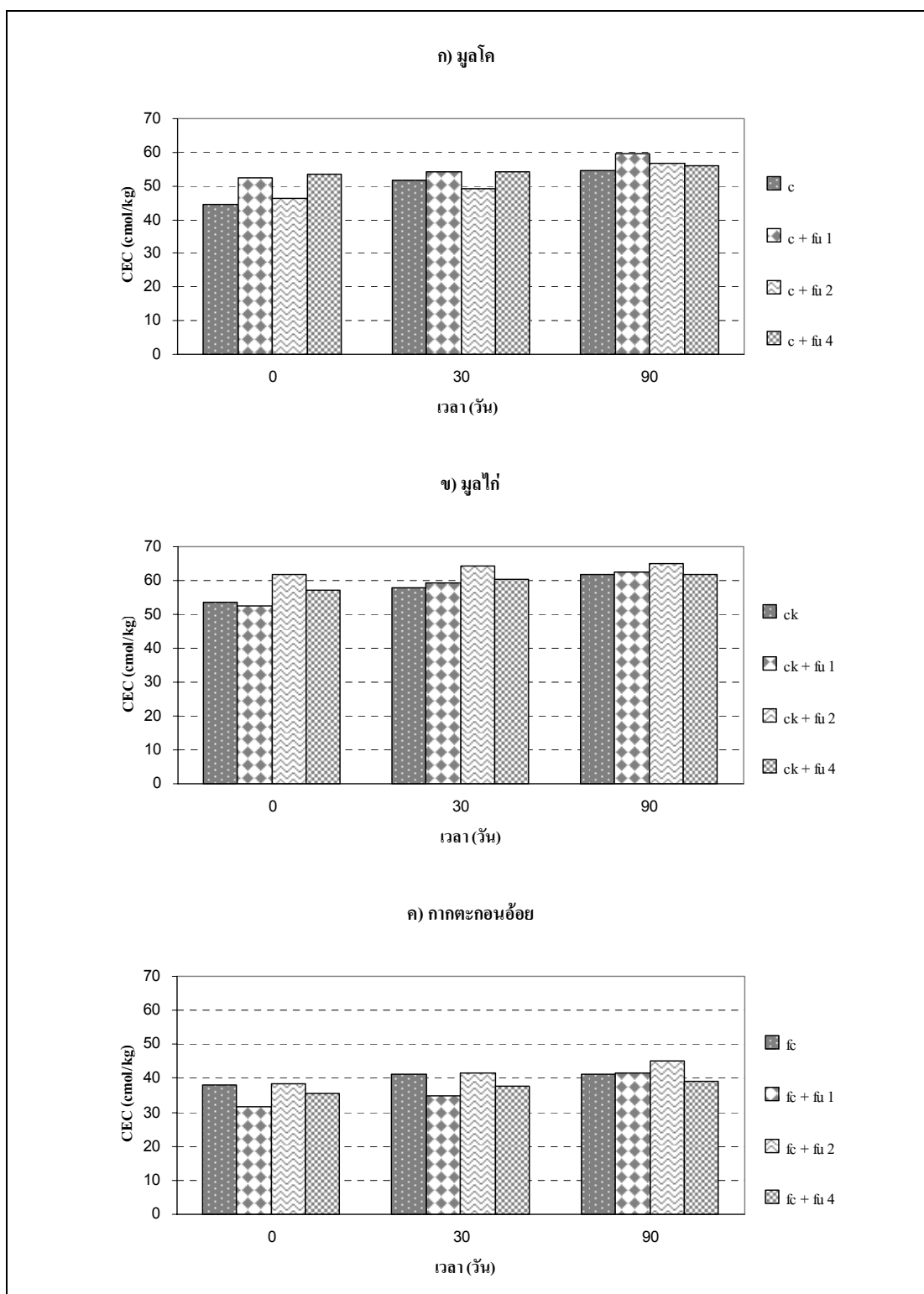
** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 9 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg) หลังการหมัก			F-test	CV (%)
	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	49.16 a ^{1/}	52.28 ab	55.92 b	**	9.10
ck	56.27 a ^{1/}	60.35 ab	62.84 b	**	7.56
fc	35.90 a ^{1/}	38.77 ab	40.94 b	**	8.41

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 4 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./
ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก

3. ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในกระบวนการหมักวัตถุดิบอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของกองปุ๋ยอินทรีย์

3.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนย่อยต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 10 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด (ตารางที่ 11)

3.1.1 มูลโค

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 10ก) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-7 และ 90 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด

ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลาของการหมัก 30 วัน หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 5ก

3.1.2 มูลไก่

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 10ข) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 0-7 และ 30 วัน แต่หลังจากนั้นการใส่ปุ๋ยยูเรียไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ระยะเวลาต่าง ๆ ของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้เพิ่มขึ้นในช่วง 0-60 วัน หลังจากนั้นจะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 5ข

3.1.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางที่ 11ค) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลการไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียในช่วงเวลาของการหมักที่ 0, 15, 60 และ 90 วัน จากตารางจะเห็นได้ว่า ที่ 90 วันของการหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการใส่ปุ๋ยยูเรีย 2 กก./ตัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นในช่วง 0-60 วัน ของการหมักหลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 5ค

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การหมักปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักที่ 90 วัน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดมีค่าลดลง ส่วนการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ในมูลโค จะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรียและใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราอื่น ส่วนในมูลไก่และกากตะกอนอ้อยพบว่าการเพิ่มปุ๋ยยูเรียไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ตารางที่ 10 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตราต่าง ๆ กันต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุยอินทรีย์

ก) มูลโค

ตัวรับการ	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
c	1.92 a ^{1/}	2.24 a ^{1/}	2.42	2.40	2.33	2.04 a ^{1/}
c + fu 1	2.00 b	2.27 ab	2.38	2.47	2.28	2.16 b
c + fu 2	2.09 c	2.34 bc	2.37	2.48	2.43	1.99 a
c + fu 4	2.17 d	2.37 c	2.44	2.51	2.37	2.06 ab
F-test	**	*	ns	ns	ns	**
CV (%)	5.15	2.91	1.96	3.24	3.83	3.88

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ข) มูลไก่

ตัวรับการ	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ck	1.92 a ^{1/}	1.83 ab ^{1/}	1.87 b ^{1/}	1.94 bc ^{1/}	2.05	2.01
ck + fu 1	2.01 b	1.93 b	1.87 b	1.79 a	2.10	2.05
ck + fu 2	2.22 b	1.76 bc	1.77 a	1.84 ab	2.15	1.93
ck + fu 4	2.23 a	2.05 c	2.01 c	2.02 c	2.16	1.92
F-test	**	*	**	**	ns	ns
CV (%)	7.42	6.88	4.89	5.79	4.20	3.52

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
fc	1.05 a	1.07	1.13 ab	1.18	1.13 a	1.04 b
fc + fu 1	1.15 ab	1.07	1.10 a	1.25	1.47 b	0.89 a
fc + fu 2	1.18 c	1.12	1.20 b	1.22	1.25 a	0.92 ab
fc + fu 4	1.23 c	1.17	1.20 b	1.18	1.31 ab	0.81 a
F-test	**	ns	**	ns	**	**
CV (%)	7.39	5.77	5.30	4.38	1.78	4.38

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

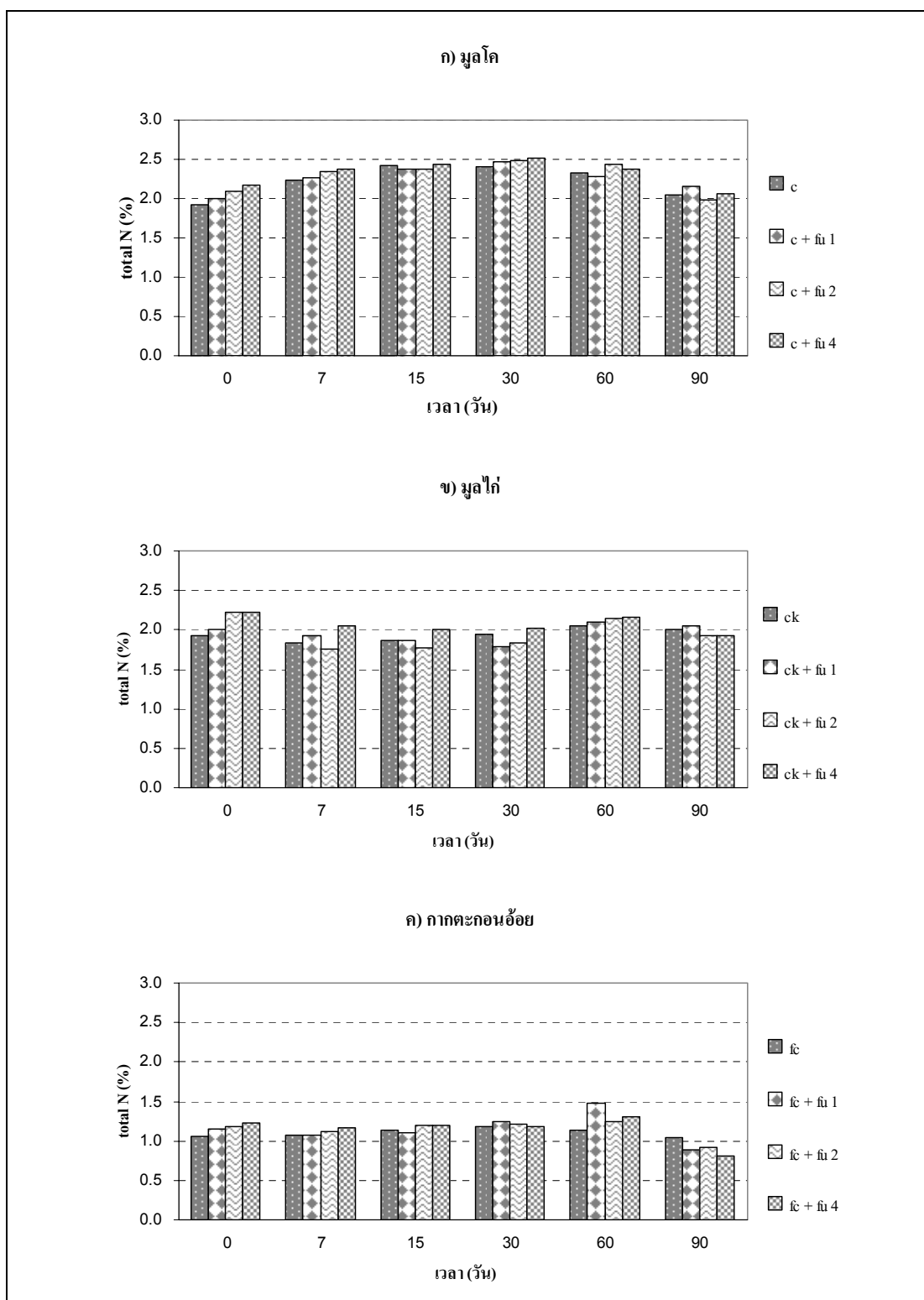
ตารางที่ 11 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) หลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	2.04 a ^{1/}	2.30 b	2.40 c	2.47 d	2.36 c	2.06 a	**	8.42
ck	2.10 c ^{1/}	1.89 a	1.88 a	1.90 a	2.12 c	2.00 b	**	8.74
fc	1.15 bc ^{1/}	1.10 b	1.16 bc	1.21 c	1.29 d	0.93 a	**	7.51

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกองปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก

3.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P)

ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 12 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดในตารางที่ 13

3.2.1 มูลโค

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 12ก) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 60-90 วันจากตารางจะเห็นได้ว่าที่ 90 วันของการหมักการใช้ปุ๋ยยูเรียมากที่สุด ในอัตรา 4 กก./ตัน มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลงในอัตราต่างไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ที่ 90 วัน

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาของการหมัก (ภาพที่ 6ก)

3.2.2 มูลไก่

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 12ข) พบว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดช่วงเวลาของการหมัก จากตารางจะเห็นได้ว่า การใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงสุด (4 กก./ตัน) ให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นในช่วง 0-60 วัน หลังจากนั้นปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลง ดังแสดงในภาพที่ 6ข

3.2.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางที่ 12ค) พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาของการหมักที่ 7-90 วัน จากตารางจะเห็นได้ว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมักที่ 90 วัน การใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรามากขึ้น มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลง ในขณะที่เดียวกัน การใส่ปุ๋ยยูเรีย 1 กก./ตัน ให้ผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาของการหมัก (ภาพที่ 6ค)

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลา 60 วันในการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากมูลไก่จะให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด ในขณะที่การหมักปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโค และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น สำหรับการใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลไก่ในอัตราที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามการใส่ปุ๋ยยูเรียเพิ่มขึ้นในมูลโคและกากตะกอนอ้อยมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลง

ตารางที่ 12 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ กันต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์

ก) มูลโค

ตัวรับการ ทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
c	1.00	1.18	1.19	1.21	1.23 b ^{1/}	1.32 b ^{1/}
c + fu 1	1.09	1.19	1.16	1.19	1.07 a	1.26 b
c + fu 2	1.06	1.15	1.14	1.14	1.21 b	1.32 b
c + fu 4	1.02	1.17	1.15	1.15	1.09 a	1.12 a
F-test	ns	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	7.40	5.55	5.17	4.79	6.96	8.00

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ข) มูลไก่

ตัวรับการ ทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ck	1.14 a ^{1/}	1.45 a ^{1/}	1.46 a ^{1/}	1.49 a ^{1/}	1.61 a ^{1/}	1.25 a ^{1/}
ck + fu 1	1.97 c	1.41 a	1.40 a	1.42 a	1.65 a	1.24 a
ck + fu 2	1.73 b	1.77 ab	1.75 b	1.75 b	1.89 b	1.61 b
ck + fu 4	1.86 bc	2.01 b	1.98 c	1.98 c	1.92 b	1.74 b
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	7.65	8.07	6.97	8.18	7.26	7.12

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
fc	1.47	1.51 a ^{1/}	1.51 a ^{1/}	1.41 a ^{1/}	1.31 a ^{1/}	1.61 c ^{1/}
fc + fu 1	1.34	1.58 ab	1.54 ab	1.44 a	1.51 b	1.58 bc
fc + fu 2	1.45	1.64 b	1.63 c	1.53 b	1.58 b	1.57 a
fc + fu 4	1.50	1.58 ab	1.59 bc	1.50 b	1.50 b	1.53 ab
F-test	ns	**	*	**	**	**
CV (%)	8.88	3.80	6.94	7.41	7.43	3.87

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

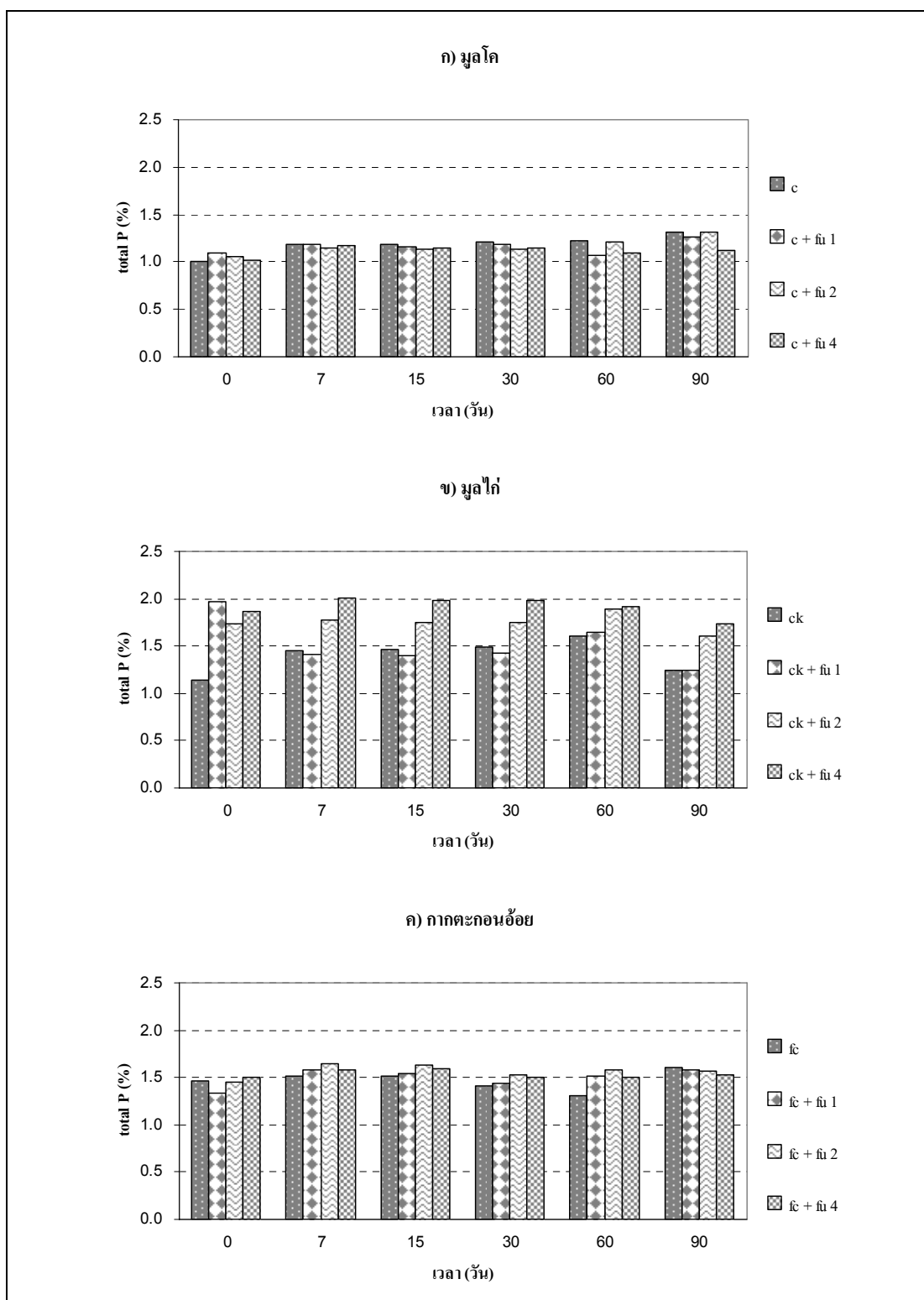
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 13 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) หลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	1.04 a ^{1/}	1.17 b	1.16 b	1.17 b	1.15 b	1.25 c	**	9.22
ck	1.68 b ^{1/}	1.66 b	1.65 b	1.66 b	1.78 b	1.44 a	**	8.51
fc	1.44 a ^{1/}	1.58 b	1.57 b	1.47 a	1.48 a	1.55 b	**	8.62

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของกองปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก

3.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)

ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยยูเรียในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ของปุ๋ยอินทรีย์ในช่วง 0-90 วัน ของการหมัก แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตารางที่ 14 และผลของระยะเวลาในการหมักต่อปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด ในตารางที่ 15

3.3.1 มูลโค

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลโค (ตารางที่ 14ก) พบว่า ในช่วงเวลา 60 และ 90 วันของการหมัก การใช้ปุ๋ยยูเรียมากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากตารางจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตราสูงสุดให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก 0-60 วัน หลังจากนั้นปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในภาพที่ 7ก

3.3.2 มูลไก่

พิจารณาการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในมูลไก่ (ตารางที่ 14ข) พบว่า ตลอดช่วงอายุของการหมัก การใช้ปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากตารางจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 2 กก./ตันให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำที่สุด

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมักตั้งแต่ 0-60 วัน หลังจากนั้นปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในภาพที่ 7ข

3.3.3 กากตะกอนอ้อย

พิจารณาการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ ในกากตะกอนอ้อย (ตารางที่ 14ค) พบว่า ตลอดช่วงเวลาของการหมัก การใส่ปุ๋ยยูเรียไม่มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันทางสถิติ

ระยะเวลาของการหมัก (0-90 วัน) มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมักที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 7ค

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโค และมูลไก่ใช้เวลาเพียง 60 วัน จะให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุดในขณะที่การหมักปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนอ้อยจะยังคงเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดจนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก

ตารางที่ 14 ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตราต่าง ๆ กันต่อปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุยอินทรีย์

ก) มูลโค

ตัวรับการ ทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
c	2.36 b ^{1/}	2.55	3.55	3.68 b ^{1/}	3.94 b ^{1/}	3.80 b ^{1/}
c + fu 1	2.50 b	2.61	3.47	3.64 b	4.04 b	3.94 b
c + fu 2	2.52 b	2.73	3.53	3.59 b	3.79 a	3.83 b
c + fu 4	1.99 a	2.45	3.24	3.33 a	3.54 a	3.10 a
F-test	*	ns	ns	**	*	*
CV (%)	6.15	6.75	6.59	6.74	7.24	9.53

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ข) มูลไก่

ตัวรับการ ทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ck	1.44 a ^{1/}	1.74 c ^{1/}	1.72	1.69 a ^{1/}	2.23 b ^{1/}	1.94 ab ^{1/}
ck + fu 1	1.50 a	1.61 b	1.80	1.89 b	2.33 b	2.18 b
ck + fu 2	1.68 a	1.58 b	1.78	1.69 b	2.25 b	1.84 a
ck + fu 4	1.94 b	1.44 ab	1.72	1.77 ab	1.89 a	1.94 ab
F-test	**	**	ns	**	**	**
CV (%)	9.63	5.56	7.29	8.52	9.20	8.23

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ค) กากตะกอนอ้อย

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) หลังการหมัก					
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Fc	0.72	0.68	0.78	0.78	0.84	1.00
fc + fu 1	0.74	0.73	0.79	0.78	0.85	1.02
fc + fu 2	0.72	0.70	0.80	0.76	0.84	0.98
fc + fu 4	0.75	0.68	0.77	0.76	0.92	1.03
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.23	8.78	4.10	7.37	4.43	5.00

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

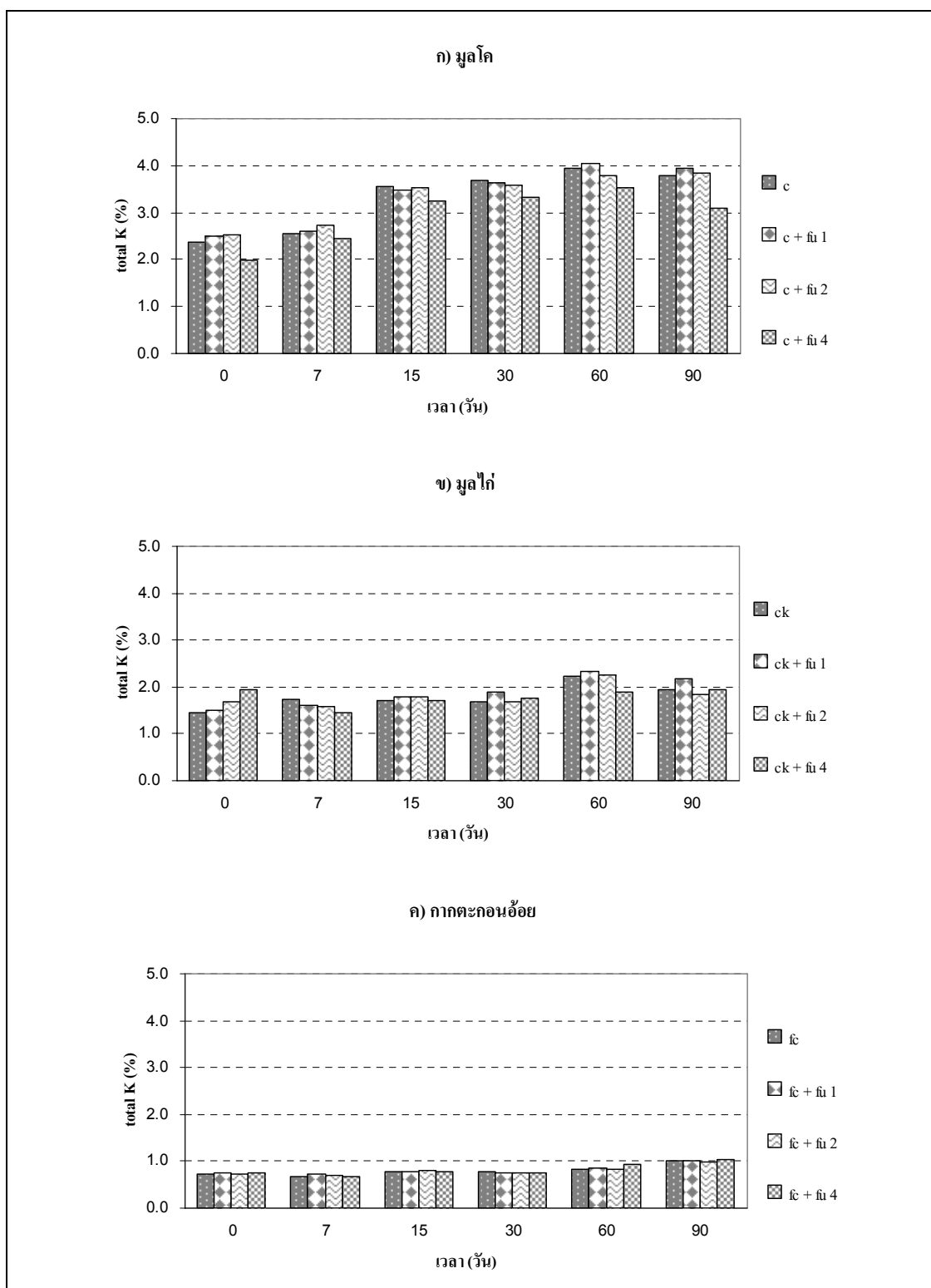
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 15 ผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด

ปุ๋ยอินทรีย์	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) หลังการหมัก						F-test	CV (%)
	0 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน		
c	2.34 a ^{1/}	2.59 b	3.45 c	3.56 c	3.83 c	3.67 c	**	7.36
ck	1.64 b ^{1/}	1.59 a	1.75 b	1.76 b	2.17 c	1.97 c	**	6.45
fc	0.73 a ^{1/}	0.70 a	0.78 a	0.76 a	0.86 b	1.01 b	**	9.16

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 7 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของกองปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กก./ตัน ในช่วง 0-90 วันของการหมัก

จากผลการทดลองพบว่า pH C/N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดมีค่าลดลงตามระยะเวลาของการหมัก แต่ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น การลดลงของค่า pH เนื่องจากกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนของจุลินทรีย์จะผลิตกรดอินทรีย์บางชนิดมีผลให้ค่า pH ลดลงและจะรักษาระดับ pH อยู่ในช่วงระหว่าง 7.5-8.5 (Gaur, 1980) จากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานและเป็นแหล่งของคาร์บอนในการเจริญเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ก็ใช้สารประกอบไนโตรเจน เพื่อนำไปสังเคราะห์สารพวกโปรตีน จึงทำค่า C/N ratio ลดลง (พิทยากรและคณะ, 2540) ระยะเวลาสุดท้ายของการหมักอินทรีย์คาร์บอนที่เหลือจะเป็นอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายยาก เช่น เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งบางส่วนนี้จะแปรสภาพเป็น ฮิวมัส ซึ่งฮิวมัสเป็นสารที่มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง ดังนั้นค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในกองปุ๋ยหมักจึงเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะสุดท้ายของการหมัก (Jimenez and Garcia , 1991)

การหมักปุ๋ยอินทรีย์จากมูลไก่และกากตะกอนอ้อยจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมักจนถึง 60 วัน แต่ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโคให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดที่ 30 วันของการหมัก สอดคล้องกับการทดลองของวรรณลดาและคณะ (2534) ที่พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมักร่วมกับมูลสัตว์และปุ๋ยยูเรีย มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนนำมาทำปุ๋ยหมัก โดยการเพิ่มปุ๋ยยูเรียในกองปุ๋ยหมักมีผลให้กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์สูงขึ้นอีกทั้งค่า pH ในกองปุ๋ยหมักลดลง ส่งผลให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์จากวัตถุดิบอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดมีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่กรมพัฒนาที่ดิน (2545) กำหนด จึงได้คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโคที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย 1 กก./ตัน ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลไก่และกากตะกอนอ้อยที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย 2 กก./ตัน ไปใช้ในการทดลองที่ 2 โดยใช้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา สมบัติของปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดไว้ในตารางที่ 17

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

1. สมบัติของดิน

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินก่อนปลูก (ตารางที่ 16) ดินที่ใช้ทดลองมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การอิ่มตัวด้วยประจุต่าง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในระดับต่ำ เมื่อประเมินตามเกณฑ์ของกองสำรวจดิน (2523) แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1 สามารถสรุปได้ว่าดินที่ใช้ทดลองนี้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.01) และมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินต่ำ (0.43 mS/cm) ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อพืช

ตารางที่ 16 สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของตัวอย่างดินที่ใช้ทดลอง

สมบัติของดิน	ค่าวิเคราะห์	ประเมินค่าวิเคราะห์ ^{1/}
เนื้อดิน (Texture)	ร่วนเหนียวปนทราย	-
ความเป็นกรดต่าง (ดิน : น้ำ = 1:1)	6.01	กรดเล็กน้อย
การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (mS/cm)	0.43	ไม่เค็ม
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	0.85	ต่ำ
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg)	5.25	ต่ำ
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/kg)	2.58	ต่ำมาก
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/kg)	39.40	ต่ำ
การอิ่มตัวด้วยประจุต่าง (%)	25.63	ต่ำ

^{1/} ตารางภาคผนวกที่ 1, 2 และ 3

2. สมบัติของปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยกากตะกอนอ้อย

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยกากตะกอนอ้อย ซึ่งได้จากการหมักด้วยยูเรียในอัตรา 1 กก./ตัน ในปุ๋ยมูลโค และ 2 กก./ตัน ในปุ๋ยมูลไก่และกากตะกอนอ้อย คัดเลือกมาจากการทดลองที่ 1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 17 โดยปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดมี pH อยู่ในช่วง 6.26-7.54 และค่า C/N ratio ประมาณ 20/1 ซึ่งเหมาะสมต่อการใส่ให้กับพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของปุ๋ยมูลไก่ มีปริมาณสูงกว่าในปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยกากตะกอนอ้อย ในส่วนของธาตุอาหารหลัก (N-P-K) นั้น ปุ๋ยมูลโคมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่าปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยกากตะกอนอ้อย แต่ปุ๋ยมูลไก่อมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าปุ๋ยกากตะกอนอ้อยและปุ๋ยมูลโค

ตารางที่ 17 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยกากตะกอนอ้อย

สมบัติทางเคมี และธาตุอาหาร	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์		
	ปุ๋ยมูลโค	ปุ๋ยมูลไก่	ปุ๋ยกากตะกอนอ้อย
pH (1:2.5)	7.54	6.26	7.22
C/N ratio	13.45	16.40	15.10
OM (%)	50.80	61.49	34.31
CEC (cmol/kg)	59.65	65.08	45.05
total N (%)	2.16	1.93	0.92
total P (%)	1.26	1.61	1.57
total K (%)	3.94	1.84	0.98

3. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

3.1 ความสูงของต้นข้าว

จากการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวทางด้านความสูง พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อความสูงของข้าวในช่วง 65-90 วันมากกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 18)

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความสูงของข้าวที่อายุ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในทั้ง 2 สัดส่วนให้ความสูงของข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 8

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความสูงของข้าวที่อายุ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมี ในสัดส่วน 1 N ทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4$ N+ $3/4$ N, $1/2$ N+ $1/2$ N) และการใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N (1 N+ $1/2$ N) ให้ค่าความสูงของต้นข้าวใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลโคหรือกากตะกอนอ้อยาร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ให้ค่าความสูงของต้นข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N แต่การเพิ่มปุ๋ยมูลโคเป็น 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี $1/2$ N จะให้ค่าความสูงของต้นข้าวมากกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N เพียงเล็กน้อย

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกสัดส่วน การใส่ปุ๋ยมูลโค 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี $1/2$ N มีผลให้ความสูงของข้าวเท่ากับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยาร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วนไม่สามารถให้ความสูงของข้าวเทียบเท่ากับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ได้

3.2 จำนวนต้นตอกอ

จากการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวทางด้านจำนวนต้นตอกอ พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกคำรับการทดลองมีผลต่อจำนวนต้นตอกอของข้าวในช่วง 90 วันมากกว่าคำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 19

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนต้นตอกอของข้าวที่อายุ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในทั้ง 2 สัดส่วนให้จำนวนต้นตอกอของข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ดังแสดงในภาพที่ 9

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนต้นตอกอของข้าวที่อายุ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4$ N+ $3/4$ N, $1/2$ N+ $1/2$ N) ให้ค่าจำนวนต้นตอกอใกล้เคียงกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลโคและกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ให้ค่าจำนวนต้นตอกอน้อยกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนต้นตอกอของข้าวที่อายุ 90 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N+ $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N จะให้จำนวนต้นตอกอของข้าวสูงกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N+ $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N ให้จำนวนต้นตอกอของข้าวมากกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วนไม่สามารถให้จำนวนต้นตอกอของข้าวเทียบเท่ากับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ได้

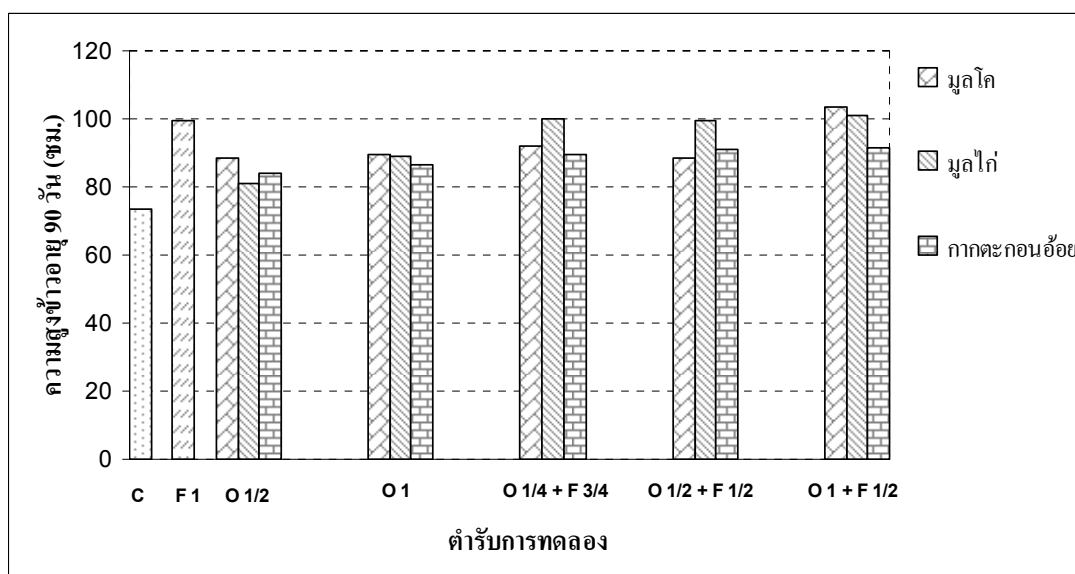
ตารางที่ 18 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อความสูงของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ดำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร) เมื่อข้าวอายุ		
	45 วัน (แตกกอ)	65 วัน (กำเนิดตาดอก)	90วัน (ออกรวง)
C	46.00	64.25 a ^{1/}	73.50 a ^{1/}
F1	53.25	88.75 de	99.50 defg
Oc1/2	53.00	81.75 bcde	88.50 bc
Oc1	58.00	85.00 cde	89.50 bcd
Oc1/4 + F3/4	55.25	83.75 cde	92.00 cdef
Oc1/2 + F1/2	56.50	85.00 cde	88.50 bc
Oc1+ F1/2	59.50	89.50 e	103.75 g
Ock1/2	55.50	74.75 b	81.00 ab
Ock1	61.25	83.75 cde	89.00 bc
Ock1/4 + F3/4	59.25	89.00 de	100.00 fg
Ock1/2 + F1/2	59.00	87.25 cde	99.75 efg
Ock1+ F1/2	54.00	88.75 de	101.00 fg
Ofc1/2	52.25	79.25 bc	84.25 bc
Ofc1	50.75	80.75 bcd	86.75 bc
Ofc1/4 + F3/4	55.50	82.50 bcde	89.75 bcde
Ofc1/2 + F1/2	52.25	84.50 cde	91.25 bcdef
Ofc1+ F1/2	53.25	83.50 cde	91.75 cdef
F-test	ns	**	**
CV(%)	10.30	16.84	10.70

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %



ภาพที่ 8 ความสูงของข้าวอายุ 90 วันที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม

O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N

F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N

O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N

O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N

O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

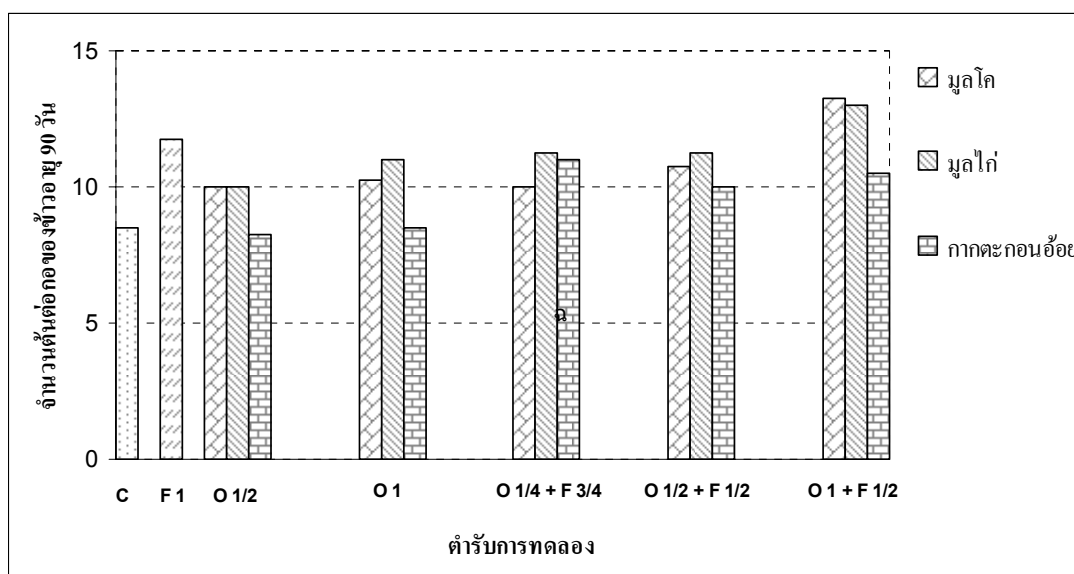
ตารางที่ 19 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อจำนวนต้นตอกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ตำรับการทดลอง	จำนวนกอต่อต้นเมื่อข้าวอายุ		
	45 วัน	65 วัน	90 วัน
	(แตกกอ)	(กำเนิดตาดอก)	(ออกรวง)
C	1.00	6.00	8.50 a ^{1/}
F1	2.00	9.25	11.75 cde
Oc1/2	1.25	6.25	10.00 abc
Oc1	1.50	8.50	10.25 abcd
Oc1/4 + F3/4	1.75	9.25	10.00 abc
Oc1/2 + F1/2	1.75	9.00	10.75 abcde
Oc1+ F1/2	2.00	10.50	13.25 e
Ock1/2	1.50	8.00	10.00 abc
Ock1	1.75	8.50	11.00 abcde
Ock1/4 + F3/4	2.25	10.25	11.25 bcde
Ock1/2 + F1/2	1.75	9.50	11.25 bcde
Ock1+ F1/2	1.50	9.50	13.00 de
Ofc1/2	1.25	7.00	8.25 a
Ofc1	1.75	7.25	8.50 a
Ofc1/4 + F3/4	2.25	10.25	11.00 abcde
Ofc1/2 + F1/2	1.25	7.50	10.00 adc
Ofc1+ F1/2	1.25	8.00	10.50 abcde
F-test	ns	ns	*
CV(%)	14.88	18.41	17.5

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 9 จำนวนต้นต่อกอของข้าวอายุ 90 วันที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

4. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 60

4.1 น้ำหนักตอซังแห้ง (กรัม / กระถาง)

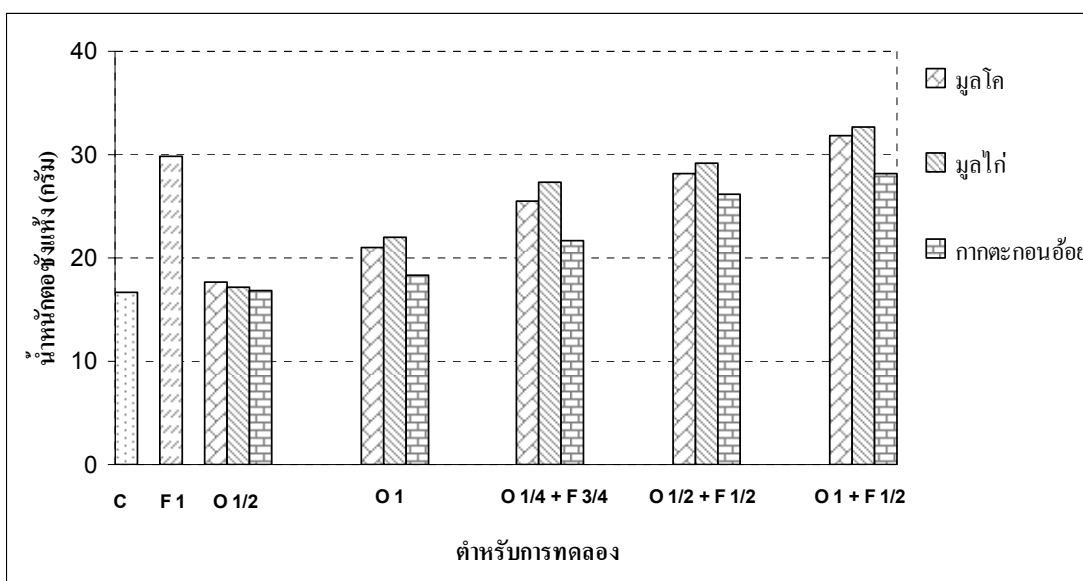
จากการทดลองศึกษาน้ำหนักตอซังแห้งของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อน้ำหนักตอซังแห้งของข้าวมากกว่าดำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ 1/2 N-1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อน้ำหนักตอซังแห้งของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในทั้ง 2 สัดส่วนให้น้ำหนักตอซังแห้งของข้าวของข้าวน้อยกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 10

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1 N ให้ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าวใกล้เคียงกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลโคและกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/4 \text{ N} + 3/4 \text{ N}$, $1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1 N จะให้ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าวน้อยกว่าปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N มีผลให้ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าวสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1 N มีผลทำให้ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่มูลไก่หรือปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N ให้ค่อน้ำหนักต่อซังแห้งของข้าวมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N สำหรับการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วนไม่สามารถให้จำนวนต้นต่อกอของข้าวเทียบเท่ากับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ได้



ภาพที่ 10 น้ำหนักตอซังแห้งของข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

4.2 จำนวนรวมต่อกระถาง

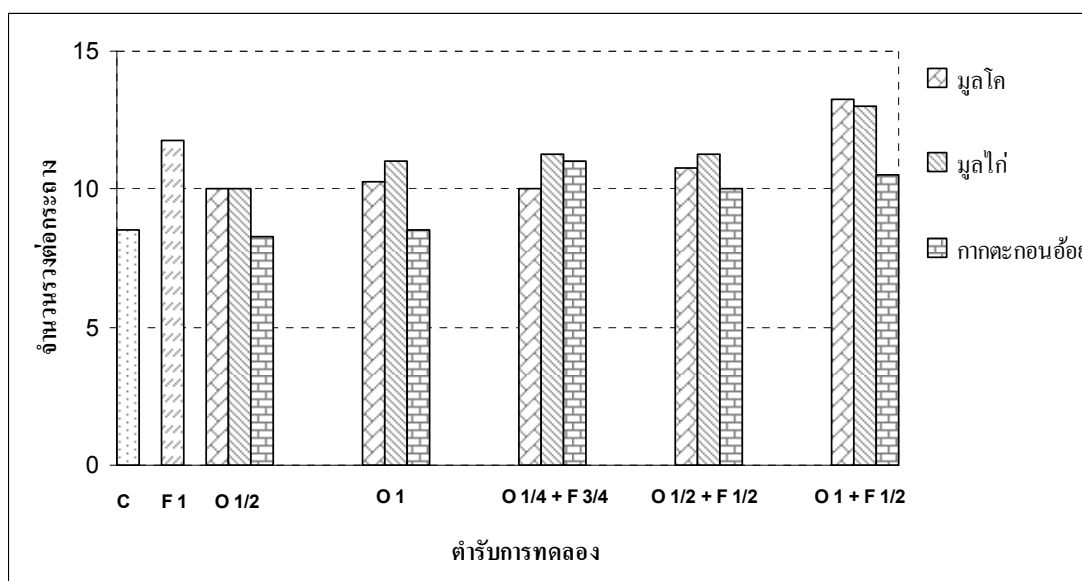
จากการทดลองศึกษาจำนวนรวมต่อกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อจำนวนรวมต่อกระถางมากกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนรวมต่อกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในทั้ง 2 สัดส่วนให้จำนวนรวมต่อกระถางน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ดังแสดงในภาพที่ 11

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนรวมต่อกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N จากทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4$ N + $3/4$ N, $1/2$ N + $1/2$ N) มีผลทำให้จำนวนรวมต่อกระถางใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลโคและกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/4$ N + $3/4$ N, $1/2$ N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1 N ให้จำนวนรวมต่อกระถางน้อยกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อจำนวนรวมต่อกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลไก่หรือมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N + $1/2$ N) ให้ได้เท่ากับ 1.5 N มีผลทำให้จำนวนรวมต่อกระถางสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N มีผลทำให้จำนวนรวมต่อกระถางมากกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วนไม่สามารถให้จำนวนรวมต่อกระถางเทียบเท่ากับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ได้



ภาพที่ 11 จำนวนรวงต่อกระถางของข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดํารับควบคุม O1/2 = กลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดํารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

4.3 น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด (กรัม/กระถาง)

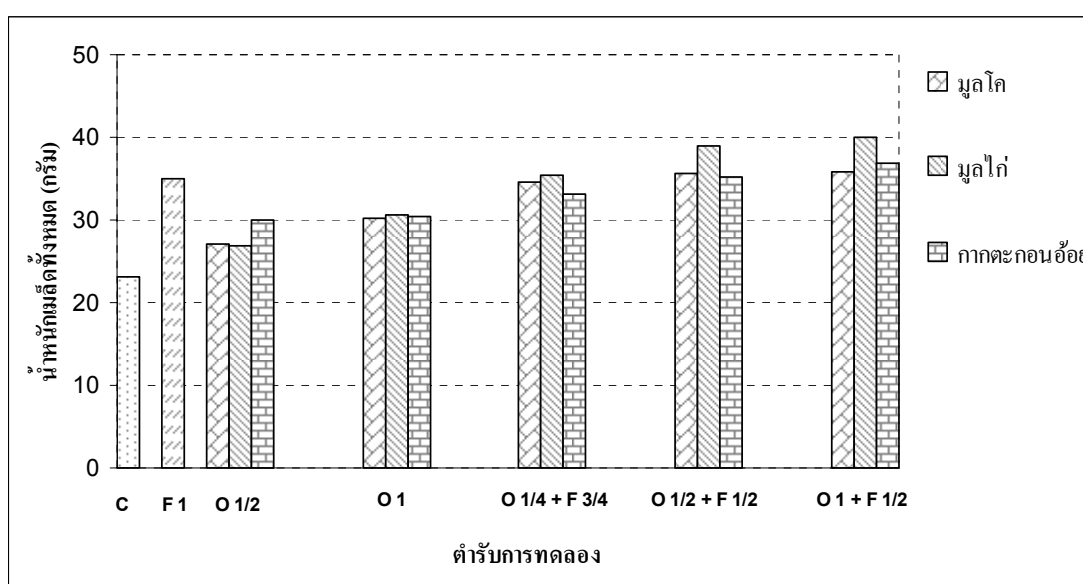
จากการทดลองศึกษาน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกดํารับการทดลองมีผลต่อน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดมากกว่าดํารับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 20

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวนในอัตราเท่ากับ 1/2 N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับดํารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในทั้ง 2 สัดส่วนให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 12

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดํารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับดํารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อร่วมกับปุ๋ยเคมี

($1/4 N + 3/4 N$) ให้เท่ากับ $1 N$ การใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ $1 N$ ทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4 N + 3/4 N$, $1/2 N + 1/2 N$) และปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2 N + 1/2 N$) ให้เท่ากับ $1 N$ ให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดใกล้เคียงกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี $1 N$ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ $1 N$ ในสัดส่วน $1/2 N + 1/2 N$ และ เท่ากับ $1.5 N$ ในสัดส่วน $1 N + 1/2 N$ จะให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดมากกว่าปุ๋ยเคมี $1 N$

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ $1 N$ ถึง $1.5 N$ จะให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี $1 N$



ภาพที่ 12 น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ $1/2 N$
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี $1 N$ O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ $1 N$
 O1/4 + F3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ $1/4 N$ ร่วมกับปุ๋ยเคมี $3/4 N$
 O1/2 + F1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ $1/2 N$ ร่วมกับปุ๋ยเคมี $1/2 N$
 O1 + F1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ $1 N$ ร่วมกับปุ๋ยเคมี $1/2 N$

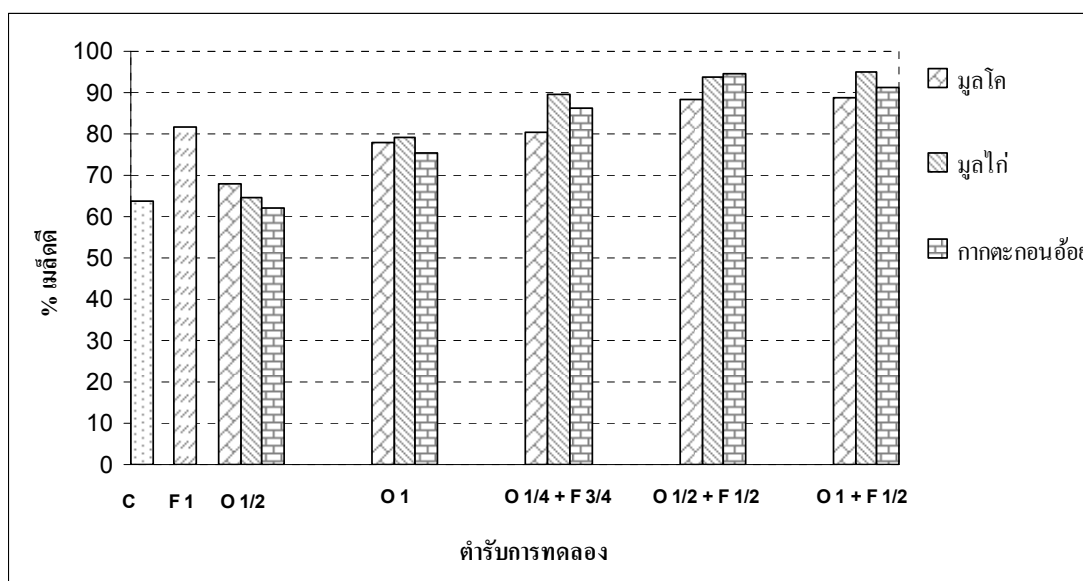
4.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

จากการทดลองศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกครั้งการทดลองมีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวมากกว่าค่ารับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มค่ารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวให้เท่ากับ $1/2$ N ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวให้เท่ากับ 1 N จะให้ผลใกล้เคียงกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N โดยเฉพาะในค่ารับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ ดังแสดงในภาพที่ 13

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มค่ารับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ในทั้ง 2 สัปดาห์ ($1/4$ N+ $3/4$ N, $1/2$ N+ $1/2$ N) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N+ $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N จะให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวมากกว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นในค่ารับที่ใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/4$ N+ $3/4$ N) ให้เท่ากับ 1 N จะให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัปดาห์ จะให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวมากกว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 13 เปอร์เซนต์เมล็ดดีของข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

4.5 น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด

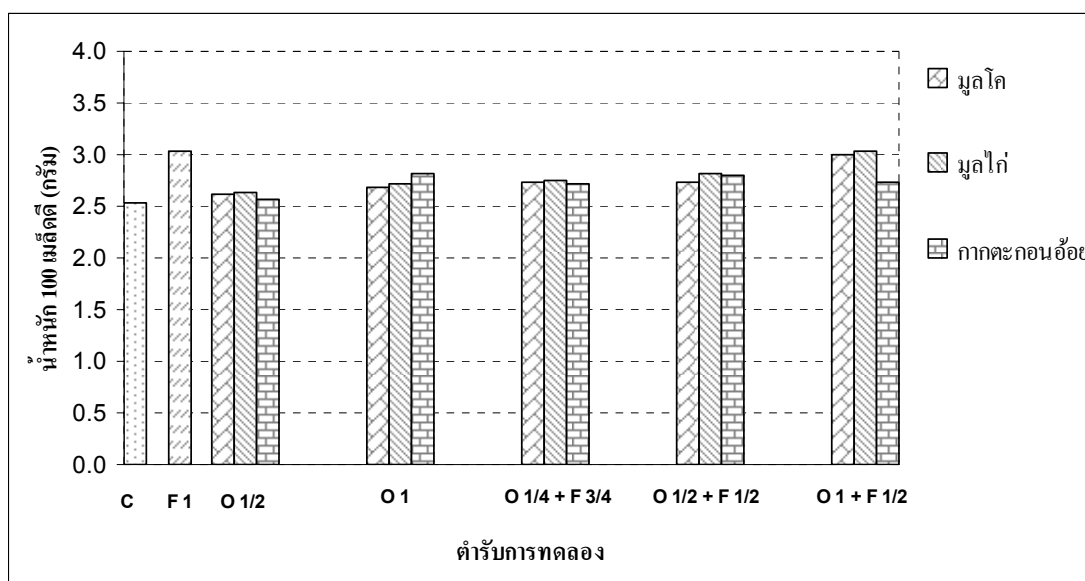
จากการทดลองศึกษาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในแก่น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าวมากกว่าดำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณากลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตราเท่ากับ 1/2 N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 14

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ค่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ในทั้ง 2 สัปดาห์ ($1/4 \text{ N} + 3/4 \text{ N}$, $1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด น้อยกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ค่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโค หรือมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N ให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ใกล้เคียงกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยมูลโคหรือมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัปดาห์ไม่สามารถให้น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าว เทียบเท่ากับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ได้



ภาพที่ 14 น้ำหนัก 100 เมล็ดข้าวของข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำริบควบคุม O1/2 = กลุ่มดำริบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำริบที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำริบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำริบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำริบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำริบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

ตารางที่ 20 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 60

ตำรับการ ทดลอง	นน.ตอ ซังแห้ง (g/กระถาง)	จำนวนรวง ต่อกระถาง	นน.เมล็ด ทั้งหมด (g/กระถาง)	นน. 100 เมล็ดดี (g)	%เมล็ดดี
C	16.73 a	8.50 ab	23.09 a ^{1/}	2.53 a ^{1/}	63.83 a ^{1/}
F1	29.80 fg	11.75 cde	35.09 cd	3.03 f	81.53 bcd
Oc1/2	17.60 a	10.25 abcd	26.98 ab	2.62 ab	67.78 a
Oc1	21.06 b	10.00 abc	30.11 abc	2.68 abcd	77.86 b
Oc1/4 + F3/4	25.48 c	10.00 abc	34.66 cd	2.73 bcd	80.61 bc
Oc1/2 + F1/2	28.11 def	10.75 abcde	35.55 cd	2.73 bcd	88.19 bcd
Oc1+ F1/2	31.83 gh	13.25 e	35.76 cd	3.00 ef	88.81 bcd
Ock1/2	17.12 a	10.00 abc	26.89 ab	2.64 abc	64.58 a
Ock1	22.04 b	11.00 abcde	30.67 bc	2.72 bcd	79.10 b
Ock1/4 + F3/4	27.37 cde	11.25 bcde	35.42 cd	2.75 bcd	89.67 bcd
Ock1/2 + F1/2	29.14 ef	11.25 bcde	38.97 d	2.81 cd	93.66 cd
Ock1+ F1/2	32.59 h	13.00 de	40.10 d	3.03 f	95.15 d
Ofc1/2	16.82 a	8.25 a	30.09 abc	2.56 a	62.23 a
Ofc1	18.26 a	8.25 a	30.49 bc	2.81 cd	75.27 b
Ofc1/4 + F3/4	21.66 b	11.00 abcde	33.21 bcd	2.72 bcd	86.08 bcd
Ofc1/2 + F1/2	26.24 cd	10.00 abc	35.24 cd	2.80 bcd	94.43 cd
Ofc1+ F1/2	28.21 def	10.50 abcde	36.80 cd	2.74 bcd	91.33 bcd
F-test	**	*	**	**	**
CV (%)	18.97	18.02	19.09	6.02	12.33

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

5. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมทั้งหมดในเมล็ดและตอซังของข้าวพันธุ์พรพรรณบุรี 60

5.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าว

จากการทดลองศึกษาความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวมากกว่าการควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 21

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวมีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 15

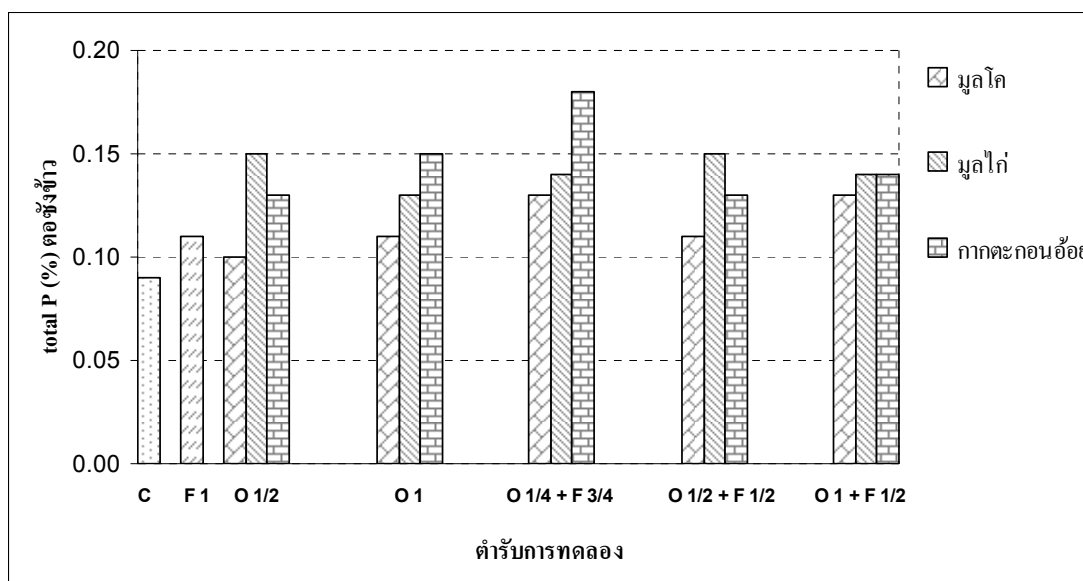
เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคหรือมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ในทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4$ N+ $3/4$ N, $1/2$ N+ $1/2$ N) และการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมนกับปุ๋ยเคมี ($1/2$ N+ $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1 N ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคหรือมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2$ N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1 N ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N จะให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวมากกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี (1 N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังข้าวมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตอซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N และ 1.5 N จะให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตอซังข้าวมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N และ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตอซังข้าวมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 16 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตอซังข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

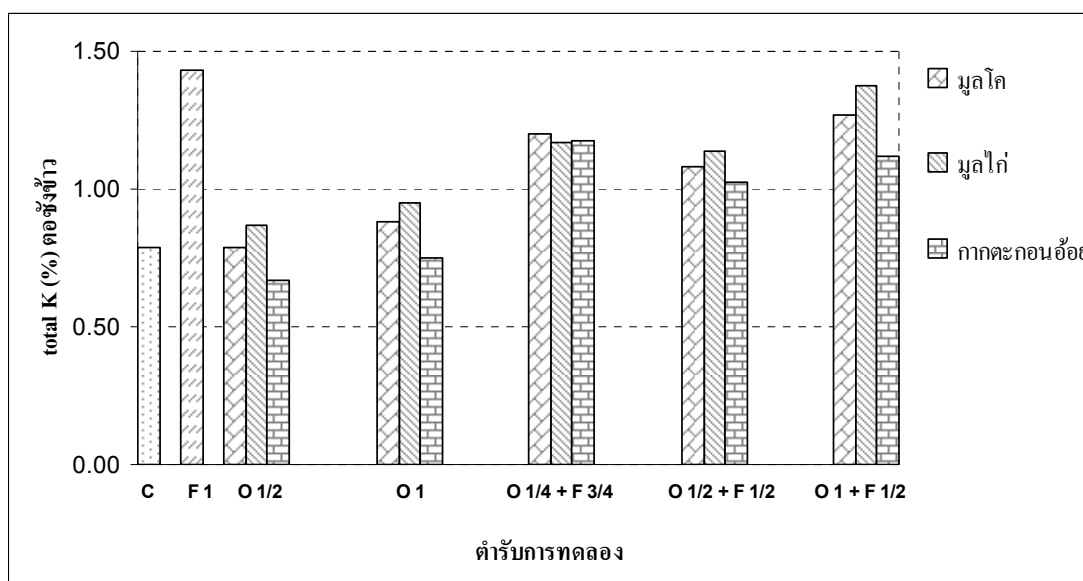
5.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าว

จากการทดลองศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกคำรับการทดลองมีผลต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าวมากกว่าคำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 21

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในอัตราเท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นโพแทสเซียมในต่อซังข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าวมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 17

เมื่อพิจารณากลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N ให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าวน้อยกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N และ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต่อซังข้าวน้อยกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 17 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในคอซังข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

5.4 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าว

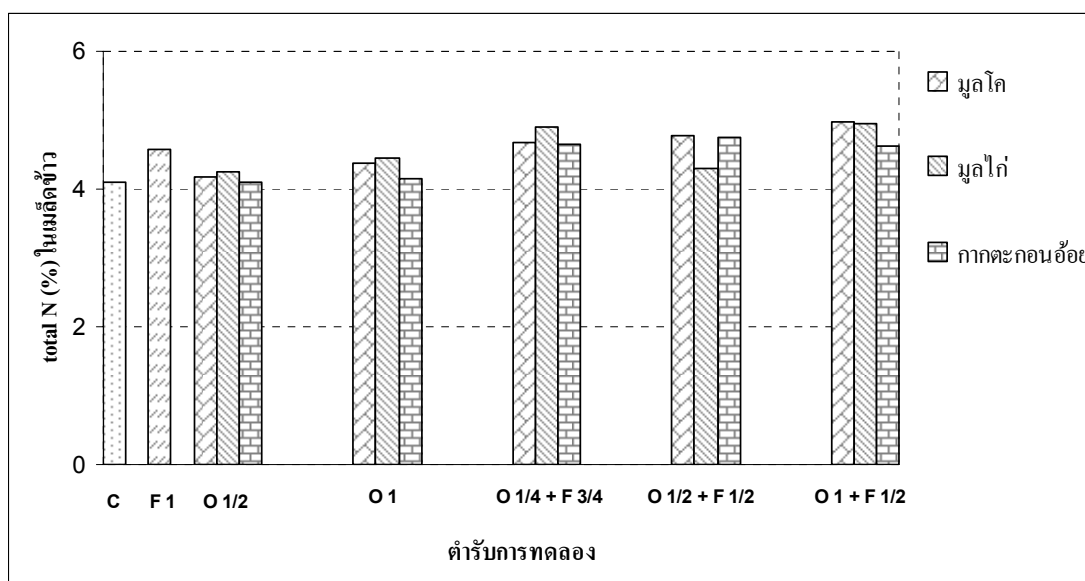
จากการทดลองศึกษาความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกตำรับการทดลองมีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในคอซังข้าวมากกว่าดำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 22

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในอัตราเท่ากับ 1/2 N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวจะให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ดังแสดงในภาพที่ 18

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ในทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4 \text{ N} + 3/4 \text{ N}$, $1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นการใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1 N ที่ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวน้อยกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณากลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1.5 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคหรือมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N จะให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วนการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้เท่ากับ 1.5 N จะให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวเท่ากับปุ๋ยเคมี 1 N

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ $1 \text{ N} - 1.5 \text{ N}$ ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวเท่ากับและมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นการใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ($1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 18 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ตำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

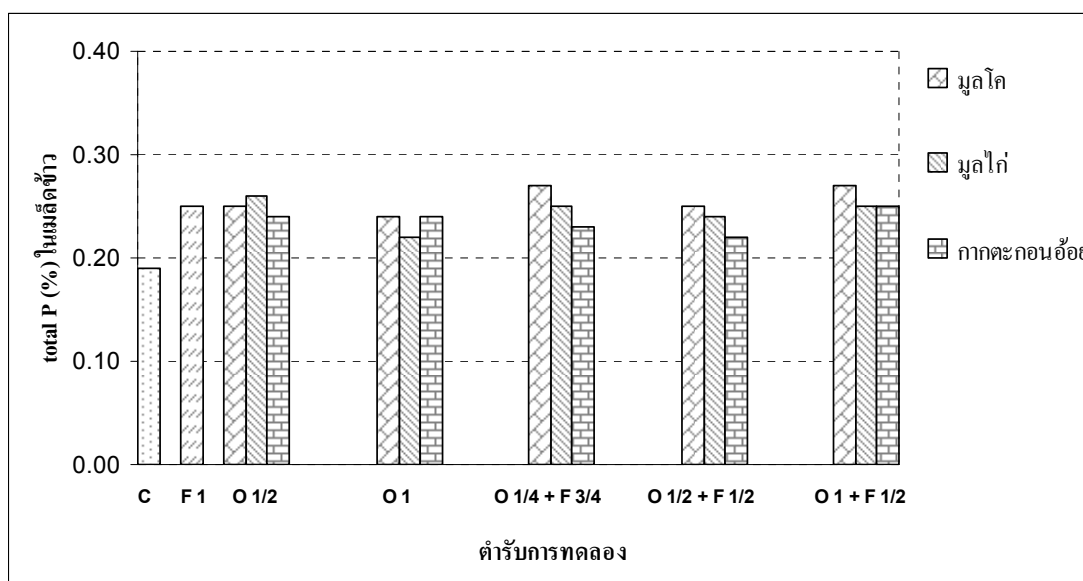
5.5 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว

จากการทดลองศึกษาเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกคำรับ การทดลองมีผลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวมากกว่าคำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 21

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวให้ได้เท่ากับ $1/2$ N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว ให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ดังแสดงในภาพที่ 19

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มคำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N และ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวมากกว่าคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1 N จะให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N-1.5 N ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดข้าวใกล้เคียงกับและมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นการใส่ปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ($1/2$ N + $1/2$ N) ให้เท่ากับ 1 N จะให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 19 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

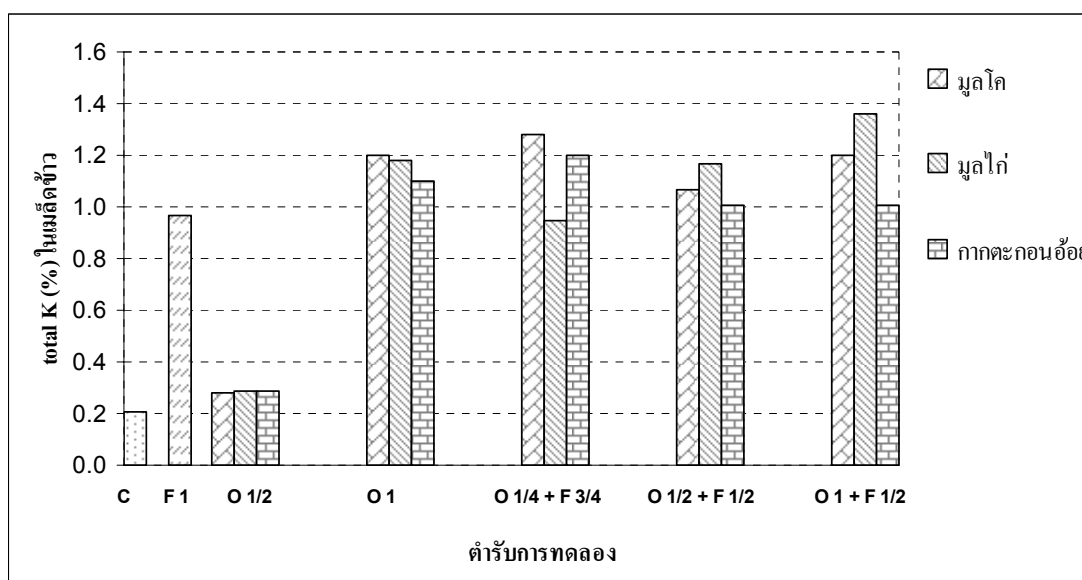
5.6 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว

จากการทดลองศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าวทางด้านการเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยในทุกการทดลองมีผลต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดมากกว่าดำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 22

เมื่อพิจารณาผลของกลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวให้เท่ากับ 1/2 N ถึง 1 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้เท่ากับ 1/2 N จะให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 21 ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้เท่ากับ 1 N จะให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

เมื่อพิจารณากลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N เปรียบเทียบกับดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ในทั้ง 2 สัดส่วน ($1/4 \text{ N} + 3/4 \text{ N}$, $1/2 \text{ N} + 1/2 \text{ N}$) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1.5 N ให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ยกเว้นการใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ($1/4 \text{ N} + 3/4 \text{ N}$) ที่ให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดให้ได้เท่ากับ 1 N หรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้เท่ากับ 1 N ถึง 1.5 N จะให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งหมดในเมล็ดมากกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N



ภาพที่ 20 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ กัน

หมายเหตุ C = ดำรับควบคุม O1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N
 F1 = ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N
 O 1/4 + F 3/4 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3/4 N
 O 1/2 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1/2 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N
 O 1 + F 1/2 = กลุ่มดำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2 N

ตารางที่ 21 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในตอซังข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ตำรับการทดลอง	ตอซังข้าว		
	total N (%)	total P (%)	total K (%)
C	1.78 a ^{1/}	0.09 a ^{1/}	0.79 a ^{1/}
F1	2.26 bc	0.11 ab	1.43 d
Oc1/2	1.67 a	0.10 a	0.79 a
Oc1	2.07 bc	0.11 ab	0.88 ab
Oc1/4 + F3/4	2.16 bc	0.13 ab	1.20 c
Oc1/2 + F1/2	2.08 bc	0.11 ab	1.08 b
Oc1+ F1/2	2.29 c	0.13 ab	1.27 c
Ock1/2	2.20 bc	0.15 bc	0.87 ab
Ock1	2.52 d	0.13 ab	0.95 b
Ock1/4 + F3/4	2.63 d	0.14 abc	1.17 bc
Ock1/2 + F1/2	2.58 d	0.15 bc	1.14 bc
Ock1+ F1/2	3.10 d	0.14 abc	1.37 d
Ofc1/2	2.03 ab	0.13 ab	0.67 a
Ofc1	2.09 bc	0.15 bc	0.75 a
Ofc1/4 + F3/4	2.20 c	0.18 c	1.17 bc
Ofc1/2 + F1/2	2.57 d	0.13 ab	1.03 b
Ofc1+ F1/2	2.99 bc	0.14 abc	1.12 bc
F-test	**	*	**
CV(%)	6.77	8.1	7.18

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 22 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ตำรับการทดลอง	เมล็ด		
	total N (%)	total P (%)	total K (%)
C	4.09 a ^{1/}	0.19 a ^{1/}	0.21 a ^{1/}
F1	4.58 def	0.25 defg	0.97 b
Oc1/2	4.18 ab	0.25 cdefg	0.28 a
Oc1	4.37 bcd	0.24 bcdefg	1.20 b
Oc1/4 + F3/4	4.67 efg	0.27 fg	1.28 b
Oc1/2 + F1/2	4.78 fgh	0.25 defg	1.07 b
Oc1+ F1/2	4.97 h	0.27 g	1.20 b
Ock1/2	4.25 abc	0.26 efg	0.29 a
Ock1	4.45 cde	0.22 b	1.18 b
Ock1/4 + F3/4	4.89 h	0.25 defg	0.95 b
Ock1/2 + F1/2	4.29 abc	0.24 bcdef	1.17 b
Ock1+ F1/2	4.94 h	0.25 defg	1.36 b
Ofc1/2	4.10 a	0.24 bcdefg	0.29 a
Ofc1	4.14 ab	0.24 bcde	1.10 b
Ofc1/4 + F3/4	4.65 efg	0.23 bcd	1.20 b
Ofc1/2 + F1/2	4.74 fgh	0.22 bc	1.01 b
Ofc1+ F1/2	4.63 efg	0.25 efg	1.01 b
F-test	**	**	*
CV(%)	1.92	11.54	18.66

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนั่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

6. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสมบัติของดินหลังปลูกข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60

จากตารางที่ 23 และตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์
อย่างเดี่ยว และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีผลให้ค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยน
แคตไอออน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวสูงกว่าดำรับที่
ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N แต่ค่าการนำไฟฟ้า จะต่ำกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

ตารางที่ 23 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 60

ตำรับการทดลอง	สมบัติทางเคมี			
	pH	ECe (mS/cm)	OM (%)	CEC (cmol/kg)
C	5.77 a ^{1/}	0.61 e ^{1/}	0.63 a ^{1/}	5.48 a ^{1/}
F1	5.54 a	0.74 f	0.70 a	5.64 a
Oc1/2	6.00 bcd	0.39 bcd	0.91 bcd	6.74 cd
Oc1	6.34 h	0.38 bcd	1.19 g	7.43 gh
Oc1/4 + F3/4	5.85 ab	0.60 e	0.87 b	6.83 cd
Oc1/2 + F1/2	5.98 bcd	0.40 bcd	0.88 b	6.69 c
Oc1+ F1/2	6.17 efgh	0.40 bcd	1.14 fg	8.00 i
Ock1/2	6.01 bcd	0.26 a	0.99 bcde	7.38 fgh
Ock1	6.11 def	0.44 d	1.25 g	7.94 i
Ock1/4 + F3/4	6.31 gh	0.46 d	0.88 bc	7.02 cdef
Ock1/2 + F1/2	6.05 cdef	0.38 abc	0.93 bcd	7.32 efgh
Ock1+ F1/2	6.15 efg	0.39 abc	1.21 g	8.10 i
Ofc1/2	5.90 abc	0.36 abcd	0.87 bc	6.25 b
Ofc1	5.94 abcd	0.36 abcd	0.98 cde	6.93 cde
Ofc1/4 + F3/4	6.16 efgh	0.59 e	1.06 de	7.15 defg
Ofc1/2 + F1/2	6.23 fgh	0.45 d	0.94 bc	6.72 c
Ofc1+ F1/2	6.68 i	0.41 cd	1.10 ef	7.50 gh
F-test	**	**	**	**
CV(%)	14.63	4.98	2.63	2.41

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ตารางที่ 24 ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อธาตุอาหารและสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน
หลังปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ดำรับการทดลอง	ธาตุอาหาร			สมบัติทางฟิสิกส์
	Avail.P	Exch.K	BS	Bulk density
	(mg/kg)	(mg/kg)	(%)	(g/cm ³)
C	2.36 a ^{1/}	22.24 a ^{1/}	35.67	1.64
F1	5.05 f	34.57 e	28.07	1.71
Oc1/2	2.46 a	34.39 de	28.40	1.62
Oc1	3.07 b	32.66 cde	25.98	1.64
Oc1/4 + F3/4	3.36 bc	32.96 cde	28.25	1.75
Oc1/2 + F1/2	3.86 c	32.22 cde	27.56	1.69
Oc1+ F1/2	4.07 cd	40.87 fg	25.76	1.58
Ock1/2	2.93 b	29.29 bc	31.08	1.69
Ock1	4.77 de	31.64 cde	30.76	1.67
Ock1/4 + F3/4	4.57 cde	38.59 f	36.46	1.66
Ock1/2 + F1/2	4.47 cde	25.47 ab	32.08	1.62
Ock1+ F1/2	5.12 f	32.44 cde	28.95	1.60
Ofc1/2	3.39 bc	25.82 ab	38.10	1.56
Ofc1	4.15 cd	38.65 fg	28.58	1.65
Ofc1/4 + F3/4	4.09 cd	30.65 cde	31.26	1.63
Ofc1/2 + F1/2	4.45 cde	30.09 cd	37.11	1.65
Ofc1+ F1/2	4.75 de	44.20 g	34.60	1.71
F-test	**	**	ns	ns
CV(%)	11.94	10.01	11.23	6.74

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 %

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวสุพรรณบุรี 60 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ได้คัดเลือกการใส่ปุ๋ยยูเรียในมูลโคอัตรา 1 กก./ตัน และอัตรา 2 กก./ตันในมูลไก่และกากตะกอนอ้อย โดยพิจารณาจากค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเป็นเกณฑ์เนื่องจากเป็นสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ที่เห็นชัดเจนที่สุดในการทดลองนี้
2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้เท่ากับ 1.5 N ในสัดส่วน 1 N+1/2 N จะให้องค์ประกอบผลผลิตข้าวโดยรวมดีที่สุด และชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่มาจากมูลไก่จะให้องค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าที่มาจากมูลโคและกากตะกอนอ้อย
3. กลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีผลให้ค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวสูงกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N แต่ค่าการนำไฟฟ้า จะต่ำกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N

