บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมและไนเตรตในดินที่มีส่วนสัมพันธ์กับกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระยะต่างๆในการปลูกข้าว

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมที่ระดับความลึก 0-20 ซม. (rooting zone) (รูปที่ 1 , 5) พบว่า ก่อนการปักดำในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ความเข้มข้นของ NH_4^+-N อยู่ในช่วง 9.44-11.31 mg N kg^{-1} ส่วนหลังการปักดำ 1 เดือน กรรมวิธีที่ 2-5 จะมีความเข้มข้นของ NH_4^+-N ลดลงมาอยู่ในช่วง 3.77-7.00 mg N kg^{-1} แต่ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในกรรมวิธีที่ 1 และ 6 เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากว่าในกรรมวิธีที่ 1 มีการเก็บตัวอย่างดินหลังการใส่ปุ๋ยเพียง 10 วันในอัตราที่สูง (20 กก. N ต่อไร่) ทำให้มีการสะสมของของ NH_4^+-N ที่พืชยังไม่ได้ดูดไปใช้มากกว่าในกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนกรรมวิธีที่ 6 นั้นไม่มีการปลูกข้าวจึงมีการสะสมของ NH_4^+-N อยู่ในชั้นดิน หลังการปักดำ 2 เดือน ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในทุกกรรมวิธีที่ปลูกข้าวจะลดลงมาอยู่ในช่วง 1.34-3.14 mg N kg^{-1} ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวที่ความเข้มข้นของ NH_4^+-N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในช่วง 3 เดือนหลังการปักดำ ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในทุกกรรมวิธีที่ปลูกข้าวจะลดลงต่ำสุดอยู่ในช่วง 0.12-0.53 mg N kg^{-1} การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ NH_4^+-N ในดินในช่วง 3 เดือนแรกหลังปักดำจะมีแนวโน้มค่อยๆลดลงในทุกกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวเนื่องจากว่า การเจริญเติบโตของข้าวอยู่ในช่วง vegetative growth – reproductive phase ต้นข้าวจะมีการดูดไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมไว้ในลำต้นมากที่สุดในช่วงดังกล่าว ในระยะนี้จะมีการสะสมไนโตรเจนที่ใบสูงสุดโดย 70% จะสะสมที่ใบธงมากที่สุด (Norman *et al.*, 1992) ในช่วง 2-3 เดือนหลังการปักดำ ซึ่งอยู่ในระยะ reproductive phase ข้าวจะได้รับไนโตรเจนในระหว่างการสร้างและพัฒนาเมล็ดจากการดูดใช้ไนโตรเจนจากดิน 14% และอีก 86% ข้าวจะดูดไนโตรเจนจากต้นและใบซึ่งสะสมไว้ในระยะแรก (vegetative growth) โดยได้จากแผ่นใบ 58% และกาบใบ 28% (Mae, 1986) สำหรับระยะสร้างรวงอ่อนนั้นจะมีการสะสมไนโตรเจนที่ดูดใช้จากดินโดยสะสมไว้ที่ใบ 50% ของไนโตรเจนทั้งหมด (Mikkelson *et al.*,1995)

จากการศึกษาความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในดินหลังการเก็บเกี่ยว (4-5 เดือนหลังการปักดำ) พบว่าปริมาณของ NH_4^+-N ในดินเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าว โดยเพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง

0.96-1.71 mg N kg^{-1} ในเดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยว และค่อย ๆ สะสมเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 โดยความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.79 - 2.88 mg N kg^{-1} แสดงให้เห็นว่าหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปแล้ว จะมีการสะสมของ NH_4^+-N ในดิน สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวพบว่าความเข้มข้นของ NH_4^+-N มีแนวโน้มคงที่

ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร พบว่าการเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการปักดำ ในทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในดินอยู่ในช่วง 3.75-6.35 mg N kg^{-1} หลังการปักดำ 1 เดือน ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวจะมีการสะสมเพิ่มขึ้นในขณะที่ทุกกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวจะมีความเข้มข้นลดลงมาอยู่ในช่วง 0.47-5.32 mg N kg^{-1} หลังจากนั้นความเข้มข้นของ NH_4^+-N มีแนวโน้มลดลงในทุกกรรมวิธีทั้งที่ปลูกข้าวและไม่ปลูกข้าวเมื่อ 3 เดือนหลังการปักดำ ความเข้มข้นของ NH_4^+-N จะอยู่ในช่วง 0.53 -4.92 mg N kg^{-1} ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ แต่ในกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวความเข้มข้นของ NH_4^+-N มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากว่า มีการเจริญเติบโตของวัชพืชทำให้มีการดูดใช้ไนโตรเจนจากดินซึ่งส่งผลให้การสะสมของ NH_4^+-N ลดลง

ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในช่วง 1-2 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว (4-5 เดือนหลังการปักดำ) ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยความเข้มข้นของ NH_4^+-N อยู่ในช่วง 2.22-4.90 mg N kg^{-1} ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวจะมีปริมาณคงที่และค่อยๆลดลงในช่วง 2 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งในช่วง 2 เดือนดังกล่าวความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในทุกกรรมวิธีลดลง ให้ผลที่แตกต่างไปจากที่ได้รับจากการทดลองในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ เนื่องจากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมีวัชพืชเจริญเติบโตมากหลังการเก็บเกี่ยวข้าว (มีการระบายน้ำออก) ทำให้มีการดูดใช้ไนโตรเจนไปจากดินในปริมาณที่สูง

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินที่ระดับความลึก 30-50, 50-70 ซม.

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในแปลงทดลองที่สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ที่ระดับความลึก 30-50 ซม.ในช่วงระยะเวลาต่างๆ (รูปที่ 2) พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในดินก่อนปักดำมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.67-2.35 mg N kg^{-1} และจะค่อยๆลดลงในช่วง 3 เดือนหลังการปักดำ โดยในเดือนแรกหลังการปักดำความเข้มข้นของ NH_4^+-N จะลดลงมาอยู่ในช่วง 1.23-2.00 mg N kg^{-1} และลดลงอีกเล็กน้อยโดยมาอยู่ในช่วง 0.40-1.49 mg N kg^{-1} ในระยะเวลา 2 เดือนหลังการปักดำ และจะลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 3โดยมีความเข้มข้นของ NH_4^+-N ประมาณ 0.03-0.16 mg N kg^{-1} ส่วนหลังการเก็บเกี่ยวความเข้มข้นของ NH_4^+-N ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดย ในเดือนแรกความเข้มข้นของ NH_4^+-N เพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0.19-1.09 mg N kg^{-1} และเพิ่มสูงขึ้นในเดือนที่ 2 เป็น 1.40-3.42 mg N kg^{-1} สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกข้าวนั้นความเข้มข้น

ของ NH_4^+-N มีแนวโน้มคงที่ในช่วง 3 เดือนหลังการปักดำ และค่อยๆลดลงในช่วง 2 เดือนหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งมีการระบายน้ำออกทำให้วัชพืชเจริญเติบโตและมีการดูดไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ NH_4^+-N ที่ระดับความลึก 50-70 ซม. ที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (รูปที่ 6) พบว่า ความเข้มข้นของ NH_4^+-N ก่อนปักดำอยู่ในช่วง 0.87 - 2.21 mg N kg^{-1} และในทุกกรรมวิธีความเข้มข้นค่อยๆลดลง โดยในเดือนแรกหลังการปักดำมาอยู่ในช่วง 0.05-1.09 mg N kg^{-1} หลังการปักดำ 2 เดือน ความเข้มข้นทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันมากนัก โดยกรรมวิธีที่ 2-6 จะพบว่าความเข้มข้นของ NH_4^+-N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.59-1.88 mg N kg^{-1} ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 ที่มีแนวโน้มลดลงจาก 1.09 เป็น 0.75 mg N kg^{-1} หลังปักดำ 3 เดือน ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงมาอยู่ในช่วง 0.19-0.75 mg N kg^{-1} ในทุกกรรมวิธีการทดลองๆมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะหลังการเก็บเกี่ยว 1-2 เดือน โดยในช่วง 1 เดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยวทุกกรรมวิธีเพิ่มสูงขึ้นไปอยู่ในช่วง 0.82-2.45 mg N kg^{-1} และมีแนวโน้มสูงขึ้นในกรรมวิธีที่ 1 3 5 และ 6 จะอยู่ในช่วง 1.48-2.80 mg N kg^{-1} สำหรับกรรมวิธีที่ 2 และ 4 มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.

การเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ NO_3^--N ที่ระดับความลึก 0-20 ซม.ในแปลงทดลองสถานีวิจัยแลศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (รูปที่ 3) ซึ่งพบว่า หลังการปักดำ (ขังน้ำ) ปริมาณ NO_3^--N มีความเข้มข้นน้อยมากในดิน โดยทุกกรรมวิธีลดลงมาอยู่ใกล้ศูนย์ภายในเดือนแรกและตลอดระยะเวลาการขังน้ำ ซึ่งพบว่าในดินก่อนการปักดำมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.35-0.67 mg N kg^{-1} หลังจากนั้นในเดือนแรกหลังการปักดำความเข้มข้นของ NO_3^--N ในทุกกรรมวิธีการทดลองมีแนวโน้มลดลงและและบางกรรมวิธีไม่พบ NO_3^--N เลย ในช่วง 1-3 เดือนหลังปักดำ แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกในช่วง 1-2 เดือน หลังการเก็บเกี่ยวพบว่าปริมาณของ NO_3^--N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีการทดลองโดยอยู่ในช่วง 0.50-1.03 mg N kg^{-1} ยกเว้นกรรมวิธีที่ 2 และ 5 ที่พบว่าความเข้มข้นของ NO_3^--N ค่อนข้างคงที่

ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (รูปที่ 7) พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน โดยความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินก่อนปักดำอยู่ในช่วง 0.22-1.46 mg N kg^{-1} หลังจากนั้น 1-2 เดือนหลังการปักดำ ความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินจะค่อยๆลดลงมาอยู่ในช่วง 0.03-0.28 mg N kg^{-1} และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 3 หลังปักดำโดยอยู่ในช่วง 0.31 - 0.62 mg N kg^{-1} เมื่อทำการระบายน้ำออกเพื่อเก็บเกี่ยวพบว่า ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยว จะอยู่ในช่วง 0.82-2.33 mg N kg^{-1} และจะค่อยๆ ลดลงในเดือนที่ 2 หลังการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.23-1.56 mg N kg^{-1}

4.1.4 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินที่ระดับความลึก 30-50 และ 50-70 ซม.

การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินที่ระดับความลึก 30-50 ซม. ในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (รูปที่ 4) พบว่ามีความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินน้อยมากโดยความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินก่อนการปักดำอยู่ในช่วง 0.04-0.11 mg N kg^{-1} และมีแนวโน้มคงที่ จะลดลงใกล้ศูนย์ในช่วง 1 - 3 เดือนหลังการปักดำ แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกในช่วง 1 - 2 เดือนหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ในทุกกรรมวิธีความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดิน เพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0.16-0.75 mg N kg^{-1} ในเดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยวและค่อยๆ เพิ่มขึ้น ในเดือนที่ 2 หลังการเก็บเกี่ยวมาอยู่ในช่วง 0.54-1.94 mg N kg^{-1} ยกเว้นกรรมวิธีที่ 5 ที่ค่อนข้างคงที่ (ไม่แตกต่างกัน)

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินที่ระดับความลึก 50-70 ซม. ที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (รูปที่ 8) พบว่าความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินก่อนปักดำอยู่ในช่วง 0.15-1.47 mg N kg^{-1} และค่อยๆ ลดลงในช่วงเดือนแรกหลังการปักดำ เนื่องจากมีการระบายน้ำออกโดยปริมาณ NO_3^--N อยู่ในช่วง 0.00 - 0.78 mg N kg^{-1} และคงที่ในช่วง 2 เดือนหลังการปักดำ แต่ในเดือนที่ 3 หลังการปักดำ พบว่า ความเข้มข้นของ NO_3^--N ในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในช่วง 0.34-0.59 mg N kg^{-1} เมื่อมีการระบายน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยว ในเดือนแรกหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าความเข้มข้นของ NO_3^--N ในทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 0.82-2.33 mg N kg^{-1} หลังจากนั้นก็ลดลงในเดือนที่ 2 หลังการเก็บเกี่ยวในทุกกรรมวิธี

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ (NH_4^++NO_3^-)-N พบว่าปริมาณ NH_4^+ ในดินจากทุกกรรมวิธีการทดลองในแปลงสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ จะสูงกว่าในศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากว่าดินในแปลงสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ที่ระดับความลึก 0-20 ซม .มีปริมาณอินทรียวัตถุและ total N เท่ากับ 0.962% และ 0.060% สูงกว่าในแปลงศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่มีอินทรียวัตถุและ total N เท่ากับ 0.636% และ 0.043% ตามลำดับ จากการศึกษาของ Mitsushi (1974) และ ทัศนีย์ (2543) ได้แสดงให้เห็นว่าในดินที่มีไนโตรเจนสูงจะมีการสะสม NH_4^+ ได้เร็วและมีค่าสูงกว่าดินที่มีไนโตรเจนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินทรายที่มีอินทรียวัตถุสูง อย่างดินในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ จะมีการสะสมของ NH_4^+ ในสารละลายดินสูง ส่งผลให้มีแนวโน้มการสะสมของ NH_4^+ ในดินชั้นล่างอันเนื่องจากการชะล้าง (Pattrick and Reddy, 1976) สูงกว่าในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวปนร่วน

ในส่วนของ NO_3^- พบว่ามีปริมาณน้อยมากในดินเมื่อเทียบกับปริมาณของ NH_4^+ เนื่องจากดินที่ปลูกข้าวในเขตร้อนจะมีการสูญเสีย NO_3^- อย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วันหลังการขังน้ำเนื่องจากกระบวนการ denitrification (Ponnamperuma , 1978)

4.2 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

4.2.1 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตเมล็ดข้าว

จากการวิเคราะห์ผลผลิตเมล็ดข้าวในแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับจากศูนย์วิจัยและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ตารางที่ 1) พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กรรมวิธี 1-4) ไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเมล็ดข้าว แต่แปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย N (control) ผลผลิตเมล็ดข้าวลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน กรรมวิธีที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้งๆ ละเท่าๆกัน โดยใส่รองพื้นก่อนการปักดำ และแต่งหน้าในช่วง 3 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ให้ผลผลิตเท่ากับ 830 กก.ต่อไร่

ผลผลิตจากแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธีทั้งที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งกรรมวิธีที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุดคือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้งๆ ละเท่าๆกัน โดยรองพื้นและแต่งหน้าในช่วง 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ให้ผลผลิตเท่ากับ 959.5 กก.ต่อไร่

สำหรับผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย N (control) นั้นพบว่าในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร จะต่ำกว่าสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ เนื่องจากความแตกต่างกันในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของอินทรียวัตถุในดินในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะมีอินทรียวัตถุ 0.962% ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ที่มีอินทรียวัตถุประมาณ 0.636 % (ตารางภาคผนวกที่1)

4.2.2 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณ total N ในฟางข้าว

จากการวิเคราะห์ปริมาณ total N ในฟางข้าว (ตารางที่ 2) จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) พบว่า ปริมาณ total N ในฟางข้าวจากทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และกรรมวิธีที่มีปริมาณ total N ในฟางข้าวสูงสุด 0.653 % คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละเท่าๆ กัน 2 ครั้ง ในช่วง 2 และ 6 สัปดาห์ หลังการปักดำ

ผลการทดลองในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณ total N ในฟางข้าวสูงสุด 0.643% คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้งๆ ละเท่าๆกัน โดยรองพื้นก่อนปักดำและแต่งหน้าในช่วง 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ส่วนกรรมวิธีอื่นๆที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ total N ในฟางข้าวจากทั้ง 2 แปลงทดลองพบว่า ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจะมีปริมาณ total N ในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และปริมาณเฉลี่ยจากทุกกรรมวิธีต่ำกว่าในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ

4.2.3 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณ total N ในต้นข้าวระยะ booting - heading stage

จากการวิเคราะห์ปริมาณ total N ในต้นข้าวระยะ booting – heading stage ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ตารางที่ 3) พบว่า กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้งๆ ละเท่าๆกัน จะมีปริมาณ total N ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในขณะที่กรรมวิธีอื่นที่ใส่ปุ๋ยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย

ผลการทดลองในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะพบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนยกเว้นกรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งในช่วง 2 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำจะให้ผลไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่มีแนวโน้มสูงกว่าในทุกกรรมวิธี

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณ total N ในต้นข้าวระยะ booting –heading stage จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะให้ผลสอดคล้องกัน โดยกรรมวิธีที่มีปริมาณ total N สูงสุด คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งๆละเท่าๆกันในช่วงเวลา 2 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์ หลังการปักดำ ซึ่งมีปริมาณ total N เท่ากับ 1.980% และ 1.890% ตามลำดับ สำหรับปริมาณ total N เฉลี่ยและปริมาณ total N ในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (N control) นั้นพบว่าในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร จะต่ำกว่าสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมแม่เหียะแต่มีความแตกต่างกันไม่มากนัก

4.2.4 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อน้ำหนักฟางข้าว

จากการวิเคราะห์น้ำหนักฟางข้าว ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ตารางที่ 4) พบว่า กรรมวิธีที่ให้น้ำหนักฟางสูงสุด 1,218 กก.ต่อไร่ คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง ในช่วง 2 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ส่วนกรรมวิธีอื่นๆที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะให้น้ำหนักฟางสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักของผลผลิตเมล็ดข้าว

ในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ พบว่ากรรมวิธีที่ให้น้ำหนักสูงสุด 1,194 กก.ต่อไร่ คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง ในช่วง 2 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ เช่นเดียวกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 แปลงทดลอง พบว่าน้ำหนักฟางข้าวจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

เกษตร คือ 608.8 กก.ต่อไร่ จะต่ำกว่าในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะซึ่งมีน้ำหนักฟางข้าวเท่ากับ 991.6 กก.ต่อไร่

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 แปลงทดลองจะเห็นได้ว่า น้ำหนักฟางข้าวในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร 1,020.4 กก.ต่อไร่ น้อยกว่าในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะซึ่งเท่ากับ 1,119.7 กก.ต่อไร่

4.2.5 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด

จากการวิเคราะห์น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ตารางที่ 5) พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งกรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้ง โดยรองพื้นก่อนการปักดำ และแต่งหน้าในช่วง 3 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ให้น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดสูงสุด คือ 32.03 กรัม และต่ำสุดในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย คือ 29.37 กรัม

ในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ให้น้ำหนักดี 1,000 เมล็ดสูงสุด 31.37 กรัม คือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง ในช่วง 2 และ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดต่ำสุด 30.89 กรัม คือ กรรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง โดยรองพื้นก่อนการปักดำและแต่งหน้าเมื่อ 6 สัปดาห์หลังการปักดำ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ของทั้ง 2 แปลงทดลอง พบว่าแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมีน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 31.08 กรัม ซึ่งต่ำกว่าสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ที่มีน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด เฉลี่ย 33.15 กรัม

4.2.6 อิทธิพลจากการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณทั้งหมดของ N ในฟางข้าว (total N)

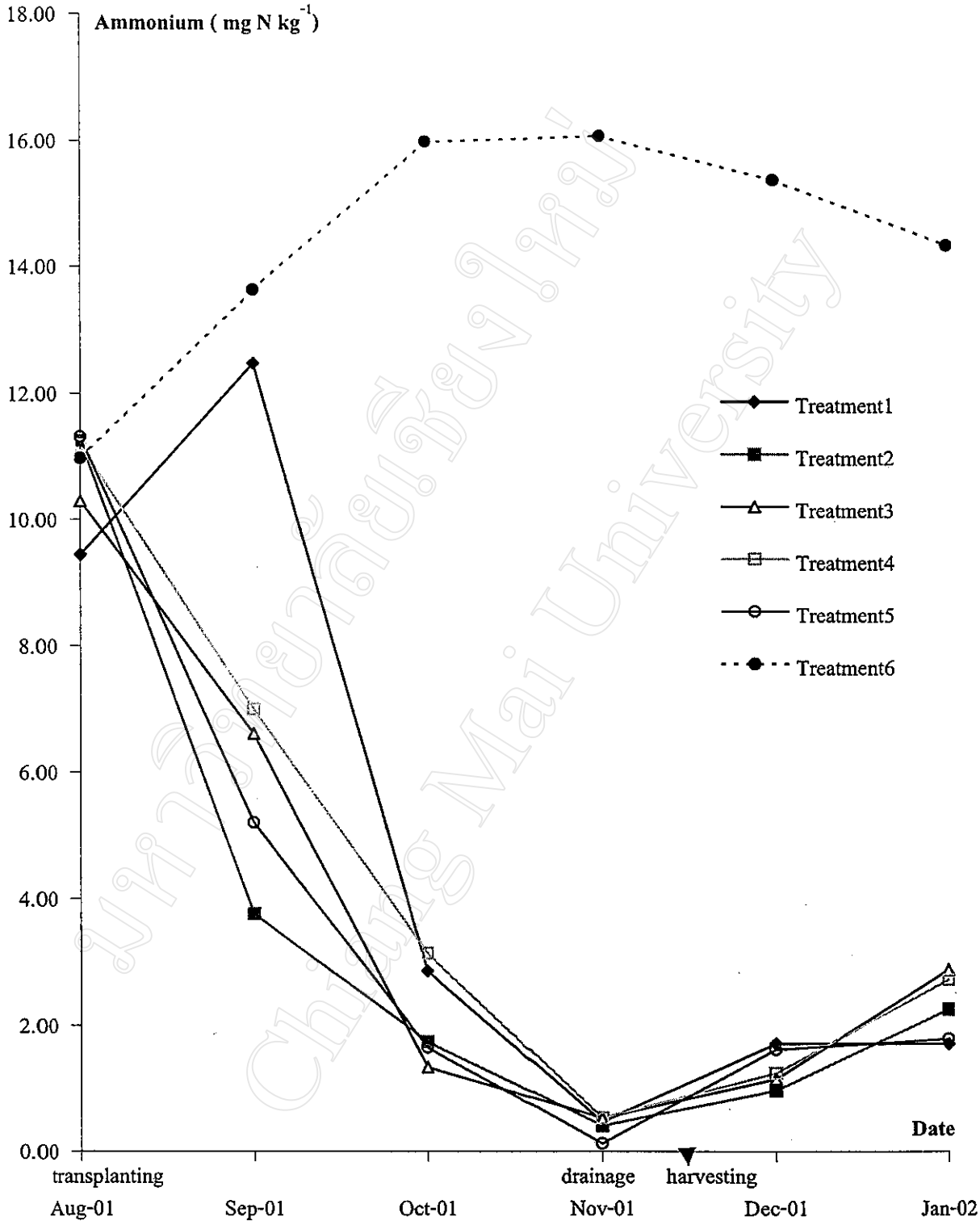
จากการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดของ N ในฟางข้าว พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ N uptake จาก 2 แปลงทดลอง ทั้งในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ตารางที่ 6) จากทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีเปอร์เซนต์ N uptake สูงกว่าในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน กรรมวิธีที่มีเปอร์เซนต์ N uptake สูงสุดคือ กรรมวิธีที่มีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก.Nต่อไร่ โดยใส่ครั้งเดียวหลังการปักดำ 3 สัปดาห์ มีเปอร์เซนต์ N uptake เท่ากับ 7.48% สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีเปอร์เซนต์ N uptake เท่ากับ 3.45%

จากการทดลองในแปลงสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจะเห็นได้ว่า ผลผลิตเมล็ดข้าว total N ในฟางข้าว และต้นข้าวระยะ booting - heading stage น้ำหนักฟางข้าว น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด และเปอร์เซนต์ N uptake ในฟางข้าวของ

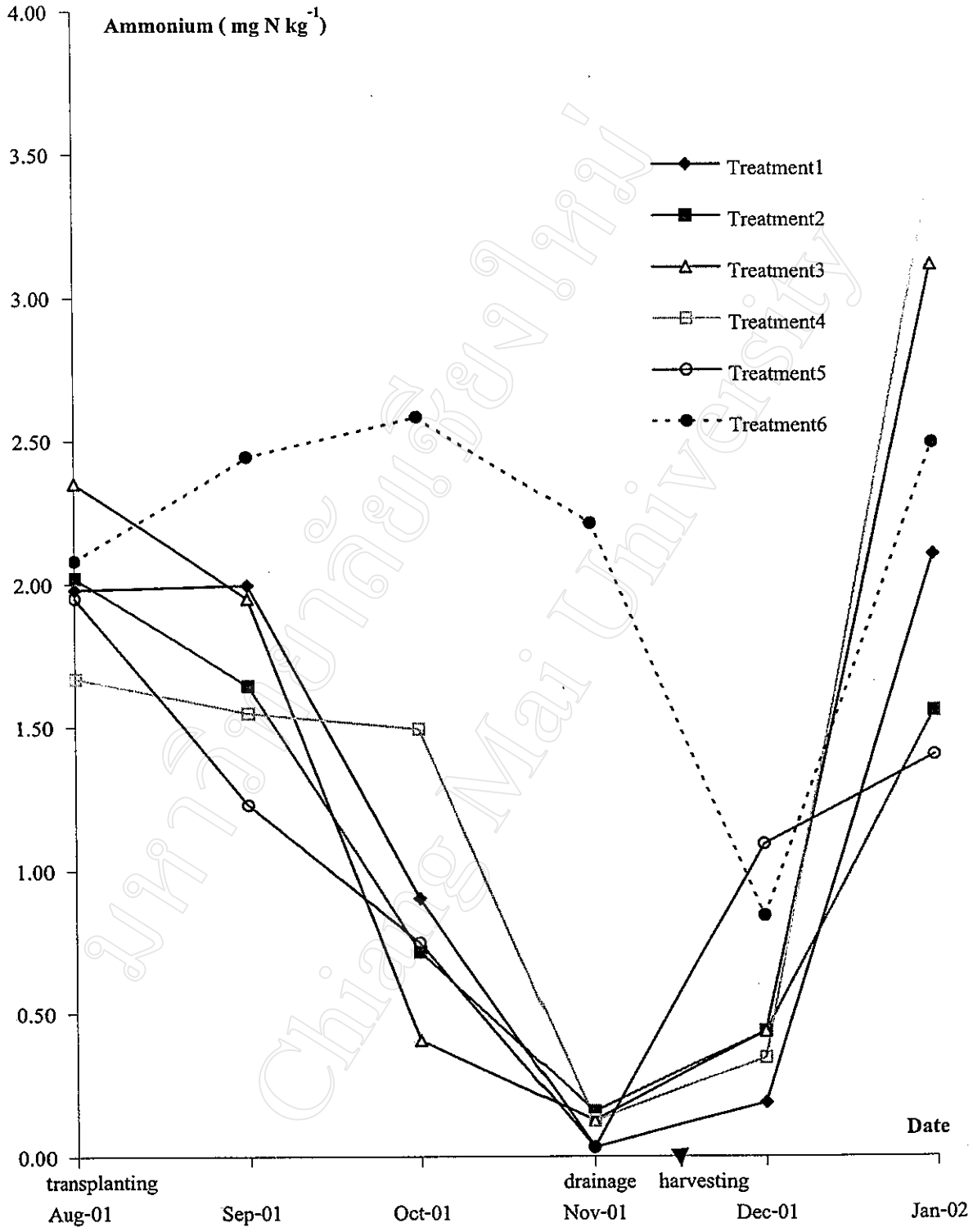
ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 โดยเฉลี่ยจากทุกกรรมวิธีในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะจะมีแนวโน้มสูงกว่าในศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เป็นเพราะสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ที่สูงกว่าในศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากว่าในแปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ จะมีการปลูกข้าวทุกปีและในทุกฤดูกาลปลูกข้าวจะมีการใส่ปุ๋ยหมักเพิ่มเติมแก่ดิน เพื่อต้องการลดการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้มีการสะสมของอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในดิน ในขณะที่ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรไม่มีการปลูกข้าวและบำรุงดินในพื้นที่ทดลองติดต่อกันมาเป็นเวลาหลายปีทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่า

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง NH_4^+/NO_3^- ในดิน ผลผลิตข้าว และสภาพแวดล้อม

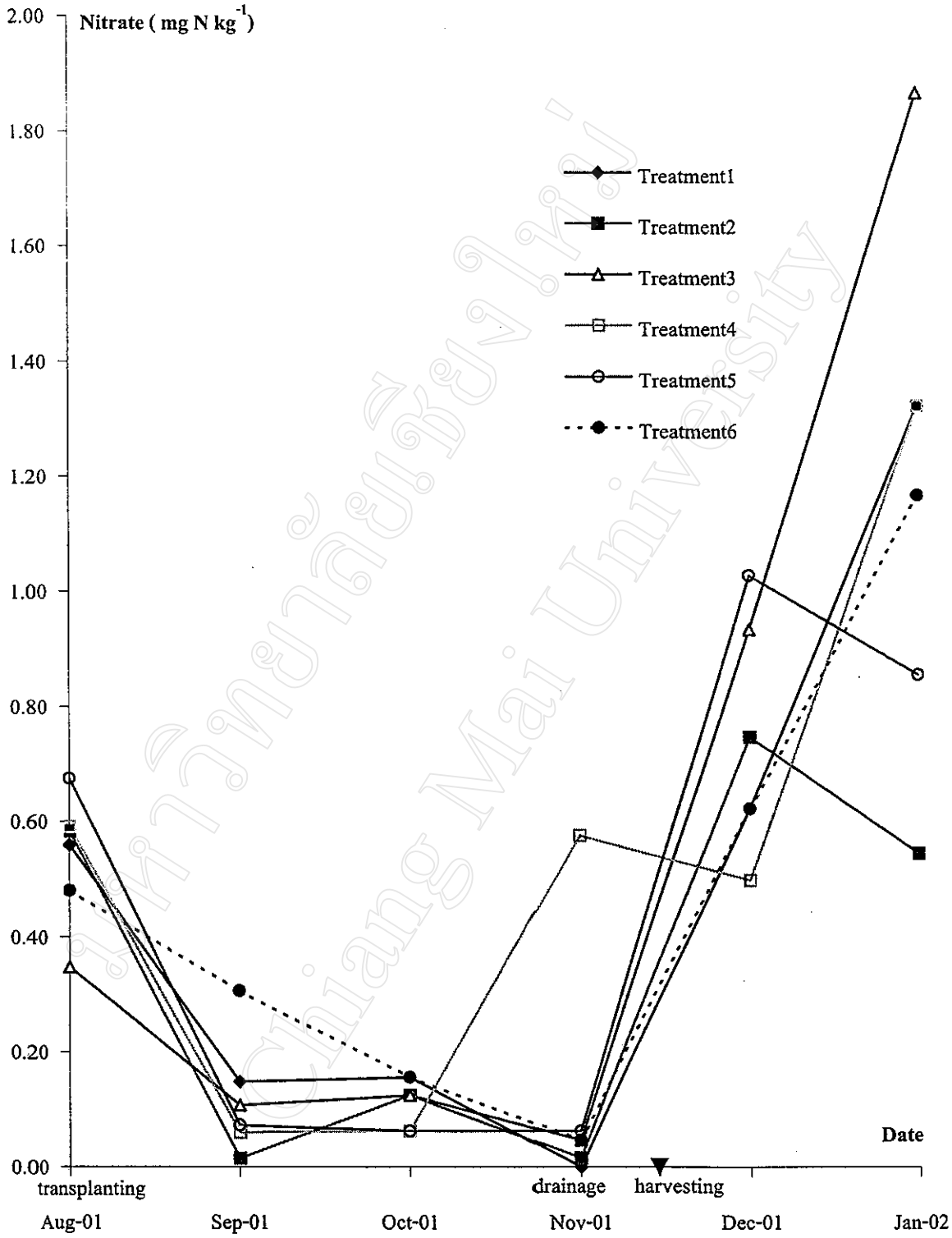
จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ NH_4^+/NO_3^- และผลผลิตของข้าวพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัด เนื่องจากปริมาณของ NH_4^+/NO_3^- ในดินที่มีความเข้มข้นต่ำเกินไปและการปนเปื้อนของตัวอย่างดินในแปลงทดลองซึ่งเกิดขึ้นได้ง่ายในสภาพน้ำขัง โดยในส่วนของ NO_3^- พบว่ามีปริมาณน้อยมากในดินเมื่อเทียบกับปริมาณของ NH_4^+ เนื่องจากดินที่ปลูกข้าวในเขตร้อนจะมีการสูญเสีย NO_3^- อย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วัน หลังการขังน้ำเนื่องจากกระบวนการ denitrification (Ponnamperuma , 1978)



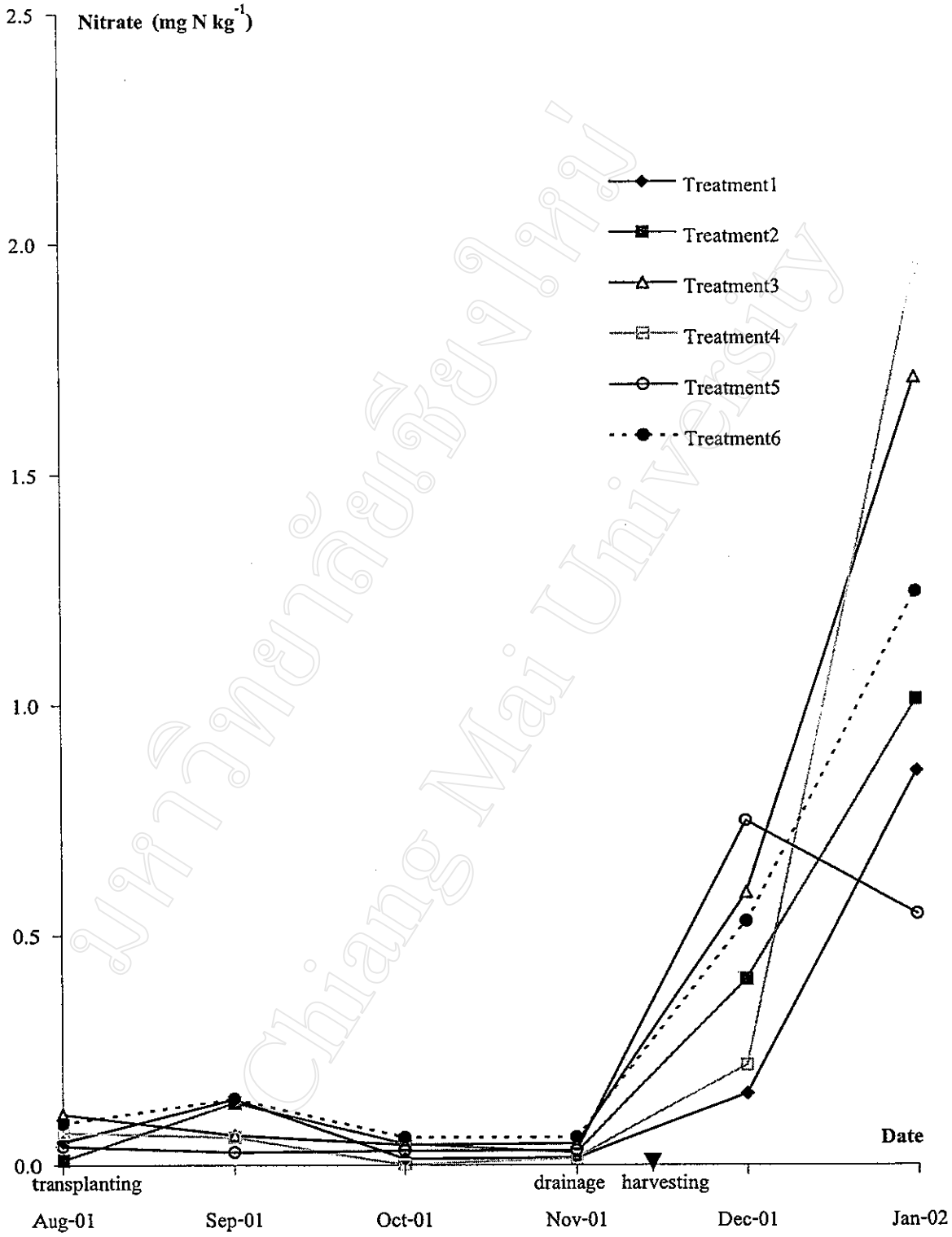
รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0 - 20 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 30 - 50 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ

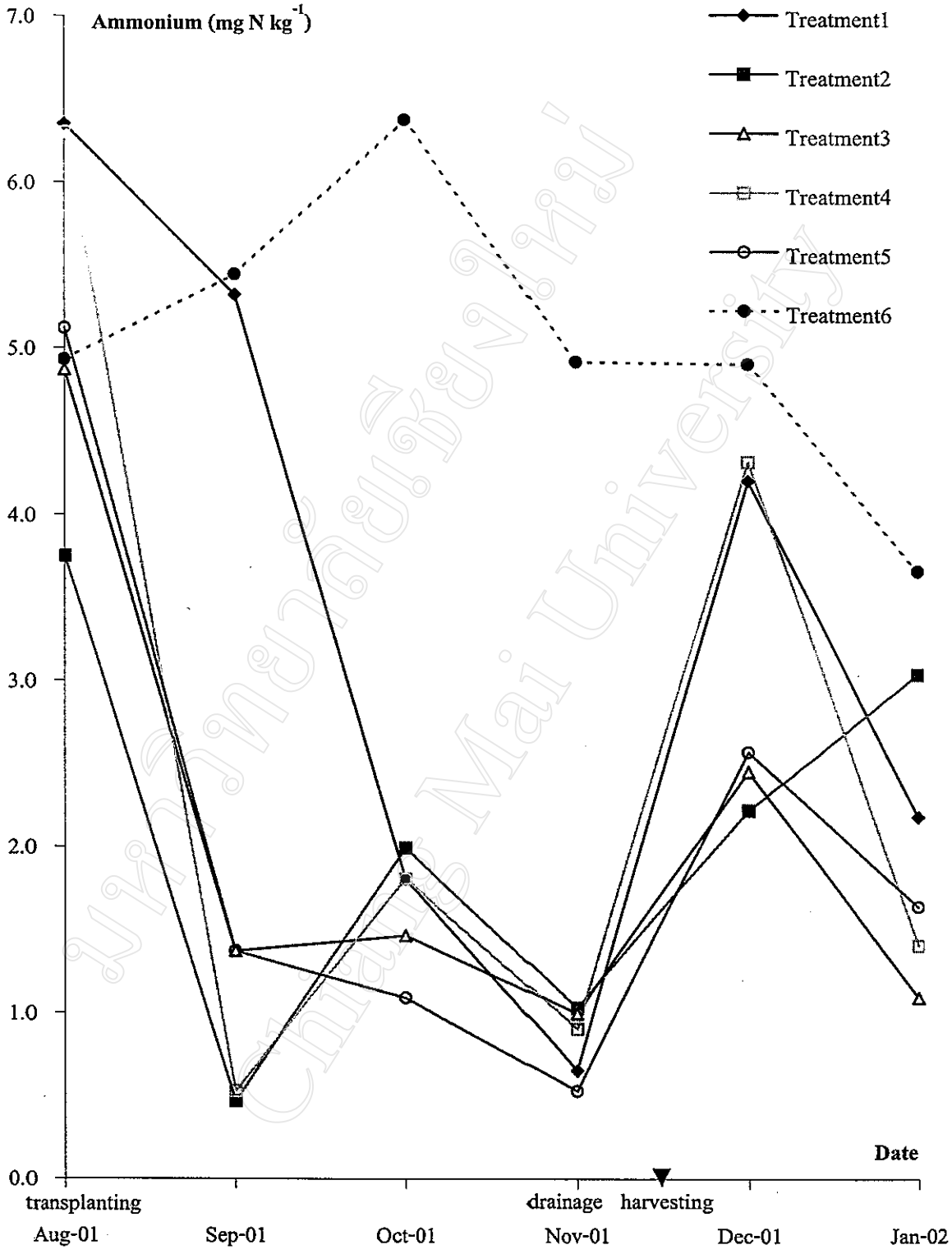


รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0 - 20 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ

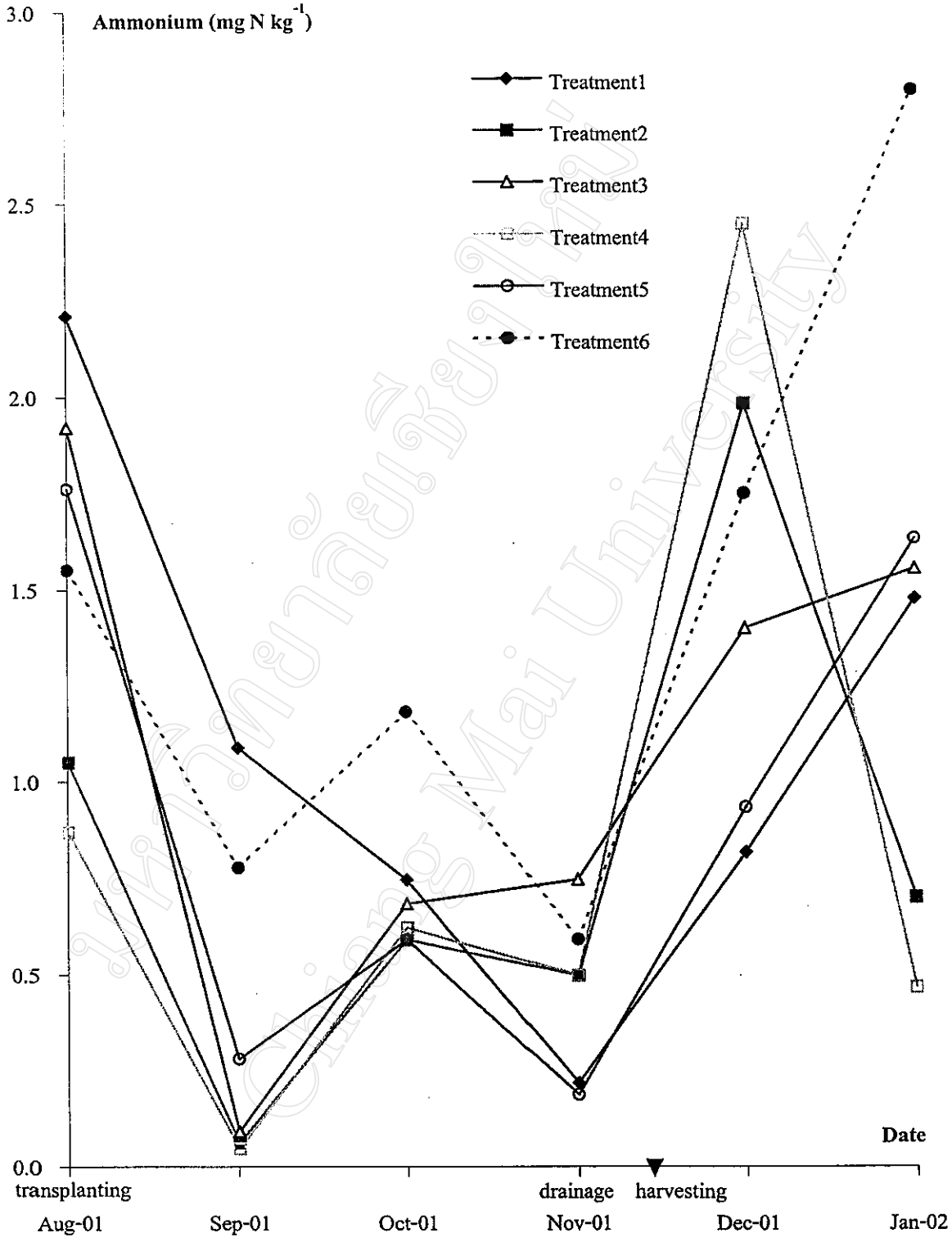


รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 30 - 50 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ

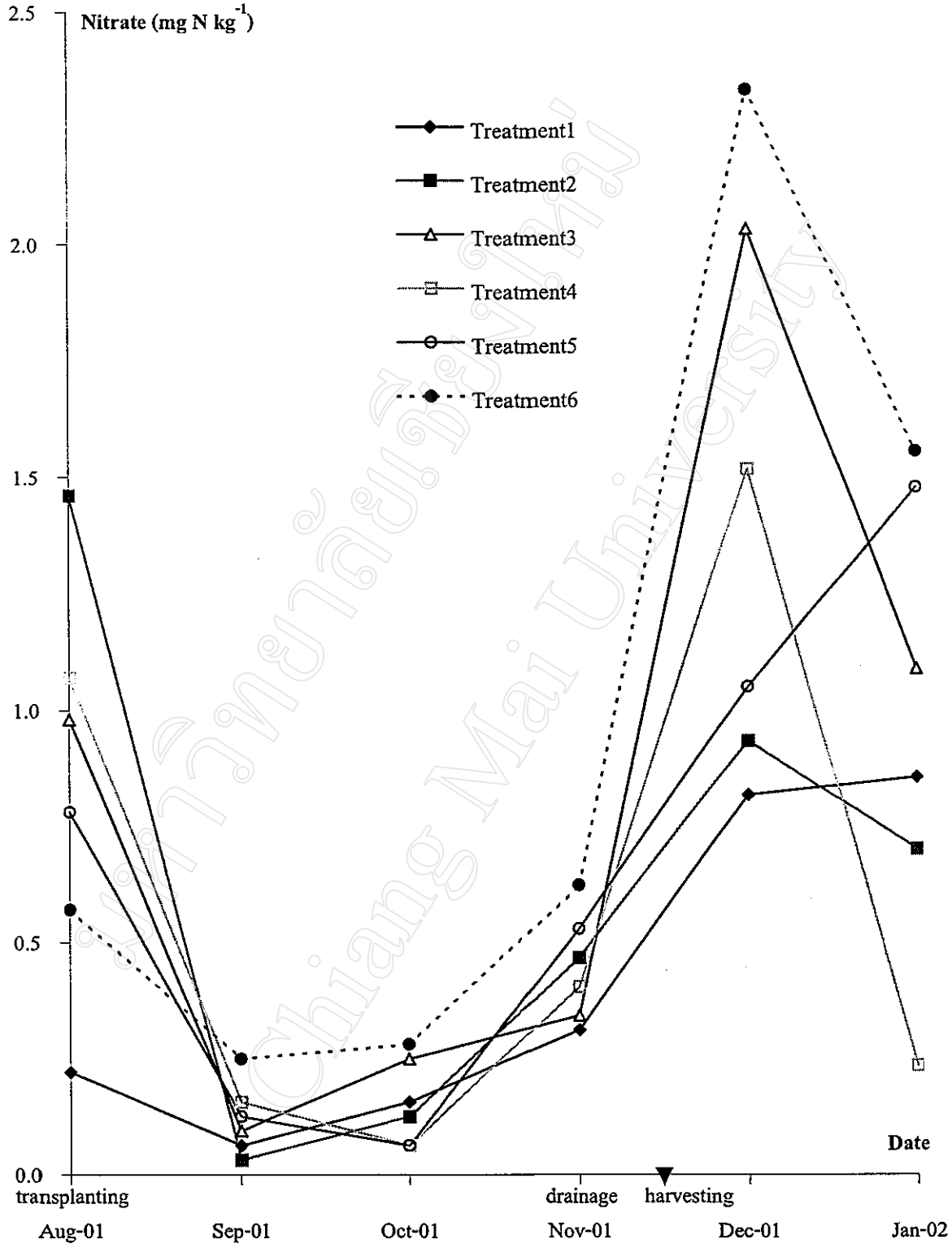
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



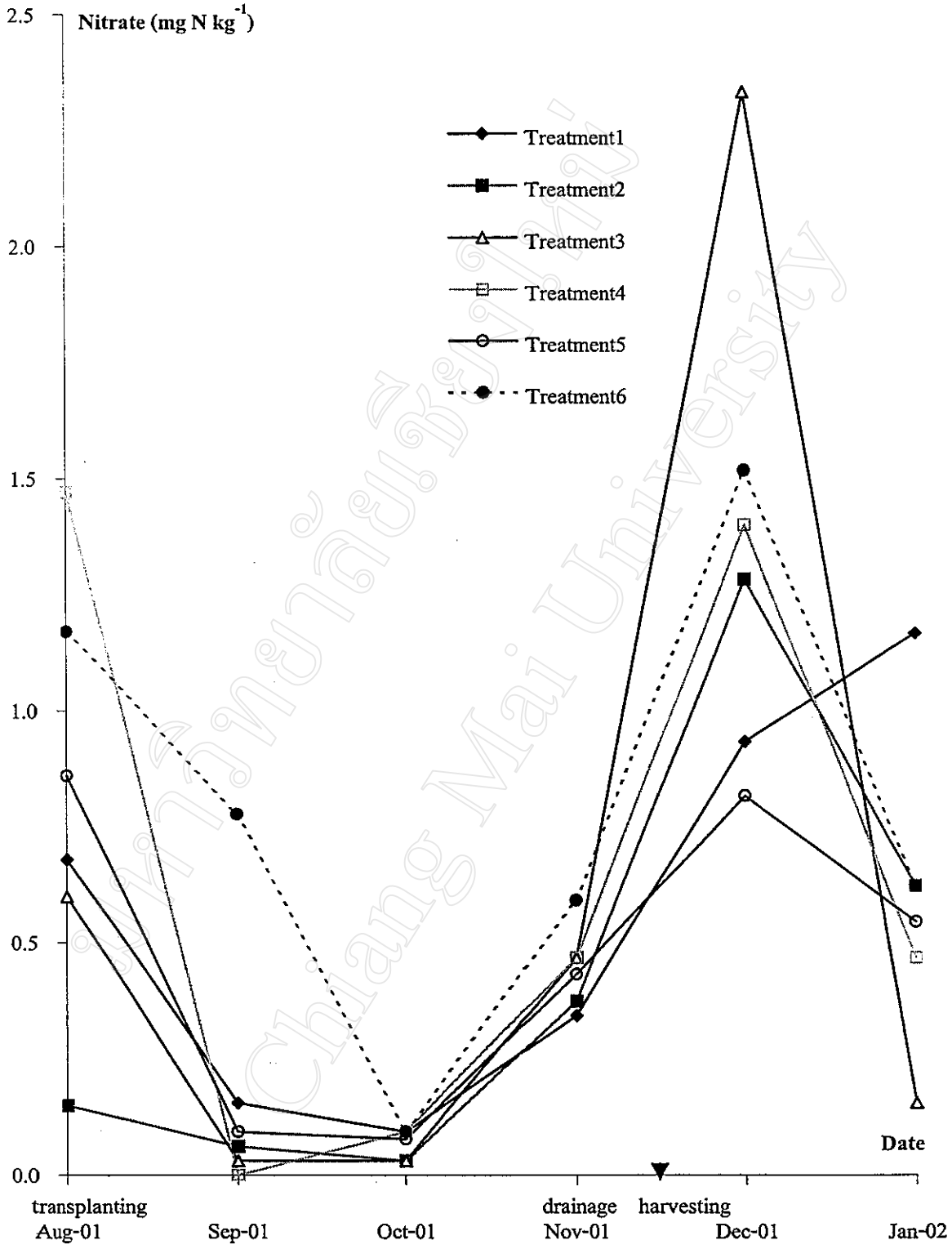
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0 - 20 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 50 - 70 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0 - 20 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรตในดินจากกรรมวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระยะแตกต่างกันที่ระดับความลึก 50 - 70 ซม. จากพื้นที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				ผลผลิตข้าว(กก.ต่อไร่)	
	รองพื้นก่อนปักดำ	2 สัปดาห์หลังปักดำ	3 สัปดาห์หลังปักดำ	6 สัปดาห์หลังปักดำ	MCC	MH
1	0	0	20 กก.	0	698.3a	856.5a
2	0	1/2	0	1/2	761.3a	954.3a
3	1/2	0	0	1/2	741.9a	959.5a
4	1/3	0	1/3	1/3	830.0a	901.9a
5 (control)	0	0	0	0	486.9b	9056a
6 (blank)	0	0	0	0	-	-
เฉลี่ย					630.3	915.6

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ปริมาณ total N ในฟ่างข้าวจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				Total N (%)	
	รองพื้นก่อนปักดำ	2 สัปดาห์หลังปักดำ	3 สัปดาห์หลังปักดำ	6 สัปดาห์หลังปักดำ	MCC	MH
1	0	0	20 กก.	0	0.560a	0.586ab
2	0	1/2	0	1/2	0.653a	0.587ab
3	1/2	0	0	1/2	0.595a	0.643a
4	1/3	0	1/3	1/3	0.640a	0.580ab
5 (control)	0	0	0	0	0.367b	0.473 b
6 (blank)	0	0	0	0	-	-
เฉลี่ย					0.563	0.574

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณ total N ในต้นข้าวระยะ booting - heading stage จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ(MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				Total N (%)	
	รองพื้น ก่อนปักดำ	2 สัปดาห์ หลังปักดำ	3 สัปดาห์ หลังปักดำ	6 สัปดาห์ หลังปักดำ	MCC	MH
1	0	0	20 กก.	0	1.727b	1.690ab
2	0	1/2	0	1/2	1.980a	1.890a
3	1/2	0	0	1/2	1.757ab	1.727ab
4	1/3	0	1/3	1/3	1.515bc	1.702ab
5 (control)	0	0	0	0	1.393c	1.450b
6 (blank)	0	0	0	0	-	-
เฉลี่ย					1.674	1.692

ตารางที่ 4 น้ำหนักฟางข้าวจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				น้ำหนักฟางข้าว(กก.ต่อไร่)	
	รองพื้น ก่อนปักดำ	2 สัปดาห์ หลังปักดำ	3 สัปดาห์ หลังปักดำ	6 สัปดาห์ หลังปักดำ	MCC	MH
1	0	0	20 กก.	0	1,184a	1,176a
2	0	1/2	0	1/2	1,218a	1,194a
3	1/2	0	0	1/2	9,81.5a	1,147a
4	1/3	0	1/3	1/3	1,110a	1,090a
5 (control)	0	0	0	0	608.8b	991.6b
6 (blank)	0	0	0	0	-	-
เฉลี่ย					1020.4	1119.7

ตารางที่ 5 น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ของข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				น้ำหนักเมล็ดดี 1,000เมล็ด (ก.)	
	รองพื้น ก่อนปักดำ	2 สัปดาห์ หลังปักดำ	3 สัปดาห์ หลังปักดำ	6 สัปดาห์ หลังปักดำ	MCC	MH
1	0	0	20 กก.	0	31.49a	31.35a
2	0	1/2	0	1/2	31.29a	31.37a
3	1/2	0	0	1/2	31.21a	30.89a
4	1/3	0	1/3	1/3	32.03a	31.19a
5 (control)	0	0	0	0	29.37b	31.18a
6 (blank)	0	0	0	0	-	-
เฉลี่ย					31.08	33.15

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ N uptake ในฟางข้าวของข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (MCC) และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ (MH)

Treatment	อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ย N 20 กก.ต่อไร่				% N uptake		
	รองพื้น ก่อนปักดำ	2 สัปดาห์ หลังปักดำ	3 สัปดาห์ หลังปักดำ	6 สัปดาห์ หลังปักดำ	MCC	MH	เฉลี่ย
1	0	0	20 กก.	0	6.63	6.89	7.48a
2	0	1/2	0	1/2	7.95	7.01	6.76a
3	1/2	0	0	1/2	5.84	7.38	6.71a
4	1/3	0	1/3	1/3	7.10	6.32	6.61a
5 (control)	0	0	0	0	2.23	4.66	3.45b
6 (blank)	0	0	0	0	-	-	-
เฉลี่ย					5.95	6.45	6.20