บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

1. ผลของระบบการปลูกข้าว

1.1 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อ pH available P exchangeable K Ca และ Mg และปริมาณความชื้นของดินในระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

ระบบการปลูกข้าวมีอิทธิพลต่อ pH ของดินและปริมาณของ exchangeable Ca และ Mg ในตัวอย่างดินที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ available P exchangeable K และความชื้นของดิน ทั้งในระยะแตกกอสูงสุดและออกดอก (ตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2)

ในระยะที่ต้นข้าวแตกกอสูงสุด ซึ่งมีการปล่อยให้ดินอยู่ให้สภาพแห้งเปียกสลับกัน (ตารางที่ 3) พบว่า ดินที่อยู่ในระบบ CT มีปริมาณความชื้นมากกว่าดินที่อยู่ในระบบ SRI ประมาณ 3% แต่ความแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทาง ส่วนในระยะออกดอก ปริมาณความชื้นของดินในระบบ CT และ SRI มีค่าใกล้เคียงกันคือประมาณ 28%

สำหรับค่าความเป็นกรดด่างของดิน และปริมาณของ exchangeable Ca และ Mg ในดิน (ตารางที่ 3) พบว่า ทั้งในระยะที่ต้นข้าวแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก ดินในระบบ SRI มีค่าสูงกว่าระบบ CT อย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณ available P และ exchangeable K ในดินของทั้ง 2 ระบบการปลูกข้าว ที่ระยะการเจริญเติบโตทั้ง 2 ระยะ ปริมาณของ Available P ของดินจากระบบ CT มีอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 66 - 69 g/kg ซึ่งถือว่า มีอยู่ในระดับสูง ส่วนในระบบ SRI ในระยะแตกกอสูงสุด มีประมาณ 56 g/kg และเพิ่มเป็น 66 g/kg ในระยะออกดอก ซึ่งจัดว่ามีอยู่ในระดับสูงเช่นกัน ส่วนปริมาณของ exchangeable K ในดินพบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด ระบบ CT มีประมาณ 26 g/kg ส่วนระบบ SRI มีประมาณ 33 g/kg ซึ่งถือว่ามีอยู่ในระดับที่ต่ำ ทั้ง 2 ระบบที่ระยะออกดอก ปริมาณของ exchangeable K จากระบบ CT มีประมาณ 20 g/kg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณความชื้น pH available P exchangeable K Ca และ Mg ในดินที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

ข้อมูล	ระยะการเจริญเติบโตของข้าว			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRI
%mst	25.20	22.23	27.66	27.79
pH	5.50 b**	6.04 a	5.52 b	5.89 a
available P (g/kg)	66	56	69	66
exchangeable K (g/kg)	26	33	15	20
exchangeable Ca (g/kg)	419 b	490 a	450 b	532 a
exchangeable Mg (g/kg)	30 b	41 a	34 b	44 a

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

1.2 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอนินทรีย์ N ในดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

จากการตรวจสอบปริมาณอนินทรีย์ N ในรูป NH_4^+-N, NO_2 + NO_3^--N และ อนินทรีย์ N รวม (NH_4^+ + NO_2 + NO_3-N) ในดิน 4 แบบ ได้แก่ ดินระหว่างกอข้าว (A) ดินในภาชนะปิดสนิท (B) ดินในกระบอกก้นปิดแต่ไม่มีฝา (C) และ ดินในกระบอกกลวงแต่ปิดด้านบนด้วยถุงพลาสติกสีดำ (D) ซึ่งแต่ละแบบมีการสูญเสีย N ได้แตกต่างกันดังนี้

แบบ A มีการสูญเสีย Nโดยการดูดใช้ของต้นข้าว (crop remove, C) การชะล้าง (Leaching, L) และการไหลบ่า (run off, R) โดยน้ำ และการระเหยของแก๊สแอมโมเนีย และ immobilization ที่เกิดโดยสาหร่าย (A)

แบบ B ไม่มีการสูญเสียโดย C L R และ A และ N ในดินคือ N ที่ได้จากปุ๋ยและการปลดปล่อย N จากอินทรีย์วัตถุ

แบบ C มีการสูญเสียโดย R และ A

แบบ D มีการสูญเสียโดย L และ R

พบว่า ระบบการปลูกข้าวมีอิทธิพลต่อปริมาณ NH_4^+-N ในดิน C และ D และปริมาณอินทรีย์ N ของดินที่ระยะแตกกอสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณของ NH_4^+-N, NO_2+ NO_3^--N

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และอินทรีย์ N ของดิน A และ B ที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก NO_2^- + NO_3^--N ในดิน D ที่ระยะแตกกอสูงสุด และปริมาณ NH_4^+-N, NO_2 + NO_3^--N และอนินทรีย์ N รวมของดิน C และ D ที่ระยะออกดอก ระบบการปลูกข้าวไม่มีอิทธิพลแต่อย่างใด (ตารางภาคผนวกที่ 3 4 และ 5)

ที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด ดิน D จากระบบ SRI มีปริมาณของ NH_4^+-N และอนินทรีย์ N รวมต่ำกว่าดิน D จากระบบ CT อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่า การสูญเสีย NH_4^+-N และ อนินทรีย์ N รวมโดยกระบวนการชะล้าง และการไหลบ่าของน้ำ ในระบบ SRI มีมากกว่าระบบ CT (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณ NH_4^+-N และ อนินทรีย์ N รวมในดิน D ที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด (MT)*

รูปของไนโตรเจน	**ชนิดของตัวอย่างดิน**	**ปริมาณไนโตรเจนในดิน (mg N/kg)**	
		ระบบ CT	**ระบบ SRI**
NH_4^+-N	D	34 a**	15 b
NH_4^+ + NO_2 + NO_3^--N	D	37 a	21 b

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P

จากตารางที่ 5 ซึ่งแสดงถึงปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดินทุกแบบ จากระบบ CT และระบบ SRI พบว่าในระยะแตกกอสูงสุด ดินแบบ B ในระบบ CT มีปริมาณอนินทรีย์ N รวม ประมาณ 40 mgN/kg ส่วนในระบบ SRI มีประมาณ 50 mgN/kg ที่ระยะออกดอก ในระบบ CT ดิน B มีปริมาณอนินทรีย์ N รวมเพิ่มขึ้นเป็น 45 mgN/kg แต่ในระบบ SRI มีประมาณ 39 mgN/kg ถึงแม้ความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดิน B ของทั้ง 2 ระบบที่ระยะการเจริญเติบโตทั้ง 2 ระยะไม่มีนัยสำคัญ ในทางสถิติก็ตาม แต่การที่ดิน B ในระบบ SRI มีแนวโน้มให้ปริมาณอนินทรีย์ N รวมสูงกว่าระบบ CT ที่ระยะแตกกอสูงสุดประมาณ 10 mgN/kg ชี้ให้เห็นว่าที่ระยะนี้กระบวนการ N-mineralization ของระบบ SRI น่าจะเกิดขึ้นได้ดีกว่าระบบ CT สำหรับปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดิน C พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุดในระบบ SRI มีแนวโน้มต่ำกว่าระบบ CT ซึ่งแสดงว่าที่ระยะนี้การสูญเสีย N โดย การไหลบ่าของน้ำและการระเหยของแก๊สแอมโมเนียในระบบ SRI มีแนวโน้มสูงกว่าระบบ CT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณอนินทรีย์ N รวม (mgN/kg) ในดินแบบต่างๆ ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL) *

ประเภทของตัวอย่างดิน	ปริมาณ $NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$-N (mgN/kg) ในดิน			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRI
A	16	18	9	13
B	40	50	45	39
C	31	24	25	21
D	37	21	18	13

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

สำหรับปริมาณ $NO_2^- + NO_3^-$-N ในดิน A B C และ D จากระบบ CT และ SRI ที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก (ตารางที่ 6) พบว่า ทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกัน และปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 3 - 5 mgN/kg ทั้ง 2 ระยะ ในกรณีของปริมาณของอนินทรีย์ N รวมในดิน A B และ C ก็พบว่าทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างเช่นกัน และปริมาณที่พบที่ระยะออกดอกมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะแตกกอสูงสุด ยกเว้นดิน B ซึ่งระบบ CT มีแนวโน้มว่ามีปริมาณสูงกว่าระบบ SRI การเกิดขึ้นของ $NO_2^- + NO_3^-$-N ในดินทุกแบบทั้ง 2 ระยะ และทั้ง 2 ระบบและการลดลงของปริมาณอนินทรีย์ N ในดิน แสดงว่ามีการสูญเสีย N โดยกระบวนการ denitrification เกิดขึ้น

ตารางที่ 6 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณ $NO_2^- + NO_3^-$-N (mgN/kg) ในดินแบบต่างๆ ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL) *

ประเภทของตัวอย่างดิน	ปริมาณ $NO_2^- + NO_3^-$-N (mgN/kg) ในดิน			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRI
A	4	3	2	4
B	3	6	4	3
C	4	5	3	4
D	3	6	3	3

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อประเมินการสูญเสีย N ของดิน จากระบบการปลูกข้าวทั้ง 2 ระบบ โดยนำปริมาณอนินทรีย์ N รวมของดิน A C และ D ไปหักออกจากปริมาณอนินทรีย์ N รวมของดิน B (ตารางที่ 7) พบว่า ที่ระยะแตกกอสูงสุด ในระบบ SRI การสูญเสีย N จากการดูดใช้ของต้นพืช (C) การชะล้าง (L) การไหลบ่าของน้ำ (Run off) และการสูญเสีย N โดยการระเหยของแก๊สแอมโมเนียและกระบวนการ immobilization ของสาหร่าย (A) มีประมาณ 32 mgN/kg ในขณะที่ระบบ CT มีประมาณ 26 mgN/kg สำหรับการสูญเสียโดยกระบวนการ A และ R ในระบบ CT มีประมาณ 9 mgN/kg และการสูญเสียในกระบวนการ R+L มีประมาณ 3 mgN/kg ในขณะที่การสูญเสียดังกล่าว ในระบบ SRI มีมากกว่าประมาณ 3 และ 9 เท่าตัวตามลำดับ ในระยะออกดอก การสูญเสียโดยกระบวนการ C+L+R ในระบบ CT มีมากกว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด แต่ในระบบ SRI กลับมีน้อยลง สำหรับการสูญเสียโดยกระบวนการ A+R และ R+L ทั้ง 2 ระบบมีอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียที่พบในระยะแตกกอสูงสุด พบว่า ในระบบ CT การสูญเสียทุกรูปแบบมีมากขึ้น โดยเฉพาะการสูญเสียโดยกระบวนการ A+R เพิ่มขึ้น ประมาณ 2 เท่าตัว แต่ในระบบ SRI การสูญเสียโดยกระบวนการ C+L+A และ A+R ในระยะออกดอก มีน้อยกว่าระยะแตกกอสูงสุด ส่วนการสูญเสียโดยกระบวนการ R+L มีใกล้เคียงกับระยะแตกกอสูงสุด

ตารางที่ 7 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณ N รวม (mgN/kg) ที่สูญเสียไปจากดินในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)

รูปแบบการสูญเสีย N	**ปริมาณการสูญเสียอนินทรีย์ N รวม (mgN/kg)**			
	MT		**FL**	
	CT	**SRI**	**CT**	**SRI**
ดิน B-A (C+L+R+A)	24	32	36	26
ดิน B-C (R+A)	9	26	20	18
ดิน B-D (R+L)	3	29	27	26

C : crop remove L : Leaching R : run off

A : NH_3 - volatilization และ immobilization จากกิจกรรมของสาหร่าย

จากผลการทดลองที่พบว่าดิน B จากระบบ SRI มีแนวโน้มทำให้ปริมาณอนินทรีย์ N รวมในระยะการแตกกอสูงสุดมีมากกว่าระบบ CT ประมาณ 25% แสดงว่ากระบวนการ N mineralization ในระบบ SRI เกิดเกิดได้ดีกว่าระบบ CT มีความสอดคล้องกับรายงานของ Birch

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(1958) อ้างโดย Cessay และ Uphoff (2003) ซึ่งพบว่า ภายหลังดินแห้งได้รับความชื้น กระบวนการ N- mineralization เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยส่วนหนึ่งของ N ที่ถูกปลดปล่อยเกิดจากเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว (Marumoto และคณะ, 1977; Cabrena, 1993; Das และคณะ, 1997 อ้างโดย Cessay และ Uphoff (2003)) และประชากรของจุลินทรีย์ดินที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ภายหลังที่ดินได้รับน้ำที่มีส่วนส่งเสริมให้ N - mineralization เกิดขึ้นได้ดี (Birch, 1958; Boulides และ Allixon, 1964; Cabrena, 1993 อ้างโดย Cessay และ Uphoff (2003) และจากรายงาน Inubushi และ Wada (1987) ก็พบว่าการทำให้ดินอยู่ในสภาพเปียกและแห้งสลับกัน ทำให้ดินในประเทศญี่ปุ่นมีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มขึ้น และกระบวนการ N - mineralization เกิดได้รวดเร็วขึ้น และยังทำให้สารประกอบอินทรีย์ N ที่ถูกดูดยึดไว้ที่ผิวของอนุภาคดินถูกปลดปล่อยออกมา และเป็นประโยชน์ได้ง่ายขึ้น (Seneviratne และ Wild, 1985) นอกจากนี้ยังทำให้พื้นที่ผิวของสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Cabrera, 1993) ดังนั้น การที่ปริมาณอนินทรีย์ N ในดินที่ใช้ในการทดลองนี้เพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้ระบบการปลูกข้าวแบบ SRI ก็น่าจะเป็นเพราะเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

1.3 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณแบ็คทีเรียจุลินทรีย์ตรึง N ในสกุล Azospirillum

ผลของระบบการปลูกข้าวต่อปริมาณของเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากและในรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก ระบบการปลูกข้าวไม่มีผลต่อปริมาณของเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากและในรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 6)

ที่ระยะแตกกอสูงสุด ทั้งที่ปลูกในระบบ SRI มีปริมาณของเชื้อ Azospirillum ในบริเวณรากข้าวประมาณ 10^5 cells/g(log 4) ในขณะที่ข้าวในระบบ CT มีประมาณ 10^6 cells/g(log 5) ซึ่งทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในรากข้าวพบว่า ข้าวทั้ง 2 ระบบมีปริมาณเชื้อ Azospirillum ใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 10 cells/g(log 1) ที่ระยะออกดอก ข้าวทั้ง 2 ระบบมีปริมาณเชื้อ Azospirillum ประมาณ 10^5 cells/g(log 5) ส่วนในรากมีประมาณ 100 cells/g(log 2) (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อค่า log ของปริมาณเชื้อ Azospirillum บริเวณผิวราก และในรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

บริเวณที่พบเชื้อ	ปริมาณเชื้อ Azospirillum (log no. cells/g)			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRT
ผิวรากข้าว	4.10	5.06	5.74	5.70
ในรากข้าว	1.57	1.80	2.75	2.38

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

ปริมาณของเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI ที่ได้จากการทดลองนี้ต่ำกว่า ปริมาณเชื้อ Azospirillum ที่รายงานโดย Philliposon (2002) ซึ่งพบว่าในบริเวณรากข้าวที่ปลูกด้วยระบบ TRC มีประมาณ 6.5×10^4 cells/mg ส่วนในบริเวณรากข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI อยู่ในช่วงตั้งแต่ 7.5×10^4 - 2000×10^3 cells/mg ขึ้นกับเม็ดดินและวิธีการใส่ปุ๋ย

1.4 ผลของระบบการปลูกต่อความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก

ที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก ระบบการปลูกข้าวมีอิทธิพลต่อ ความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะข้าวแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกตามลำดับ ยังขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระบบการปลูกข้าวกับการจัดการปุ๋ยอีกด้วย (ตารางภาคผนวกที่ 7 และ 8)

การปลูกข้าวด้วยระบบ CT ทำให้ความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ที่ระยะแตกกอสูงสุด ความเข้มข้นของ N และ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะออกดอก มากกว่า ระบบ SRI อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเข้มข้นของ K กลับต่ำกว่า (P 0.05) (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตาม จากความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ข้าวจากระบบ CT (0.48%) และระบบ SRI (0.38%) ที่ระยะแตกกอสูงสุดและที่ระยะออกดอกมีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่มีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ 0.36% สำหรับระบบ CT และ 0.30% สำหรับระบบ SRI ถือว่าต้นข้าวจากระบบการปลูกทั้ง 2 ระบบได้รับ P ในปริมาณที่เพียงพอ ตามเกณฑ์ของ Reuter และ Robinson (1986) ซึ่งรายงานว่าระดับความเข้มข้นของ P มีเพียงพอแก่ความต้องการที่ระยะแตกกออยู่ในช่วง 0.14 - 0.27% ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ระยะออกดอกมีอยู่ในช่วง 0.18 - 0.29% ผลการทดลองนี้ มีความสอดคล้องกับความเป็นประโยชน์ของ P ในดิน ซึ่งทั้ง 2ระบบมีปริมาณของ P ที่เป็นประโยชน์ได้ในระดับที่สูง

ตารางที่ 9 ผลของการจัดการระบบการปลูกข้าวต่อความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

ระยะ	ธาตุอาหาร	ความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ระบบการปลูกข้าว	
		CT	SRI
MT	%P	0.48 a**	.039 b
	%K	1.58 b	2.10 a
FL	%N	1.89a	1.51b
	%P	0.36a	0.30b

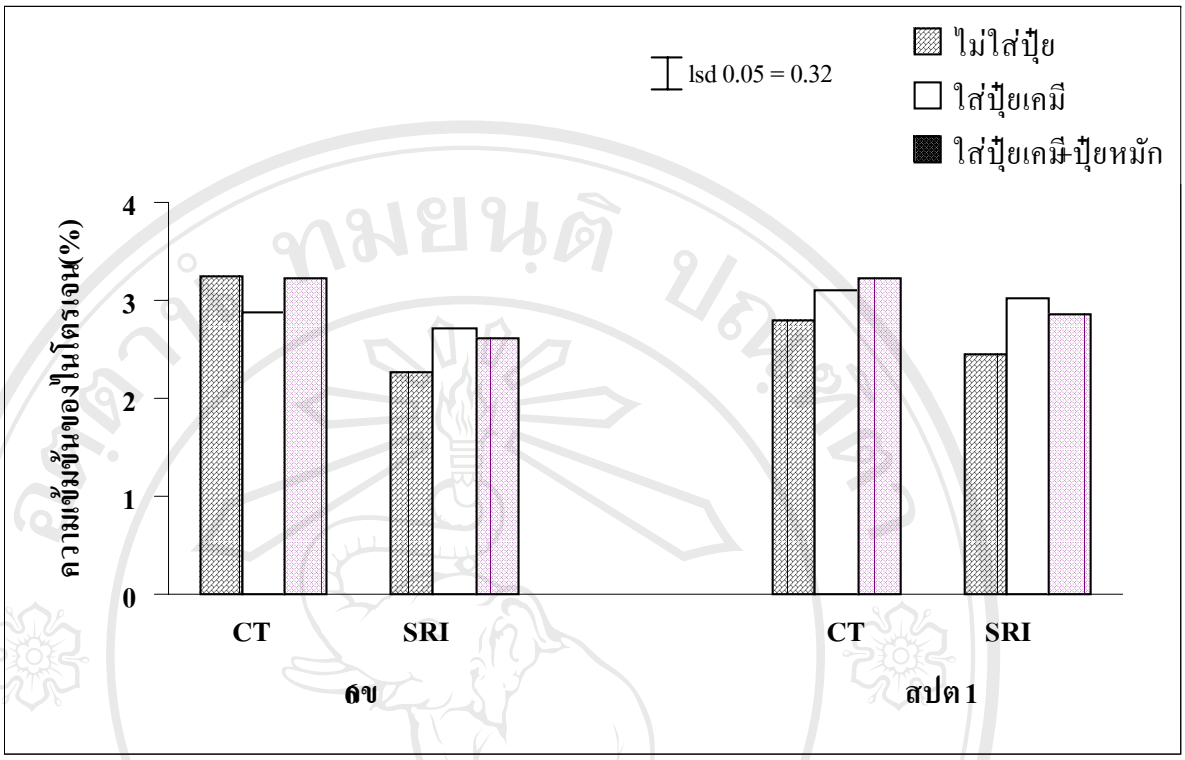
* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

สำหรับความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ของข้าวในระบบ CT ที่ระยะแตกกอสูงสุดซึ่งมีประมาณ 1.58% ส่วนในระบบ SRI มีประมาณ 2.10% คือว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอ ตามเกณฑ์ของ Reuter และ Robinson (1986) ซึ่งรายงานว่า ที่ระยะดังกล่าว หากใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของต้นข้าวมี %K อยู่ในช่วง 1.5 - 2.7 ถือว่า ต้นข้าวได้รับ K อย่างเพียงพอ

จากรูปที่ 1 ซึ่งแสดงว่าความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ในระบบ CT และ SRI ที่มีการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกัน ที่ระยะแตกกอสูงสุด จะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของ N ที่วิเคราะห์ได้ (รูปที่ 1) ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวที่ปลูกด้วยระบบ CT ในระยะนี้ ในทุกระดับของการจัดการปุ๋ย สูงกว่าค่าวิกฤติ (2.6%) (Reuter and Robinson, 1986) คืออยู่ในช่วง 2.80 - 3.24% จากรายงานของ Reuter และ Robinson (1986) ใบอ่อนของข้าวที่คลี่ออกเต็มที่ ซึ่งที่ระยะแตกกอสูงสุดมี N ในระดับเพียงพออยู่ในช่วง 2.8 - 3.6% สำหรับข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI เกือบทุกการจัดการปุ๋ยมีความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่มากกว่าค่าวิกฤติ คืออยู่ในช่วง 2.62 - 3.03% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ยกเว้นในการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (control) ซึ่งมีความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่ในช่วง 2.26 - 2.45%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1 Interaction effect ระหว่างระบบการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ต่อความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT)

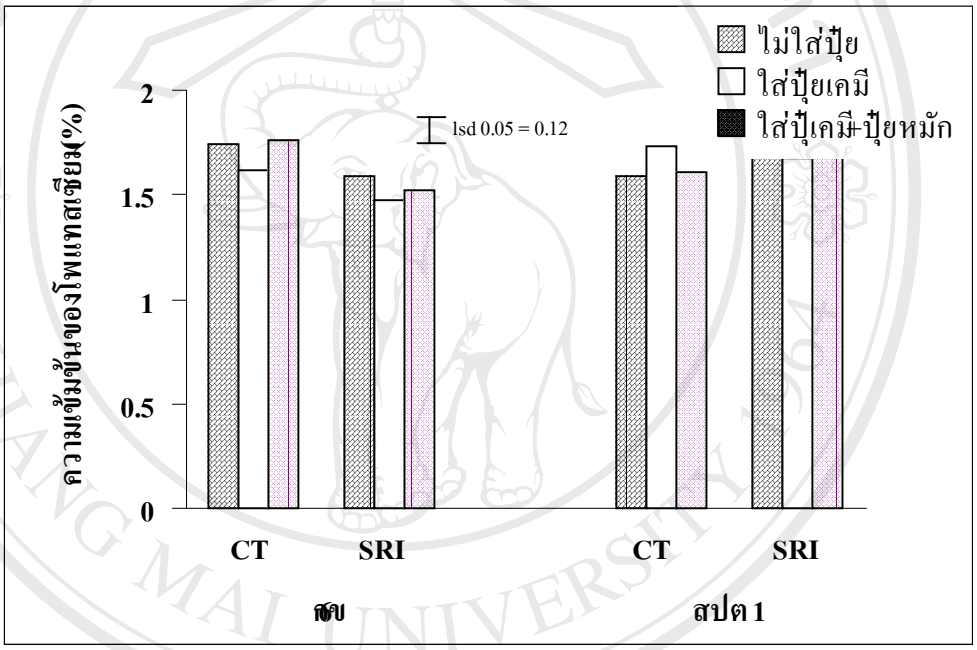
ที่ระยะแตกกอสูงสุด ผลของระบบการปลูกข้าวต่อความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ผันแปรตามพันธุ์ข้าวและระดับการใส่ปุ๋ย ในข้าวพันธุ์ กข 6 จะพบความแตกต่างของระบบการปลูกข้าว เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยและเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี โดยระบบ CT ทำให้ข้าวพันธุ์นี้มีความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่สู.กว่าระดับ SRI แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี ระบบ SRI กลับให้ผลผลดีกว่า (P 0.05) ส่วนในข้าวพันธุ์ สปต 1 ระบบการปลูกข้าวทั้ง 2 ระบบ ให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ที่ระยะออกดอก (ตารางที่ 9) ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวทั้ง 2 ระบบต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับระยะแตกกอสูงสุด โดยมีประมาณ 1.89% สำหรับระบบ CT และในระบบ SRI มีประมาณ 1.51% ซึ่งทั้ง 2ระบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต่ำกว่าค่าวิกฤต (2.4 %N) ตามรายงานของ Reuter และ Robinson จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าที่ระยะนี้ ต้นข้าวทั้ง 2 ระบบได้รับ N ไม่เพียงพอแก่ความต้องการ

จากรูปที่ 2 ซึ่งแสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบการปลูกข้าวกับการจัดการปุ๋ยต่อความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ที่ระยะออกดอก จะเห็นได้ว่า อิทธิพลของระบบการปลูกข้าวต่อความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ขึ้นกับพันธุ์ข้าวและระดับการจัดการปุ๋ย ในข้าวพันธุ์ กข 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบ CT ให้ผลดีกว่าระบบ SRI อย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับของการจัดการปุ๋ย ในแง่ของความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็ม แต่ในข้าวพันธุ์ สปต 1 ระบบการปลูกข้าวไม่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกระดับการจัดการปุ๋ย อย่างไรก็ตามข้าวทุกพันธุ์ที่ปลูกด้วยระบบ CT และ SRI ในทุกระดับการจัดการปุ๋ย มีความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ อยู่ในช่วง 1.47 - 1.74% ซึ่งถือว่าต้นข้าวได้รับ K ในระดับที่เพียงพอแก่ความต้องการตามเกณฑ์ของ Reuter และ Robinson (1986) ที่รายงานว่า ในระยะที่ข้าวออกดอก ความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของต้นข้าว ซึ่งได้รับ K เพียงพอแก่ความต้องการ อยู่ในช่วง 1.0 - 2.2%



รูปที่ 2 Interaction effect ระหว่างระบบการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ต่อความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ที่ระยะออกดอก (FL)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากปริมาณของ K ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน ที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกอยู่ในระดับที่ต่ำทั้ง 2ระบบ แต่ที่ระยะดังกล่าว ต้นข้าวไม่ได้ขาด K ตามผลวิเคราะห์ระดับของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ จึงคาดว่าปริมาณ K ที่รากข้าวดูดใช้จากดิน น่าจะมีมาก ชูชาติ (2532) ได้อ้างถึงรายงานของ Ponnamperuma (1972) ซึ่งพบว่า เมื่อดินอยู่ในสภาพน้ำขัง ปริมาณของประจุบวกที่เป็นเบสทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย Cu^{2+} mg^{2+} Na^{+} และ K^{+} จะเพิ่มปริมาณขึ้น ในระยะแรกของการขังน้ำ หลังจากพบปริมาณทั้งหมดจะลดลงเล็กน้อย และรักษาระดับนั้นไว้ตลอดเวลาของการขังน้ำ การที่ประจุบวกพวกเบสเพิ่มขึ้น เม็ดดินอยู่ในสภาพรีดิวส์ เป็นผลทางอ้อมของอำนาจการทำ

ละลายของ CO_2 ที่เกิดและสะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้ประจุบวกพวกเบส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแร่ปฐมภูมิและทุติยภูมิต่างๆละลายออกมา นอกจากนี้ปริมาณปริมาณของ Fe^{2+} และ Mn^{2+} ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เมื่อดินอยู่ในสภาพรีดิวส์ ก็สามารถไล่ที่ประจุบวกเบสที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ให้ออกมาอยู่ในสารละลายดินเพิ่มขึ้น สำหรับการทดลองนี้ ดินในระบบ CT ซึ่งมีการขังน้ำไว้ในนามาตลอดช่วงฤดูกาลปลูกข้าว ก็น่าจะมีการปลดปล่อยของ K จากดินเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากรากข้าวดูดใช้ K^+ เพื่อการเจริญเติบโต จึงทำให้ปริมาณ K^+ ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำ สำหรับในระบบ SRI ซึ่งในระยะแตกกอสูงสุด ดินอยู่ในสภาพเปียกแห้งสลับกัน และในการทดลองนี้ พบว่า ปริมาณความชื้นของดินในระบบ SRI ไม่แตกต่างจากดินจากระบบ CT อย่างมีนัยสำคัญ แม้มีแนวโน้มเพิ่มต่ำกว่าเล็กน้อย ส่วนปริมาณของ exchangeable K ในดินทั้ง 2ระบบ ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แม้ดินจากระบบ SRI มีแนวโน้มว่ามีปริมาณ exchangeable K สูงกว่าเล็กน้อย จากรายงานของ Kar และคณะ (1962) พบว่า เมื่อดินอยู่ในสภาพเปียกแห้งสลับกัน K ที่เป็นประโยชน์ได้จะถูกตรึงไว้โดย montmorillnite และ illite clay แต่สภาพดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ exchangeable K ของ clay ประเภท Kaolinite และ vermiculite สำหรับดินที่ใช้ในการทดลอง มี clay ประเภท Kaolinite เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงคาดว่าภายใต้สภาพดินเปียกแห้งสลับกันไม่ทำให้เกิดการตรึง K ของดินที่ใช้ทำการทดลอง เมื่อความเป็นประโยชน์ของ K ในดินจากระบบ SRI และ CT ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงคาดว่าปริมาณของ K ต้นข้าวดูดไปใช้ น่าจะไม่ขึ้นกับความสามารถของรากข้าวในแต่ละระบบ เมื่อผลการวิเคราะห์ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก บ่งชี้ว่าต้นข้าวจากระบบการปลูกข้าวทั้ง 2ระบบ ได้รับ K ในปริมาณที่พอเพียงด้วย และแสดงว่าต้นข้าวทั้งระบบ CT และ SRI ไม่มีปัญหาด้านการขาด K

1.5 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อจำนวนหน่อ/กอ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และน้ำหนักแห้งของราก ในระยะข้าวแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

ที่ระยะแตกกอสูงสุดการปลูกข้าวในระบบ SRI ไม่ทำให้ข้าวมีการแตกกอและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และไม่แตกต่างจากการปลูกข้าวในระบบ CT อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 9) แต่มีแนวโน้มที่ทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 23% (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 ผลของการจัดการระบบการปลูกข้าวต่อการแตกกอ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งรากที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL) *

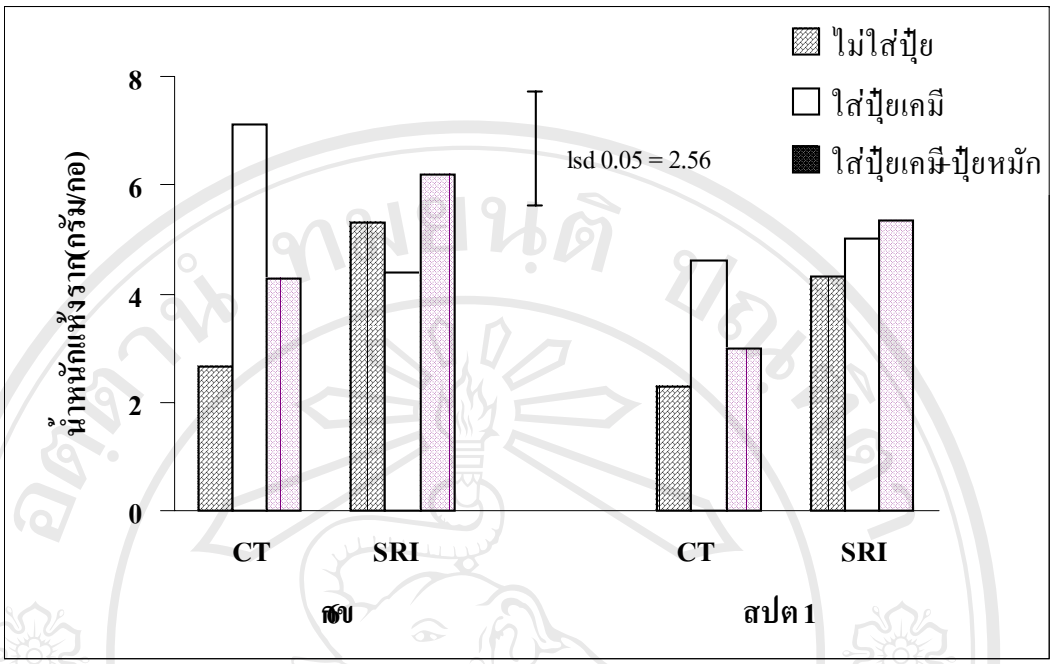
ข้อมูล	ระยะการเจริญเติบโตของข้าว			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRI
จำนวนหน่อต่อกอ	10	10	-	-
น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กอ)	10.28	12.74	46.14	53.09
น้ำหนักแห้งราก (กรัม/กอ)	-	-	8.71	12.38

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

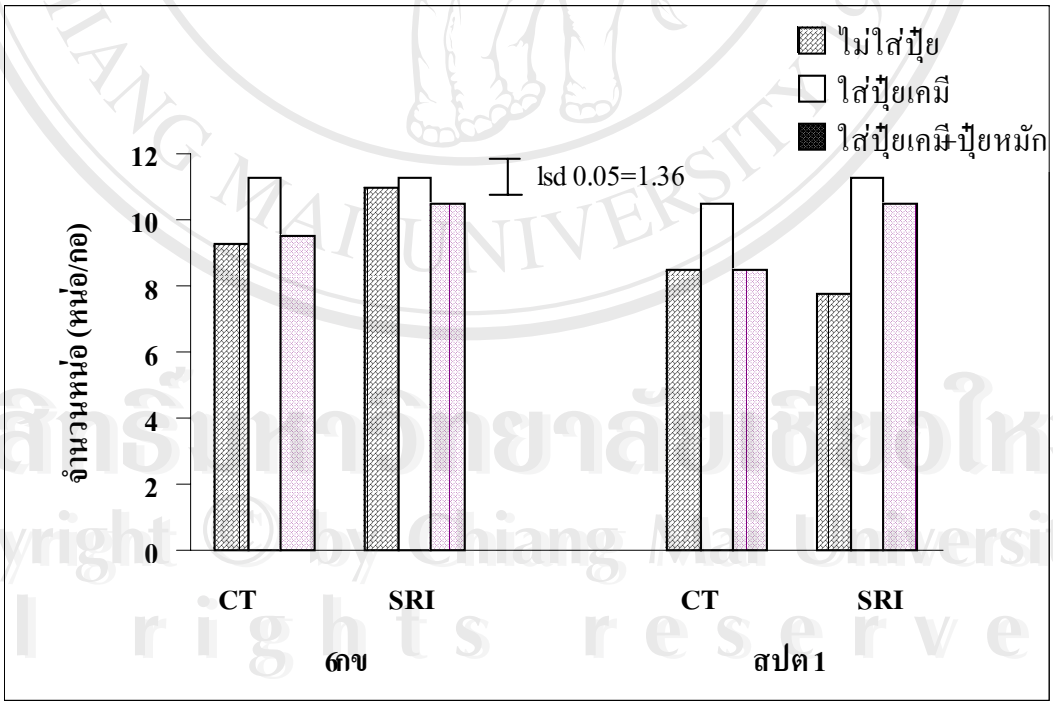
สำหรับอิทธิพลของระบบการปลูกข้าวต่อน้ำหนักแห้งของราก พบว่าขึ้นกับพันธุ์และการจัดการปุ๋ย (รูปที่ 3) ในข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย การปลูกด้วยระบบ SRI ทำให้น้ำหนักแห้งของรากมีมากกว่าระบบ CT แต่เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี ระบบ CT กลับให้ผลดีกว่า (P 0.05) และเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ทั้ง 2ระบบให้ผลไม่ต่างกัน ในข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่า ทั้ง 2ระบบให้ผลไม่แตกต่างกัน ในแง่ของน้ำหนักแห้งของราก ในทุกระดับของการจัดการปุ๋ย

ในระยะออกดอก ถึงแม้ว่าระบบการปลูกข้าวทั้ง 2 ระบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 10) ในแง่ของการแตกกอ และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก แต่ข้าวที่ปลูกในระบบ SRI มีแนวโน้มทำให้ข้าวมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากกว่าระบบ CT ประมาณ 15% ส่วนน้ำหนักแห้งของรากมากกว่าระบบ CT 25% (ตารางที่ 10) สำหรับอิทธิพลของระบบการปลูกข้าวต่อจำนวนหน่อต่อกอที่ระยะออกดอก ขึ้นกับพันธุ์ข้าวและการจัดการปุ๋ย (รูปที่ 4) ในข้าวพันธุ์ กข 6 พบว่า ระบบ SRI ให้ผลดีกว่าระบบ CT เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ย (P 0.05) ส่วนในข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่า ระบบ SRI ให้ผลดีกว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 interaction effect ระหว่างระบบการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ ต่อน้ำหนักแห้งของรากในระยะแตกกอสูงสุด



รูปที่ 4 interaction effect ระหว่างระบบการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการแตกกอของข้าวในระยะออกดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อการสะสม N P และ K ในส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุด ระยะออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว

ที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก การสะสม N P และ K ในฟางและรวงข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว ระบบ SRI และ CT ให้ผลไม่แตกต่างย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 11 - 14) ในแง่ของการสะสม N P และ K ในส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก (ตารางที่ 11) ตลอดจนการสะสม N P และ K ในรวง และการสะสม N และ P ในฟางที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 ผลของการจัดการระบบการปลูกข้าวต่อการสะสม N P และ K ในต้นข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

ข้อมูล	ระยะการเจริญเติบโตของข้าว			
	MT		FL	
	CT	SRI	CT	SRI
N uptake (gN/กอ)	0.208	0.218	0.432	0.392
P uptake (gP/กอ)	0.023	0.022	0.084	0.076
K uptake(gK/กอ)	0.292	0.391	0.747	0.854

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

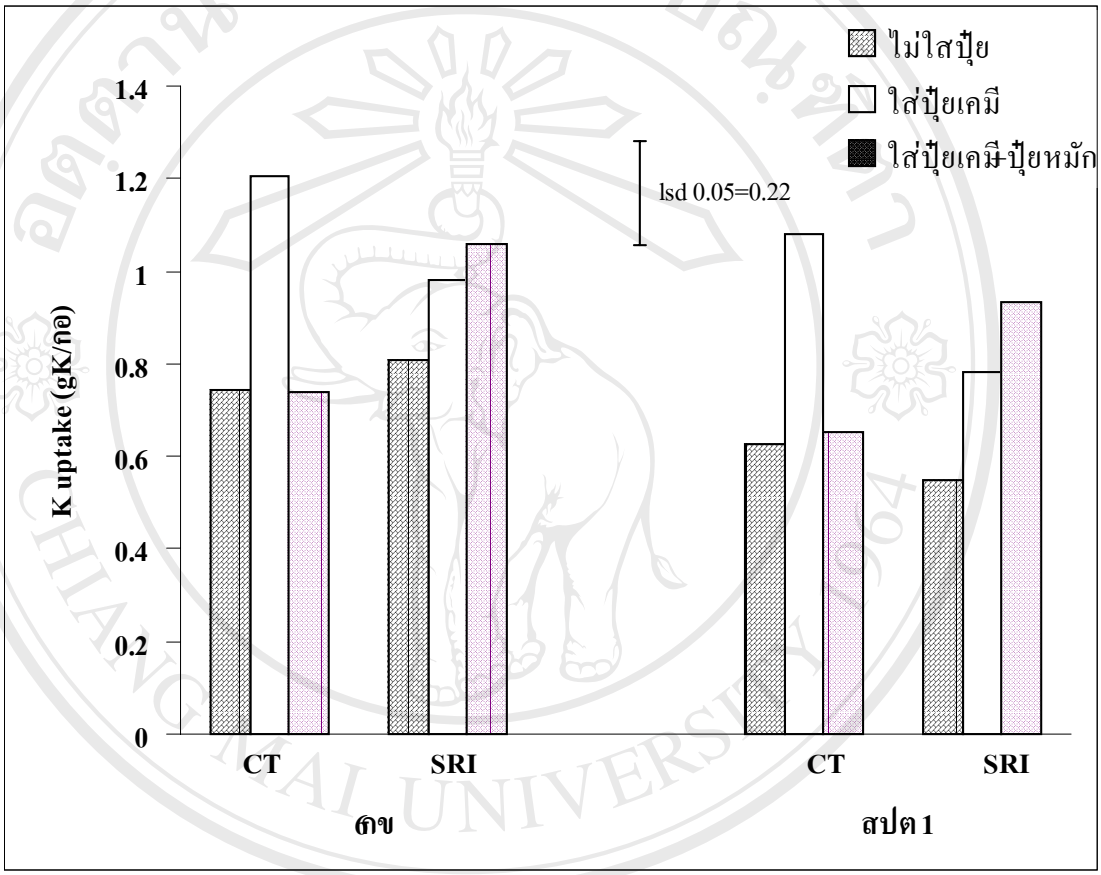
ตารางที่ 12 ผลของการจัดการระบบการปลูกข้าวต่อการสะสม N P และ K ในฟางและรวงข้าวที่ระยะระยะเก็บเกี่ยว (H)*

ข้อมูล	ระยะเก็บเกี่ยว			
	ฟาง		รวง	
	CT	SRI	CT	SRI
N uptake (gN/กอ)	0.149	0.106	0.300	0.268
P uptake (gP/กอ)	0.027	0.018	0.071	0.065
K uptake(gK/กอ)	-	-	0.201	0.181

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนการสะสม K ในฟางข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า ระบบการปลูกข้าวทั้ง 2 ระบบให้ผลแตกต่างกัน ขึ้นกับการจัดการปุ๋ย (รูปที่ 5) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี ระบบ CT ให้ผลดีกว่า ระบบ SRI ในแง่ของการสะสม K ในฟางข้าวทั้งในพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ระบบ SRI ให้ผลดีกว่า ระบบ CT (P 0.05)



รูปที่ 5 Interaction effect ระหว่างระบบการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการสะสม K ในส่วนเหนือดินที่ระยะเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.7 ผลของระบบการปลูกข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ระบบการปลูกข้าวไม่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และความยาวรวง คือไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 15) ผลผลิตเมล็ดในระบบ CT มีประมาณ 768 kg/rai น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีประมาณ 3.86 g จำนวนเมล็ดดีมีประมาณ 138.5 เมล็ด/รวง และมีความยาวรวงประมาณ 25.7 cm ส่วนใน

ระบบ SRI มีผลผลิตโดยเฉลี่ย 708 kg/rai มีจำนวนเมล็ดดี 3.99 g/รวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงมี 139 เมล็ด และมีความยาวรวง 25 cm (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลของระบบปลูกข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าว*

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว	ระบบการปลูกข้าว	
	CT	**SRI**
ผลผลิต (kg/rai)	768.10	708.3
น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (g)	3.86	3.99
จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เมล็ด)	138.50	139.70
ความยาวรวง (cm)	25.70	25.18

* ค่าเฉลี่ยของระบบการปลูกข้าว 2 ระบบ 3 ระดับการจัดการปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

จากรายงาน Wang Xi และคณะ (2002) การใช้ระบบ SRI ในการปลูกข้าว ให้ผลดีกว่าระบบนาดำทั่วไป การสร้างน้ำหนักของข้อปล้อง การแพร่กระจายของรากข้าวโดยเฉพาะในแนวดิ่งและน้ำหนักแห้ง ในข้าวบางพันธุ์ยังพบว่ามีความสูงเพิ่มขึ้นอีกด้วย และจากรายงานของ Hua และคณะ (2002) พบว่าข้าวที่ปลูกในระบบ SRI มีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรทจากในลำต้น และกาบใบไปยังส่วนที่ใช้เจริญพันธุ์มากกว่าข้าวที่ปลูกในระบบนาดำทั่วไป ทำให้ข้าวในระบบ SRI มีการติดเมล็ดและน้ำหนักรวงดีกว่าข้าวในระบบนาดำทั่วไป สำหรับในการทดลองนี้ข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI และ CT มีผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ตลอดจนการสะสมธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน ในรวงและในฟางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คาดว่าน่าจะเป็นเพราะข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI มีปัญหาด้านรากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอย โดยเฉพาะพันธุ์ สปต 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปม สำหรับพันธุ์ กข 6 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ต้านทาน (Arayunsarit, 1987) ก็ยังพบว่ามีการเกิดรากปมเช่นกัน แต่เกิดน้อยกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 จากรายงานของ Arayarunsarit (1987) ในสภาพแปลงปลูกที่มีไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลายที่รุนแรง ทำให้ผลผลิตของข้าว กข 6 เสียหาย 11.6% ในขณะที่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และหางยี 71 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทาน และอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอยรากปมตามลำดับ ผลผลิตเสียหายประมาณ 18.2 และ 32.6% ตามลำดับ ลือชัย (2544) ได้อ้างอิงถึงรายงานของ Dropkin (1980) ซึ่งพบว่าในแปลงปลูกข้าวที่มีน้ำท่วมขัง ก๊าซ H_2S ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์สามารถฆ่าไส้เดือนฝอยได้ และกรดอินทรีย์ เช่น acetic propionic และ butyric ถ้าหากมีความเข้มข้นสูงพอสามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากศัตรูพืชบางชนิดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการสังเกตลักษณะของรากข้าวในระบบ CT และ SRI ในช่วงข้าวแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก พบว่าในระบบ SRI ต้นข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 มีการเกิดโรครากปมซึ่งเกิดจากไส้เดือนฝอยมากกว่าระบบ CT และพันธุ์ สปต 1 เกิดมากว่าพันธุ์ กข 6 จึงเป็นไปได้ว่าในสภาพดินนาที่มีน้ำท่วมขังตลอดช่วงการเพาะปลูกข้าว ซึ่งเป็นสภาพดินนาในระบบ CT ปัญหาการเกิดโรครากปมที่รากข้าวมีน้อยกว่าน่าจะเป็นเพราะในสภาพดินนาที่มีน้ำท่วมขังจำนวน ประชากรไส้เดือนมีน้อยกว่าตามเหตุผลที่รายงานโดย Dropkin (1980) ซึ่งอ้างโดยลือชัย (2544)

จากผลการทดลองนี้ที่พบว่าระบบการปลูกข้าวมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด และการแตกกอที่ระยะออกดอก อิทธิพลดังกล่าวผันแปรตามพันธุ์และการจัดการปุ๋ย โดยระบบ SRI ให้ผลดีกว่าระบบ CT สำหรับข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ไม่ใส่ปุ๋ยในแง่ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด และการเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอที่ระยะออกดอก ในขณะที่พันธุ์ สปต1 การปลูกในระบบ SRI ให้ผลดีเฉพาะการเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอในระยะออกดอก เมื่อการปลูกมีการใส่ปุ๋ยหมักสลับกับปุ๋ยเคมี และในข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี ระบบ CT ให้ผลดีกว่าระบบ SRI ในแง่ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากที่ระยะแตกกอสูงสุด สนับสนุนรายงานของ Wang Xi และคณะ (2002) ที่รายงานว่าตอบสนองของข้าวในระบบ SRI ขึ้นกับพันธุ์ข้าว สำหรับผลการทดลองนี้ในด้านผลดีของระบบ SRI ในด้านการเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอ สอดคล้องกับรายงานของ Raebelison (2000) ซึ่งอ้างโดย Uphoff (2003) ที่พบว่าข้าวที่ปลูกใน Madagascar มีจำนวนหน่อต่อกอมากกว่าข้าวที่ปลูกด้วยระบบนาดำทั่วไป อย่างไรก็ตามจากรายงานดังกล่าวในดินนาที่เป็นดินเหนียวและไม่มีการใส่ปุ๋ย การปลูกด้วยระบบ SRI ทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อมากถึง 45 หน่อต่อกอ และในดินร่วนซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีจำนวนหน่อประมาณ 32 หน่อต่อกอ สำหรับในการทดลองนี้การปลูกข้าว กข 6 ด้วยระบบ SRI ถึงแม้ว่าจะทำให้จำนวนหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกด้วยระบบ CT แต่จำนวนหน่อต่อกอมีเพียง 11 หน่อต่อกอ สำหรับข้าว กข 6 เมื่อปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย และในพันธุ์ สปต 1 การปลูกด้วยระบบ SRI ให้ผลดีเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก โดยทำให้จำนวนหน่อมีประมาณ 11 หน่อต่อกอเช่นกัน การที่ข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI ในการทดลองนี้แม้จะได้ผลดีกว่าระบบ CT ในแง่ของการเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอ แต่จำนวนหน่อมีน้อยกว่ารายงานของ Raebelison (2000) ที่อ้างโดย Uphoff (2003) คาดว่าน่าจะเป็นความแตกต่างของพันธุ์และระยะปลูก ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อให้ทราบแน่ชัดว่า เมื่อใช้ระยะการปลูกให้กว้างขึ้นข้าวสายพันธุ์ไทยจะสามารถเพิ่มจำนวนหน่อต่อกอได้อีกหรือไม่ อนึ่งจากผลการทดลองที่พบว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ที่ปลูกด้วยระบบ SRI และมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้ผลดีกว่าระบบ CT ในแง่ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากระยะออกดอก ก็มีความสอดคล้องกับรายงานของ Raebelison (2000) ซึ่งอ้างโดย Uphoff

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(2003) ที่พบว่าการปลูกข้าวระบบ SRI ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จะให้ผลดีเมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จากรายงานของลือชัยและคณะ(2536) พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกมูลควายอัตรา 4,000 kg/rai สามารถลดจำนวนไส้เดือนฝอยรากปม *Hirschmanniella oryzae* ที่เข้าทำลายภายในรากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 9 และสุพรรณบุรีได้ถึง 31.5 28.3 และ 53.5% ตามลำดับ และเมื่อใช้กับข้าวไร่สามารถควบคุมไส้เดือยฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola* และทำให้การเกิดปมรากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มะลิไร่ และดอกพะยอม ลดลง 19.5 48.1 และ 36.4% ตามลำดับ ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าการใช้ปุ๋ยหมักให้ผลดีกับการปลูกข้าวพันธุ์ สปต 1 ในระบบ SRI ในแง่ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งของราก เป็นเพราะปุ๋ยหมักสามารถลดประชากรไส้เดือนฝอย และทำให้การเกิดปมในบริเวณรากข้าวพันธุ์นี้มีน้อยลง จากรายงานของ Hua และคณะ (2002) พบว่าในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ข้าวที่ปลูกด้วยระบบ SRI มีการสะสมน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ และ non protein N มากกว่าข้าวในระบบ CT ยิ่งไปกว่านั้นยังมีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรท และไนโตรเจนจากในลำต้นและกาบใบไปยังส่วนที่ใช้เจริญพันธุ์มากกว่าข้าวที่ปลูกด้วยระบบ CT เป็นผลให้ข้าวในระบบ SRI มีการติดเมล็ดและน้ำหนักรวงดีกว่าข้าวในระบบ CT สำหรับการทดลองนี้พบว่าในด้านความเข้มข้นของธาตุอาหารใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก ซึ่งเป็นข้อมูลที่บ่งชี้ว่าต้นข้าวได้รับธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ ระบบ CT ให้ผลดีกว่าระบบ SRI อย่างมีนัยสำคัญในแง่ของ %N %P และ %K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ส่วนการสะสม N P และK ในส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก ในรวง และในฟางข้าวที่ระยะเดียวกัน ไม่พบว่าระบบการปลูกข้าวทั้งสองแบบให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นการสะสม K ในฟาง ซึ่งระบบ SRI ให้ผลดีกว่าระบบ CT ในข้าว กข 6 และ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีระบบ CT กลับให้ผลดีกว่า การที่การปลูกข้าวในระบบ SRI ในการทดลองนี้ไม่ให้ผลดีในแง่ของการดูดใช้อาหาร คาดว่าน่าจะเป็นผลจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย และผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสีย N ในดิน ซึ่งพบว่าในระบบ SRI มีการสูญเสียโดยกระบวนการชะล้าง และไหลบ่าในระยะแตกกอสูงสุดมากกว่าระบบ CT อย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย การสูญเสีย N ก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นข้าวในระบบ SRI ไม่สามารถใช้ประโยชน์จาก N ในดิน และจากปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าว

2.1 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อ pH available P exchangeable K Ca และ Mg และปริมาณความชื้นของดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

การจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวไม่มีผลทำให้ ปริมาณความชื้น pH available P exchangeable K Ca และ Mg ของตัวอย่างดิน ทั้งในระยะแตกกอสูงสุกและระยะออกดอกแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 14 และ 15)

ตารางที่ 14 ผลการจัดการปุ๋ยต่อปริมาณความชื้นในดินและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินในระยะที่ต้นข้าวแตกกอสูงสุด (MT)*

Treatment	%mst	pH	avai. P (g/kg)	exch. K (g/kg)	exch. Ca (g/kg)	exch. Mg (g/kg)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	23.51	5.96	65	35	512	38
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	23.73	5.69	58	24	445	33
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	24.17	5.7	57	25	424	35
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	23.89	5.62	58	34	415	33
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	24.02	5.83	64	20	475	33
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	22.96	5.80	61	38	462	40

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 ระบบ และ 4 ซ้ำ

ตารางที่ 15 ผลการจัดการปุ๋ยต่อปริมาณความชื้นในดินและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินในระยะออกดอก (FL)*

Treatment	%mst	pH	avai. P (g/kg)	exch. K (g/kg)	exch. Ca (g/kg)	exch. Mg (g/kg)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	28.73	5.52	78	17	475	37
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	28.58	5.78	65	16	512	38
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	26.06	5.66	57	17	473	38
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	28.32	5.71	77	21	464	38
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	27.10	5.69	64	16	516	42
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	27.56	5.86	66	18	505	41

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 ระบบ และ 4 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อปริมาณอนินทรีย์ N ในดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

สำหรับอิทธิพลของการจัดการปุ๋ยต่อปริมาณ NH_4^+-N ในดิน A B C และ D (ตารางที่ 16) พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด ดิน B จากแปลงข้าว สปต 1 ที่ใส่ปุ๋ยเคมี มี NH_4^+-N สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในแปลงข้าว กข 6 ดิน B จากแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีปริมาณ NH_4^+-N ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเนื่องจากดิน B เป็นดินที่อยู่ในภาชนะที่ปิดสนิท ดังนั้นโดยหลักการแล้วดิน B จากแปลงข้าว สปต 1 ไม่ควรจะแตกต่างจากดิน B จากแปลงข้าว กข 6 เพราะทั้งสองแปลงได้รับปุ๋ยในอัตราที่เท่ากัน แต่ในการทดลองนี้ดิน B จากแปลงข้าว สปต 1 มี NH_4^+-N สูงถึง 63 mgN/kg ในขณะที่ดิน B จากแปลงข้าว กข 6 มีเพียง 38 mgN/kg ความแตกต่างดังกล่าวน่าจะเกิดจากความไม่สม่ำเสมอในการหว่านปุ๋ย และอาจเป็นไปได้ว่าดิน B จากแปลงข้าว สปต 1 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีอาจมีปุ๋ยปริมาณที่สูงกว่าดิน B จากแปลงข้าว กข 6 สำหรับดิน D พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมร่วมกับปุ๋ยหมักในข้าว กข 6 และ สปต 1 ทำให้ปริมาณ NH_4^+-N ในดิน D ในช่วงแตกกอสูงสุดมากกว่าดิน D จากแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการสูญเสีย NH_4^+-N โดยกระบวนการชะล้างและการไหลบ่า โดยน้ำในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักมีมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย สำหรับในช่วงออกดอกพบว่า ดิน C จากแปลงข้าว สปต 1 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักมีปริมาณ NH_4^+-N สูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ดิน C จากแปลงข้าว กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักไม่ทำให้ปริมาณ NH_4^+-N ในดิน C สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งแสดงว่าการสูญเสีย NH_4^+-N โดยการชะล้างโดยน้ำและการเกิดการระเหยของก๊าซแอมโมเนียและ N-immobilization จากกิจกรรมของสาหร่ายในแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย

ในกรณีของ NO_2^- + NO_3^--N พบว่า การจัดการปุ๋ยในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่ทำให้ปริมาณ NO_2^- + NO_3^--N ของดิน A B C และ D แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 ระยะ และปริมาณ NO_2^- + NO_3^--N ของทุกตำรับอยู่ในช่วงตั้งแต่ 2 - 8 mgN/kg ในระยะแตกกอสูงสุดและที่ระยะออกดอกมีอยู่ในช่วง 1 - 7 mgN/kg (ตารางที่17) การเกิดขึ้นของ NO_2^- + NO_3^--N ในดินทุกแบบ ชี้ให้เห็นว่ามีกระบวนการ nitrification เกิดขึ้นที่ระยะการเจริญเติบโตทั้งสองระยะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 ผลการจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อปริมาณ NH_4^+ - N (mgN/kg) ของดินแบบต่างๆ ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (F)*

Treatment	ปริมาณ NH_4^+-N ในดิน (mgN/kg)							
	MT				FL			
	A	B	C	D	A	B	C	D
กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	14	24bc**	17	17c	10	32	16b	16
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	21	38abc	25	22abc	8	52	18b	6
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	12	50ab	26	31ab	7	30	20b	12
สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	10	23c	21	21bc	7	30	16b	10
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	12	63a	23	23abc	7	49	16b	15
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	13	46abc	26	33a	10	37	32a	14

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

ตารางที่ 17 ผลการจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อปริมาณ NO_2^- + NO_3^- -N (mgN/kg) ของดินแบบต่างๆ ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

Treatment	ปริมาณ NO_2^- + NO_3^- -N (mgN/kg)							
	MT				FL			
	A	B	C	D	A	B	C	D
กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	3	3	2	5	2	3	2	1
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	4	8	3	5	3	2	3	2
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	2	2	3	3	2	3	3	2
สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	3	4	7	5	4	4	7	4
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	4	4	3	5	1	2	3	2
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	5	4	3	4	5	6	3	9

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ และ 4 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดิน A B C และ D (ตารางที่ 18) พบว่าในระยะแตกกอสูงสุด การจัดการปุ๋ยทุกตำรับทำให้ปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดิน A อยู่ในช่วงตั้งแต่ 13 - 24 mgN/kg ส่วนดิน B มีอยู่ในช่วง 26 - 66 mgN/kg ดิน C อยู่ในช่วง 22 - 32 mgN/kg และดิน D มีอยู่ในช่วง 22 - 37 mgN/kg ซึ่งทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในช่วงออกดอก ปริมาณอนินทรีย์Nรวมในดิน A ลดลงทุกตำรับ ส่วนดิน B ปริมาณอนินทรีย์ N รวมเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ (ตารางที่ 18) ยกเว้นบางตำรับ เช่น ตำรับที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยหมักในข้าว กข 6 และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักในข้าว สปต 1 ซึ่งปริมาณของอนินทรีย์ N ลดลงเมื่อเทียบกับช่วงแตกกอสูงสุด ปริมาณที่พบในทุกตำรับไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และมีอยู่ในช่วง 35 - 54 mgN/kg ในดิน C เกือบทุกตำรับมีปริมาณอนินทรีย์ N ลดลง โดยมีอยู่ในช่วง 18 - 35 mgN/kg ซึ่งทุกตำรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ในดิน D ปริมาณอนินทรีย์ N ทุกตำรับลดลง โดยมีอยู่ในช่วง 13 - 23 mgN/kg และความแตกต่างในระหว่างการจัดการปุ๋ยแต่ละตำรับไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ

ตารางที่ 18 ผลการจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อปริมาณ $NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$ - N (mgN/kg) ของดินแบบต่างๆ ในระยะแตกกอสูงสุด (MT)*

Treatment	ปริมาณ $NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$ - N (mgN/kg)							
	MT				FL			
	A	B	C	D	A	B	C	D
กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	17	28	22	22	12	35	19	17
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	24	47	29	26	11	54	21	8
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	14	52	32	34	9	34	23	14
สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	13	27	25	26	11	35	23	14
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	16	66	28	28	9	51	19	17
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	18	50	29	27	16	45	35	23

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ และ 4 ซ้ำ

เมื่อประเมิน N ที่สูญเสียไปจากดินโดยนำปริมาณอนินทรีย์ N รวมของดิน A C และ D ไปลบออกจากปริมาณอนินทรีย์ N รวมในดิน B (ตารางที่ 19) พบว่าเมื่อระยะแตกกอ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย N ที่สูญเสียไปจากดินโดยการดูดใช้ของข้าว การสูญเสียไปกับการชะล้างและการไหลบ่าของน้ำ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การระเหยของก๊าซแอมโมเนียและ N-immobilization จากกิจกรรมของสาหร่าย (B-A) มีประมาณ 11 mgN/kg ในแปลงข้าว กข 6 แต่ในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 14 mgN/kg การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้การสูญเสียดังกล่าวในแปลงข้าว กข 6 มีประมาณ 23 mgN/kg ในขณะที่แปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 50 mgN/kg ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้การสูญเสียดังกล่าวอยู่ในช่วง 32 - 38 mgN/kg สำหรับแปลงข้าว สปต 1 และ กข 6

ตารางที่ 19 ปริมาณอนินทรีย์ N รวม (mgN/kg) ที่สูญหายไปจากดิน ในช่วงการแตกกอสูงสุดและที่ระยะออกดอก

Treatment	ปริมาณ N (mgN/kg) ที่สูญหายไปจากดิน					
	MT			FL		
	B-A [1]	B-C [2]	B-D [3]	B-A	B-C	B-D
กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	11	6	6	23	16	18
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	23	18	21	43	33	46
กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	38	20	18	25	11	20
สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	14	2	1	24	12	21
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	50	38	38	42	32	34
สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	32	21	13	39	10	22

[1] B-A = สูญเสีย N โดยกระบวนการ C+R+L+A

[2] B-C = สูญเสีย N โดยกระบวนการ L+A

[3] B-D = สูญเสีย N โดยกระบวนการ L+R

สำหรับการสูญเสีย N ไปกับการไหลบ่าของน้ำ และการระเหยของก๊าซแอมโมเนีย (B-C) ในระยะแตกกอสูงสุดพบว่าในแปลงข้าว กข 6 ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีประมาณ 6 mgN/kg ส่วนในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 2 mgN/kg การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้การสูญเสียในแปลงข้าว กข 6 เพิ่มขึ้นเป็น 18 mgN/kg และในแปลงข้าว สปต 1 เพิ่มขึ้นเป็น 38 mgN/kg ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในแปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์ทำให้มีการสูญเสียใกล้เคียงกันคือประมาณ 20 - 21 mgN/kg

ส่วนการสูญเสีย N โดยการชะล้างและการไหลบ่าของน้ำ (B-D) พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุดในแปลงข้าว กข 6 ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีประมาณ 6 mgN/kg และในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 1 mgN/kg เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีการสูญเสียในแปลงข้าว กข 6 มีประมาณ 18 mgN/kg และในแปลงข้าว สปต 1 มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประมาณ 38 mgN/kg การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้การสูญเสียในแปลงข้าว กข 6 มีประมาณ 18 mgN/kg และในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 13 mgN/kg

ในระยะออกดอก การสูญเสีย N จากแปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์ โดยการดูดใช้ของข้าว การชะล้างและการไหลบ่าของน้ำ และการระเหยของก๊าซแอมโมเนียและ N-immobilization จากกิจกรรมของสาหร่าย ค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกตำรับของการใช้ปุ๋ย (B-A) คือมีการสูญเสียประมาณ 23 - 24 mgN/kg เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ย และเพิ่มขึ้นเป็น 42 - 43 mgN/kg เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักมีการสูญเสียประมาณ 24 - 29 mgN/kg

สำหรับการสูญเสีย N ในรูปของการไหลบ่าของน้ำและการสูญเสีย N จากกิจกรรมของสาหร่าย (B-C) พบว่าในระยะแตกกอสูงสุด แปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์และทุกตำรับของการจัดการปุ๋ยมีการสูญเสียใกล้เคียงกัน คือมีประมาณ 12 - 16 mgN/kg เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย และเพิ่มขึ้นเป็น 32 - 33 mgN/kg เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้มีการสูญเสียประมาณ 10 - 11 mgN/kg

ในกรณีของการสูญเสีย N โดยการชะล้างและการไหลบ่าของน้ำ (B-D) พบว่าในระยะแตกกอสูงสุด เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยการสูญเสียในแปลงข้าว กข 6 มีประมาณ 18 mgN/kg ส่วนในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 21 mgN/kg เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี การสูญเสียในแปลงข้าว กข 6 มีประมาณ 46 mgN/kg ส่วนในแปลงข้าว สปต 1 มีประมาณ 34 mgN/kg การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้การสูญเสีย N ในแปลงข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีอยู่ในช่วง 20 - 22 mgN/kg

2.3 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตรึง N ในสกุล Azospirillum

การจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์ไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อ Azospirillum บริเวณผิวรากและในรากข้าว ซึ่งอยู่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 20)

ที่ระยะแตกกอสูงสุด ปริมาณเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากของข้าวทั้งสองพันธุ์ ในทุกระดับของการจัดการปุ๋ย มีประมาณ 10^4 cell/g (log 4.34 - 4.92) ส่วนในรากมีประมาณ 10 - 100 cell/g (log 1.30 - 2.04) ในระยะออกดอกปริมาณเชื้อในบริเวณผิวรากมีประมาณ 10^5 cell/g (log 5.63-5.77) ส่วนในรากมีประมาณ 10 - 100 cell/g (log 1-3) ซึ่งความแตกต่างของพันธุ์ข้าวและการจัดการปุ๋ยทุกตำรับไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 ผลการจัดการปุ๋ยของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อ Azospirillum บริเวณผิวราก และในรากข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

Treatment	ปริมาณเชื้อ Azospirillum (log no. cells/g)			
	MT		FL	
	ผิวราก	ในราก	ผิวราก	ในราก
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	4.78	1.77	5.77	2.39
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	4.46	2.04	5.77	2.39
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	4.92	1.36	5.77	2.27
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	4.34	1.76	5.72	3.21
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	4.44	1.75	5.63	1.98
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	4.54	1.43	5.67	3.14

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากข้อมูลด้านปริมาณเชื้อที่ผิวรากที่ระยะแตกกอสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงที่ระบบการปลูกข้าวแบบ SRI และ CT มีการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 21) พบว่าถึงแม้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระบบการปลูกข้าวกับการจัดการปุ๋ยต่อปริมาณเชื้อ Azospirillum ที่บริเวณผิวรากไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติก็ตาม แต่การใส่ปุ๋ยเคมีนั้น ข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ที่ปลูกด้วยระบบ CT มีแนวโน้มทำให้เชื้อ Azospirillum บนผิวรากลดลง (10^3cell/g) เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (10^4cell/กรัม) แต่ในระบบ SRI การใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้ข้าวทั้งสองพันธุ์มีปริมาณเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากเพิ่มขึ้น (10^5cell/กรัม)สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ก็มีแนวโน้มทำให้ข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกด้วยระบบ SRI มีปริมาณเชื้อดังกล่าวที่ผิวรากเพิ่มขึ้นเช่นกัน ลักษณะในการตอบสนองของปริมาณเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากของข้าว กข 6 ต่อระบบ SRI กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ได้จากการทดลองนี้ มีความสอดคล้องกันกับรายงานของ Philipposon (2002) ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้เชื้อ Azospirillum บริเวณรากข้าวเพิ่มขึ้น แต่ลักษณะการตอบสนองของเชื้อ Azospirillum ในบริเวณผิวรากของข้าวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์ สปต 1 ที่ปลูกด้วยระบบ SRI ต่อการใส่ปุ๋ยเคมีไม่สอดคล้องกับรายงานของ Philipposon (2002) ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่ให้ N P และ K ทำให้ปริมาณเชื้อ Azospirillum ในบริเวณรากลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อการแตกกอ น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งของรากในระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

การจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์ข้าวมีผลต่อการแตกกอ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีผลต่อยังมีผลต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ระยะออกดอกอีกด้วย สำหรับน้ำหนักแห้งของรากที่ระยะแตกกอสูงสุด พบว่า ผันแปรตามปฏิสัมพันธุ์ร่วมระหว่างระบบการปลูกข้าวกับการจัดการปุ๋ยของแต่พันธุ์ข้าว ในแง่ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (ตารางที่ 22) พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 6 การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 94% (P 0.05) ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 35% แต่ไม่แตกต่างกับการไม่ได้ใส่ปุ๋ยทางสถิติ แต่ต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว

ตารางที่ 21 ปริมาณเชื้อ Azospirillium ที่บริเวณผิวรากข้าวที่ปลูกด้วยระบบ CT และ SRI เมื่อมีการจัดการปุ๋ยที่ต่างกัน ที่ระยะแตกกอสูงสุด (MT)*

Treatment	ปริมาณเชื้อ Azospirillium ที่ระยะ MT (log no. cells/g)	
	CT	SRI
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	4.60	4.96
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	3.71	5.21
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	4.07	5.77
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	4.06	4.01
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	3.82	5.06
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	4.36	4.71

ระบบการปลูกข้าว x การจัดการปุ๋ยในแต่ละพันธุ์ข้าว interaction effect = NS

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 22 ผลการจัดการปุ๋ยต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

Treatment	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กอ)	
	MT	FL
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	8.34 c**	48.91 bc
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	16.18 a	65.95 a
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	11.24 bc	54.01 bc
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	8.10 c	30.30 d
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	13.52 b	55.68 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	11.69 bc	42.81 c

* ค่าเฉลี่ยของระบบการปลูกข้าว 2 ระบบ และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

สำหรับน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินที่ระยะข้าวแตกกอสูงสุดของข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 67% ซึ่งแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลผลิตเพิ่มขึ้น 43% ซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความแตกต่างกันในการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี คือ ข้าวพันธุ์ กข 6 จะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีดีกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ประมาณ 19%

ในแง่ของน้ำหนักแห้งของราก พบว่าในระยะการแตกกอสูงสุด ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระบบการปลูกกับการจัดการปุ๋ยในพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์มีผลต่อน้ำหนักแห้งของรากอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 3) กล่าวคือ ในระบบ CT การตอบสนองของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ในข้าวพันธุ์ กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลดีที่สุดในแง่ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งของราก (170%) รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากได้ประมาณ 61% เมื่อเปรียบเทียบกับ control (P 0.05) แต่ในข้าวพันธุ์ สปต 1 ซึ่งปลูกในระบบ CT เช่นกัน ไม่พบว่ามีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในการปลูกด้วยระบบ SRI พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในแง่ของการแตกกอของต้นข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด ข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 (ตารางที่ 23) มีลักษณะการตอบสนองต่อวิธีการใส่ปุ๋ยไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีความแตกต่างกัน ในแง่ของการส่งเสริมการแตกกอของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี มีการแตกกอเพิ่มขึ้นประมาณ 15% เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย แต่เมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี การแตกกอจะเพิ่มขึ้นประมาณ 10% ในข้าว สปต 1 ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้ข้าวมักจะแตกกอเพิ่มขึ้นประมาณ 20%

สำหรับน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินที่ระยะออกดอก (ตารางที่ 22) ข้าวพันธุ์ กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 35% (P 0.05) เมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีพบว่า น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย และให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวด้วย สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 85% (P 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับ control ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ประสิทธิภาพด้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว คือ ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 41% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยที่ระยะออกดอกพบว่า ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปลูกในสภาพที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ กข 6 จะให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินดีกว่าประมาณ 45% (P 0.05)

ตารางที่ 23 ผลของการจัดการปุ๋ยต่อการแตกกอของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) *

Treatment	จำนวนหน่อต่อกอในระยะแตกกอ (หน่อ)**
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	9 b
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	10 a
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	10 a
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	9 b
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	10 a
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	10 a

* ค่าเฉลี่ยของระบบการปลูกข้าว 2 ระบบ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันซึ่งตามด้วยอักษรที่ต่างกัน แตกต่างกันที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับน้ำหนักแห้งของรากที่ระยะออกดอก (ตารางที่ 24) พบว่าผันแปรตามการจัดการปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะการตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ในข้าวพันธุ์ กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของรากแตกต่างกัน ในข้าวพันธุ์ สปต 1 การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลไม่แตกต่างกัน และทั้ง 2 วิธีทำให้น้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ย และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ข้าวพันธุ์ กข 6 มีน้ำหนักแห้งของรากมากกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีน้ำหนักแห้งของรากไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ในกรณีของการแตกกอที่ระยะออกดอก (รูปที่ 4) พบว่า การตอบสนองของข้าวแต่ละพันธุ์ของการจัดการปุ๋ยในแง่ของการแตกกอที่ระยะออกดอกผันแปรตามระบบการปลูกพืช ในระบบ CT การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 มีการแตกกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ประมาณ 21 และ 23% ตามลำดับ (P 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้ผลไม่แตกต่างจาก control แต่ในระบบ SRI พบว่าข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก แต่ในข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่ามีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 วิธีอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำให้การแตกกอเพิ่มขึ้น 45 - 36% เมื่อเปรียบเทียบกับ control (P 0.05)

ตารางที่ 24 ผลของการจัดการปุ๋ยต่อน้ำหนักแห้งราก ของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะออกดอก (FL)*

Treatment	น้ำหนักแห้งของรากในระยะออกดอก (กรัม/กอ)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	8.45 ab**
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	16.43 a
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	9.77 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	7.42 c
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	11.65 b
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยหมัก+เคมี	9.56 ab

*ค่าเฉลี่ยของระบบการปลูกข้าว 2 ระบบ และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันซึ่งตามด้วยอักษรที่ต่างกัน แตกต่างกันที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

การจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวมีผลต่อความเข้มข้นของ N P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 7 และ8) นอกจากนี้ ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะแตกกอสูงสุด และความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ในระยะออกดอกยังผันแปรตามปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระบบการปลูกข้าวกับการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวอีกด้วย โดยพบว่า ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่ในระยะแตกกอสูงสุดผันแปรตามการปลูกข้าวและการจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์ (รูปที่ 1) กล่าวคือ ในระบบ CT การปลูกข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทำให้ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ control แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลที่ไม่ต่างจาก control ส่วนข้าวพันธุ์ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวจะมีผลทำให้ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกับ control ในทางสถิติ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ control แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทางสถิติ แสดงว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีได้ดีกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 สำหรับในระบบ SRI การปลูกข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้ความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับ control แต่การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ control และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าว พบว่า การปลูกข้าวด้วยระบบ CT เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ กข 6 มีความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่สูงกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการปลูกข้าวด้วยระบบ SRI ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างไม่ว่าจะจัดการปุ๋ยแบบใดก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบการปลูกข้าว พบว่า ระบบ CT ให้ผลดีกว่าระบบ SRI เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ในแง่ของความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ระยะแตกกอสูงสุด

สำหรับค่าความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มทีแล้ว ในระยะแตกกอสูงสุด (ตารางที่ 25) พบว่า การปลูกข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักก็ตาม ไม่ทำให้ความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่แตกต่างจาก control อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 ถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่อย่างเพียงพออยู่แล้ว แต่การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทำให้ความเข้มข้นของ Pในใบอ่อนที่คลี่ มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ control แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักก็ให้ผลไม่แตกต่างกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

control ในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละพันธุ์ข้าว ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการไม่ใส่ปุ๋ยเท่านั้น โดยที่ข้าวพันธุ์ กข 6 จะมีปริมาณความเข้มข้นของ P สูงกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 อย่างมีนัยสำคัญประมาณ 11% (P 0.05) การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากที่ระยะนี้ความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ในทุกระดับการจัดการปุ๋ยอยู่ในช่วง 0.40 - 0.46% ซึ่งถือว่ามี P ในระดับสูง ตามเกณฑ์มาตรฐานของ Reuter และ Robinson (1986) ได้รายงานไว้ว่าระดับความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่ที่เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าวในระยะแตกกอสูงสุดอยู่ในช่วง 0.14 - 0.27%

ในแง่ของผลของการจัดการปุ๋ยต่อความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ในระยะแตกกอสูงสุด (ตารางที่ 25) พบว่า ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวพบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยพบว่าข้าวพันธุ์ กข 6 มีความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่มีมากกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ความเข้มข้นของ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี คืออยู่ในช่วง 1.72 - 1.97% ซึ่งมากกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวซึ่งอยู่ในช่วง 1.20 - 2.40% (Reuter and Robinson, 1986)

ตารางที่ 25 ผลการจัดการปุ๋ยต่อความเข้มข้นของ P และ K ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะแตกกอสูงสุด (MT)*

Treatment	MT	
	%P	%K
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.45 a	1.95 ab
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.46 a	1.97 a
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.44 ab	1.84 abc
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.40 c	1.79 bc
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.44 ab	1.77 c
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.42 bc	1.72 c

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในแง่ของผลของการจัดการปุ๋ยที่มีต่อค่าความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวในระยะออกดอก (ตารางที่ 26) พบว่า ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ว่าจะใส่เพียงเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างพันธุ์ข้าวพบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นของ Pในใบอ่อนที่คลี่ มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 (P 0.05) และการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นมากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 (P 0.05) ในระยะออกดอกต้นข้าวมีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่ในช่วง 0.26 - 0.36% ซึ่งถือว่ามากกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการ (0.18 - 0.29%) (Reuter and Robinson, 1986)

ตารางที่ 26 ผลการจัดการปุ๋ยต่อความเข้มข้นของ N และ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะออกดอก (FL)*

Treatment	FL	
	%N	%P
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	1.67 a**	0.29 cd
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	1.45 b	0.26 d
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	1.68 a	0.33 bc
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	1.77 a	0.39 a
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	1.78 a	0.35 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	1.84 a	0.38 a

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในแง่ของผลของการจัดการปุ๋ยที่มีต่อค่าความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ของข้าวในระยะออกดอก (ตารางที่ 26) พบว่า ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ว่าจะใส่เพียงเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างพันธุ์ข้าวพบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นของ Pในใบอ่อนที่คลี่ มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 (P 0.05) และการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นมากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 (P 0.05) ในระยะออกดอกต้นข้าวมีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่ในช่วง 0.26 - 0.36% ถือว่ามากกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการ (0.18 - 0.29%) (Reuter and Robinson, 1986)

2.6 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อการสะสม N P และ K ในส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก

การจัดการปุ๋ยในข้าวแต่ละพันธุ์มีผลต่อการสะสม N และ K ของส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลต่อการสะสม P ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการจัดการปุ๋ยต่อการสะสม N P และ K ในต้นข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะแตกกอสูงสุด (MT) และระยะออกดอก (FL)*

Treatment	ระยะการเจริญเติบโต					
	MT			FL		
	N uptake (gN/กอ)	P Uptake (gP/กอ)	K Uptake (gK/กอ)	N uptake (gN/กอ)	P Uptake (gP/กอ)	K Uptake (gK/กอ)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.133 d**	0.013	0.263 bc	0.424 ab	0.070	0.788 ab
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.338 a	0.030	0.495 a	0.485 a	0.113	0.946 a
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.21 bc	0.027	0.323 bc	0.450 ab	0.100	0.940 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.121 d	0.016	0.219 c	0.235 d	0.042	0.508 c
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.278 ab	0.022	0.390 ab	0.522 a	0.084	0.859 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.198 cd	0.027	0.358abc	0.356 cd	0.071	0.760 b

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

ในระยะแตกกอสูงสุด ข้าวพันธุ์ กข 6 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก คือทำให้ต้นข้าวมีการสะสม N ได้ดีกว่า control การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีการสะสม Nมากกว่า control 14% (P 0.05) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักมีการสะสม N เพิ่ม 6% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ส่วนข้าวพันธุ์ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทำให้มีการสะสม N ในต้นข้าวมากกว่าการใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักและ control โดยมากกว่าประมาณ 47 และ 120% (P 0.05) ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลแตกต่างจาก control ในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ พบว่า ไม่ว่าจะจัดการวิธีการใส่ปุ๋ยแบบใด ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 24)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนการสะสม K ในส่วนเหนือดินของต้นข้าวในระยะแตกกอสูงสุด (ตารางที่24) พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีการสะสม K เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ control และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก โดยมีการสะสม K มากกว่าประมาณ 88 และ 53% (P 0.05) ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลไม่แตกต่างอย่างกับ control ทางสถิติ สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีการสะสม K แตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญ คือมากกว่าประมาณ 78% (P 0.05) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก มีการสะสม K ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และ control ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ พบว่าไม่ว่าจะจัดการวิธีการใส่ปุ๋ยแบบใด ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในระยะที่ต้นข้าวออกดอก วิธีการจัดการปุ๋ยก็มีผลต่อการสะสม N และ K ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลต่อการสะสม P (ตารางที่ 27) กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักก็ตาม ทำให้มีการสะสม N ไม่แตกต่างจาก control สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ทำให้มีการสะสม Nแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักและ control อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการสะสมมากกว่าประมาณ 47 และ 122% (P 0.05) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ข้าว พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ข้าวพันธุ์ กข 6 มีการสะสม N ดีกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ประมาณ 80% (P 0.05) เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวการสะสม N ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ข้าวพันธุ์ กข 6 มีการสะสม N ดีกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ประมาณ 26% (P 0.05) สำหรับการสะสม Kในส่วนเหนือดินของต้นข้าวคล้ายกับการสะสม N กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี คือ ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้การสะสม K ไม่ต่างกับ control ในทางสถิติ สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้มีการสะสม K เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 69 และ 50% (P0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวไม่แตกต่างกับการใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีการสะสม K ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

การจัดการปุ๋ยมีผลต่อผลผลิตข้าวและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 28) แต่ลักษณะในการตอบสนองขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ในข้าวพันธุ์ กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักไม่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัย

สำคัญ คือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตประมาณ 690 kg/rai การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลผลิตประมาณ 778 kg/rai ในข้าวพันธุ์ สปต 1 เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิต 580 kg/rai แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ย 41% (P 0.05) เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักผลผลิตเพิ่มขึ้น 32% (P 0.05) การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีความแตกต่างกันในด้านความสามารถในการให้ผลผลิตเมื่อปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเท่านั้น คือ ข้าวพันธุ์ กข 6 จะให้ผลผลิตดีกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ประมาณ 19% แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือใสร่วมกับปุ๋ยหมัก ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับน้ำหนักเมล็ดดีต่อร่วง พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์ไม่ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยแต่อย่างใด ในแง่ของเมล็ดดีต่อรวง พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 6 ดีกว่าข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ว่าจะปลูกโดยการใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ยก็ตาม ในแง่ของความยาวรวง พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีมีความยาวรวงเพิ่มขึ้นประมาณ 4% (P 0.05) สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักให้ความยาวรวงต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและไม่แตกต่างไปจากไม่ใส่ปุ๋ยด้วย สำหรับข้าวพันธุ์ สปต 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้ความยาวรวงเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างไปจากการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในแง่ความยาวรวงพบว่า ความแตกต่างของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความแตกต่างกันตามลักษณะในการจัดการปุ๋ย เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยหรือมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความยาวรวงมากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จะมีความยาวรวงไม่ต่างกัน

ตารางที่ 28 ผลของการจัดการปุ๋ย*ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าว

Treatment	ผลผลิต (kg/ไร่)	น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (g)	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เมล็ด)	ความยาวรวง (cm)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	689.8 b**	3.826	148.3 a	24.14 c
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	778.2 ab	4.137	152.8 a	25.19 ab
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	778.4 ab	4.131	159.9 a	25.04 bc
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	579.6 c	3.585	119.1 b	25.57 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	820.8 a	4.042	129.6 b	26.07 ab
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ ปุ๋ยหมัก	782.4 ab	3.834	124.8 b	26.63 a

* ค่าเฉลี่ยของระบบการปลูกข้าว 2 ระบบ และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันซึ่งตามด้วยอักษรที่ต่างกัน แตกต่างกันที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 ผลของการจัดการปุ๋ยของแต่ละพันธุ์ข้าวต่อการสะสม N P และ K ในฟางและรวงข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว

การสะสม N ของรวงข้าวในระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 29) พบว่า มีความแตกต่างของวิธีการจัดการปุ๋ยในแต่ละพันธุ์ กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ กข 6 การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้การสะสม Nในรวงข้าวไม่แตกต่างกับ control ทางสถิติ ส่วนข้าวพันธุ์ สปต 1 การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะใส่อย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้รวงข้าวมีการสะสม N เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพิ่มขึ้น 43 และ 32% (P 0.05) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ control การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทำให้การสะสม N ในรวงข้าวไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์ข้าว พบว่า ไม่ว่าจะจัดการปุ๋ยด้วยวิธีการใด ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีการสะสม N ในรวงข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 29 ผลการจัดการปุ๋ยต่อการสะสม N P และ K ในฟางและรวงข้าวของพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 ในระยะเก็บเกี่ยว (H)

Treatment	การสะสมธาตุอาหารที่ระยะเก็บเกี่ยว				
	ฟาง		รวงข้าว		
	N Uptake (gN/กอ)	P Uptake (gP/กอ)	N Uptake (g N/กอ)	P Uptake (gP /กอ)	K Uptake (gK /กอ)
ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.071	0.010	0.267 bc**	0.063	0.178
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.132	0.025	0.272abc	0.072	0.179
ข้าวพันธุ์ กข 6 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.122	0.030	0.316 ab	0.077	0.211
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	0.176	0.038	0.227 c	0.054	0.171
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี	0.145	0.020	0.325 a	0.076	0.230
ข้าวพันธุ์ สปต 1 ใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก	0.118	0.017	0.299 ab	0.068	0.202

* ค่าเฉลี่ยของข้าว 2 พันธุ์ 3 ระดับปุ๋ย และ 4 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ยที่ระยะเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลทดลองนี้ พบว่า ระบบการปลูกข้าวไม่มีอิทธิพลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุด ระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยว ตลอดจนผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ แต่การจัดการปุ๋ยกลับมีอิทธิพลต่อการสะสม N และ K ของส่วนเหนือดินและการสะสม N ในรวงที่ระยะเก็บเกี่ยว ตลอดจนการแตกกอ และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอก และผลผลิตของข้าว สปต 1 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าในการปลูกข้าวด้วยระบบ CT และ SRI ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิต คือ การจัดการปุ๋ย ซึ่งในการทดลองนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ให้ผลดีต่อการปลูกข้าวในและดิน สำหรับในการทดลองนี้ ในกรรมวิธีที่ มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว คือ ปุ๋ย 16-20-0 และยูเรีย ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมีที่ใช้คือ ยูเรีย โดยใช้ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้าทั้งสองกรรมวิธี แต่ดินที่ใช้ในการทดลอง มีปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ระดับที่สูง (50-60 ppm) และในระยะที่แตกกอสูงสุดและระยะออกดอก ต้นข้าวที่ปลูกทั้งในระบบ CT และ SRI ทั้งที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่อยู่ในระดับพอเพียง ดังนั้นจะคาดว่า การใส่ปุ๋ย P ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวและผลผลิต อย่างไรก็ตามที่ระยะแตกกอสูงสุด ในการทดลองนี้พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ทำให้ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนที่คลี่เต็มที่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ในกรณีที่ข้าวพันธุ์ กข 6 ไม่มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว การที่ใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมี P เป็นองค์ประกอบ มีผลทำให้ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนเพิ่มขึ้น ในระยะการแตกกอสูงสุด คาดว่าเป็นเพราะ ข้าวพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย และเกิดโรครากปม จากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย ดังนั้นการแพร่กระจายของรากอาจไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งน่าจะมีผลต่อการดูดใช้ P จากดิน การใส่ปุ๋ยที่มี P เป็นองค์ประกอบ จึงมีผลทำให้ต้นข้าวได้รับ มากขึ้น เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ย แต่ในระยะออกดอก ต้นข้าวพันธุ์ สปต 1 ไม่มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อาจเป็นเพราะว่า ที่ระยะนี้ ความเป็นประโยชน์ของ P จากปุ๋ยซึ่งใส่ในช่วงแรกๆ ภายหลังการปักดำลดน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับระยะแตกกอสูงสุด และในระยะนี้ทั้งระบบ CT และ SRI ก็มีการขังน้ำไว้ในนา ซึ่งน่าจะทำให้การปลดปล่อย P ที่เป็นประโยชน์ได้ของดินเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีผลทำให้ต้นข้าวพันธุ์ กข 6 และ สปต 1 มีน้ำหนักแห้งและการสะสม N และ K ที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอกเพิ่มขึ้น และยังทำให้ข้าวทั้งสองพันธุ์มีการแตกกอที่ระยะแตกกอสูงสุดเพิ่มขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังมีผลทำให้ผลผิตของข้าวพันธุ์ สปต 1 เพิ่มขึ้นอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย ชี้ให้เห็นว่า ดินที่ใช้ในการทดลอง มีความเป็นประโยชน์ของ N ในดินต่ำ ข้าวจึงมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย N ในการทดลองนี้ ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเด่นชัดมากกว่าพันธุ์ กข 6 โดยข้าวพันธุ์นี้ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และมีการสะสม N

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในรวงเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ในขณะที่การตอบสนองดังกล่าวไม่พบในข้าวพันธุ์ กข 6 คาดว่าน่าเป็นเพราะข้าวพันธุ์ สปต 1 มีปัญหาด้านการเกิดโรคปมจากไส้เดือนฝอยและทำให้รากข้าวไม่สามารถใช้ประโยชน์จาก N ในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จึงมีผลในการเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากที่ระยะออกดอก และการสร้างผลผลิตของข้าวพันธุ์นี้ สำหรับผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ซึ่งมีการทดลองนี้พบว่า มีผลทำให้มีการสูญเสีย N จากการชะล้างและการไหลบ่าที่ระยะแตกกอเพิ่มขึ้น ไม่สามารถจะอธิบายสาเหตุได้ เพราะตามหลักการแล้ว การใช้ปุ๋ยหมักน่าจะช่วยให้การดูดซับ NH_4^+-N มีมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีการสูญเสีย N โดยกระบวนการชะล้างและการไหลบ่าของน้ำเพิ่มขึ้น ย่อมทำให้ปริมาณ N ที่ต้นข้าวจะใช้ประโยชน์ลดลงด้วย ถึงแม้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้มีการสูญเสียไนโตรเจนออกไปจากดินอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม ในการทดลองนี้พบว่า การจัดการปุ๋ยวิธีนี้ให้ผลดีในแง่การเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากข้าวพันธุ์ สปต 1 ที่ระยะออกดอก และทำให้ข้าวพันธุ์นี้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย และยังมีผลส่งเสริมการแตกกอของข้าวพันธุ์ กข 6 และสปต 1 ที่ระยะแตกกอสูงสุดอีกด้วย การที่ข้าวพันธุ์ สปต 1 มีตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอย่างเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ กข 6 คาดว่าเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยหมัก อาจจะมีผลในการลดปริมาณไส้เดือนฝอย ดังรายงานของ Babatola และ Oyedunmade (1992) ซึ่งอ้างโดย ลือชัย (2544) และการใส่ปุ๋ยหมัก อาจทำให้การเกิดโรครากปมจากไส้เดือนลดลง และเป็นผลทำให้กิจกรรมของรากดีขึ้นก็เป็นได้ซึ่งน่าจะมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved