1. ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในสภาพปัจจุบันที่การขยายพื้นที่เพาะปลูกไม่อาจจะทำให้อีกต่อไป เพราะพื้นที่ที่เหมาะสมในการเพาะปลูกได้ถูกบุกเบิกนำมาใช้ในการเพาะปลูกและทำกิจการอื่น ๆ เกือบหมดสิ้น การเพิ่มผลผลิตจึงต้องหันมามุ่งในทางเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอยู่จำกัดให้สามารถผลิตพืชพรรณธัญญาหารให้ได้มากยิ่งขึ้น การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของแต่ละพืชเป็นแนวทางที่มีการดำเนินการอย่างกว้างขวาง แต่แนวทางนี้มักจะต้องอาศัยการลงทุนสูงและอยู่ในเขตชลประทานเป็นส่วนใหญ่ เช่นนี้การประสบผลสำเร็จจึงอยู่ในขอบเขตที่จำกัด สำหรับการเกษตรในเขตอาศัยน้ำฝนซึ่งผลผลิตพืชโดยเฉพาะข้าวของเกษตรกรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต้องพึงพากับการกระจายตัวของฝนเป็นส่วนใหญ่

การทำนาของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ยังเป็นการทำนาแบบดำ ซึ่งบางปีไม่สามารถทำนาได้ต้องทิ้งพื้นที่นาให้ว่างเปล่า โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์เพราะน้ำไม่พอสำหรับการทำนา,บางปีการทำนาของเกษตรกรมีปัญหาฝนทิ้งช่วงในระยะต้นฤดูและฝนมาช้า เกษตรกรตกกล้าหลายครั้งแต่ละครั้งกล้าแห้งตายเกือบหมดก่อนถึงช่วงปักดำเมื่อถึงช่วงปักดำเดือนกรกฎาคม-สิงหาคมมีฝนตกพอปักดำได้แต่เกษตรกรไม่มีกล้าพอปักดำ จึงทำให้พื้นที่ปักดำได้เพียงเล็กน้อยหรือบางแห่งกล้าที่ตกไว้ตอนต้นฤดูฝนจะแห้งตายและมีการตกกล้าใหม่ทำให้การปักดำล่าช้าซึ่งเป็นผลทำให้ต้นข้าวมีเวลาในการเจริญเติบโตสั้น หรือกล้าย่างปล้องก่อนนำมาปักดำทำให้ผลผลิตข้าวต่ำในที่สุด เมื่อเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งทำให้เกษตรกรต้องละทิ้งพื้นนาเข้าไปทำงานในหัวเมืองหรือเมืองหลวงย่อมทำให้เกิดปัญหาอีกมากมายตามมาในสังคมของประเทศไทย

นอกจากนี้การพัฒนาการเกษตรในปัจจุบันได้พยายามใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงสุด และทันต่อความต้องการของประชากรการเกษตรแผนใหม่ที่ใช้สารเคมีอย่างเกินความต้องการ โดยเฉพาะในประเทศอุตสาหกรรม สำหรับการป้องกันกำจัดโรคแมลงและวัชพืช การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างไม่ถูกวิธีและมากเกินไปอาจมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เช่น สารตกค้างในดินทำให้สภาพของดินเปลี่ยนไป

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินค่อย ๆ ลดจำนวนลงแต่ไปเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ แก่พืชผลที่ทำการเพาะปลูก การใช้สารเคมีติดต่อกันมีแนวโน้มทำให้เกิดโรคต่างๆ มากขึ้น อีกทั้งยังมีโรคแปลก ๆ ใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น การใช้สารเคมีต่าง ๆ นั้นไม่เพียงแต่ไปกำจัดโรคและแม่ลงที่ทำลายพืชผล แต่ยังไปทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์ เช่นตัวห้ำ, ตัวเบียน นอกจากนี้สารเคมียังเป็นอันตรายแก่เกษตรกรผู้ผลิต มีพิษตกค้างสะสมอยู่ในผลิตผลเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคอีกด้วย สารเคมีเหล่านี้ยังละลายอยู่ในน้ำเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองก็จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำอีกด้วยอันเป็นผลให้ระบบนิเวศน์วิทยาของสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปในทางที่ไม่ดีและบางทีอาจนำไปสู่ปัญหาของหนี้สินและภาวะจิตใจที่เสื่อมโทรมของเกษตรกรเอง

การปลูกพืชโดยวิธีเกษตรธรรมชาติ เป็นเกษตรกรรมแบบไม่กระทำ ไม่มีการไถพรวน,ไม่มีการกำจัดวัชพืช,ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใช้สารเคมีทุกชนิด แต่จะอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์เล็ก ๆในดิน(micro - organisms) และความสมดุลย์ของระบบนิเวศน์เป็นตัวหล่อเลี้ยงการเจริญเติบโตของพืช การปลูกพืชโดยไม่มีการไถพรวนเป็นการลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน ลดการทำลายโครงสร้างดินรวมทั้งยังสามารถลดการพังทลายของผิวดิน การไม่ไถพรวนดิน ยังทำให้ประหยัดแรงงานและเวลาในการเตรียมดิน การปรับปรุงดินโดยการใช้เศษวัตถุเหลือทางการเกษตรเช่น ฟางข้าว ใช้ปกคลุมดินและคลุกดินพร้อมหว่านพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดจะเป็นการช่วยเก็บ รักษาความชื้น, รักษาอุณหภูมิดิน ซึ่งจะป้องกันมิให้เกิดการสะสมความร้อนในดินชั้นบนขึ้นสูงมาก ทำให้ลดการระเหยน้ำเป็นการรักษาน้ำไว้ในดิน ช่วยลดปริมาณวัชพืชในแปลงปลูกเมื่อวัสดุที่ใช้คลุมดินและปุ๋ยพืชสดเกิดการสลายตัวจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น นอกจากนี้การสลายตัวของอินทรียวัตถุยังปลดปล่อยธาตุอาหารพืชต่างๆ ออกมาให้พืชได้ใช้อย่างช้าๆ ซึ่งจะเป็นผลดีในแง่ของประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินทรายที่มีการชะล้างสูง

การเกษตรแบบธรรมชาตินำจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรอาจยอมรับได้ในอนาคต เพราะเกษตรกรไม่ต้องเสี่ยงกับอันตรายของสารเคมีต่าง ๆ และความไม่ยอมรับของผู้บริโภคเกี่ยวกับที่มีสารเคมีตกค้างอยู่ในผลิตผลเหล่านั้นและระบบนิเวศน์วิทยาของสภาพแวดล้อมก็จะไม่ถูกทำลาย

นอกจากนี้สภาวะของการกระจายของฝนนับวันจะไม่แน่นอนเพิ่มมากขึ้นทำให้การปลูกข้าวได้ปีเว้นปีการเกษตรแบบธรรมชาติเป็นเพียงทางเลือกอีกทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการดำรงชีพโดยเน้นที่การอนุรักษ์ทรัพยากร และการครองชีพโดยเป็นการผลิตเองใช้เองมากกว่าจะผลิตเพื่อขายหลักสำคัญของเกษตรธรรมชาติเป็นการลดรายจ่าย(ต้นทุนการผลิต) มากกว่าเพิ่มรายรับ (ผลิตเพื่อขาย) สำหรับการผลิตเพื่อขายในปัจจุบันนี้การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีความจำเป็น อยู่ แต่การเกษตรแบบธรรมชาติ ยังพบปัญหาโดยเฉพาะระดับอัตราเมล็ดถั่วเขียวที่เหมาะสมที่ใช้หว่านร่วมกับการปลูกข้าวและปัญหาเกี่ยวกับวิธีการปลูกข้าวเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน โดยเปลี่ยนจากการหว่านมาเป็นแบบหยอดหลุมหรือแบบหยอดเป็นแถวซึ่งในกรณีที่หว่านถั่วเขียว แล้วเมื่อถั่วเขียวเจริญเติบโตเต็มที่ กำลังออกดอกแต่ไม่มีน้ำขังก็สามารถเก็บเกี่ยว หรือถอนถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดได้ แต่ถ้าข้าวเจริญเติบโตไม่ดีก็สามารถปล่อยให้ถั่วเขียวเจริญเติบโตต่อไปจนสามารถเก็บผลผลิตได้ ซึ่งแนวทางเหล่านี้น่าจะมีการศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อการศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวและต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรธรรมชาติในเขตเกษตรแบบอาศัยน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเพาะปลูกข้าวบนพื้นที่นาดอนหรือพื้ที่ในเขตเกษตรน้ำฝนและรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ในสภาวะปัจจุบันและเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป
- เพื่อให้ทราบถึงอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติและต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน
- เพื่อให้ทราบถึงการย่อยสลายของถั่วเขียวและการปลดปล่อยธาตุอาหารในระบบเกษตรธรรมชาติ

นอกจากนี้สภาวะของการกระจายของฝนนับวันจะไม่แน่นอนเพิ่มมากขึ้นทำให้การปลูกข้าวได้ปีเว้นปีการเกษตรแบบธรรมชาติเป็นเพียงทางเลือกอีกทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการดำรงชีพโดยเน้นที่การอนุรักษ์ทรัพยากร และการครองชีพโดยเป็นการผลิตเองใช้เองมากกว่าจะผลิตเพื่อขายหลักสำคัญของเกษตรธรรมชาติเป็นการลดรายจ่าย(ต้นทุนการผลิต) มากกว่าเพิ่มรายรับ (ผลิตเพื่อขาย) สำหรับการผลิตเพื่อขายในปัจจุบันนี้การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีความจำเป็น อยู่ แต่การเกษตรแบบธรรมชาติ ยังพบปัญหาโดยเฉพาะระดับอัตราเมล็ดถั่วเขียวที่เหมาะสมที่ใช้หว่านร่วมกับการปลูกข้าวและปัญหาเกี่ยวกับวิธีการปลูกข้าวเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน โดยเปลี่ยนจากการหว่านมาเป็นแบบหยอดหลุมหรือแบบหยอดเป็นแถวซึ่งในกรณีที่หว่านถั่วเขียว แล้วเมื่อถั่วเขียวเจริญเติบโตเต็มที่ กำลังออกดอกแต่ไม่มีน้ำขังก็สามารถเก็บเกี่ยว หรือถอนถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดได้ แต่ถ้าข้าวเจริญเติบโตไม่ดีก็สามารถปล่อยให้ถั่วเขียวเจริญเติบโตต่อไปจนสามารถเก็บผลผลิตได้ ซึ่งแนวทางเหล่านี้น่าจะมีการศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อการศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวและต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรธรรมชาติในเขตเกษตรแบบอาศัยน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเพาะปลูกข้าวบนพื้นที่นาดอนหรือพื้ที่ในเขตเกษตรน้ำฝนและรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ในสภาวะปัจจุบันและเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป
- เพื่อให้ทราบถึงอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติและต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน
- เพื่อให้ทราบถึงการย่อยสลายของถั่วเขียวและการปลดปล่อยธาตุอาหารในระบบเกษตรธรรมชาติ

นอกจากนี้สภาวะของการกระจายของฝนนับวันจะไม่แน่นอนเพิ่มมากขึ้นทำให้การปลูกข้าวได้ปีเว้นปีการเกษตรแบบธรรมชาติเป็นเพียงทางเลือกอีกทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการดำรงชีพโดยเน้นที่การอนุรักษ์ทรัพยากร และการครองชีพโดยเป็นการผลิตเองใช้เองมากกว่าจะผลิตเพื่อขายหลักสำคัญของเกษตรธรรมชาติเป็นการลดรายจ่าย(ต้นทุนการผลิต) มากกว่าเพิ่มรายรับ (ผลิตเพื่อขาย) สำหรับการผลิตเพื่อขายในปัจจุบันนี้การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ยังมีความจำเป็น อยู่ แต่การเกษตรแบบธรรมชาติ ยังพบปัญหาโดยเฉพาะระดับอัตราเมล็ดถั่วเขียวที่เหมาะสมที่ใช้หว่านร่วมกับการปลูกข้าวและปัญหาเกี่ยวกับวิธีการปลูกข้าวเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน โดยเปลี่ยนจากการหว่านมาเป็นแบบหยอดหลุมหรือแบบหยอดเป็นแถวซึ่งในกรณีที่หว่านถั่วเขียว แล้วเมื่อถั่วเขียวเจริญเติบโตเต็มที่ กำลังออกดอกแต่ไม่มีน้ำขังก็สามารถเก็บเกี่ยว หรือถอนถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดได้ แต่ถ้าข้าวเจริญเติบโตไม่ดีก็สามารถปล่อยให้ถั่วเขียวเจริญเติบโตต่อไปจนสามารถเก็บผลผลิตได้ ซึ่งแนวทางเหล่านี้น่าจะมีการศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อการศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวและต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรธรรมชาติในเขตเกษตรแบบอาศัยน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเพาะปลูกข้าวบนพื้นที่นาดอนหรือพื้ที่ในเขตเกษตรน้ำฝนและรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ในสภาวะปัจจุบันและเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป
- เพื่อให้ทราบถึงอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติและต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน
- เพื่อให้ทราบถึงการย่อยสลายของถั่วเขียวและการปลดปล่อยธาตุอาหารในระบบเกษตรธรรมชาติ

4. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1.ทำการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย

โดยเป็นพื้นที่เขตอาศัยเกษตรน้ำฝนซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่นาในการศึกษาครั้งนี้ได้บริเวณ บ้านม่วง ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

2. ทำการศึกษาในเรืองทดลอง

ทำการทดลองเกี่ยวกับการตรวจสอบสถานะภาพของธาตุอาหารพืชในดิน โดยวิธีการใส่ธาตุอาหารที่จำเป็นแต่ขาดเพียงธาตุเดียว(Omissiontrial)ดัง แสดงในภาพที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- เตรียมตัวอย่างดินโดยนำมาตากให้แห้งแล้วร่อนเอาเศษพืชอื่นๆออกใส่กระถาง

-ทำการปลูกข้าว่พันธุ์ กข.6 โดยวิธีหยอดเมล็ด เมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2538 โดยมี treatment ทั้งหมด 14 treatment คือ

(1) All (2) -N (3) -P (4) -K (5) -Mg (6) -Ca (7) -S (8) -B (9) -Mn (10) -Fe (11) -Mo (12) -Cu (13) -Zn (14) -All

ซึ่งอัตราการใส่ธาตุอาหารดังแสดงในตารางที่ 1 โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD ใช้ดิน 5 กก./กระถาง การให้น้ำจะใช้น้ำกรองรด โดยให้ความชื้นที่ประมาณระดับความจุความชื้นที่สนาม (field capacity)-เมื่อข้าวงอกได้ 7 วัน จึงทำการถอนแยกให้เหลือต้นข้าว 5 ต้น/กระถาง หลัง จากนั้น เมื่อข้าวอายุครบ 30 วัน จึงทำการใส่ธาตุอาหารต่าง ๆ ตามตำรับที่ ทดลองและทำการวัดการเจริญเติบโตด้านความสูงทุก ๆ สัปดาห์ เมื่อข้าวอายุได้ 60 วัน หลังปลูกจึงทำการตัดต้นข้าวเพื่อนำไปหาน้ำหนักแห้งให้เหลือต้นข้าวเพียง 3 ต้นต่อกระถางเพื่อจะใช้ศึกษาอาการขาดธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของข้าวต่อไป

3. การทดลองในสภาพแปลงทดลอง

เพื่อศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ ข้าวในระบบเกษตรธรรมชาติ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ทำการเตรียมแปลงปลูกข้าวในเดือน พฤษภาคม 2538 โดยการดายหญ้าและเตรียม วัสดุต่าง ๆ เช่น ฟางข้าว, เมล็ดพันธุ์ถั่ว, เมล็ดพันธุ์ข้าว และเตรียมแปลงขนาด 4 x 4 เมตร และทำการปลูกข้าวพันธุ์ กข.6 อัตรา 16 กก./ไร่ เมื่อวันที่ 18 มิถุนายน 2538 โดยวางแผนการทดลองแบบ Facterial in RCBD มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 วิธีการปลูกข้าวมี 3 วิธี คือ

(1) แบบหว่าน

(2) แบบหยอดเมล็ดเป็นแถว

(3) แบบหยอดเมล็ดเป็นหลุม

ปัจจัยที่ 2 อัตราถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาทที่ใช้มี 3 อัตรา คือ

(1) 0 กก./ไร่

(2) 12 กก./ไร่

(3) 24 กก./ไร่

เมื่อทำการปลูกข้าวตามวิธีการแบบต่าง ๆ แล้วจึงหว่านเมล็ดถั่วเขียว อัตราต่าง ๆ จากนั้นจึงคลุมฟางข้าวอัตราประมาณ 6 กก./ แปลง

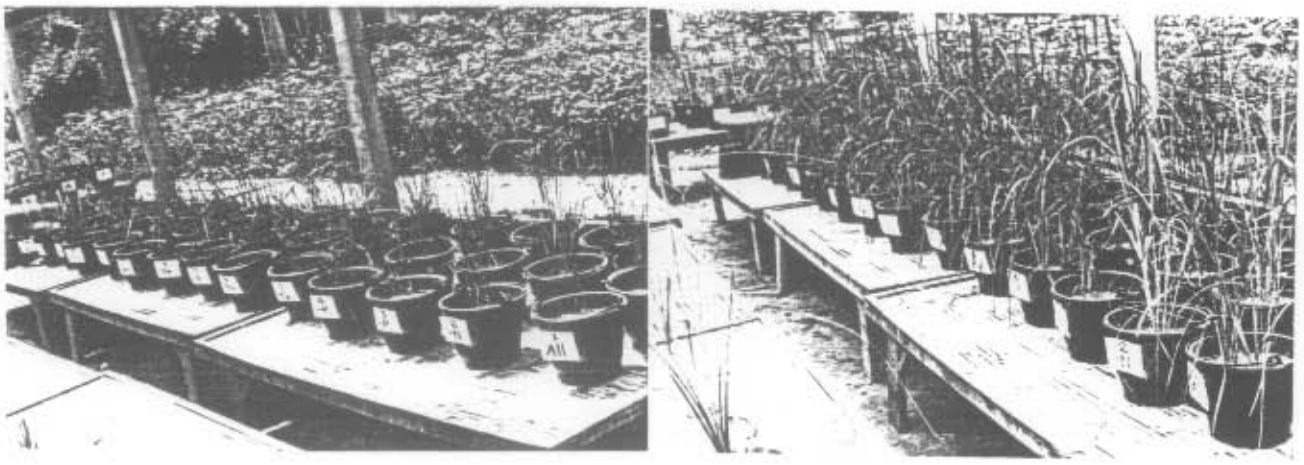
- ทำการตรวจวัดการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวและถั่วเขียวทุก ๆ 2 สัปดาห์ และตรวจนับจำนวนประชากรของข้าวและถั่วเขียวทุก ๆ 2 สัปดาห์

4. การศึกษาการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารของถั่วเขียวในระบบเกษตรธรรมชาติ

- นำส่วนต่างๆของถั่วเขียวที่อายุ 45วันหลังหว่านมาอบเพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งและมีปริมาณที่เพียงพอ ที่จะนำมาใช้ในการทดลอง
- ทำการชั่งน้ำหนักของถั่วเขียวโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของใบ และส่วนของต้นและราก โดยชั่งอย่างละ 4 กรัมใส่ในถุงตาข่ายขนาด 5 x 10 ซม. และมีลวดตระกั่วครอบ ไว้อีกชั้นหนึ่ง โดยชั่งส่วนละ 36 ตัวอย่าง

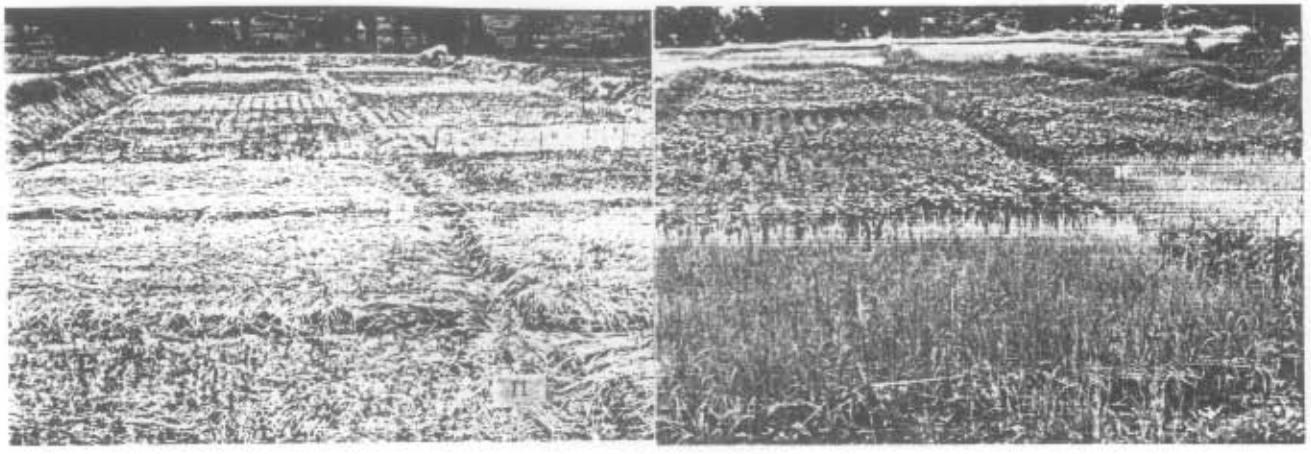
-นำตัวอย่างของส่วนของถั่วเขียวที่ได้ไปวางไว้ในแปลงทดลองที่ปลูกข้าวโดยวิธีต่างๆ จากนั้นทุก ๆ2 สัปดาห์ จึงนำส่วนของถั่วเขียวอย่างละ 2 ตัวอย่าง ขึ้นมาเพื่อหาน้ำหนักที่หายไป ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

- ทำการคำนวนอัตราการย่อยสลายของถั่วเขียวในช่วงระยะเวลาต่างๆ และการคำนวนการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆของส่วนต่างๆของถั่วเขียว



ก ข

ภาพที่ 1 แสดงสภาพการทดลองการตรวจสอบสถานะภาพของธาตุอาหารพืชในดิน
(ก) เริ่มทดลอง (ข) เมื่อข้าวอายุ 60 วันหลังหยอดเมล็ด



ก ข

ภาพที่ 2 แสดงสภาพการทดลองการศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว (ก) เริ่มทดลอง (ข) เมื่อข้าวอายุ 6 สัปดาห์หลังปลูก

ตารางที่ 1แสดงอัตราการใส่แร่ธาตุอาหารพืชชนิดต่างๆในการทดลองแบบใส่ขาดเพียงธาตุเดียว

ธาตุอาหาร	อัตราที่ใช้ กก./ไร่	ชนิดปุ๋ยเคมี (สารเคมี)	น้ำหนักโมเลกุล (MW)	ค่าคงที่เพื่อแปลธาตุเป็นสูตร
N	16.00	NH_4NO_3	80.40	2.87
P	6.40	$NaH_2PO_42H_2O$	156.01	5.04
K	16.00	KCl	74.55	1.91
Ca	6.40	$CaCl_22H_2O$	147.02	3.67
Mg	4.00	$MgCl_26H_2O$	202.3	8.36
S	4.00	Na_2SO_4	142.0	8.43
Fe	0.80	Fe-EDTA	367.05	6.57
Mn	0.80	$MnCl_24H_2O$	197.9	3.60
B	0.80	H_3BO_3	61.84	5.72
Zn	0.64	$ZnCl_2$	13.63	2.08
Cu	0.48	$CuCl_22H_2O$	170.5	2.68
Mo	0.08	$Na_2MoO_42H_2O$	241.96	2.52

5. ผลการวิจัยและวิจารณ์

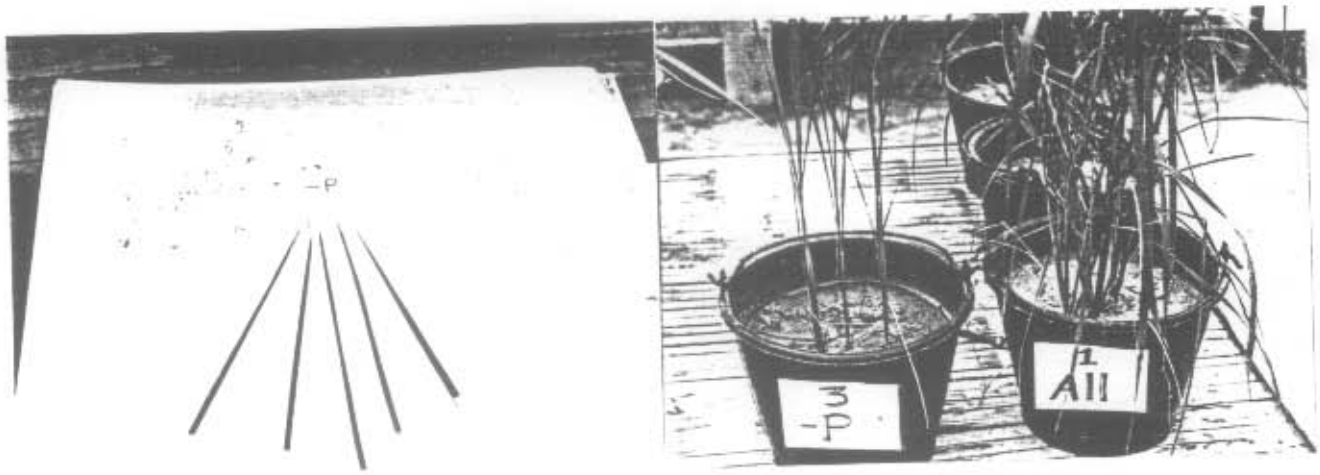
1.การทดลองในเรือนทดลอง

การตรวจสอบสถานะภาพของธาตุอาหารพืชในดินที่ศึกษา

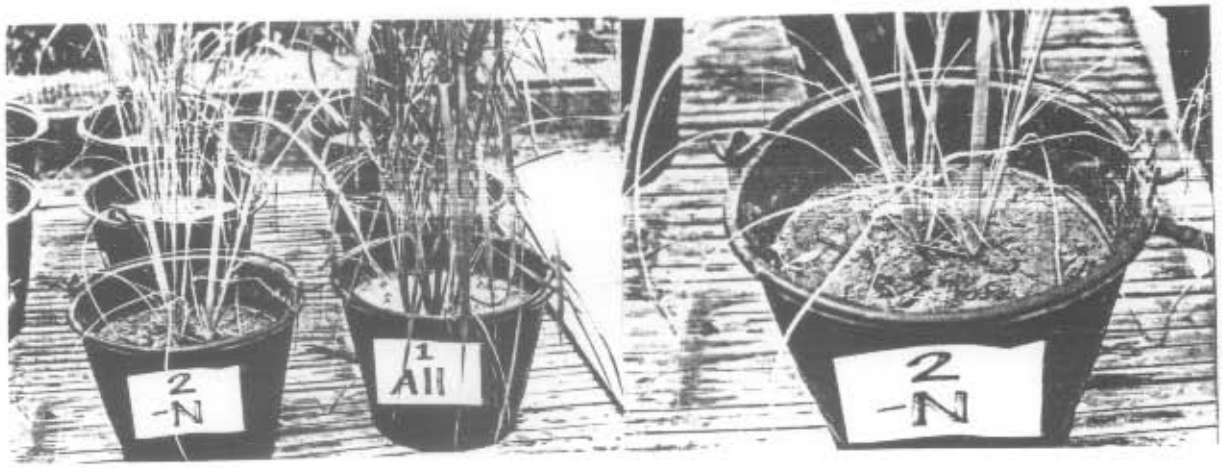
1.1 การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารของข้าวในดินชุดร้อยเอ็ด

จากการสังเกตพบว่าในระยะแรก 1 - 2 สัปดาห์ หลังจากการใส่ธาตุอาหาร ทุกตำรับ(treatment)ข้าวไม่มีความแตกต่างกันจากการสังเกตด้วยตาแต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ ที่ 3 เป็นต้นไปข้าวจะแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส(- P)มากที่สุดโดยจำนวนใบ มีน้อย ปลายใบ มีลักษณะไหม้ขณะที่ใบส่วนอื่นยังเขียวอยู่ ขนาดใบเรียวเล็กดังแสดงในภาพที่ 3 นอกจากนี้ข้าวต้นข้าวจะไม่มีการแตกก่อเลยเมื่อเทียบกับต้นข้าวที่ได้รับธาตุอาหารครบ(ALL) ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยภาพรวมแล้วข้าวมีต้นเล็กแคราะแกรนไม่โต

ส่วนตำรับที่ไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน(- N)ก็พบว่าอาการแสดงการขาดธาตุไนโตร-เจนมีความรุนแรงน้อยกว่าการขาดธาตุฟอสฟอรัสโดยการแตกก่อของข้าวยังมีอยู่แต่ไม่มากนักนอกจากนี้ทั้งใบและลำต้นจะมีสีเหลืองดังแสดงในภาพที่4 ขณะที่ตำรับอื่นๆไม่แสดงอาการ ขาดธาตุให้เห็น เมื่อระยะเวลานานขึ้น 80-120 วันหลังหยอดเมล็ด ข้าวในตำรับ (treatment) ต่างๆจะเริ่มแสดงอาการขาดธาตุอาหาร โดยจะมีสีเหลืองทั้งใบและลำต้น ขณะที่ต้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่ได้รับธาตุอาหาร (-All) ใบจะยังคงมีสีเขียวและเจริญเติบโตทั้งใบและลำต้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากเป็นลักษณะข้อพิเศษของข้าวที่เป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ดีเกือบทุกสภาพการณ์ที่ปลูก โดยการเจริญเติบโตของรากสามารถตั้งตัวได้ และหาอาหารได้ดี ทำให้สามารถดูดใช้อาหารที่มีอยู่ในดินได้ดี แม้ว่าระดับธาตุอาหารในดินจะมีอยู่ค่อนข้างต่ำก็ตาม ดังนั้นข้าวที่ปลูกในดินที่ไม่รับธาตุอาหารอะไรเลย จึงสามารถตั้งตัวได้ช้ากว่าข้าวที่ได้รับธาตุอาหารต่างๆในระยะแรกๆ แต่เมื่อเวลานานขึ้นจึงสามารถเจริญได้ดี



ภาพที่ 3 การแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสในส่วนใบของข้าว (ก) และการแตกก่อ (ข)



ภาพที่ 4 การแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนใบของข้าว (ก) และการแตกก่อ (ข)

1.2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวพันธุ์ กข. 6

ผลของการตรวจสอบธาตุอาหารในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษานี้ พบว่าการขาดธาตุฟอสฟอรัส(-P) มีมากที่สุดต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวพันธุ์ กข.6 ขณะที่ตำรับที่ไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน(-N) จะไม่มีผลแตกต่างกันกับตำรับอื่นๆในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 80-120 วันหลังหยอดเมล็ดการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในตำรับที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารอะไรเลย (-All) จึงเป็นผลทำให้ความสูงมีค่าเท่ากับตำรับที่ใส่ธาตุอาหารครบทุกสูตร (All) นั่นแสดงให้เห็นว่าข้าวเป็นพืชที่สามารถปรับตัวเข้าสู่สภาพแวดล้อมที่ปลูกได้ดีมาก นั่นคือ เมื่อต้นข้าวตั้งตัวได้ระบบรากฝอยหรือรากแขนงสามารถหาอาหารเพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโตของส่วนลำต้น และของรากเองโดยจะเสริมสร้างทดแทนสิ่งที่ขาดไปในช่วงระยะเวลาแรกๆของการเจริญเติบโต

1.3 การเจริญเติบโตทางด้านการแตกก่อของข้าวพันธุ์ กข. 6

ข้าวเมื่อปลูกในดินชุดร้อยเอ็ดโดยไม่ใส่ธาตุอาหารอะไรเลย (-All) จะมีผลกระทบต่อการแตกกอของข้าวมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ข้าวมีการแตกกอน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดินมีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าว จึงมีผลต่อการแตกกอของข้าว ขณะที่ดินที่ใช้ศึกษาน่าจะมีปริมาณธาตุอาหาร พวกธาตุ K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B และ Mo ที่มากพอจึงไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการแตกกอของพันธุ์ข้าวที่ศึกษา

1.4 น้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์ กข. 6

เมื่อทำการเก็บเกี่ยวข้าวหลังหยอดเมล็ดได้ 60 วัน หรือหลังใส่ธาตุอาหารได้ 30 วัน พบว่าการปลูกข้าวในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษานี้ถ้าไม่ได้รับธาตุฟอสฟอรัส(- P) จะ ทำให้การ

ตารางที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูง(ซม.)ของข้าวพันธุ์กข.6 ที่ระยะเวลาต่างๆหลังได้รับการใส่ธาตุอาหารต่างๆ(Omission trial)

การขาดธาตุอาหาร	<——— ความสูง (ซม.) ———>					
TREATMENT	สัปดาที่ 2*	สัปดาที่ 3*	สัปดาห์ที่ 4*	สัปดาที่ 5*	สัปดาที่ 7*	สัปดาที่ 9*
ALL	47.0^{c}	52.0^{c}	71.0^{a}	78.3^{bc}	83.7^{c}	88.0^{d}
- N	48.3^{bc}	52.3^{c}	69.3^{a}	75.3^{c}	77.8^{d}	81.0^{e}
- P	37.3^{d}	40.7^{d}	44.0^{c}	51.0^{e}	65.0^{ab}	85.7^{cde}
- K	51.0^{abc}	55.3^{abc}	72.7^{a}	82.3^{abc}	90.0^{bc}	90.0^{bcd}
- Ca	51.3^{abc}	55.3^{abc}	72.0^{a}	84.0^{abc}	89.3^{ab}	91.0^{abc}
- Mg	47.7^{bc}	55.0^{bc}	72.7^{a}	85.7^{ab}	91.7^{ab}	92.7^{ab}
- S	48.0^{bc}	57.7^{abc}	75.3^{a}	83.7^{abc}	90.7^{ab}	93.0^{ab}
- Fe	51.0^{abc}	57.3^{abc}	74.0^{a}	88.0^{a}	93.3^{ab}	94.3^{ab}
- Mn	53.7^{ab}	60.0^{ab}	73.3^{a}	77.7^{bc}	95.7^{a}	96.7^{a}
- Cu	51.7^{abc}	58.7^{abc}	76.3^{a}	84.3^{abc}	92.3^{ab}	92.7^{ab}
- Zn	52.0^{abc}	57.3^{abc}	74.0^{a}	82.0^{abc}	91.0^{ab}	95.3^{ab}
- B	57.0^{a}	62.0^{a}	76.7^{a}	81.0^{abc}	91.7^{ab}	95.7^{a}
- Mo	54.0^{ab}	60.0^{ab}	75.0^{a}	83.0^{abc}	94.0^{ab}	95.0^{ab}
- ALL	36.0^{d}	40.7^{6}	56.0^{b}	64.0^{d}	76.0^{d}	88.0^{de}
CV.	6.77 %	6.51 %	5.43 %	5.95%	3.92%	3.57%

* = มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3 แสดงการแตกก่อของข้าวพันธุ์กข.6 ที่ระยะเวลาต่างๆหลัง ได้รับการใส่ธาตุอาหารต่างๆ(Omission trial)

การขาดธาตุอาหาร	<——— จำนวนต้น/กระถาง ———>			
TREATMENT	สัปดาห์ที่ 6*	สัปดาที่ 8*	สัปดาที่ 10*	สัปดาที่ 12*
ALL	12.6 a	12.7a	12.7a	12.7a
- N	6.6 b	6.7d	4.0 d	4.0d
- P	3.0 a	3.0e	4.3 d	4.3d
- K	9.6 b	9.7bc	9.3 d	9.3bc
- Ca	11.0 ab	11.0abc	9.0 bc	9.0bc
- Mg	11.3 ab	11.3ab	10.0 b	10.0b
- S	10.3 ab	10.3bc	9.0 bc	9.0bc
- Fe	9.0 b	9.0c	8.0 c	8.0c
- Mn	11.0 ab	11.0abc	8.7 bc	8.7bc
- Cu	10.0 ab	10.0bc	8.3 c	8.3c
- Zn	10.3 ab	10.3 bc	8.7 bc	8.7bc
- B	10.6 ab	10.7abc	9.0 bc	9.0bc
- Mo	10.6 ab	10.7abc	8.7 bc	8.7bc
- ALL	3.0 d	3.0e	3.3 d	3.3d
CV.	14.94 %	14.94%	11.41%	11.41%

* = มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เจริญเติบโตของข้าวด้านน้ำหนักมีน้อยมากหรือมีการเจริญเติบโตเท่ากับไม่มีการใส่ธาตุอาหารอะไรเลย(- ALL) ดังแสดงในตารางที่ 4 และการขาดธาตุไนโตรเจนจะมีผลรองลงมาจากการขาดธาตุฟอสฟอรัส ขณะที่ดินชุดนี้ถ้าไม่ได้รับธาตุโปแตสเซียม(-K) และตำรับอื่นๆก็ไม่ผลต่อการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักแห้งของข้าว ในขณะที่ข้าวอายุได้ 120 วันหลังหยอดเมล็ด จะให้น้ำหนักแห้งในทำนองเดียวกันกับที่เวลา 60 วันหลังปลูก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการปลูกข้าวในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษาโดยไม่ใส่ธาตุอาหารอะไรเลย (-All) จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของข้าวใกล้เคียงกับการไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน (-N) หรือไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส (-P) ทั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าดินที่ใช้ศึกษามีการขาดธาตุทั้งสองเป็นอย่างมาก

แต่อย่างไรก็ตามการขาดธาตุอาหารไม่ว่าจะเป็นธาตุไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงแรกๆเป็นอย่างมาก แต่เมื่อระยะเวลานานขึ้นจะมีผลกระทบน้อยลง ทั้งนี้เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้นระบบรากของข้าวจะมีความแข็งแรง และขยายแตกกิ่งก้านสาขาได้มาก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของข้าว โดยเฉพาะเมื่อดินมีความชื้นสูงอยู่ด้วย จึงเป็นผลทำให้ข้าวสามารถดูดใช้ธาตุอาหารในดินได้ดี แม้ว่าในดินนั้นๆจะมีธาตุอาหารอยู่จำกัดก็ตาม รากของข้าวก็ยังสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารต่างๆมาใช้และเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตในส่วนผิวดิน (shoot) ได้

1.5 น้ำหนักแห้งของรากข้าวพันธุ์ กข.6

น้ำหนักแห้งของรากข้าว จากการหาน้ำหนักแห้งของรากข้าวเมื่ออายุ 120 วันหลังหยอดเมล็ด พบว่าข้าวเมื่อปลูกในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษา เมื่อไม่มีการใส่ธาตุอาหารอะไร (-All) หรือไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน (-N) หรือไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส (-P) จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของรากข้าวพันธุ์ กข.6 เป็นอย่างมาก ขณะที่การไม่ใส่ธาตุเหล็ก (-Fe) และธาตุสังกะสี (-Zn) จะมีผลกระทบรองลงมา นั่นแสดงให้เห็นว่าดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษาปลูกข้าวในที่นี้จะขาดธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัสเป็นอย่างมาก จึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของรากข้าว ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงการน้ำหนักแห้งของข้าวพันธุ์กข.6 เมื่ออายุ 60 และ 120 วันหลังปลูก

การขาดธาตุอาหาร	<—— น้ำหนักแห้ง(กรัม / 2 ต้น) ——>	
TREATMENT	อายุ 60 *	120 วัน *
ALL	2.87^{bc}	18.88^{a}
- N	2.38^{c}	7.31^{c}
- P	0.63^{d}	5.49^{c}
- K	3.49^{ab}	15.43^{b}
- Ca	3.02^{bc}	17.75^{ab}
- Mg	2.29^{bc}	17.67^{ab}
- S	3.26^{bc}	17.88^{ab}
- Fe	2.98^{bc}	17.08^{ab}
- Mn	2.77^{bc}	17.86^{ab}
- Cu	3.17^{bc}	18.95^{a}
- Zn	3.22^{bc}	17.81^{ab}
- B	4.13^{a}	18.41^{a}
- Mo	3.20^{bc}	18.59^{a}
- ALL	0.57^{d}	6.64^{c}
CV.	16.65 %	10.20%

* = มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 5 แสดงการน้ำหนักแห้งรากของข้าวพันธุ์กข.6 เมื่ออายุ 120 วันหลังปลูก และอัตราส่วน SHOOT / ROOT

การขาดธาตุอาหาร TREATMENT	น้ำหนักแห้งราก(กรัม / 2 ต้น) 120 วัน *	SHOOT / ROOT 120 วัน *
ALL	16.44^{abc}	1.148^{ab}
- N	8.30^{d}	0.881^{cd}
- P	8.95^{d}	0.613^{e}
- K	16.05^{abc}	0.961^{bcd}
- Ca	16.49^{abc}	1.076^{abc}
- Mg	17.24^{ab}	1.025^{abcd}
- S	16.29^{abc}	1.098^{abc}
- Fe	13.80^{c}	1.238^{a}
- Mn	16.19^{abc}	1.103^{abc}
- Cu	18.69^{a}	1.014^{abcd}
- Zn	15.01^{ac}	1.186^{ab}
- B	16.60^{abc}	1.109^{abc}
- Mo	17.14^{ab}	1.084^{abc}
- ALL	8.36^{d}	0.794^{de}
CV.	13.46 %	14.80 %

* = มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.6 อัตราส่วน shoot/root

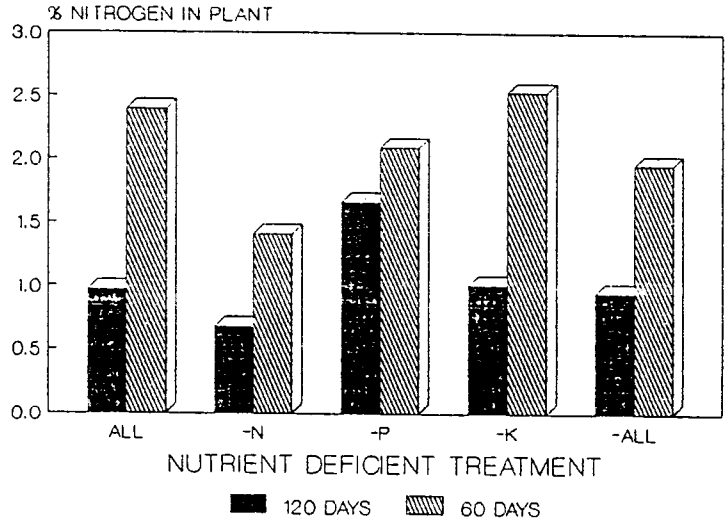
อัตราส่วน shoot/root ของข้าวเมื่อปลูกได้ 120 วันหลังจากหยอดเมล็ด จะเห็นได้ว่าการไม่ใส่ธาตุไนโตรเจน (-N) หรือธาตุฟอสฟอรัส (-P) จะมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนของ shoot/root ของข้าวพันธุ์ กข.6 ต่ำ ขณะที่การไม่ใส่ธาตุอื่นๆจะมีค่าสูงกว่า 1 เป็นที่น่าสังเกตว่าการปลูกข้าวโดยไม่ใส่ธาตุอะไรเลย (-All) ในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษานี้ จะทำให้ค่า shoot/root มีค่าใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส (-P) และธาตุไนโตรเจน (-N) นอกจากนี้ข้าวที่ไม่ใส่ธาตุโปแตสเซียม (-K) ก็จะให้ผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นน้อยกว่าการเจริญเติบโตทางด้านราก (shoot/root ต่ำกว่า 1) แม้ว่าการสังเกตโดยทั่วไปจะเห็นว่าต้นข้าวมีการเจริญเติบโตปกติอยู่ก็ตาม

อย่างไรก็ตามค่าอัตราส่วน shoot/root ของข้าวจะเป็นตัวช่วยชี้อย่างหนึ่งถึงความสมดุลย์ระหว่างส่วนที่ผลิตได้ต่อส่วนที่หาอาหาร ถ้าค่านี้มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าส่วนหาอาหารมีศักยภาพในการเลี้ยงหรือส่งอาหารให้ส่วนที่ผลิตผลผลิตได้มากนั้น ย่อมดำเนินการเพิ่มผลผลิตของพืชในที่สุดนั่นเอง

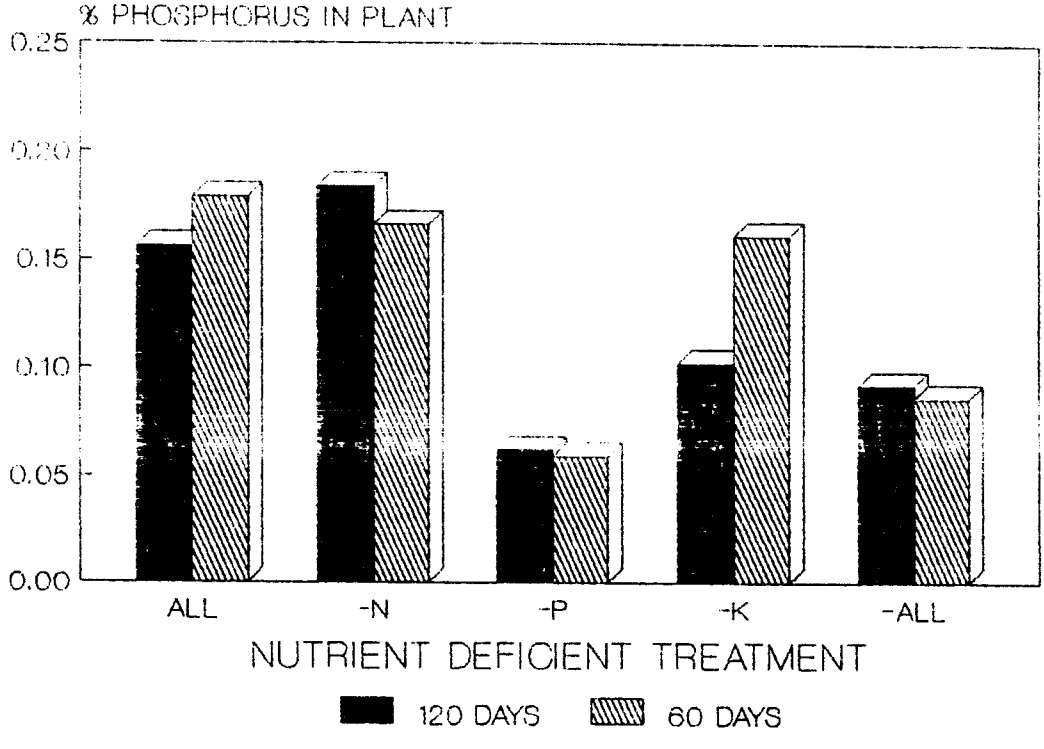
1.7 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในต้นข้าว

1.7.1 ธาตุไนโตรเจน

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวเมื่อเวลา 60 และ 120วันหลังจากหยอดเมล็ดดังแสดงในภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าที่เวลา 60 วันต้นข้าวจะมีธาตุอาหารสูงกว่าที่ 120 วัน นั่นแสดงให้เห็นว่าในระยะแรกของการเจริญเติบโตพืชต้องการธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าช่วงระยะหลัง อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการข้าวไม่ได้รับธาตุไนโตรเจน (-N) จะมีผลต่อการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนมากที่สุด



ภาพที่ 5 แสดงความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในส่วนของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ที่อายุ 60 และ 120 วัน



ภาพที่ 6 แสดงความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในส่วนของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ที่อายุ 60 และ 120 วัน

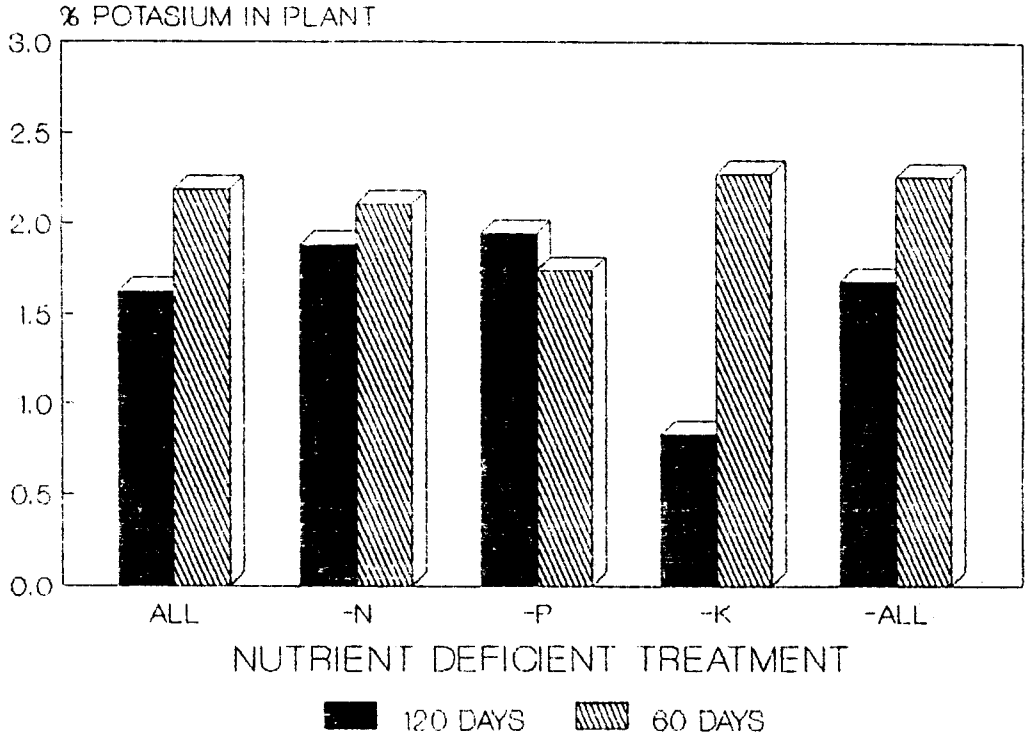
ขณะที่การไม่ได้รับธาตุอาหารอะไร (-All)จะมีผลตามลงมา แต่ก็อยู่ในระดับที่สูงเมื่อเทียบกับข้าวที่ได้รับธาตุอาหารครบทุกธาตุ (All) นั่นแสดงให้เห็นว่าการที่ดินขาดธาตุไนโตรเจนอยู่แล้วไม่ได้รับธาตุไนโตรเจนเพิ่มเติมแต่ได้รับธาตุอาหารอย่างอื่นๆย่อมจะทำให้พืชขาดธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากอีก ขณะที่ดินเดิมมีการขาดธาตุไนโตรเจนมีอยู่แล้ว และไม่ได้ธาตุอาหารอื่นๆเพิ่มเติม จะทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างสมดุลย์

1.7.2 ธาตุฟอสฟอรัส

ในต้นข้าวจะให้ผลทำนองเดียวกับธาตุไนโตรเจน แต่จะมีความรุนแรงมากกว่า ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยการที่พืชไม่ได้ธาตุฟอสฟอรัส(-P) โปแตสเซียม (-K) และไม่ได้รับธาตุอาหารอะไรเลย (-All) จะมีผลกระทบมากกว่าการไม่ได้รับธาตุไนโตรเจน (-N) โดยเฉพาะในช่วงระยะเวลา 60 วัน แต่ขณะที่เวลา 120 วันจะมีความรุนแรงน้อยกว่า

1.7.3 ธาตุโปแตสเซียม

ในต้นข้าวที่ระยะเวลา 60 วัน หรือ 120 วันหลังหยอดเมล็ด จะมีความเข้มข้นของธาตุโปแตสเซียมไม่ค่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่7 ยกเว้นข้าวที่ไม่ได้ธาตุ โปแตสเซียม(-K) ในช่วงเวลา 60 วัน จะมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของธาตุโปแตสเซียมมากกว่าที่เวลา 120 วัน ซึ่งคลายกับที่ 120 วันจะเป็นปกติเหมือนต้นข้าวที่ได้รับธาตุอาหารครบ (All) นั่นแสดงให้เห็นว่าในดินมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมยังเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงที่ข้าวสามารถตั้งตัวได้ แม้ว่าในระยะแรกอาจมีผลกระทบเล็กน้อย หรือไม่สามารถที่จะสังเกตได้ว่าพืชขาดโปแตสเซียมหรือไม่



ภาพที่ 7 แสดงความเข้มข้นของธาตุโปแตสเซียมในส่วนของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ที่อายุ 60 และ 120 วัน

2. การทดลองในสภาพแปลงทดลอง

การศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวต่อการเจริญเติบโตของข้าว และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

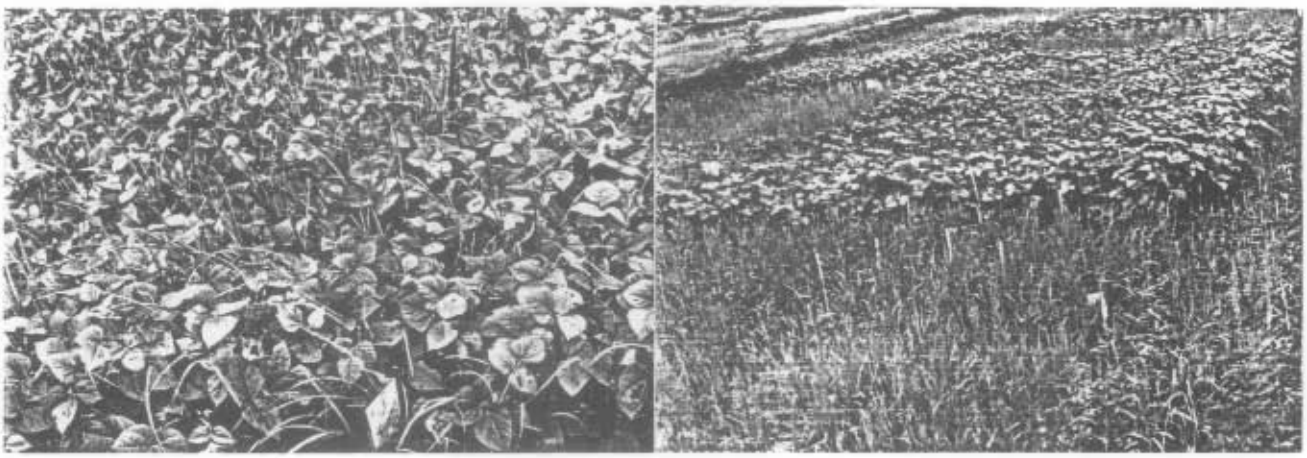
2.1 การสังเกตสภาพโดยทั่วไปในแปลงทดลอง

ในช่วงระยะแรกคือ สัปดาห์แรก พบว่าการงอกของถั่วเขียวจะเกิดได้เร็วกว่าการงอกของข้าว แต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่สองเป็นต้นไปการเจริญของถั่วและข้าวจะใกล้เคียงกัน จากการสังเกตด้วยตาพบว่าต้นถั่วมีการเจริญเติบโตได้ดีมากเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตของข้าวดังแสดงในภาพที่ 8 และลักษณะของต้นข้าวดูเหมือนจะแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนโดยลักษณะของใบและลำต้นมีสีเหลือง ต้นเล็กแคราะดังแสดงในภาพที่ 9

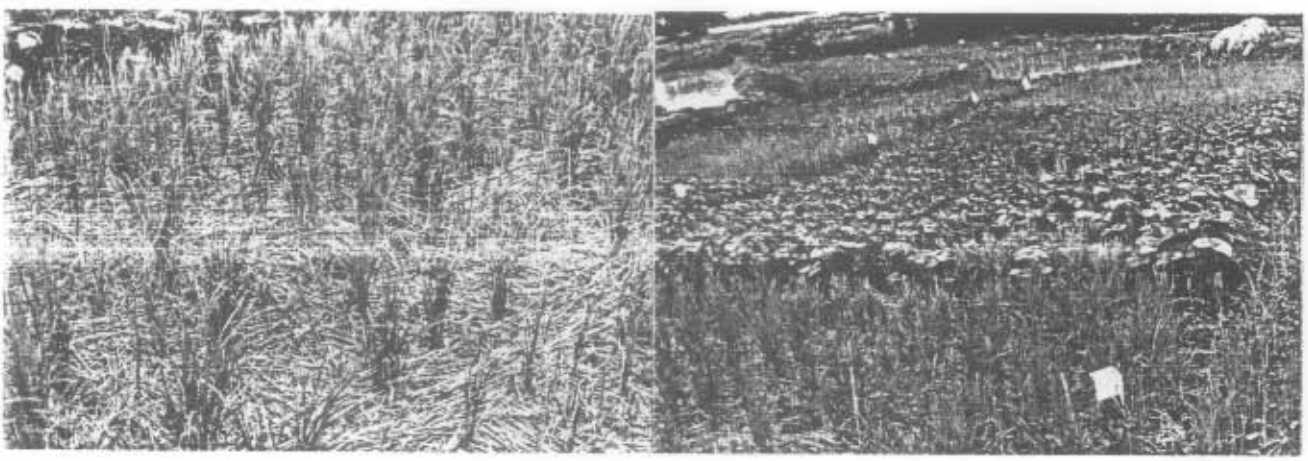
เมื่อระยะเวลาของการเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป พบว่าอาการใบเหลืองของข้าวจะหายไป เมื่อประเมินด้วยสายตาโดยทั่วไปข้าวมีการเจริญเติบโตดี มีสีเขียว ต้นสมบูรณ์ ไม่มีโรคแมลงทำลาย และปริมาณวัชพืชในนาข้าวมีน้อยมาก แต่เมื่อข้าวเริ่มสุกสัปดาห์ที่ 15-17 ต้นข้าวจะล้มเป็นจำนวนมาก ทำให้ยุ่งยากในการเก็บเกี่ยวเป็นอย่างยิ่ง

2.2 การเจริญเติบโตด้านความสูงของถั่วเขียว

ความสูงของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาทหลังปลูกได้2และ 4 สัปดาห์ในแปลงข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ(แบบหว่าน แบบหยอดเป็นแถวหยอดและเป็นหลุม) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถั่วเขียวที่ปลูกในนาแบบหยอดเป็นหลุมจะให้ความสูงมากกว่าถั่วเขียวที่ปลูกในแปลงข้าวโดยวิธีอื่นดังแสดงในตารางที่ 6 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าถั่วเขียวสามารถแข่งขันกับประชากรของข้าวได้ดีกว่า ซึ่งการหว่านข้าวและถั่วเขียวจะมีประชากรของพืชที่



ภาพที่ 8 แสดงการเจริญเติบโตของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาทในแปลงข้าวในระบบเกษตรธรรมชาติ เมื่ออายุ 6 สัปดาห์หลังหว่าน



ภาพที่ 9 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข. 6 ในระบบเกษตรธรรมชาติ เมื่ออายุ 6 สัปดาห์หลังปลูก

ตารางที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูง(ซม.)ของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท ที่ระยะเวลาต่างๆหลัง ปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<——— ความสูง (ซม.) ———> สัปดาห์ที่2NS	สัปดาที่4NS	สัปดาห์ที่ 6 NS	สัปดาที่ 8 NS
แบบหว่าน	12	18.0	30.0	41.7	41.7
	24	17.7	31.7	46.7	46.7
แบบหยอดเป็นแถว	12	19.0	33.3	46.7	46.7
	24	18.7	32.7	45.0	45.0
แบบหยอดเป็นหลุม	12	19.3	33.3	45.0	45.0
	24	20.7	35.0	48.3	50.0
CV.		14.96 %	20.11 %	12.30%	12.28%

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

แสดงใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีการ แข่งขันกันสูง เมื่อถั่วเขียวแข่งขันได้ดีกว่าจะเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่า แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก

2.3 จำนวนประชากรของถั่วเขียว

เมื่อทำการนับจำนวนประชากรของต้นถั่วเขียวในแปลงข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆพบว่าจำนวนต้นของถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโนม้ว่าถั่วเขียวที่ที่หว่านในแปลงนาที่ปลูกแบบหยอดเป็นแถวจะมีจำนวนประชากรน้อยกว่าตำรับอื่นๆ และเมื่อระยะเวลานานขึ้นเป็น สอง สัปดาห์ อัตราการตายของประชากรของถั่วลดลงอยู่ในช่วงระหว่าง 1 -8 ต้นต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 7

เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 6 สัปดาห์ ถั่วเขียวที่หว่านในอัตราต่ำ (12 กก./ไร่) จะตายลง จึงทำให้ประชากรลดลง ขณะที่ถั่วเขียวที่ใช้อัตราสูง (24 กก./ไร่) ยังคงมีจำนวนประชากรเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าจำนวนเมล็ดถั่วเขียวที่ใช้ในอัตราสูงจะค่อยๆหรือทะยอยกันเกิดขึ้น หรือมีความทนต่อน้ำขังได้ดีกว่า เนื่องจากลำต้นมีขนาดไม่ใหญ่โตเมื่อเทียบกับต้นถั่วที่หว่านในอัตราต่ำ

2.4 น้ำหนักแห้งของถั่วเขียว

การเจริญเติบโตของถั่วเขียว โดยเฉพาะน้ำหนักแห้งทั้งหมด (น้ำหนักใบของต้นและราก) หลังจากหว่านในนาข้าวที่ปลูกข้าวโดยวิธีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบหว่าน แบบหยอดเป็นแถว หรือแบบหยอดเป็นหลุม ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 8 ทั้งนี้มีแนวโน้มว่าการใช้เมล็ดถั่วเขียวในอัตราสูงและอัตราต่ำให้น้ำหนักใกล้เคียงกัน แม้ว่าจำนวนประชากรของถั่วเขียวในอัตราสูงจะมีมากกว่าก็ตาม แต่ก็เป็นต้นที่มีขนาดเล็กกว่า และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนของใบต่อต้นและก้านโดยเฉลี่ยจะมีค่าต่ำกว่า 1 นั่นแสดงให้เห็นว่าส่วนที่ร่วงหล่น จะทำให้ส่วนที่ย่อยสลายได้เร็วจะมีน้อยกว่าส่วนที่ย่อยสลายได้ช้า

หอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
SB
191
.R5
9114

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณจำนวนต้นของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท ที่ระยะเวลาต่างๆหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<——จำนวนต้น / ตารางเมตร ——> สัปดาห์ที่ 2NS	สัปดาที่ 4NS	สัปดาที่ 6NS
แบบหว่าน	12	177.7	172.3	160.7
	24	191.3	183.3	208.0
แบบหยอดเป็นแถว	12	137.3	135.3	110.7
	24	151.7	150.3	158.0
แบบหยอดเป็นหลุม	12	178.7	177.7	148.7
	24	207.7	202.7	223.7
CV.		31.95 %	35.40 %	19.03%

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักแห้งของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	นน.ทั้งหมด	นน.ส่วนต้นและราก	นน.ส่วนใบ	สัดส่วนของใบต่อต้นและราก
		<——— กรัม / 5 ต้น ———>			
แบบหว่าน	12	9.947	5.410	4.537	0.838
	24	7.990	4.265	3.726	0.874
แบบหยอด เป็นแถว	12	7.960	3.803	3.712	0.976
	24	6.952	3.977	2.975	0.748
แบบหยอด เป็รหลุม	12	10.432	3.802	4.641	1.221
	24	6.809	3.802	3.007	0.790
CV.		26.45 %	27.35 %	26.49%	

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.5 การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าว

เมื่อทำการวัดความสูงของต้นข้าวหลังปลูกได้ 2 และ 4 สัปดาห์พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวในแต่ละตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่อัตราเมล็ดถั่วที่สูงขึ้น ไม่ว่าจะปลูกข้าวโดยวิธีใดๆ จะทำให้ความสูงของข้าวน้อยกว่าการไม่ใส่ถั่วหรือใส่ในอัตราต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 9 และเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 8 สัปดาห์ถึง 18 สัปดาห์ จะทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวตรงกันข้ามกัน โดยข้าวที่ได้รับอัตราถั่วเขียวในระดับสูงจะให้ความสูงสูงกว่าการใช้อัตราถั่วเขียวในระดับต่ำหรือไม่ใส่เลย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการย่อยสลายของถั่วเขียวที่ตายลง จะเป็นการส่งเสริมทำให้การเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้น โดยได้รับธาตุอาหารต่างๆจากการย่อยสลายและสารอินทรีย์บางชนิดอาจช่วยกระตุ้นให้ข้าวเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

2.6 จำนวนประชากรของข้าว

จำนวนประชากรของข้าว จากการนับจำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร เมื่อข้าวอายุได้ 6 สัปดาห์หลังจากหว่านเป็นต้นไป พบว่าในช่วงแรกๆการเจริญเติบโตของต้นข้าวในแปลงที่ได้รับอัตราถั่วเขียวสูง จะให้จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตรต่ำกว่าการใส่อัตราถั่ว เขียวที่ต่ำ หรือแปลงข้าวที่ไม่ได้ใส่ถั่วเขียว แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่ออายุของต้นข้าวเพิ่มขึ้น จำนวนประชากรต่อตารางเมตรของข้าวทุกแปลง ไม่ว่าจะปลูกโดยวิธีใดๆ จะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 10 นั่นแสดงให้เห็นว่าข้าวเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้ และสามารถเจริญเติบโตได้แม้ว่าในสภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสม หรือมีการแข่งขันกันสูงก็ตาม ทั้งนี้การแตกก่อของข้าวจะมีน้อยมากนั่นคือหนึ่งเมล็ดจะเกิดเพียงหนึ่งต้น

ตารางที่ 9 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูง(ซม.)ของข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลาต่างๆหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว	อัตราถั่ว	<——— ความสูง (ซม.) ———>					
วิธีต่างๆ	กก./ไร่	สัปดาห์ที่2 NS	4 NS	8 NS	12 NS	16 NS	18 NS
แบบหว่าน	0	23.3	37.7	60.0	90.0	128.3	150.0
	12	23.7	46.7	68.3	100.0	145.0	161.7
	24	22.3	37.0	73.3	100.0	136.7	166.7
แบบหยอด	0	23.3	36.7	70.0	106.7	136.7	158.3
เป็นแถว	12	22.0	39.3	70.0	96.7	140.0	163.3
	24	22.0	33.3	71.7	96.7	135.0	170.0
แบบหยอด	0	21.3	38.3	68.3	95.0	128.0	156.7
เป็นหลุม	12	21.0	35.0	63.3	93.3	135.0	163.3
	24	21.0	34.3	71.7	91.7	133.3	160.0
CV.		6.73 %	12.17%	7.38%	4.95%	5.47%	4.25%

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณจำนวนต้นของข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลาต่างๆหลัง ปลูกใน ระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<—— จำนวนต้น/ตารางเมตร ——> สัปดาห์ที่6 NS	10 NS	14 NS	18 NS
แบบหว่าน	0	505.3	389.3	344.7	324.0
	12	486.7	418.0	370.0	344.0
	24	298.7	408.0	320.7	295.0
แบบหยอด เป็นแถว	0	500.0	401.3	358.0	312.0
	12	478.7	472.0	384.7	340.0
	24	309.3	421.3	388.0	306.0
แบบหยอด เป็นหลุม	0	484.0	408.0	362.7	345.0
	12	401.3	330.7	274.7	252.0
	24	292.0	400.0	354.7	269.0
CV.		21.25 %	16.88%	22.03%	23.19%

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.7 น้ำหนักแห้งของข้าวที่ระยะเวลาต่าง ๆ

การเจริญเติบโตของข้าว (น้ำหนักแห้ง) เมื่อข้าวอายุ 45 และ 90 วันหลังหยอดเมล็ด จากการหาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวจำนวน 10 ต้นต่อแปลง พบว่าวิธีการปลูกข้าวและการใส่อัตราถั่วเขียวต่างๆ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทั้งสองระยะเวลา แต่มีแนวโน้มว่าการหว่านข้าวร่วมกับการหว่านเมล็ดถั่วเขียวในอัตราต่ำ (12 กก./ไร่) จะทำให้ต้นข้าวมีน้ำหนักสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 11 แต่ถ้าเปรียบเทียบในแต่ละปัจจัยพบว่า วิธีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านมีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวสูงกว่าการปลูกโดยวิธีหยอดเป็นแถวหรือเป็นหลุม ขณะที่การหว่านอัตราถั่วเขียวพบว่าการหว่านอัตราถั่วเขียว 12 กก./ไร่ จะให้น้ำหนักแห้งของข้าวมากกว่าการหว่านถั่วเขียวอัตรา 24 กก./ไร่ หรือไม่ใส่อัตราถั่วเขียวเลย

2.8 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นข้าวเมื่ออายุ 45 และ 90 วัน

2.8.1 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน

ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวพันธุ์ กข.6 เมื่ออายุ 45 วัน จะมีค่าสูงกว่าที่อายุ 90 วันหลังหว่าน ไม่ว่าจะปลูกโดยวิธีใดๆก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวในแต่ละปัจจัย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าต้นข้าวที่ไม่ได้รับอัตราถั่วเขียวหว่านเพื่อทำเป็นปุ๋ยพืชสด หรือใส่ในอัตราต่ำ (12 กก./ไร่) จะมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนสูงกว่าต้นข้าวที่ได้รับการหว่านถั่วเขียวในอัตราสูง เมื่ออายุ 45 วันหลังจากหว่าน แต่เมื่อข้าวอายุได้ 90 วัน จะให้ผลในทางตรงกันข้ามกัน นั่นแสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าวที่หว่านอัตรา ถั่วเขียวจะก่อให้เกิดการแข่งขันแย่งธาตุอาหารซึ่งกันและกัน แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นถั่วเขียวได้ตายลง จะช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ต้นข้าว จึงเป็นผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้น และดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย ขณะเดียวกันข้าวที่ปลูกโดยไม่ได้รับการหว่านอัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด จะ

ตารางที่ 11 แสดงการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้ง(กรัม/10 ต้น)ของข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลา 45 วัน และ 90 วันหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว	อัตราถั่ว	<—— น้ำหนัก (กรัม/10 ต้น) ——>	
วิธีต่างๆ	กก./ไร่	อายุ 45 วัน^{NS}	อายุ 90 วัน^{NS}
แบบหว่าน	0	5.316	14.701
	12	9.588	21.355
	24	4.432	19.903
แบบหยอด	0	2.825	15.610
เป็นแถว	12	4.424	18.606
	24	4.029	17.829
แบบหยอด	0	3.211	16.110
เป็นหลุม	12	6.778	18.353
	24	3.361	14.917
CV.		41.16 %	19.93 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลา 45 วัน และ 90 วันหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<—— ไนโตรเจน (%) ——> อายุ 45 วัน^{NS}	อายุ 90 วัน^{NS}
แบบหว่าน	0	1.349	0.940
	12	1.418	1.295
	24	1.244	1.287
แบบหยอด เป็นแถว	0	1.412	1.100
	12	1.128	1.186
	24	1.210	1.164
แบบหยอด เป็นหลุม	0	1.252	1.092
	12	1.157	1.137
	24	1.102	1.175
CV.		9.56 %	4.01 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

มีปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินจะลดน้อยลง ตามเวลาที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลทำให้ต้นข้าวดูดใช้ธาตุอาหารลดน้อยลง ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวต้นข้าวก็มีความจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารในปริมาณที่มากขึ้นด้วย

1.8.2 ความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัส ในต้นข้าว กข.6 จะให้ผลตรงกันข้ามไปจาก ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยที่ระยะเวลา 90 ตามความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในต้นข้าวจะมีค่าสูงกว่าที่ระยะเวลา 45 วันหลังจากหว่าน แต่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลา จะพบว่าให้ผลในทำนองเดียวกันกับธาตุไนโตรเจน นั่นคือ ที่อายุ 45 วันข้าวที่หว่านโดยไม่ได้ใส่อัตราถั่วเขียว หรือใส่อัตราถั่วเขียวในอัตราต่ำ (12 กก./ไร่) จะมีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในต้นข้าวสูงกว่าการได้รับอัตราถั่วเขียวสูง (24 กก./ไร่) ขณะที่ระยะเวลา 90 วันต้นข้าวจะมีความเข้มข้นใกล้เคียงกัน นอกจากนี้วิธีการปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นแบบหว่านหรือแบบหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม จะไม่มีความแตกต่างกัน

1.8.3 ความเข้มข้นธาตุโปแตสเซียม

ความเข้มข้นธาตุโปแตสเซียม ในต้นข้าวพันธุ์ กข.6 ในระยะเวลา 45 และ 90 วัน จะมีระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัส ดังแสดงในตารางที่ 14 นั่นแสดงให้เห็นว่าปริมาณธาตุโปแตสเซียมในดินชุดร้อยเอ็ดที่ใช้ศึกษามีระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของข้าว และข้าวพันธุ์ กข.6 มีความต้องการธาตุโปแตสเซียมในช่วงเวลา 45-90 วันไม่เปลี่ยนแปลง และระดับธาตุโปแตสเซียมในดินก็มีอยู่มากพอที่จะตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของข้าวและถั่วเขียว จึงเป็นผลทำให้ระดับธาตุโปแตสเซียมในต้นข้าวไม่เปลี่ยนแปลง และมีอยู่ในระดับสูงเหมือนกันทั้งเวลาที่ 45 และ 90 วัน ซึ่งจะให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองในเรือนทดลอง โดยที่ข้าวที่ไม่ได้รับธาตุโปแตสเซียมมีการตอบสนองต่อการดูดใช้ธาตุโปแตสเซียมน้อยกว่าการที่ข้าวไม่ได้รับธาตุไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัส

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในต้นข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลา 45 วัน และ 90 วันหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<—— ฟอสฟอรัส (%) ——> อายุ 45 วัน^{NS}	อายุ 90 วัน^{NS}
แบบหว่าน	0	0.170	0.217
	12	0.176	0 230
	24	0.154	0.229
แบบหยอด	0	0.185	0.209
เป็นแถว	12	0.165	0.226
	24	0.143	0.209
แบบหยอด	0	0.172	0.212
เป็นหลุม	12	0.164	0.225
	24	0.147	0.226
CV.		6.35 %	4.18 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณธาตุโปแตสเซียมในต้นข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ระยะเวลา 45 วัน และ 90 วันหลังปลูกในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	<—— โปแตสเซียม (%) ——> อายุ 45 วัน^{NS}	อายุ 90 วัน^{NS}
แบบหว่าน	0	2.351	2.268
	12	2.311	2.444
	24	2.178	2.503
แบบหยอด เป็นแถว	0	2.552	2.606
	12	2.465	2.789
	24	2.460	2.614
แบบหยอด เป็นหลุม	0	2.495	2.402
	2	2.495	2.635
	24	2.208	2.429
CV.		3.70 %	17.89 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.9 ผลผลิตของข้าว

เมื่อทำการเก็บเกี่ยวเพื่อหาผลผลิตของข้าวพันธุ์กข.6พบว่าวิธีการปลูกและอัตราถั่วเขียวที่หว่านร่วมกับการปลูกข้าว มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันดังแสดงในตารางที่ 15 โดยที่ข้าวที่ปลูกแบบหว่านและใช้อัตราถั่วเขียว 12 กก./ไร่ จะให้ผลผลิตสูงสุด ขณะที่การปลูกแบบหยอดเป็นแถวและไม่หว่านเมล็ดถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดจะให้ผลผลิตต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยพบว่าการปลูกข้าวแบบหว่านจะให้ผลผลิตมากที่สุด รองลงมาได้แก่ แบบเป็นแถวและหลุมตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยเกี่ยวกับการใช้อัตราถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสด โดยหว่านพร้อมกับการปลูกข้าว จะเห็นได้ว่าการใช้อัตรา 12 กก./ไร่ จะให้ผลผลิตข้าวมากสุด รองลงมาได้แก่ อัตรา 24 กก./ไร่ และไม่หว่านเมล็ดถั่วเขียว ตามลำดับ

2.10 น้ำหนักฟางข้าว

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโดยวิธีแบบที่ใช้ชาวบ้านโดยทั่วไปได้กระทำกัน คือ เก็บเกี่ยวรวงข้าวพร้อมฟาง โดยความยาวจากรวงข้าวถึงลำต้นข้าวยาวประมาณ50 ซม. แล้วนำมาวางเรียงกันเมื่อแห้งแล้วจึงนำไปนวดด้วยเครื่องนวดที่รับจ้างโดยทั่วไปดังนั้นฟางข้าวที่ได้จึงมีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ติดไปกับรวงข้าว เมื่อนำไปนวดแล้วจะกลายเป็นฟางที่มีการหักเป็นชิ้นส่วนเล็กๆเป็นกองๆที่พบเห็นตามทุ่งนาโดยทั่วไป ซึ่งจะถูกทำลายโดย จุดไฟเผา และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นตอซังที่ยาวพอสมควรประมาณ 80-100 ซม. จะเหลือทิ้งอยู่ในแปลงนาหรือทุ่งนา ซึ่งส่วนที่เหลือนี้จะมีเป็นจำนวนมากกว่าส่วนที่หนึ่ง จากการทดลองพบว่าน้ำหนักฟางข้าว ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่เหลืออยู่ในนา หรือส่วนที่ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากแปลงปลูกเพื่อนำไปนวดเอาเมล็ดข้าว จะให้ผลในทำนองเดียวกับผลผลิตข้าว โดยการปลูกข้าวที่ได้รับอัตราถั่วเขียว 12 กก./ไร่ จะให้น้ำหนักฟางมากกว่าการปลูกข้าวที่ได้รับอัตราถั่วเขียว 24 กก./ไร่ เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด และข้าวที่ปลูกโดยไม่ใส่อัตราถั่วเขียว แต่ทั้งนี้จะไม่มีผลแตกต่างกันในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 15 แสดงผลผลิตข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

การปลูกข้าว	อัตราถั่ว	<—— กิโลกรัม ต่อ ไร่ ——>			
วิธีต่างๆ	กก./ไร่	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย *
แบบหว่าน	0	585	620	590	598.3^{def}
	12	920	880	770	856.7^{a}
	24	725	765	695	728.3^{b}
แบบหยอด	0	565	545	540	550.0^{f}
เป็นแถว	12	710	715	645	690.0^{bc}
	24	645	600	620	621.7^{d}
แบบหยอด	0	620	530	510	553.3^{ef}
เป็นหลุม	12	727	610	640	659.0^{cd}
	24	665	570	615	616.7^{de}
CV.		5.70 %			

* - มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 16 แสดงน้ำหนักฟางข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

การปลูกข้าว	อัตราถั่ว	<—— กิโลกรัม ต่อ ไร่ ——>	
วิธีต่างๆ	กก./ไร่	นน.ฟ่างที่เก็บเกี่ยว NS	นน.ต่อฟางที่เหลืออยู่ในแปลงนา NS
แบบหว่าน	0	323	832
	12	400	1141
	24	352	1008
แบบหยอด	0	308	797
เป็นแถว	12	380	1368
	24	325	995
แบบหยอด	0	295	763
เป็นหลุม	12	322	965
	24	283	784
CV.		10.44%	18.17 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.11 องค์ประกอบของผลผลิต

เมื่อทำการตรวจนับเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง หรือน้ำหนักเมล็ด(กรัม)ต่อ 100 เมล็ด พบว่าวิธีการปลูกข้าวกับอัตราการใส่ถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และในแต่ละปัจจัยก็ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนเมล็ดลีบที่ได้จะมีจำนวนผันแปรไปตามจำนวนเมล็ดดี นั่นคือ ถ้าเมล็ดดีมีเป็นจำนวนมากก็จะทำให้เกิดเมล็ดลีบในรวงนั้นมากตามไปด้วย ขณะที่น้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด จะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยจะอยู่ในช่วง 2.5-2.6 กรัม/100 เมล็ด

ตารางที่ 17 แสดงองค์ประกอบของผลผลิตข้าวพันธุ์กข. 6 ที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	จำนวนเมล็ดดี/รวง^{NS}	จำนวนเมล็ดลีบ/รวง^{NS}	น้ำหนักเมล็ด^{NS} (กรัม/100 เมล็ด)
แบบหว่าน	0	118	11.3	2.514
	12	174	15.3	2.662
	24	176	17.7	2.600
แบบหยอด	0	138	15.0	2.550
เป็นแถว	12	185	14.0	2.692
	24	161	14.3	2.687
แบบหยอด	0	134	13.0	2.595
เป็นหลุม	12	173	8.7	2.666
	24	185	18.0	2.625
CV.		14.63%	40.82 %	2.06 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.12 คุณสมบัติทางเคมีของดินในระบบเกษตรธรรมชาติ

- **ความเป็นกรด-ด่างของดิน** (pH) หลังเก็บเกี่ยวข้าวพบว่าดินที่ไม่ได้ปลูกอะไรเลยแปลงควบคุม จะมีค่า pH ต่ำ และมีค่าใกล้เคียงกับแปลงข้าวที่ไม่ได้ใส่อัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่ว่าจะเป็นดินที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถว หรือหยอดเป็นหลุมก็ตาม ขณะที่ดินที่ได้รับอัตราถั่วเขียว ไม่ว่าจะเป็น 12 กก./ไร่ หรือ 24 กก./ไร่ มีแนวโน้มทำให้ pH ของดินสูงขึ้น แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18 Asghar และ kanchiro. (1977 ,1980) อ้างตาม Hue และ Amien.(1989)พบว่าหลังจากใส่อินทรียวัตถุลงไปดินจะทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าredox potential(Eh)ของดินลดลงจะไปมีผลทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดการ reduceเหล็ก และแมงกานีสไฮดรอกไซด์ในดิน ทำให้ปลดปล่อยไฮดรอกซิลไอออน นอกจากนี้อินทรียวัตถุสลายตัวจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น oxalate, malate, citrate และ tartrate จะทำให้เกิดปฏิกิริยา Ligand exchange กับ OH^- ที่พื้นผิวของอลูมินัมหรือเหล็กออกไซด์ หรือที่พื้นผิวของโครงสร้างแร่ดินเหนียว ซึ่งจะมีผลทำให้มีการปลดปล่อยไฮดรอกซิลอิออน (OH^-) ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น (Parfilt et al.1977 a,b)

- **ค่าการนำไฟฟ้าหรือค่าความเค็มของดิน** (EC) พบว่าการปลูกข้าวโดยวิธีต่างๆ และการหว่านอัตราถั่วเขียวอัตราต่างๆเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และ ปัจจัยในแต่ละปัจจัยพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของค่า pH และอินทรีย์วัตถุ (OM) ดังแสดงในตารางที่ 18

- **ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน** หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของอัตราถั่วเขียวที่หว่านเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด และแปลงควบคุมไม่มีการปลูกอะไรจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าดินในแปลงที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านหรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม ที่ไม่ได้รับการหว่านเมล็ดถั่วเขียว

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละวิธีการปลูกข้าวที่แตกต่างกัน พบว่าการปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่านหรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุที่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 18 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	pH^{NS} 1:2.5	EC(mS/cm)^{NS} 1:5	OM^{NS} %	P^{NS} ppm	K^{NS} ppm	Ca^{NS} ppm	Mg^{NS} ppm
แบบหว่าน	0	5.18	0.012	0.727	5.00	36.3	415	78.7
	12	5.30	0.018	0.943	5.52	52.7	449	83.7
	24	5.27	0.017	1.023	5.29	49.0	487	91.7
แบบหยอด	0	5.15	0.013	0.907	5.29	49.3	427	86.7
เป็นแถว	12	5.38	0.015	1.043	5.48	50.7	564	96.3
	24	5.57	0.017	0.900	6.29	59.3	668	93.7
แบบหยอด	0	5.10	0.012	0.853	4.93	37.3	447	80.3
เป็นหลุม	12	5.30	0.015	1.187	6.10	53.0	574	86.3
	24	5.52	0.017	1.087	5.98	48.3	648	92.0
แปลงควบคุม(control)		5.10	0.011	0.708	4.19	52.0	447	83.0
CV.		2.06 %	9.03%	9.39%	7.24%	17.02%	9.06%	8.49 %

NS -ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- **ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** พบว่าดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะมีความแตกต่างกันน้อยมาก โดยจะมีอยู่ในช่วง 4.93- 6.29 ppm โดยดินที่ได้รับอัตราถั่วเขียวสูง (24 กก./ไร่) จะให้ค่าสูงสุด นั่นแสดงถึงว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ในดินหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของถั่วเขียวที่ใส่เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ขณะที่ดินในแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร) จะมีค่าต่ำ 4.05 ppm แต่ก็ถือว่ามีปริมาณที่ไม่แตกต่างจากการปลูกข้าว และมีฟางข้าวคลุม หรือมีปุ๋ยพืชสดจากการหว่านเมล็ดถั่วเขียว ดังแสดงในตารางที่ 18

- **ปริมาณโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์** จะให้ผลเด่นชัดกว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประดยชน์ โดยปริมาณโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตจะอยู่ในช่วง 36 - 59 ppm โดยปริมาณโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มเพิ่มตามปริมาณอัตราถั่วเขียวที่ใส่เป็นปุ๋ยพืชสด ขณะที่วิธีการปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่าน หรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม จะให้ค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ดินแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร และก็ไม่ใส่อะไร) จะมีปริมาณโปแตสเซียมอยู่ค่อนข้างสูง คือ 42 ppm แต่เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ปลูกข้าวและคลุมฟาง แต่ไม่ใส่อัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด จะมีธาตุโปแตสเซียมอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน

- **ปริมาณธาตุแคลเซียมในดิน** พบว่าวิธีการปลูกข้าวและการใส่อัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน แต่มีแนวโน้มว่าการใส่อัตราถั่วเขียวที่สูงขึ้น จะทำให้ดินมีปริมาณธาตุแคลเซียมสูงขึ้นตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม จะมีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง โดยมีค่าใกล้เคียงกับแปลงที่ปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีใดๆก็ตาม และคลุมฟางข้าวแต่ไม่ได้รับอัตราถั่วเขียว

- **ปริมาณธาตุแมกนีเซียมในดิน** จะให้ผลในทำนองเดียวกับธาตุแคลเซียม โดยดินที่ปลูกข้าวไม่ว่าจะปลูกโดยวิธีหว่าน หรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม และมีการใส่อัตราถั่วเขียวที่สูงขึ้น จะทำให้ดินมีแนวโน้มของธาตุแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบ

กับดินในแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไรและไม่ใส่อะไร) จะมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง Hesse.(1984)พบว่าการใส่อินทรียวัตถุในดินนานอกจากจะทำให้ pHของดินสูงขึ้นและช่วยลดความเป็นพิษ ของเหล็กและอลูมินั่มในดินที่เป็นกรดแล้วอินทรียวัตถุในดินยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดิน

2.13 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในระบบเกษตรธรรมชาติ

- **ความหนาแน่นรวมของดิน** โดยทั่วไปจะมีค่าสูงอยู่ระหว่าง 1.416-1.809 กรัม/ซม.^{3} อย่างไรก็ตามวิธีการปลูกข้าวและการหว่านอัตราถั่วเขียวไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันกับความหนาแน่นรวมของดินหลังจากเก็บเกี่ยว เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัยก็ไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดินที่ทำให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปรียบเทียบดินในแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง มงคล.(2535) พบว่า ความหนาแน่นรวมและความพรุนรวมของดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวข้าว โดยวิธีเกษตรธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี แตกต่างกันไม่มากนัก โดยในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวจะมีค่าความหนาแน่นรวม และความพรุนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.573 gm/cm^{3}และ40.66% ส่วนในดินก่อนปลูกจะมีค่าเท่ากับ 1.535 gm/cm^3 และ 42.41% โดยลำดับ

- **สัมประสิทธิ์การซาบซึมน้ำของดิน** โดยวัดขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ พบว่าการปลูกข้าวโดยวิธีต่างๆ หรือการใส่อัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การซาบซึมน้ำ เป็นที่น่าสังเกตว่าในแปลงปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่าน หรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม และไม่มีการหว่านอัตราถั่วเขียว จะมีค่าความหนาแน่นรวมเช่นเดียวกับแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร) ทั้งนี้แสดงว่าความหนาแน่นรวมของดินมีการเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก จากงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น Lal.(1976) พบว่า การปลูกข้าวโพดติดต่อกันเป็นเวลา 5 ปี ในแปลงที่ไม่ ไถพรวนจะมีค่าการซาบซึมน้ำ ต่ำกว่าแปลงที่ไถพรวน และ Hillel. (1980) กล่าวว่า การไถพรวนโดยการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ อาจมีผลเสียก่อการ ทำลายโครงสร้างดินและก่อให้เกิดดินดานใต้ชั้น

ไถพรวนแต่ขณะเดียวกันอาจช่วยใน การเก็บกักน้ำในดินเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน และ Lindstrom et al.(1981) กล่าวว่าการใช้วิธีเพาะปลูกโดยไม่ไถพรวนสามารถลดอัตราการซึม น้ำผ่านดิน โดยเพิ่มการไหลบ่าของหน้าดินได้

- **การประเมินค่าความคงทนของเม็ดดิน** โดยวัดค่าภาวะการเกาะกันเป็นเม็ดดินของอนุภาคปฐมภูมิของดิน (state of aggregation) ซึ่งหมายถึงน้ำหนักของเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.25 มม. และทนทานต่อแรงปะทะของน้ำ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักตัวอย่างดินทั้งหมด จากการเก็บดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว ดังแดงในตารางที่ 19 พบว่าการปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่าน หรือวิธีหยอดเป็นแถว หรือวิธีหยอดเป็นหลุม และมีการใส่อัตราถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด มีแนวโน้มทำให้ค่าความคงทนของเม็ดดิน (stage aggregation) มีค่าสูงเมื่อเทียบกับดินที่ไม่ได้ใส่อัตราถั่วเขียว ขณะที่ดินในแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร) จะมีค่าต่ำเมื่อเทียบตำรับ (treatment) อื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในเม็ดที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มม. มีปริมาณของรากพืชอยู่น้อยกว่า ดังแสดงในตารางที่ 21 จึงเป็นผลทำให้การจัดตัวของเม็ดดินมีน้อยกว่า ทำให้ความคงทนของเม็ดดินต่ำตามไปด้วย

- **การประเมินค่าการกระจายของเม็ดดินขนาดต่างๆ** ในดินโดยวิธี MWD (Mean Weight Diameter) ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ความสำคัญของแต่ละกลุ่มขนาดของเม็ดดินเท่ากันหมด เพื่อเป็นการหาค่าตัวแทนของการกระจายของเม็ดดินขนาดต่างๆ ดังนั้นถ้าค่า MWD มีค่าสูงแสดงว่าเม็ดดินจะมีการกระจายอยู่ในขนาดที่ใหญ่ ซึ่งมีความทนทานต่อแรงละลายของน้ำเป็นจำนวนมากแต่ในทางตรงกันข้ามกันถ้าค่า MWD มีค่าต่ำ แสดงว่าเม็ดดินจะมีการกระจายอยู่ในขนาดที่เล็กเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในการแช่ย่าในน้ำเป็นเวลา 25 นาที พบว่าโดยเฉลี่ยค่า MWD จะมีค่าต่ำกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ 19 นั่นแสดงว่าการกระจายตัวของเม็ดดิน ที่มีขนาดเล็กที่ทนทานต่อแรงปะทะของน้ำจะมีปริมาณที่มากกว่าในส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ดังแสดงในตารางที่20 อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวที่มีการคลุมฟางและหว่านเมล็ดถั่วเขียว จะช่วยทำให้ค่าการกระจายของเม็ดดินขนาดต่างๆในดินนั้นสูงกว่าแปลงควบคุม (ไม่ปลูกอะไร) แม้ว่าจะแตกต่างกันไม่มากนัก และมีค่าต่ำกว่า 1 ก็ตาม

ตารางที่ 19 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวในระบบเกษตรธรรมชาติ

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	ความหนาแน่นรวม gm/cm^3	สปส.การซาบซึมน้ำ (x 10^{-4})cm/sec	State Aggregation(%)	Mean Weight Diameter
แบบหว่าน	0	1.493	4.24	18.58	0.408
	12	1.472	4.81	19.13	0.449
	24	1.454	6.19	27.17	0.755
แบบหยอด	0	1.453	4.81	18.348	0.356
เป็นแถว	12	1.500	4.79	25.372	0.747
	24	1.509	5.35	21.290	0.369
แบบหยอด	0	1.445	4.34	19.632	0.498
เป็นหลุม	12	1.416	6.62	26.40	0.771
	24	1.472	5.45	36.94	1.529
แปลงควบคุม(control)		1.523	4.47	7.416	4.390

- **ความแน่นแข็งของดิน** (hardness) หลังจากเก็บเกี่ยวกับผลผลิตข้าว จากการวัดค่า hardness ที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรดังแสดงในตารางที่ 21 พบว่าโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในระดับที่สูง คือ อยู่ในช่วง 21 - 24 มม. โดยการปลูกข้าวแบบหว่านมีแนวโน้มทำให้ความแน่นของดินมีค่าต่ำกว่าการปลูกแบบหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม ขณะที่อัตราการหว่านถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดไม่มีผลแตกต่างกันต่อค่าความแน่นแข็งของดิน ทั้งนี้จะมีความสัมพันธ์ในทางผกผันกับปริมาณความชื้นในดิน ดังแสดงในตารางที่ 21

- **ความชื้นในดิน** หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราถั่วเขียวที่ใช้เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่ว่าจะปลูกข้าวโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม เมื่อพิจารณาในปัจจุบันเกี่ยวกับวิธีการปลูกแล้ว จะเห็นได้ว่าการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านจะทำให้ดินมีความชื้นสูงกว่าการปลูกข้าวโดยวิธีหยอดเป็นแถวหรือวิธีหยอดเป็นหลุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

- **น้ำหนักแห้งของรากในเม็ดดิน**

จากการชั่งหาน้ำหนักรากในเม็ดดินที่ได้จากการหาความคงทนต่อแรงเขย่าของน้ำ ซึ่งได้ผลแสดงในตารางที่ 21 จะเห็นได้ว่าการปลูกข้าวและมีการหว่านเมล็ดถั่วเขียวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดมรแนวโน้มทำให้มีปริมาณของรากพืชในเม็ดสูงตามไปด้วยขณะที่ดินในแปลงควบคุมจะมีปริมาณรากจำนวนน้อยกว่า

ตารางที่ 20 แสดงการกระจายตัวของอนุภาคของเม็ดดินขนาดต่างๆหลังเก็บเกี่ยวข้าว ในระบบเกษตรธรรมชาติ (%)

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	diameter of agregation (mm)				
	< 0.25	0.25-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-8.0
แบบหว่าน	78.37	6.676	3.716	2.232	9.004
แบบหยอดเป็นแถว	78.33	6.600	4.148	3.148	7.772
แบบหยอดเป็นหลุม	72.34	5.936	2.928	1.432	17.360
แปลงควบคุม	92.15	1.108	2.236	1.848	2.652

ตารางที่ 21 แสดงค่า hardness , ความชื้นในดิน และ นน.รากในเม็ดดิน

การปลูกข้าว วิธีต่างๆ	อัตราถั่ว กก./ไร่	hardness mm.	ความชื้นในดิน % w/w	นน.รากในเม็ดดิน %
แบบหว่าน	0	3.83	21.3	7.512
	12	5.95	21.7	8.004
	24	6.08	21.3	8.476
แบบหยอด	0	3.49	22.0	7.488
เป็นแถว	12	4.41	23.0	7.920
	24	3.80	22.7	8.036
แบบหยอด	0	2.51	23.7	7.448
เป็นหลุม	12	2.49	23.0	8.168
	24	5.06	23.0	7.560
แปลงควบคุม(control)		3.55	22.0	4.324

3. การศึกษาการย่อยสลายของถั่วเขียวในระบบเกษตรธรรมชาติ

3.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนประกอบของถั่วเขียว

- ธาตุไนโตรเจนทั้งหมด

ธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในส่วนของใบจะมีค่าเท่ากับ 2.129% ขณะที่ใบส่วนของต้นและรากจะมีค่าเท่ากับ 0.958% นั่นจะแสดงให้เห็นว่าในส่วนของใบนั้นจะมีค่ามาก กว่าถึง 1.221% หรือ 2.22 เท่า

- ธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด

ธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในส่วนของใบจะมีค่าเท่ากับ 0.126% ขณะที่ในส่วนของต้นและรากจะมีค่าเท่ากับ 0.091% ซึ่งในส่วนของใบนั้นจะมีมากกว่าประมาณ 0.035% หรือ 1.38 เท่า

- ธาตุโปแตสเซียมทั้งหมด

ธาตุโปแตสเซียมทั้งหมดในส่วนของใบ หรือของต้นและราก จะมีปริมาณอยู่ใกล้เคียงกัน คือ 2.015 และ 2.152% ตามลำดับ นั่นแสดงให้เห็นว่าธาตุอาหารในส่วนของใบจะมีธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัสมากกว่าในส่วนของลำต้นและรากถึง 2.27 และ 1.38 เท่าตามลำดับ ขณะที่ในใบถั่วและลำต้นหรือรากจะมีปริมาณโปแตสเซียมใน ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

- อัตราส่วน C / N

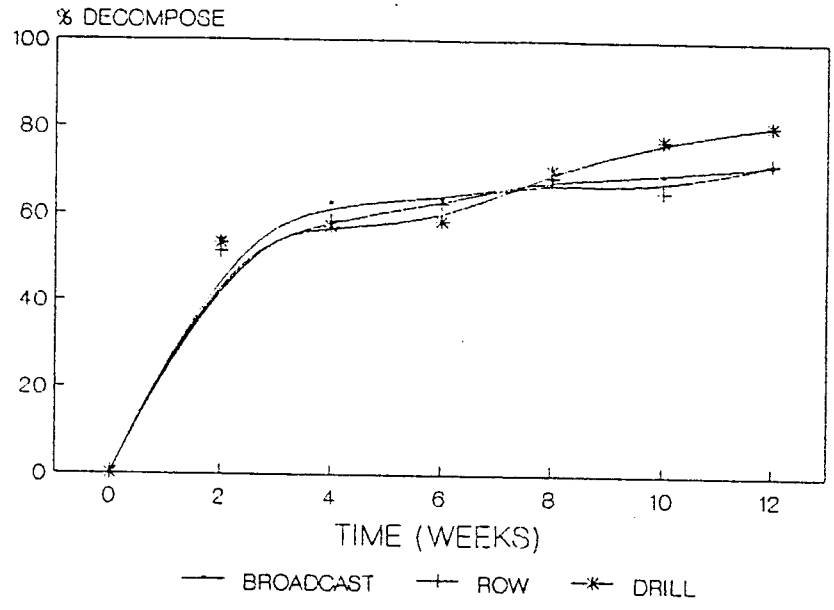
อัตราส่วน C / N ในส่วนของใบมีค่าเท่ากับ 16.36 ขณะที่ในส่วนของต้นและราก จะมีค่าเท่ากับ 37.41 ซึ่งในส่วนของต้นและรากจะมีมากกว่าถึง 2 เท่า ทั้งนี้จะแปรผันตามเปอร์ของธาตุไนโตรเจนเป็นหลัก ขณะที่เปอร์เซนต์คาร์บอนในส่วนของถั่วเขียวทั้งสองมีปริมาณใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แสดงองค์ประกอบของธาตุอาหารในส่วนของถั่วเขียว

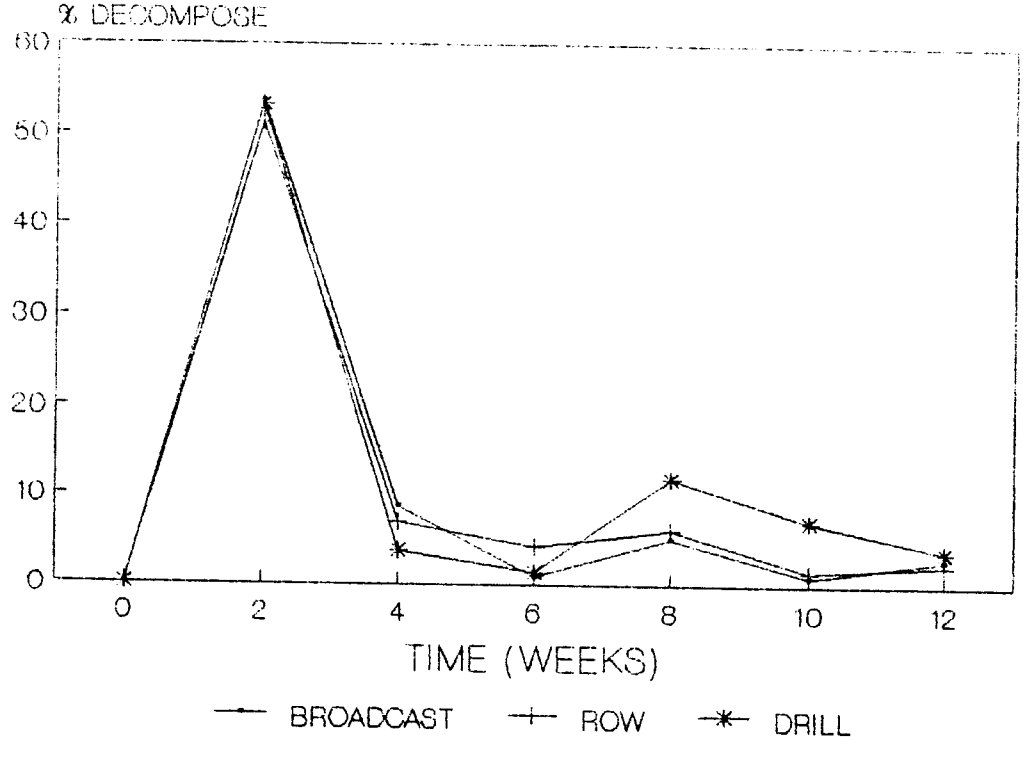
ส่วนประกอบของถั่วเขียว	ไนโตรเจน %	ฟอสฟอรัส %	โปแตสเซียม %	คาร์บอน %	C / N
ใบ	2.179	0.126	2.015	35.65	16.36
ต้นและราก	0.958	0.091	2.152	35.84	37.41

3.2 การย่อยสลายของใบถั่วเขียวในระบบเกษตรธรรมชาติ

- **การย่อยสลายรวม** การย่อยสลายทั้งหมดของใบถั่วเขียวในช่วงเวลาที่ต่างๆกัน ดังแสดงในภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์โดยเฉลี่ยจะมีค่าถึง 75 % ซึ่งการย่อยสลายของใบถั่วเขียวที่วางอยู่ในแปลงข้าวที่ปลูกโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุมมีลักษณะใกล้เคียงกัน จากตัวเลขการย่อยสลายในที่นี้ค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบถั่วเขียวที่ใช้ทดลองเป็นจำนวนน้อยเพียง 4 กรัมต่อถุง และเมื่อมีการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์หรือโดยน้ำ จะเก็บเฉพาะส่วนของใบถั่วที่สามารถเก็บได้เท่านั้นมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง ขณะที่ส่วนที่เล็กมากไม่สามารถเก็บได้ หรือมีดินติดมาก จะไม่นำมารวมด้วย เพราะหลีกเลี่ยงการติดมาของดิน ดังนั้นอาจเป็นผลทำให้เปอร์เซ็นต์ การย่อยสลายสูงขึ้นได้ ซึ่งอาจจะผิดปกติไปกว่าที่จะเป็นจริงได้



ภาพที่ 10 แสดงการย่อยสลายรวมของใบถั่วเขียว

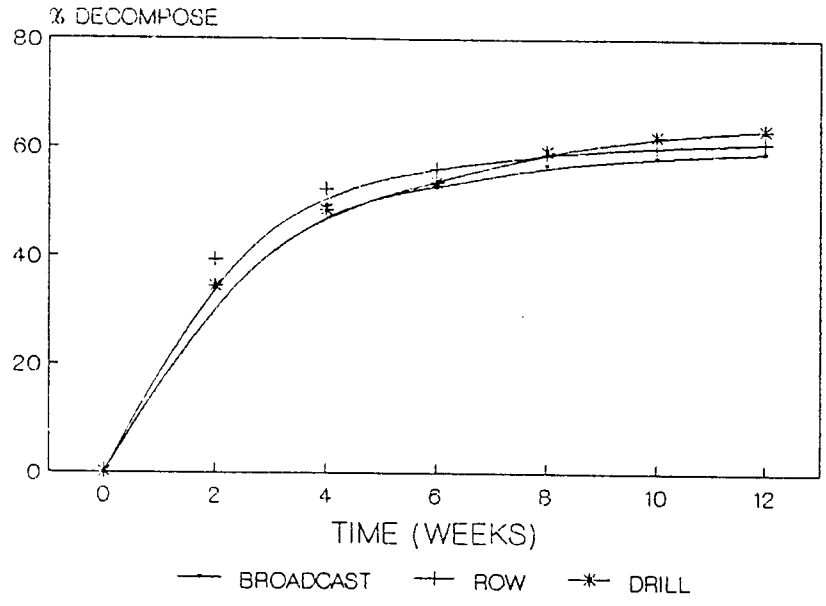


ภาพที่ 11 แสดงการย่อยสลายของใบถั่วเขียวที่เวลาต่างๆ

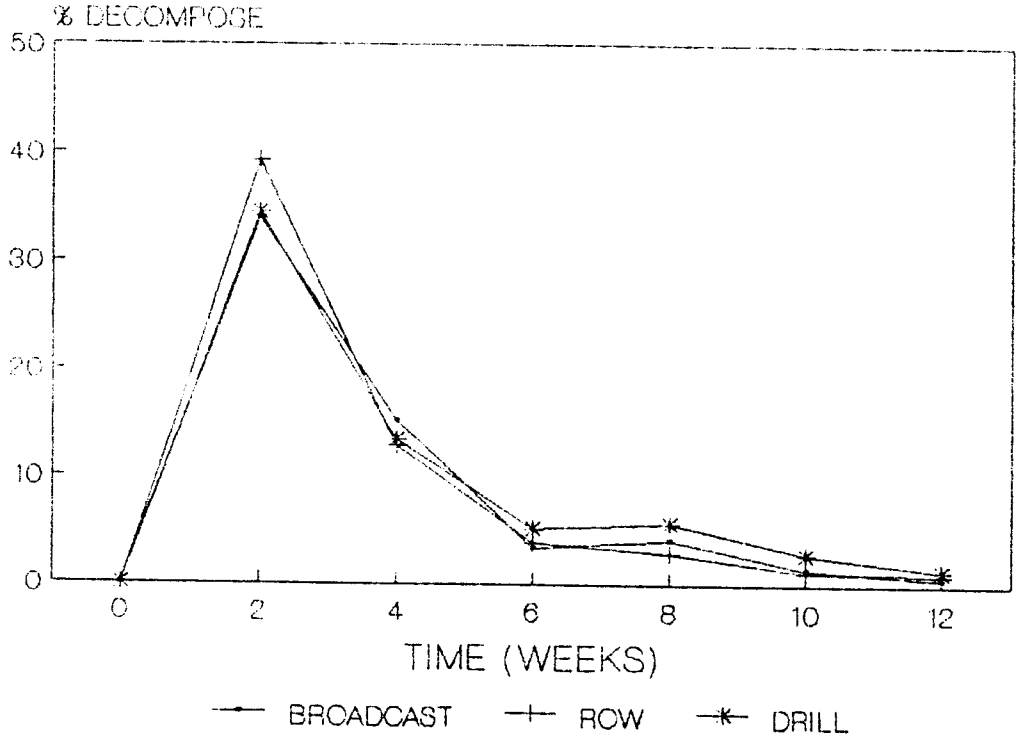
- **การย่อยสลายในช่วงเวลาต่างๆ** การย่อยสลายของใบถั่วเขียวในช่วงแรก คือ 2 สัปดาห์ จะมีมากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 52% ขณะที่เวลานานขึ้นเป็น 4-12 สัปดาห์ จะมีการย่อยสลายน้อยมากดังแสดงในภาพที่ 11 การย่อยสลายของใบถั่วเขียวที่วางไว้ในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุมจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน นั่นคือมีการย่อยสลายไปในทางแนวเดียวกัน การย่อยสลายของใบถั่วเขียวในระยะเวลาแรกจะเกิดขึ้นค่อนข้างสูงมาก ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าในช่วงแรกๆส่วนของใบพืชที่มีขนาดเล็กหรือแตกเป็นชิ้นเล็กๆ จะสามารถหลุดออกไปได้ง่ายเมื่อถูกน้ำพัดพา จึงเหลือแต่ชิ้นส่วนใหญ่ๆ ขณะเดียวกันชิ้นส่วนเล็กๆก็จะถูกพวกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายได้ง่าย จึงทำให้ชิ้นส่วนเล็กๆหมดไป เหลือแต่ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ จึงเป็นผลทำให้อัตราการย่อยสลายในช่วงแรกๆสูงตามไปด้วย ทั้งนี้จะคล้ายกับการทดลองของ มงคล. (2535) และนิลประไพ และคณะ. (2526) ที่พบว่าการย่อยสลายของฟางข้าวในดินนาน้ำขังในช่วง 20 วันแรก จะมีการย่อยสลายตัวได้รวดเร็วมาก จากนั้นจะค่อยๆลดลง

3.3 การย่อยสลายของต้นและรากถั่วเขียวในระบบเกษตรธรรมชาติ

- **การย่อยสลายรวมของต้นและรากถั่วเขียว** เมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์ โดยเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 61% เมื่อเทียบกับใบถั่วเขียวจะมีค่าต่ำกว่าประมาณ 14 % ทั้งนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบของต้นและรากกับใบถั่วเขียวมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงวิธีการปลูกข้าวต่างๆ จะมีผลทำให้การย่อยสลายของต้นและรากถั่วเขียวมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในภาพที่ 12 ทั้งนี้ Wada (1978) พบว่า อัตราการสูญเสียน้ำหนักของใบไม้หรือการย่อยสลายของใบไม้ จะขึ้นกับระยะเวลาของการย่อยสลาย และขึ้นอยู่กับลักษณะของใบ ใบ ปริมาณแทนนินและลิกนินด้วย นั่นแสดงให้เห็นได้ว่าลักษณะโครงสร้างของส่วนของพืช ไม่ว่าจะเป็นใบหรือต้นและราก ก็เป็นสิ่งสำคัญต่อความเร็วหรืออัตราการย่อยสลายของพืชด้วย



ภาพที่ 12 แสดงการย่อยสลายรวมของต้นและรากถั่วเขียว



ภาพที่ 13 แสดงการย่อยสลายของต้นและรากถั่วเขียวที่เวลาต่างๆ

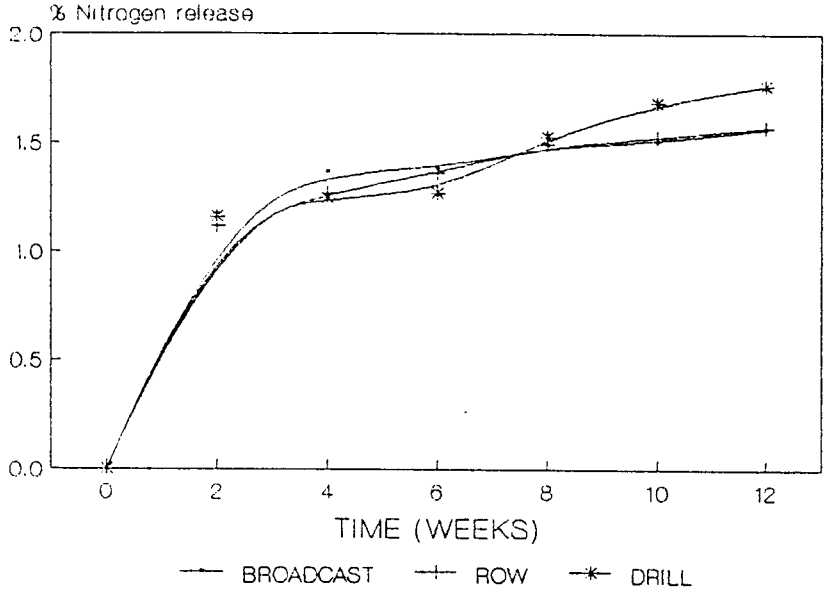
- **การย่อยสลายในช่วงเวลาต่างๆ** การย่อยสลายของต้นและรากถั่วเขียวเมื่อเวลาผ่านไปเพียง 2 สัปดาห์ จะมีค่าสูงสุดในเวลาทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยเฉลี่ยมีค่าถึง 36% และเมื่อเปรียบเทียบกับการย่อยสลายของใบถั่วเขียวจะมีค่าต่ำกว่าประมาณ 10% ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าการย่อยสลายของถั่วเขียวเมื่อตายลงในระบบเกษตรธรรมชาติ ส่วนใบจะมีการย่อยสลายก่อนเป็นจำนวนมาก ขณะที่ส่วนต้นหรือรากจะมีการย่อยสลายได้มากพอสมควร โดยเฉพาะในช่วงแรกๆของการย่อยสลาย อย่างไรก็ตามการย่อยสลายของต้นและรากถั่วเขียวในวิธีการปลูกข้าวต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบหว่าน หรือหยอดเป็นแถว หรือหยอดเป็นหลุม จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในภาพที่ 13

3.4 การปลดปล่อยธาตุอาหารสู่สิ่งแวดล้อมในระบบเกษตรธรรมชาติ

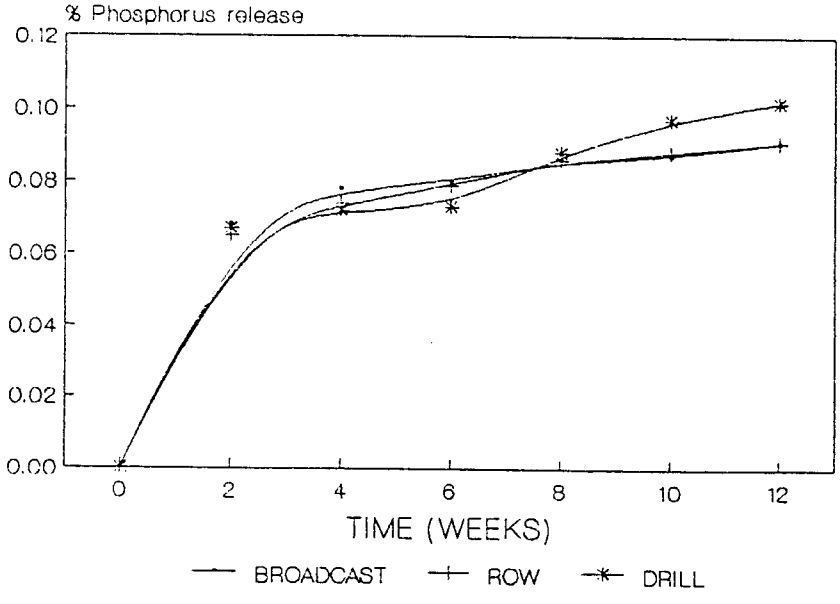
3.4.1 การปลดปล่อยธาตุอาหารของใบถั่วเขียว

- **การปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของใบถั่วเขียวในช่วงเวลาต่างๆ** ซึ่งคำนวณจากอัตราการย่อยสลายรวมของใบถั่วเขียวกับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบ จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกสู่สภาพสิ่งแวดล้อมในระยะสัปดาห์แรกๆมากที่สุด ทั้งนี้ธาตุไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยออกมาอาจถูกน้ำพัดพาไป หรือบางส่วนถูกจุลินทรีย์ดินและต้นข้าวนำไปใช้ หรือบางส่วนถูกดินดูดยึดไว้ หรือบางส่วนอาจสูญเสียไปจากระบบ เช่น กลายเป็นไอหรือถูกชะล้างออกไปนอกระบบปลูกพืชได้ ซึ่งโดยรวมแล้วเมื่อครบ 12 สัปดาห์ ใบถั่วเขียวจะมีการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนทั้งหมดออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมถึง 1.63%

จากการรายงานของ Williams และ Gray (1974) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในเศษพืชจะมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายมาก โดยเฉพาะช่วงแรกๆของการย่อยสลาย แต่ในระยะหลังเมื่อเวลาผ่านไปการย่อยสลายจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก



ภาพที่ 14 แสดงการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของใบถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ



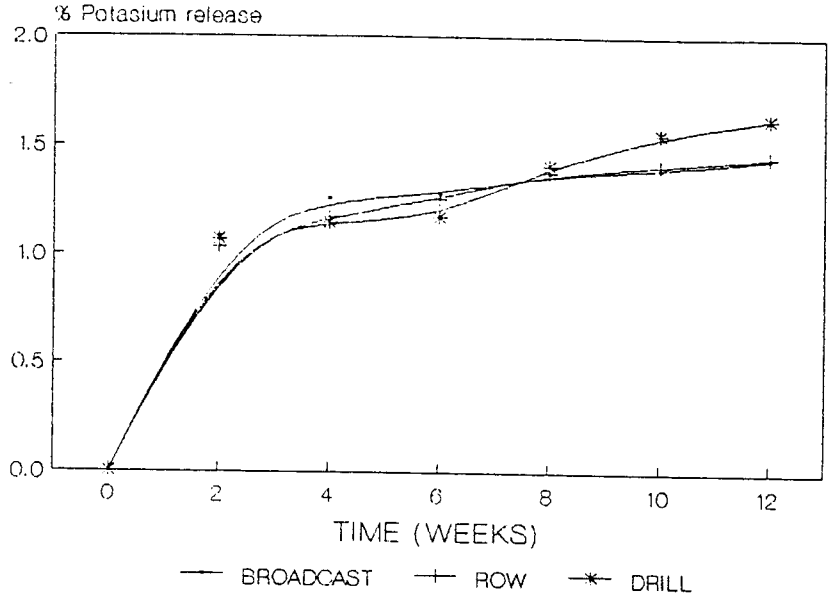
ภาพที่ 15 แสดงการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดของใบถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

- **การปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดของใบถั่วเขียว** ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่าน หรือหยอดเป็นแถว หรือหยอดเป็นหลุม จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในภาพที่ 15 โดยในช่วงแรกของการย่อยสลายจะมีการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสมากที่สุด ขณะที่เวลานานขึ้นจะมีการย่อยสลายเพิ่มขึ้น แต่มีอัตราที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนหรือโปแตสเซียมแล้ว จะเห็นได้ว่าการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมจะมีอยู่น้อยที่สุด

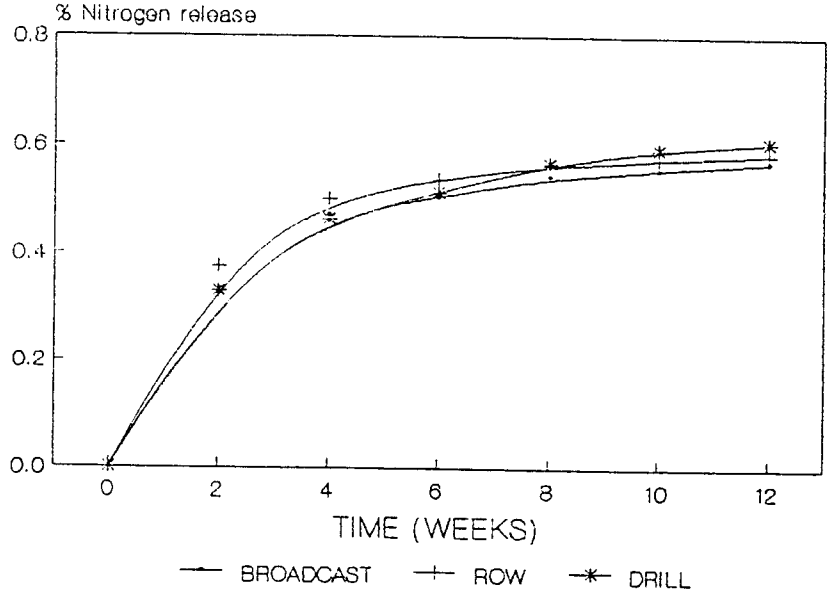
- **การปลดปล่อยธาตุโปแตสเซียมของใบถั่วเขียว** เมื่อเทียบกับธาตุไนโตรเจนแล้ว พบว่าจะมีค่าต่ำกว่า แต่มีค่าสูงกว่าการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัส ทั้งนี้การปลดปล่อยธาตุโปแตสเซียมของใบถั่วเขียวในนาข้าวที่มีการปลูกข้าวโดยวิธีต่างๆ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เมื่อครบ 12 สัปดาห์จะมีการปล่อยธาตุโปแตสเซียมทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.45-1.62% โดยในช่วงแรก คือ 2 สัปดาห์จะมีการปลดปล่อยธาตุโปแตสเซียมออกมามากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 16

3.4.2 การปลดปล่อยธาตุอาหารของต้นและรากถั่วเขียว

- **การปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนทั้งหมด** จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่าการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของต้นและรากถั่วเขียวที่อยู่ในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ จะมีลักษณะคล้ายกัน โดยเมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์จะมีการปลดปล่อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.6% เมื่อเปรียบเทียบกับการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของใบจะมีค่าต่ำกว่า 2.7 เท่า ส่วนลักษณะของอัตราของการปลดปล่อยจะมีลักษณะคล้ายกัน คือ ในช่วงแรกๆจะมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าในระยะเวลาที่นานขึ้น



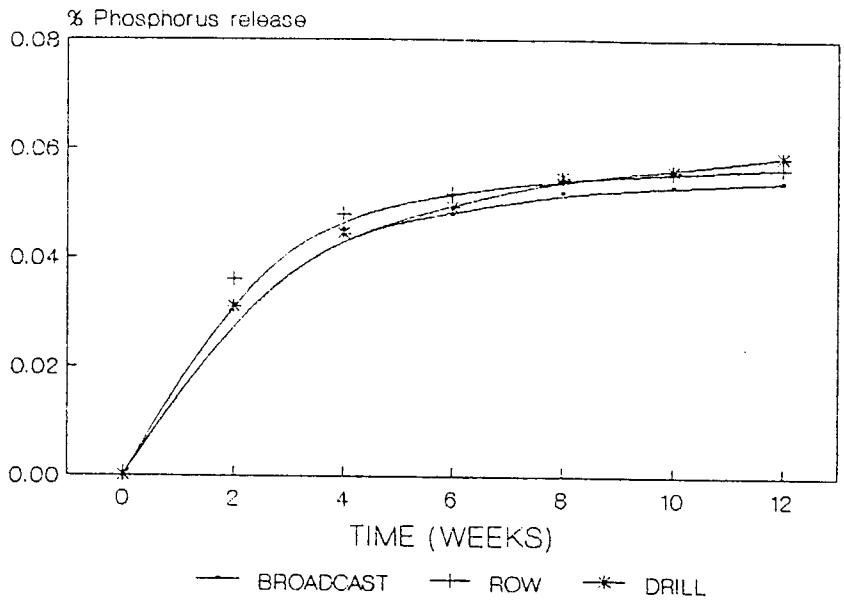
ภาพที่ 16 แสดงการปลดปล่อยธาตุโปแตสเซียมทั้งหมดของใบถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ



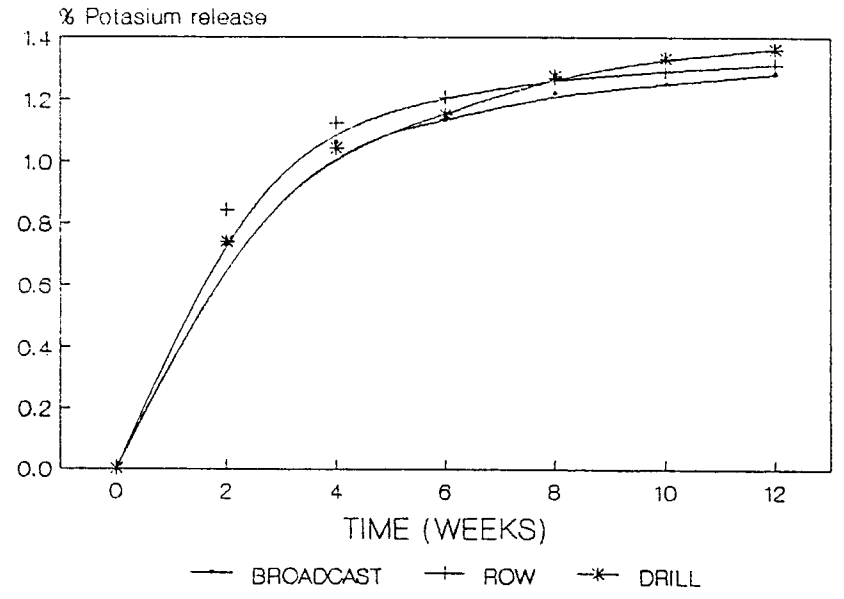
ภาพที่ 17 แสดงการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของต้นและรากถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

- **การปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดของต้นและรากถั่วเขียว** เมื่อเทียบกับการย่อยสลายของใบแล้วจะมีอัตราต่ำกว่า โดยเฉลี่ยเมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์จะมีการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสเพียง 0.056% เมื่อเทียบกับการปลดปล่อยของใบจะมีค่าเท่ากับ 0.094% อย่างไรก็ตามการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสของต้นและรากจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยในช่วงแรกๆจะมีอัตราการปลดปล่อยสูงกว่าในช่วงเวลาผ่านไปนานๆ ดังแสดงในภาพที่ 18

- **การปลดปล่อยโปแตสเซียมทั้งหมดของต้นและรากถั่วเขียว** จะมีค่าน้อยกว่าของใบ ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยสลายของใบจะมีมากกว่า ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุโปแตสเซียมในใบหรือในต้นและรากจะมีอยู่ใกล้เคียงกันก็ตาม นั่นแสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายส่วนของพืชที่สูงขึ้น ย่อมมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมได้มาก แต่ ถ้ามีความเข้มข้นในส่วนของพืชสูงด้วย ย่อมทำให้ปลดปล่อยธาตุอาหารยิ่งมากขึ้นไปด้วย นั้นแสดงให้เห็นว่าธาตุโปแคสเซียมถูกชล้างได้ง่ายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส นอกจากนี้อาจเนื่องจากโปแตสเซียมไม่ได้เป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นจึงมีการสูญเสียได้รวดเร็วจากขบวนการชะล้าง (leaching) โดยน้ำฝนชะล้างหรือเมื่อถูกน้ำขัง



ภาพที่ 18 แสดงการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดของต้นและรากถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ



ภาพที่ 19 แสดงการปลดปล่อยธาตุโปแตสเซียมทั้งหมดของต้นและรากถั่วเขียว ออกสู่ระบบสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ

สรุปผลการวิจัย

เกษตรธรรมชาติ : การศึกษาอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

1. การตรวจสอบสถานภาพของธาตุอาหารในดินก่อนที่จะมีการปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติ

ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตข้าวพันธุ์ กข.6 เมื่อปลูกในดินชุดร้อยเอ็ด โดยไม่มีการให้ธาตุอาหารใดๆ จะเกิดขึ้นช้ามาก โดยมีลักษณะการขาดธาตุไนโตรเจนหรือธาตุฟอสฟอรัส แต่เมื่อระยะเวลาของการเจริญเติบโตนานขึ้น จะมีผลทำให้การเจริญด้านความสูงเพิ่มขึ้นเท่ากับข้าวที่ปลูกโดยใส่ธาตุอาหารครบทุกธาตุ ขณะเดียวกันอาการแสดงการขาดธาตุไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสจะลดลง และเป็นปกติในที่สุด ยกเว้นการแตกกอจะมีน้อยมาก หรือไม่มีการแตกกอเลย เมื่อเทียบกับการใส่ธาตุอาหารอื่นๆ อย่างไรก็ตามสภาวะของธาตุอาหารในดินที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข.6 ในระบบเกษตรธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นส่วนของลำต้น ราก และการแตกกอ สามารถเรียงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปต่ำสุดได้ดังต่อไปนี้

P > N > K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B และ Mo

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงความสมดุลของปริมาณธาตุอาหารในดินต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวแล้ว พบว่าข้าวที่ปลูกในดินชุดร้อยเอ็ดโดยไม่มีการใส่ธาตุอหารใดๆ ข้าวสามารถดูดใช้ธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุหลัก (N, P, K) ได้ดี แต่ต้องใช้ระยะเวลานานกว่าข้าวที่ได้รับธาตุอาหารต่างๆในแต่แรกปลูก นอกจากนี้ในการศึกษาพบว่า ถ้ามีการใส่อาหารอื่นครบ ยกเว้นไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัสหรือธาตุไนโตรเจน จะส่งผลทำให้พืชมีอาการแสดงอาการขาดธาตุดังกล่าวมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อระยะเวลานานขึ้น

2. ผลของอัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าว ต่อการเจริญเติบโตของข้าวและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรธรรมชาติ

การเจริญเติบโตของข้าวในช่วงเดือนแรกจะมีลักษณะของการขาดธาตุไนโตรเจน โดยใบและลำต้นจะมีสีเหลือง และการแตกกอจะเกิดขึ้นน้อยมาก แต่เมื่อระยะเวลาการเจริญเติบโตนานขึ้นอาการดังกล่าวจะหายไป ขณะที่การแตกกอจะเท่าเดิมหรือลดลงเล็กน้อย ไม่ว่าจะเป็นวิธีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุมก็ตาม ทั้งนี้วิธีการปลูกข้าวกับอัตราของถั่วเขียวที่หว่านพร้อมการปลูกข้าวเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นความสูง จำนวนต้นต่อพื้นที่ น้ำหนักแห้งต่อต้น แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านจะให้การเจริญเติบโตมากกว่าวิธีหยอดเป็นแถวหรือเป็นหลุม

ส่วนการเจริญเติบโตของถั่วเขียวในแปลงข้าว พบว่าวิธีการปลูกข้าวไม่มีผลแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนต้นต่อพื้นที่ และน้ำหนักแห้ง ขณะที่การหว่านอัตราถั่วที่ 24 กก./ไร่ จะให้จำนวนประชากรของถั่วมากกว่าการใช้อัตรา 12 กก./ไร่ แต่เมื่อหาในด้านมวลชีวภาพโดยรวมแล้วจะมีปริมาณอยู่ใกล้เคียงกัน

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นข้าวเมื่ออายุ 45 และ 90 วัน ในระบบเกษตรธรรมชาติ พบว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวในช่วงอายุ 45 วัน จะมีมากกว่าในช่วง 90 วัน ขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในระยะ 90 วัน จะมีมากกว่าในช่วงเวลา 45 วัน ซึ่งจะให้ผลทำนองเดียวกัน ไม่ว่าจะปลูกข้าวโดยวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือเป็นหลุม และไม่มีความแตกต่างกันต่อการดูดใช้ธาตุอาหารดังกล่าว

ผลผลิตของข้าว พบว่าวิธีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่าน และหว่านอัตราถั่วเขียว 12 กก./ไร่ จะให้ผลผลิตสูงสุด ขณะที่การปลูกข้าวแบบหยอดเป็นแถวและไม่หว่านถั่วเขียวจะให้ผลผลิตต่ำสุด ทั้งนี้การปลูกข้าวโดยวิธีหว่านจะให้ผลผลิตมากกว่าวิธีหยอดเป็นแถวและเป็นหลุม ขณะที่การใช้อัตราถั่วเขียวเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดนั้น พบว่าการใช้อัตรา 12 กก./ไร่จะให้ผลผลิตข้าวมากกว่าการใช้อัตรา 24 กก./ไร่ และไม่หว่านถั่วเขียว ซึ่งน้ำหนักแห้งของฟางข้าวจะให้ผลในทำนองเดียวกับผลผลิต แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของผลผลิต พบว่าวิธีการปลูกข้าวและการหว่านอัตราถั่วเขียวพร้อมกับการปลูกข้าวไม่มีผลแตกต่างกัน

ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติมีแนวโน้มทำให้เพิ่มปริมาณธาตุอาหารต่างๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เพิ่มมากขึ้น และทำให้คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ เช่น ความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้วิธีการปลูกข้าวไม่ว่าจะเป็นวิธีหว่านหรือหยอดเป็นแถวหรือเป็นหลุม จะให้ผลไม่แตกต่างกัน ขณะที่การหว่านอัตราถั่วเขียวในระดับที่สูงจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ในอัตราถั่วเขียวต่ำ หรือไม่หว่านถั่วเขียว ไม่ว่าจะปลูกข้าวโดยวิธีใดๆก็ตาม

ในด้านคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินหลังจากปลูกข้าวโดยวิธีเกษตรธรรมชาติ พบว่าคุณสมบัติบางอย่าง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เช่น ความหนาแน่นรวม สัมประสิทธิ์การซาบซึมน้ำ ขณะที่คุณสมบัติบางชนิดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางดี เช่น ค่าภาวะการเกาะกันเป็นเม็ดดินของอนุภาคปฐมภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้นนั้น หมายถึงการกระจายของเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ จะมีมากกว่าเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า ซึ่งจะส่งผลทำให้ความแน่นแข็งของดินลดลง ขณะเดียวกันทำให้การเก็บรักษาความชื้นในดินและปริมาณรากพืชในเม็ดดินมีปริมาณมากขึ้น

3. ผลของการย่อยสลายของถั่วเขียวและการปลดปล่อยธาตุอาหารในระบบเกษตรธรรมชาติ

การย่อยสลายของถั่วเขียว พบว่าแต่ละส่วนจะมีความแตกต่างกัน โดยในส่วนของใบ จะมีการย่อยสลายได้ดีกว่าในส่วนของต้นและรากโดยจะมีมากกว่า 1.22 เท่า ทั้งนี้การย่อยสลายในช่วงสองสัปดาห์แรกจะมีอัตราสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 52% และ 36% ในส่วนของใบและส่วนของต้นและรากตามลำดับ เมื่อคำนวณผลรวมของอัตราการย่อยสลายตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์แล้ว พบว่าการย่อยสลายในส่วนของใบจะมีค่าเท่ากับ 75% ขณะที่ในส่วนของต้นและรากจะมีค่าเท่ากับ 61% ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นได้ว่าในส่วนประกอบของพืชทั้งสองส่วนมีความแตกต่างกัน โดยค่า C/N ซึ่งในส่วนของต้นและรากจะมีค่ามากกว่าในส่วนของ

ใบประมาณ 2 เท่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายของส่วนต่างๆของถั่วเขียว และการปลดปล่อยธาตุอาหารออกสู่สภาวะแวดล้อมของการปลูกข้าวในแบบเกษตรธรรมชาติ พบว่าในสภาพการปลูกข้าวแบบหยอดเป็นหลุมมีแนวโน้มทำให้กิจกรรมทั้งสองของถั่วเขียว เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมีมากกว่าวิธีการปลูกข้าวแบบหว่านและหยอดเป็นหลุม

เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆของส่วนของถั่วเขียวสู่สิ่งแวดล้อม ในระบบเกษตรธรรมชาติ พบว่าในส่วนของใบจะมีมากกว่าในส่วนของต้นและราก ทั้งนี้จะแปรผันโดยตรงกับอัตราการย่อยสลายและความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนของถั่วเขียว เพราะในส่วนใบของถั่วเขียวจะมีธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มีมากกว่าในทั้งในส่วนของต้นและราก ขณะที่ส่วนของต้นและรากจะมีธาตุโปแตสเซียมมากกว่า

เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยธาตุอาหารของใบ พบว่าการปลดปล่อยธาตุ N > K > P ขณะที่ในส่วนของต้นและรากจะปลดปล่อยธาตุ K > N > P

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาระบบเกษตรธรรมชาติ : อัตราถั่วเขียวและวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถให้ผลถูกต้องและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. ควรทำการทดลองซ้ำที่เดิมอย่างต่อเนื่องกันไปหลายๆปี เพื่อให้ระบบมีความสมดุลมากกว่าปัจจุบัน และเป็นการทดสอบถึงว่าระบบการปลูกข้าวแบบเกษตรธรรมชาติจะเป็นวิธีที่มีผลต่อถาวรภาพในการเกษตรได้มากน้อยเพียงใด หรือสามารถอยู่ในระบบการปลูกพืชของการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้หรือไม่

2. ควรเพิ่มพื้นที่ในการศึกษาให้มากขึ้น ซึ่งจะได้เป็นตัวแทนที่ดี ทำให้ลดความแปรปรวนของการทดลองได้

3. ระบบเกษตรธรรมชาติเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ ในการประกอบวิชาชีพ โดยเน้นที่การอนุรักษ์ทรัพยากร ไม่ว่าจะดิน น้ำ และสิ่งแวดล้อม และเป็นการผลิตเพื่อใช้เองมากกว่าจะผลิตเพื่อขาย โดยเป็นการลดรายจ่ายมากกว่าเพิ่มรายรับทั้งนี้อาจจะประสบความสำเร็จได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลาในระยะหนึ่ง

บรรณานุกรม
มหาวิทยาลัยขอนแก่น