

การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว : กรณีศึกษานาข้าว
ริมน้ำกว๊านพะเยา



จันทร์จิรา ช่ออั้งชัย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยพะเยาได้
พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง “การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนา
ข้าว: กรณีศึกษานาข้าวริมน้ำกว๊านพะเยา” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตาม
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัย
พะเยา

.....
(ดร.ณภัทร จักรวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ นพรัถ)

คณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง

พฤษภาคม 2555



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้ามีความปรารถนาอย่างจริงใจที่จะขอขอบพระคุณ ดร.ณภัทร จักรวัฒนา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา อาจารย์ที่ปรึกษาในงานวิจัยของข้าพเจ้า ที่ให้คำปรึกษาทุก ๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้อย่างเต็มที่ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.เนติยา กริธาชาติ ที่คอยให้คำปรึกษาขณะปฏิบัติการในห้องทดลอง ขอขอบคุณ คุณอิทธิฤทธิ์ มูลเมือง ที่คอยอำนวยความสะดวกขณะปฏิบัติการในห้องทดลอง

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเกษตรกรตำบลแม่ใส ที่คอยให้ความช่วยเหลือเรื่องข้อมูลของการทำเกษตรกรรมนาข้าว รวมทั้งอนุญาตให้ใช้พื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างต้นข้าวเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส(Phosphorus)

ท้ายที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณนายอนันต์ ช่ออั้งชัย บิดาของข้าพเจ้าและนางทัศนีย์ ช่ออั้งชัย มารดาของข้าพเจ้าที่คอยเป็นแรงสนับสนุน คอยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกษตรกรรมนาข้าว และเป็นแรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน และจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

จันทร์จิรา ช่ออั้งชัย

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว : กรณีศึกษานาข้าว ริมน้ำกว๊านพะเยา
ผู้ศึกษาค้นคว้า	จันทร์จิรา ช่ออั้งชัย
ที่ปรึกษา	ดร.ณภัทร จักรวัฒนา
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยพะเยา, 2555
คำสำคัญ	ฟอสฟอรัส, ธาตุอาหาร, ยูโทรฟิเคชัน, การไหลของสาร

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกว๊านพะเยามีธาตุอาหารจำพวก ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมทางการเกษตร เป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน การเกิดยูโทรฟิเคชัน ซึ่งทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ การไหลของฟอสฟอรัสจากระบบเกษตรกรรมนาข้าว โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis : MFA) เพื่อหาวิธีในการจัดการ เพื่อลดมลพิษลงสู่กว๊านพะเยาวิธีนี้เป็นพื้นฐานของทฤษฎีสมดุลมวลของ สารเข้า(Input) และ สารออก(Output) ของการไหลของระบบย่อยแต่ละอันของฟอสฟอรัส ในระบบเกษตรกรรมนาข้าวริมกว๊านพะเยา (พื้นที่ศึกษา 24 ไร่) โดยมีสารขาเข้าได้แก่ การใส่ปุ๋ยซึ่งมีค่าเท่ากับ 96 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 75% ฟอสฟอรัสจากน้ำที่ทำการปล่อยน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 1.53 กิโลกรัม/รอบการผลิต หรือประมาณ 1% ฟอสฟอรัสจากต้นกล้ามีค่าเท่ากับ 5.93 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 5% ฟอสฟอรัสจากฟางจากการเกษตรรอบก่อนหน้ามีค่าเท่ากับ 23.85 กิโลกรัม/รอบการผลิต หรือ ประมาณ 19% และมีฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบเกษตรกรรมนาข้าวอยู่สองทางคือออกจากระบบโดยเป็นเมล็ดข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 101.74 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 80% และมีฟอสฟอรัสที่ไหลออกจากระบบโดยการระบายน้ำออกจากพื้นที่การเกษตรเท่ากับ 2.20 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 2% โดยฟอสฟอรัสจะถูกระบายออกสู่แม่น้ำโดยการไหลแบบ Drained และ Runoff และยังมีฟอสฟอรัสอีก 23.37 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 18% ยังตกค้างอยู่ในพื้นที่การเกษตร

Title Material Flow Analysis of Phosphorus in Paddy Field System : Paddy Field near Phayao Lake Watershed Case Study.

Author Janjira Chorarngchan

Advisor Dr.Napat Jakrawatana

Academic Paper Independent Study M.Eng Environmental Engineering University of Phayao, 2012

Keywords Phosphorus (P), Nutrient, Eutrophication, Material Flow Analysis (MFA)



ABSTRACT

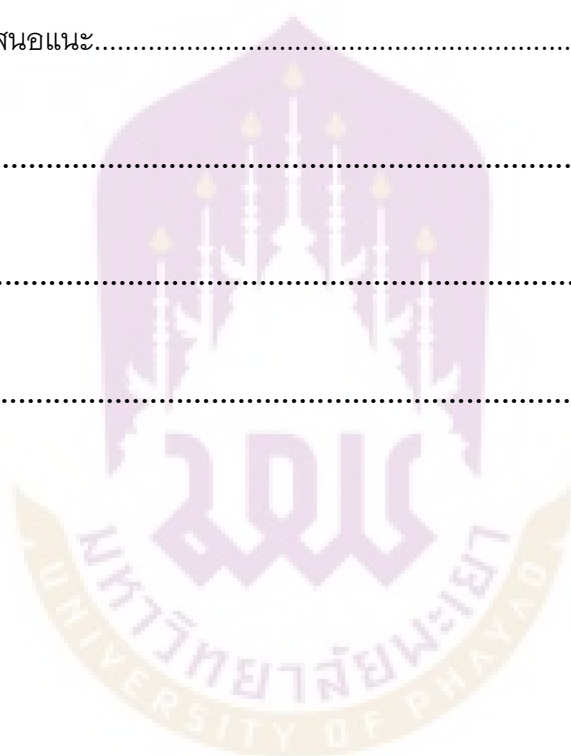
Phayao Lake is receiving large number of Nutrient load especially Phosphorus (P) from agriculture. This contribute to Eutrophication and deteriorate water quality. This research aims to analysis Phosphorus flow in order to reduce Phosphorus load to Phayao Lake by using Material Flow Analysis Method base on mass balance theory. The case study area is 24 rai of paddy field near Phayao Lake. Input are from fertilizer 96 kg./crop or 85% P, from irrigation water 1.53 kg./crop or about 1%, from young rice plant 5.93 kg./crop or 5% P, the last time of straw in paddy field 23.85 kg./crop or 19% P. Output are from rice product 101.74 kg./crop or 80% P and from drained and runoff 2.20 kg./crop or 2% P there was a stock of Phosphorus 23.37 kg./crop or 18% P.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
	ขอบเขตของการวิจัย.....	2
	นิยามศัพท์.....	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
	การผลิตข้าวในพื้นที่จังหวัดพะเยา.....	4
	พื้นที่ปลูกและผลผลิต.....	9
	ฟอสฟอรัส.....	11
	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อฟอสฟอรัส.....	12
	การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัส.....	14
	การวิเคราะห์การไหลของสาร(Material Flow Analysis: MFA).....	15
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
3	วิธีดำเนินการศึกษา	
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	20
	ขอบเขตและพื้นที่วิจัย.....	21
	การเก็บและรวบรวมข้อมูล.....	22
	ข้อมูลทางการเกษตร.....	22
	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง.....	24
	การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในน้ำ.....	26
	การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในดิน, ต้นข้าวและเมล็ดข้าว.....	27
	การเทียบค่ามาตรฐานจากกราฟเพื่อวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส.....	30
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษา	
ผลการศึกษา.....	32
5 บทสรุป	
สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา.....	36
ข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	40
ภาคผนวก.....	43
ประวัติผู้วิจัย.....	50



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงพันธุ์ข้าวในประเทศไทย.....	4
2	แสดงการจำแนกความเหมาะสมของดินนาจังหวัดพะเยา.....	10
3	แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในนาข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า ฟอสฟอรัส.....	24
4	แสดงค่ามาตรฐานค่าฟอสฟอรัสในน้ำ.....	30
5	แสดงค่ามาตรฐานค่าฟอสฟอรัสในดินและต้นข้าว.....	30
6	แสดงค่าเฉลี่ยการเก็บตัวอย่างในนาข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า ฟอสฟอรัส.....	32
7	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว (24ไร่).....	33
8	แสดงการเปรียบเทียบผลของฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตรอื่น ๆ.....	37



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงการเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว.....	7
2 แสดงส่วนประกอบของรวงข้าว.....	7
3 แสดงการสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน.....	8
4 แสดงส่วนประกอบของดอกข้าว.....	8
5 แสดงพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตทางการเกษตร.....	9
6 แสดงความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดพะเยา.....	11
7 ผังอย่างง่ายแสดงการไหลของสาร (หรือวัสดุ ผลิตภัณฑ์) อันเนื่องมาจาก กิจกรรมของมนุษย์.....	16
8 แสดงขอบเขตการวิจัย สารขาเข้าและขาออกจากพื้นที่วิจัย.....	21
9 แสดงพื้นที่ศึกษา 1.....	21
10 แสดงพื้นที่ศึกษา 2.....	22
11 แสดงการไถครั้งแรกเพื่อหมักฟางข้าว.....	23
12 แสดงเครื่องพ่นยากำจัดศัตรูพืช.....	23
13 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ, ดิน, ต้นกล้าและต้นข้าว.....	25
14 แสดงการต้มน้ำตัวอย่างบนฮีตเพลท.....	26
15 แสดงสีน้ำตัวอย่างเมื่อเติมสารละลายผสมแล้วก่อนทำการวัดค่าดูดกลืน แสง 1.....	27
16 แสดงตะแกรงเบอร์ 2.....	28
17 แสดงการไตเจสด้วยกรด.....	29
18 แสดงสีน้ำตัวอย่างเมื่อเติมสารละลายผสมแล้วก่อนทำการวัดค่าดูดกลืน แสง 1.....	29
19 ไตอะแกรมแสดงการไหลของฟอสฟอรัสในระบบเกษตรกรรมนาข้าว (กิโลกรัม/รอบการผลิต).....	34

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟอสฟอรัส(Phosphorus)เป็นองค์ประกอบของธาตุอาหารที่สำคัญในการเพาะปลูกพืช ฟอสฟอรัสถูกใช้เพื่อเป็นธาตุอาหารของพืชในการเกษตรกรรมถึงแม้ว่าจะไม่มากเท่าธาตุ ไนโตรเจนแต่ก็เป็นส่วนสำคัญ ด้วยเหตุนี้เมื่อฟอสเฟตไหลเข้าสู่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น สาหร่ายและ สิ่งมีชีวิตในน้ำและใต้น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีมาก ทำให้อากาศในน้ำน้อยลงและการใช้ออกซิเจน มากขึ้น ปรากฏการณ์นี้รู้จักในชื่อ ยูโทรฟิเคชัน(Eutrophication) ปริมาณของฟอสฟอรัสจาก การเกษตรเป็นฟอสฟอรัสที่เกิดจากแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน กวีานพะเยาในจังหวัดพะเยาเป็น ส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำอิงและการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันค่อนข้างรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องมาจากการทำเกษตรกรรมของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำกวีานพะเยา

เนื่องจากธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรกรรมถูกใช้อย่างไม่เหมาะสมหรือไม่ พอดีกับความต้องการของพืช ทำให้เกิดการตกค้างของธาตุอาหารอยู่ในพื้นที่การเกษตรอย่าง มาก และเมื่อมีการทำเกษตรกรรมครั้งต่อไปเกษตรกรก็ยังคงใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้เกิดธาตุอาหารตกค้างสะสมอยู่ในพื้นที่การเกษตรมากขึ้นเรื่อย ๆ และไม่ถูกนำไป หมุนเวียนใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม ในการศึกษาผู้วิจัยในฐานะผู้ศึกษาด้านวิศวกรรม สิ่งแวดล้อมและเป็นผู้อยู่อาศัยในท้องถิ่น จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการไหลของฟอสฟอรัสใน ระบบนาข้าวในลุ่มน้ำกวีานพะเยาเพื่อทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไหลลงสู่กวีานพะเยา และเป็น แนวทางในการแก้ไขปัญหาการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ที่เกิดขึ้นในกวีาน เพื่อเป็นการ ป้องกันและศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำดังกล่าว โดยทำการทดลอง และวิจัยตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และและได้นำ Material Flow Analysis: MFA มา ประยุกต์ใช้กับกวีานพะเยาเพื่อสามารถอธิบายถึงเส้นทางผ่านเข้า-ออกของฟอสฟอรัสในระบบ เกษตรกรรมนาข้าว สำหรับสร้างโมเดลการไหลของฟอสฟอรัส อันจะสามารถบรรเทาปริมาณ

การใช้ฟอสฟอรัสรวมทั้งทรัพยากรธรรมชาติของกวีานพะเยาให้อุดมสมบูรณ์คู่กับชีวิตของคนพะเยา และดำรงไว้ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรในท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนาข้าวริมน้ำกวีานพะเยา
2. เพื่อศึกษาแนวทางเบื้องต้นในการลดปริมาณฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบนาข้าวริมน้ำกวีานพะเยา

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาในพื้นที่เกษตรกรรมนาข้าวซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 24 ไร่ ณ บ้านแม่ใส ตำบลแม่ใส อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาอยู่ห่างจากกวีานพะเยาประมาณ 500 เมตร ซึ่งมีแม่น้ำแม่ใสไหลผ่านพื้นที่ศึกษาเพื่อลงสู่กวีานพะเยา เริ่มเก็บข้อมูลจากเดือนมิถุนายน พ.ศ.2554 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2554

เก็บข้อมูลของฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตรในรูปของน้ำจากการปล่อยเข้าสู่ระบบนาข้าว การระบายน้ำออกจากระบบนาข้าว เก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างต้นข้าว ชั่งข้าว และเมล็ดข้าว

นิยามศัพท์เฉพาะ

ฟอสฟอรัส (Phosphorus:P) เป็นธาตุอโลหะ เลขอะตอม 15 สัญลักษณ์ P ฟอสฟอรัสอยู่ในกลุ่มไนโตรเจน มีวาเลนซ์ได้มาก ปรากฏในหลายอัลโลโทรป พบทั้งในหินฟอสเฟต และเซลล์สิ่งมีชีวิตทุกเซลล์ (ในสารประกอบในดีเอ็นเอ) เนื่องจากสามารถทำปฏิกิริยาได้สูง จึงไม่ปรากฏในรูปอิสระในธรรมชาติ

สสาร (Substance) คือวัตถุที่มีมวลหรือมวลสาร (mass) และต้องการที่อยู่ซึ่งเราเรียกว่าปริมาตร(volume) สถานะ(state) ที่สสารจะดำรงอยู่ได้มี 3 สถานะคือ ของแข็ง (solid), ของเหลว(liquid), และก๊าซ(gas)

ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) คือการที่แหล่งน้ำสะสมธาตุอาหารที่กระตุ้นให้พืชบางประเภท เช่น สาหร่ายและวัชพืชน้ำเจริญมากกว่าปรกติ ดังนั้นเมื่อพืชเหล่านี้ได้รับธาตุอาหาร

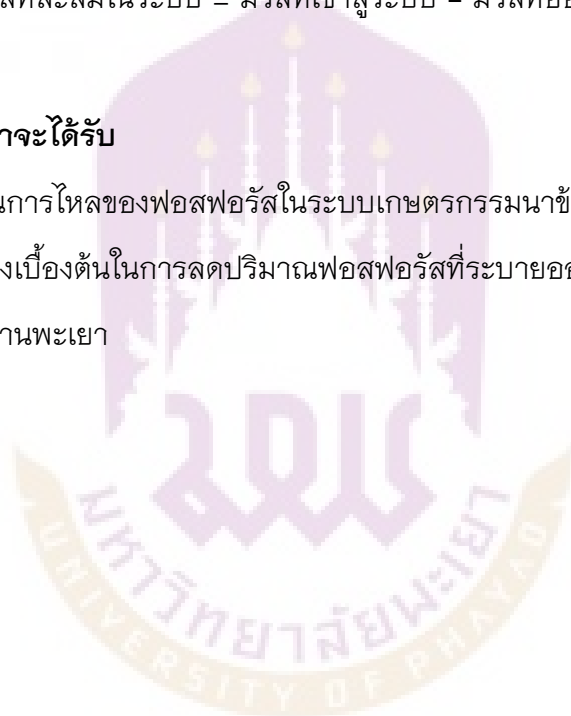
ดังกล่าวก็ทำให้มีพีชปกคลุมทั่วบริเวณหน้าน้ำทำให้น้ำเน่าเสีย ออกซิเจนในน้ำมีน้อย แสงลงไม่ถึงข้างล่าง ทำให้พืชบางชนิดเติบโตไม่ได้ ส่งผลกระทบอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศ

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis: MFA) คือ เทคนิคที่อธิบายถึงเส้นทางผ่านเข้าออกของวัสดุจากจุดเริ่มต้นผ่านขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการผลิตจนถึงขั้นตอนการกำจัด รวมถึงการปลดปล่อยวัสดุนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม หลักในการวิเคราะห์จะใช้หลักของการสมดุลมวล (Mass Balance) ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของกฎการอนุรักษ์มวลว่ามวลไม่สูญหายหรือถูกทำลายไปสมการทั่วไปของหลักสมดุลมวลคือ

$$\text{มวลที่สะสมในระบบ} = \text{มวลที่เข้าสู่ระบบ} - \text{มวลที่ออกจากระบบ}$$

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปริมาณการไหลของฟอสฟอรัสในระบบเกษตรกรรมนาข้าวริมน้ำกว๊านพะเยา
2. ทราบถึงแนวทางเบื้องต้นในการลดปริมาณฟอสฟอรัสที่ระบายออกจากระบบเกษตรกรรมนาข้าวริมน้ำกว๊านพะเยา



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การผลิตข้าวในพื้นที่จังหวัดพะเยา

1. พันธุ์ข้าว

เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ข้าว กข6 ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสงพันธุ์ที่นิยมปลูกในภาคเหนือคิดเป็นร้อยละ 50.85 รองลงมาได้แก่พันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าคุณภาพดี คิดเป็นร้อยละ 22.03 และพันธุ์ กข15 คิดเป็นร้อยละ 20.34 นอกนั้นเป็นข้าวเหนียวอายุเบาได้แก่พันธุ์สันป่าตอง 1 คิดเป็นร้อยละ 5.08 และพันธุ์คอบสเปา คิดเป็นร้อยละ 1.70

1.1 ความสำคัญของพันธุ์ข้าว

จากอดีตถึงปัจจุบัน สำนักวิจัยและพัฒนาข้าวกรมการข้าว ได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรอง พันธุ์แนะนำ และพันธุ์ทั่วไปให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศน์ต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ข้าวญี่ปุ่น และธัญพืชเมืองหนาว จำนวน 116 พันธุ์ ดังนี้

ตาราง 1 ตารางแสดงพันธุ์ข้าวในประเทศไทย

ลำดับที่	พันธุ์ข้าว	จำนวน (พันธุ์)
1	พันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสง	43
2	พันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง	38
3	พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำไวต่อช่วงแสง	5
4	พันธุ์ข้าวน้ำลึกไวต่อช่วงแสง	6
5	พันธุ์ข้าวน้ำลึกไม่ไวต่อช่วงแสง	1
6	พันธุ์ข้าวไร่ไวต่อช่วงแสง	9
7	พันธุ์ข้าวไร่ไม่ไวต่อช่วงแสง	1
8	พันธุ์ข้าวแดงไวต่อช่วงแสง	2

9	พันธุ์ข้าวแดงไม่วิวดต่อช่วงแสง	1
10	พันธุ์ข้าวญี่ปุ่น	2
11	พันธุ์ข้าวสาลี	4
12	พันธุ์ข้าวบาร์เลย์	2
13	พันธุ์ข้าวลูกผสม	2

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว

1.2 แบ่งตามนิเวศการปลูก

1.2.1 ข้าวนาสวน

ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ที่ระดับน้ำควรลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน

1.2.1.1 ข้าวนาสวนนาน้ำฝน

ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีและอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝน ประมาณ 70% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด

1.2.1.2 ข้าวนาสวนนาชลประทาน

ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

1.2.2 ข้าวขึ้นน้ำ

ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวมีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability)

1.2.3 ข้าวน้ำลึก

ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร

1.2.4 ข้าวไร่

ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ

1.2.5 ข้าวนาที่สูง

ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

1.3 แบ่งตามการตอบสนองต่อช่วงแสง

1.3.1 ข้าวไวต่อช่วงแสง

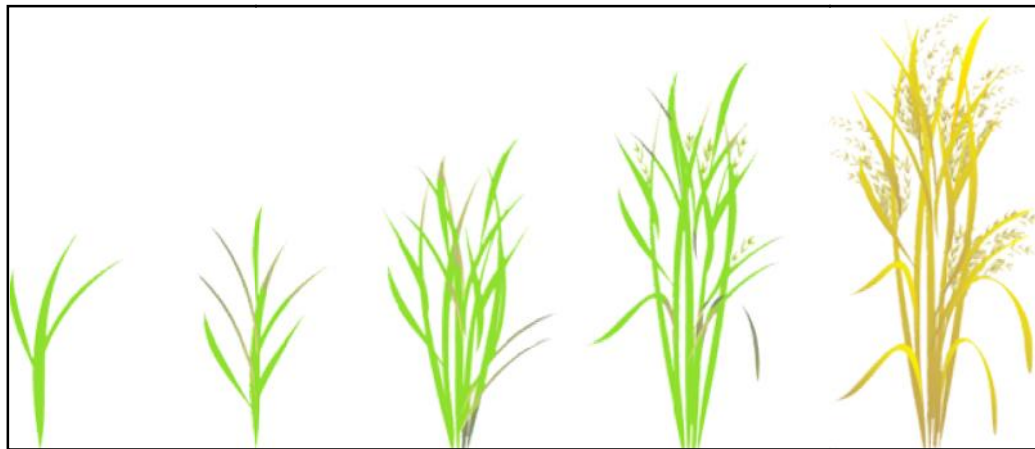
เป็นข้าวที่ออกดอกเฉพาะเมื่อช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง โดยพบว่าข้าวไวต่อช่วงแสงในประเทศไทยมักจะออกดอกในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้นข้าวที่ออกดอกได้ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40-50 นาที จึงได้ชื่อว่าเป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสงน้อย (less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาทีก็ได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสงมาก (strongly sensitive to photoperiod) พันธุ์ข้าวประเภทนี้จึงปลูกและให้ผลผลิตได้ปีละหนึ่งครั้ง หรือปลูกได้เฉพาะในฤดูนาปี บางครั้งจึงเรียกว่า ข้าวนาปี พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง

1.3.2 ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง

เป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตตามอายุ จึงใช้ปลูกและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี หรือปลูกได้ในฤดูนาปรัง บางครั้งจึงเรียกว่าข้าวนาปรัง

1.4 สรีระวิทยาของข้าว

ต้นข้าวเจริญเติบโตทั้งทางลำต้นและการสืบพันธุ์ โดยมีระยะเวลาของการเจริญเติบโตทั้ง 2 ระยะแยกจากกัน การเจริญเติบโตและส่วนประกอบต่าง ๆ สามารถแสดงตามรูปภาพให้เข้าใจเบื้องต้น ดังแสดงในภาพ 2.1, 2.2, 2.3 และ 2.4



การแตกกอครั้งแรก

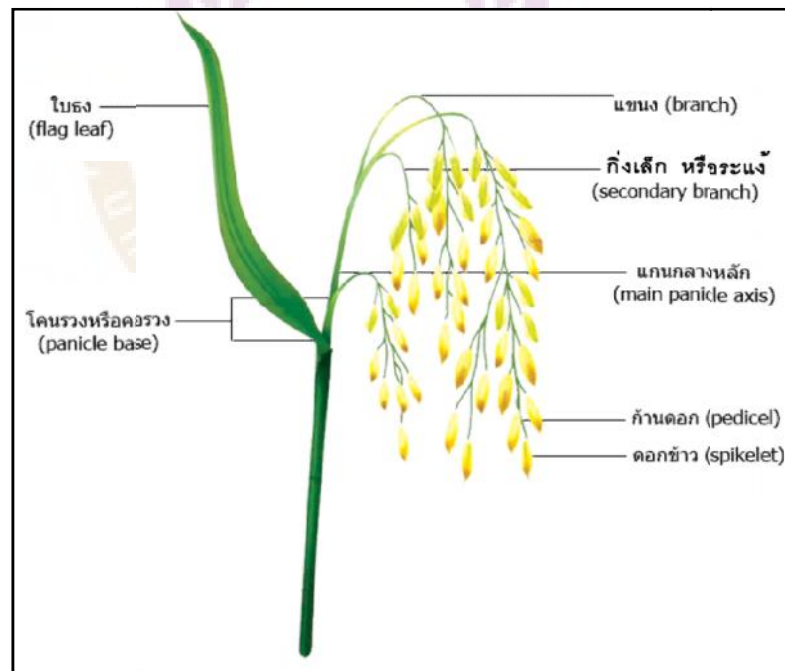
30 วัน

50 วัน

ระยะออกรวง

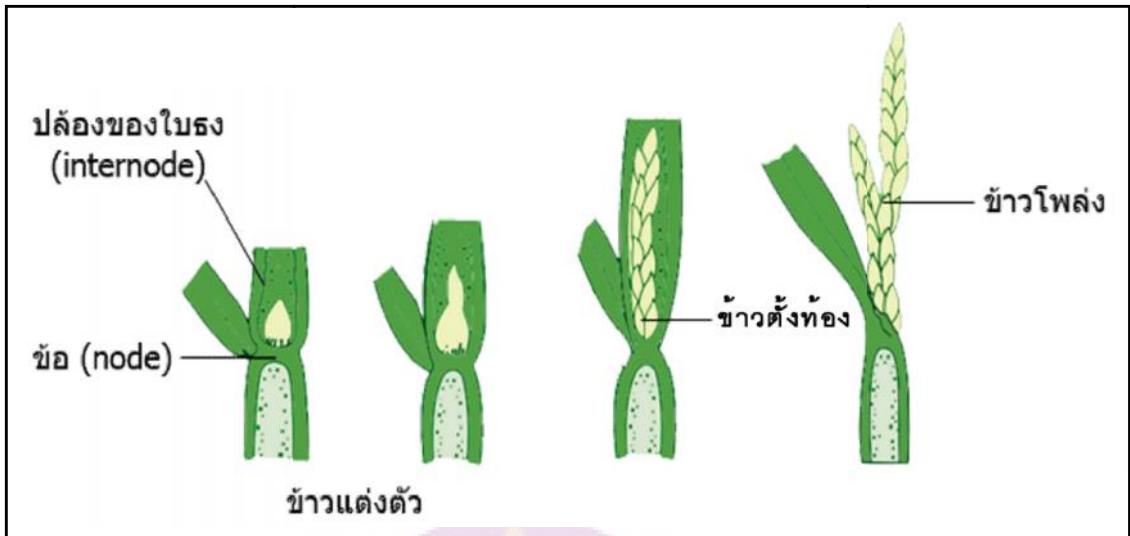
ภาพ 1 แสดงการเจริญเติบโตทางลำต้นข้าว

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว



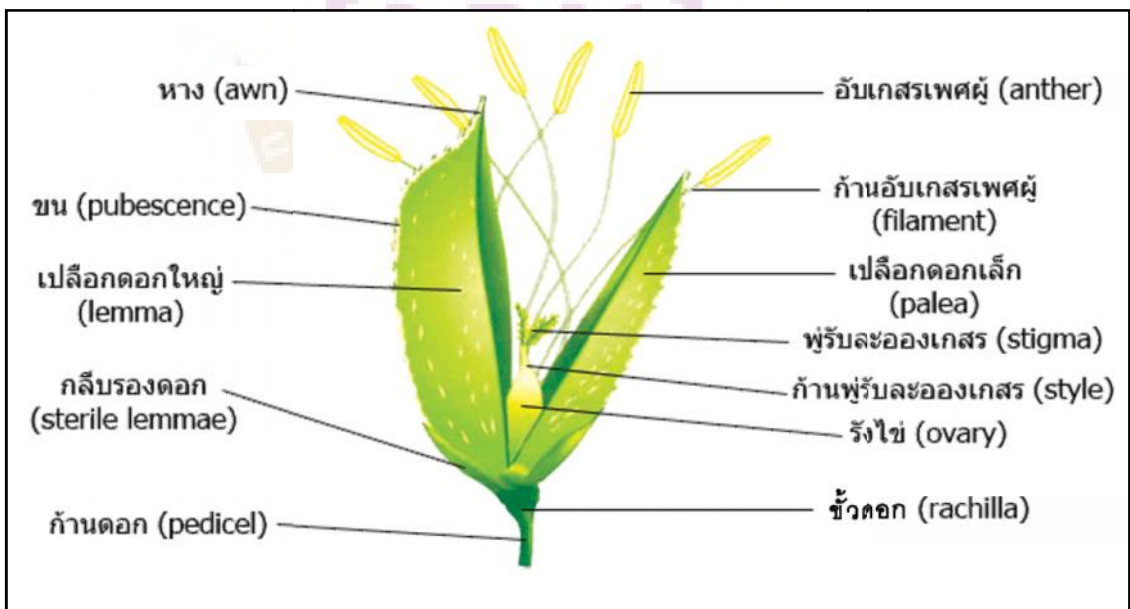
ภาพ 2 แสดงส่วนประกอบของรวงข้าว (Panicle)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว



ภาพ 3 แสดงการสร้างดอกอ่อนเป็นรวงอ่อน

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว



ภาพ 4 แสดงส่วนประกอบของดอกข้าว (Spikelet)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว

570, 506 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 จะให้ผลผลิตต่ำกว่า ข้าวพันธุ์ กข.6 เมื่อปลูกในพื้นที่อำเภอดีียวกัน

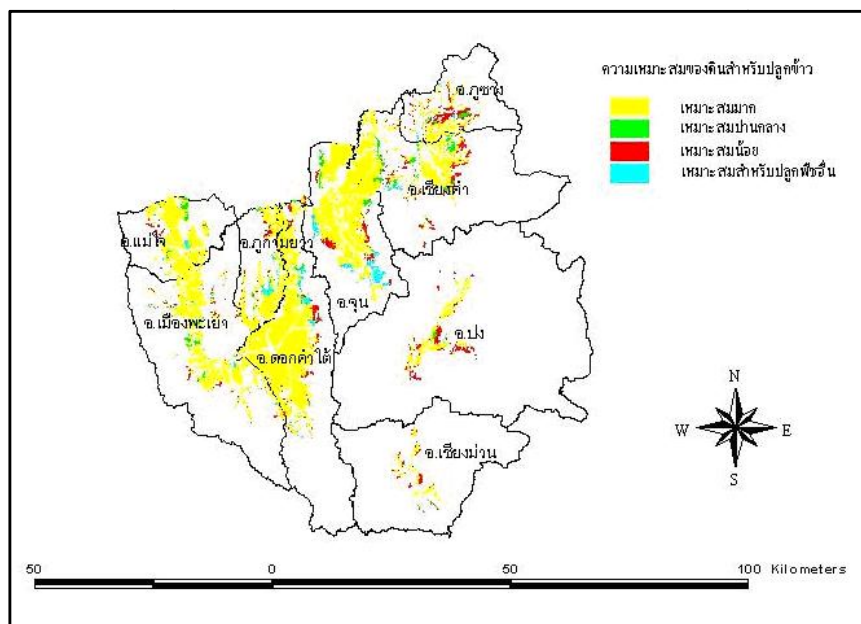
3. ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกข้าวที่ให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดพะเยา

เมื่อนำแผนที่รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดพะเยามาตัดเอาเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าว ปรากฏว่าพื้นที่นารวม 613,123 ไร่ มาจำแนกหน่วยแผนที่ดินเป็นกลุ่ม ตามระดับความเหมาะสมของดินต่อการปลูกข้าว ปรากฏว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมาก (L1) มากถึง 513,039 ไร่ คิดเป็น 84% เหมาะสมปานกลาง (L2) 24,370 ไร่ คิดเป็น 4% เหมาะสมน้อย (L3) 55,223 ไร่ คิดเป็น 9% และมีพื้นที่ที่กรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ปลูกพืชอื่น (LOC) 20,491 ไร่ คิดเป็น 3% ดังแสดงในตาราง 2 และภาพ 6

ตาราง 2 ตารางแสดงการจำแนกความเหมาะสมของดินนาจังหวัดพะเยา

จำแนกตามความเหมาะสมของดินนา จ.พะเยา			
ระดับความเหมาะสม	L	พื้นที่ (ไร่)	%
เหมาะสมมาก	1	513,039	84
เหมาะสมปานกลาง	2	24,370	4
เหมาะสมน้อย	3	55,223	9
เหมาะสมสำหรับพืชอื่น	LOC	20,491	3
รวม		613,123	100

ที่มา: ศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายและสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2550



ภาพ 6 แสดงความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดพะเยา

ที่มา: ศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายและสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2550

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สิ่งมีชีวิตทั้งหมดต้องการเพื่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากหิน ดิน และส่วนประกอบของสารอินทรีย์ ฟอสฟอรัสมีจำนวนที่จำกัดและเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของดินที่ใช้ในการเพาะปลูก ดังนั้นความเข้มข้นในน้ำธรรมชาติที่ไม่มีมลพิษโดยทั่วไปมีอยู่ต่ำมาก อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสก็ถูกใช้อย่างกว้างขวางในปุ๋ยและสารเคมีอื่น ๆ ดังนั้นจึงสามารถพบได้ในพื้นที่ใช้สอยของมนุษย์ซึ่งจะมีความเข้มข้นสูงตามที่ได้เห็นภายนอกว่ากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่มีพิษภัย แต่เมื่อรวมกันมากเข้าเป็นสาเหตุให้เกิดฟอสฟอรัสที่มีมากจนเกินไป ฟอสฟอรัสมีชีวิตอยู่ในน้ำและอนุภาคหรือเจือจางลงไปในอนุภาคนั้นมีทั้งมีชีวิตอยู่และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากมายที่ตายเป็นตะกอนของฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสจะดูดซับอนุภาค และไม่มีรูปร่างของฟอสฟอรัสที่แน่นอน ในส่วนของการเจือจางประกอบด้วยฟอสฟอรัสที่เป็นอนินทรีย์และฟอสฟอรัสที่เป็นอินทรีย์ ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติโดยปกติจะพบในรูปแบบของปุ๋ยฟอสเฟต (PO_4^{-3}) ปุ๋ยฟอสเฟตสามารถอยู่ในรูป ของอนินทรีย์

(รวมทั้ง orthophosphates และโพลีฟอสเฟต) หรือแบบอินทรีย์(อินทรีย์ในฟอสฟอรัส) (Murphy, 2005)

สารอินทรีย์ฟอสเฟต (Organic Phosphate) ประกอบด้วยปุ๋ยฟอสเฟต โมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนซึ่งเป็นพื้นฐานของโมเลกุล ในการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ สารอินทรีย์ฟอสเฟตมีรูปแบบพื้นฐานทางชีววิทยาที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง พวกเขาทำให้เกิดสิ่งปฏิกลจากการชำระล้างเศษที่เหลือจากการบริโภคและยิ่งไปกว่านั้นอาจจะเป็นรูปแบบจาก Orthophosphates ทางชีววิทยา การดูแลและได้รับการพัฒนาสิ่งมีชีวิตในน้ำ อินทรีย์ฟอสเฟต อาจเกิดขึ้นจากผลของการหยุดลงของสารอินทรีย์จากยาฆ่าแมลงที่ยับยั้งให้เกิดฟอสเฟตซึ่งอาจมีชีวิตอยู่ในแบบสารละลาย หรือแตกออกมา หรือเป็นส่วนหนึ่งระบบนิเวศในน้ำ (Murphy, 2005)

สารอนินทรีย์ฟอสเฟต (Inorganic Phosphate) เป็นปุ๋ยฟอสเฟตที่ไม่สัมพันธ์กับส่วนประกอบสารอินทรีย์ รูปแบบของอนินทรีย์ฟอสเฟตประกอบด้วย orthophosphate และ polyphosphates ซึ่ง orthophosphate จะถูกเรียกในบางเวลาว่า “ปฏิกิริยาฟอสฟอรัส” orthophosphate เป็นประเภทที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดของ P และเป็นแบบที่นำมาใช้ สูตรเคมีของ PO_4^{-3} ในแหล่งน้ำ Orthophosphate ส่วนมากมีชีวิตอยู่ แบบ H_2PO_4^- ที่สภาวะเป็นกรด และ HPO_4^{-2} ที่สภาวะเป็นด่าง (Busman et al, 2002) Orthophosphate ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นจากธรรมชาติและพบได้ในสิ่งปฏิกล สำหรับ Polyphosphates (เป็นที่รู้จักในชื่อ metaphosphates หรือการลดปุ๋ยฟอสเฟตลง) มีอำนาจที่ซับซ้อนสำหรับประจุบวกหรือลบของโลหะ Polyphosphates ใช้สำหรับภาชนะที่เกี่ยวข้องกับน้ำและการชำระล้าง ในน้ำ Polyphosphates ไม่มีความคงที่และในที่สุดจะเปลี่ยนไปเป็น Orthophosphate (Murphy, 2005)

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อฟอสฟอรัส

ปุ๋ย(Fertilizer) ฟอสฟอรัสเป็น Macronutrient ที่มีบทบาทการเคลื่อนไหวที่สำคัญเป็นพิเศษในการแพร่พันธุ์สิ่งมีชีวิต ปริมาณผลผลิตของเมล็ดข้าวเป็นผลที่เกิดจากฟอสฟอรัสที่มีมากพอซึ่งมากกว่าในผลผลิตของถั่วเขียว ทำให้คุณภาพของการเก็บเกี่ยวผลผลิตดีขึ้น ลำต้นแข็งแรง การเจริญเติบโตของรากเพิ่มขึ้น และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นเวลามากกว่า 100 ปี ที่ฟอสฟอรัสถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นปุ๋ยในการเพาะปลูก (Beegle and Durst, 2008) ปุ๋ยส่วนมากมีฟอสฟอรัสที่อยู่ในแบบของ Orthophosphate ปุ๋ยฟอสเฟตจำนวนมากที่ผลิตขึ้นจาก

หินฟอสเฟต (ฟอสเฟตมีลักษณะเป็นแร่ในเหมือง) พร้อมด้วยกรดที่สามารถละลายได้ (Busman et al, 2002; Murphy, 2005) รูปแบบของปุ๋ยฟอสเฟตมีดังนี้

1.1 หินฟอสเฟต (Rock phosphate) เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตซึ่งมีจุดประสงค์ในการทำปุ๋ยเพื่อกลุ่มผู้ซื้อ ในอดีตพื้นฐานของหินฟอสเฟตเคยใช้เป็นแหล่งกำเนิดฟอสฟอรัสสำหรับดินกรดอย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสตามธรรมชาติหาได้ยากขึ้น ด้วยราคาค่าขนส่งที่สูงและการตอบสนองของผลผลิตที่ไม่เพียงพอ ในปัจจุบันหินฟอสเฟตจำนวนเล็กน้อยถูกใช้เพื่อการเกษตร (Rehm et al, 2002)



1.2 โดยทั่วไปฟอสเฟต (Ordinary superphosphate (OSP)) ที่มีคุณภาพสูงทำจาก Monocalcium phosphate ครึ่งหนึ่งและอีกครึ่งหนึ่งคือแร่ยิปซัม (CaSO_4) และผลิตภัณฑ์นี้มี 9% เป็นฟอสฟอรัสหรือ 20% ของ P_2O_5 (Anon. 2001)

1.3 ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่มีคุณภาพสูง (Concentrated superphosphate (CSP)) ทำจากหินฟอสเฟตที่ประกอบด้วยกรดของฟอสฟอรัส (เรียกว่ากรดเขียวหรือกรดดำ) ฟอสฟอรัสในกรดนี้จะแสดงให้เห็นถึง Orthophosphate ที่เท่ากับกับ Polyphosphate ผลที่ได้คือมีฟอสฟอรัส 20% หรือ 45% ของ P_2O_5 (Anon, 2001 R.ehm et al. 2002)

1.4 แอมโมเนียฟอสเฟต (Ammonium phosphate) แอมโมเนียสามารถรวมเข้ากับกรดฟอสฟอรัสจะกลายเป็นของเหลวหรือวัตถุแห้งซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเท่าๆกันแม้ว่ากรดของแอมโมเนียของกรดฟอสฟอรัสไม่มีคุณสมบัติในการร้อน แอมโมเนียฟอสเฟต (11-52-0) หรือ Diammonium Phosphate (18-46-0) เป็นผลที่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการผสม (equation 2.3 and 2.4) ฟอสฟอรัสแสดงให้เห็นถึงปุ๋ยทั้งสองแบบที่มีอยู่ในแบบ Orthophosphate ฟอสฟอรัสในผลผลิตเหล่านี้จะแสดงให้เห็นในแบบของ Orthophosphate และ Polyphosphate ในขนาดเท่า ๆ กัน ฟอสเฟตมีความสามารถเคลื่อนที่ได้ยากในดิน และยังคงค้างอยู่เป็นอนุภาคในดินมากกว่าที่แพร่กระจายในน้ำ (Table 2-1) บ่อยครั้งที่ระยะเวลาในการอธิบายเรื่องปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่เจือจางในน้ำในสภาวะมาตรฐาน มีจำนวนรวมของฟอสฟอรัส

ที่เจือจางที่ได้จากการวัดจะแสดงให้เห็นเป็นเปอร์เซ็นต์ของ P_2O_5 โดยน้ำหนักของตัวอย่าง โดยเปลี่ยนหน่วยจาก P เป็น P_2O_5 โดยการคูณ P ด้วย 2.29 และแปลงจาก P_2O_5 เป็น P โดยคูณ P_2O_5 ด้วย 0.44 (Whitney, 1988 Lory, 2007)

อย่างไรก็ตามถ้าใช้ปุ๋ยมากเกินไปฟอสฟอรัสที่ไหลเข้าสู่ผิวน้ำจะมีปริมาณที่รุนแรงมาก การกัดเซาะดินจากปุ๋ยในทุ่งนาจะขยายใหญ่ขึ้นในส่วยย่อยของฟอสฟอรัสอย่างต่อเนื่อง (Murphy, 2005) การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยฟอสฟอรัสในอีก 10 ปีจะอยู่ในช่วงตกต่ำลงและจะมีให้ใช้อีกแค่ช่วง 100 ปีสุดท้าย แต่ว่าการใช้ในโลที่กำลังพัฒนากลับเพิ่มมากขึ้น เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ว่าโลกจะต้องการใช้ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น (Evans and Johnston. 2004)

2. การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและมีชีวิตอยู่ในดินฟอสฟอรัสมีชีวิตอยู่ใน 4 ลักษณะ

1. เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ในดิน
2. เป็นแบบแร่เหล็กอลูมิเนียมหรือผสมแคลเซียม
3. ละลายได้และเจือจางอยู่ในดินในน้ำ หรือ
4. อยู่ในรูปของสารอินทรีย์

ฟอสฟอรัสจำนวนมากมีชีวิตอยู่ในดินในขณะที่น้ำแร่อินทรีย์มีอยู่ทั่วไป อินทรีย์ฟอสฟอรัสไม่มีการกรองก่อนลงสู่ผิวดิน อินทรีย์ฟอสฟอรัสสามารถเคลื่อนที่อยู่ในน้ำที่อยู่กับดิน อนุภาคในระหว่างการกัดกร่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นดินมีปุ๋ยธรรมชาติหรือปุ๋ยที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัสที่ไม่ได้รวมกัน ฟอสฟอรัสที่ละลายได้สามารถเคลื่อนที่ออกไปโดยการ Runoff ในระหว่างที่ฝนตกหนัก ส่งผลให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีสูงกว่าความจำเป็นการเพาะปลูกซึ่งเป็นการไม่ฉลาดในมุมมองทั้งทางสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจ ของอัตราการใช้ฟอสฟอรัสจากการทดสอบดินในบางกรณี อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสสามารถเคลื่อนที่ลงสู่ผิวน้ำทำให้เกิดความเสียหายต่อสภาวะปกติ ปัญหาคุณภาพน้ำเกี่ยวข้องกับเกี่ยวข้องกับฟอสฟอรัสโดยส่วนใหญ่ซึ่งถูกเก็บอยู่ในน้ำ (Devlin et al, 2002)

Baker and Tidman (2007) บอกว่าการเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสจากดินสู่ผิวน้ำมีอยู่สามวิธีคือ

1. เจือจางโดยไหลเข้าสู่แหล่งน้ำ

2. เป็นตะกอนไหลอยู่ในดิน

3. เจือจางไปในการกรองน้ำ การเคลื่อนที่เป็นผลที่มาจากฝนตก การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับดินอย่างมากตามธรรมชาติ โดยการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการไถ

ต่อมาการใช้ฟอสฟอรัส (ปุ๋ยธรรมชาติหรือปุ๋ยอินทรีย์) การสูญเสียจำนวนมาเนื่องจาก DP ในน้ำในชั้นต้นอยู่ในระดับสูงเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของปฏิกิริยา (ฟอสฟอรัสที่เพิ่ม) ที่มีกับดินจะเพิ่มขึ้น

ฟอสฟอรัสเคลื่อนย้ายจากดินไปสู่ลำน้ำโดยสองทางใหญ่ ๆ

1. เกิดปฏิกิริยาโดยการละลาย (Molypdate) (DRP)
2. เป็นอนุภาค (PP)

จากฟอสฟอรัสสองแบบนี้ DRP จะถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างทันทีที่หาได้ง่ายในสาหร่าย (Ekholm and Krogerus, 2003) ทั้ง ๆ ที่ PP ไม่หาได้บ่อยนักเนื่องจากความซับซ้อนทางเคมีและฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับดินและตะกอน ตัวแปรของสภาพระบบนิเวศน์ใต้น้ำ (โดยเฉพาะค่า PH และการละลายของออกซิเจน) สามารถทำให้ผลที่ได้จากการปลดปล่อยของฟอสฟอรัสโดยวิธี PP มีความเป็นไปได้ เพราะฉะนั้นตัวกลางที่สำคัญคือการเก็บข้อมูลระยะยาวของฟอสฟอรัสซึ่งอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะการเกี่ยวข้องกับปัญหาการเกิดยูโทรฟิเคชั่น (Chapman et al, 2001) ลักษณะที่สำคัญของฟอสฟอรัสมีนัยสำคัญสำหรับคุณภาพน้ำที่จะก่อให้เกิดอนุภาคเล็ก ๆ ในดิน ด้วยเหตุนี้ เมื่อฟอสฟอรัสถูกใช้ในนาข้าวมันจะยังคงค้างอยู่และหยุดเคลื่อนที่ที่อยู่ในดินในระยะยาวอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามเมื่อดินถูกการกัดกร่อนไหลลงสู่ทางน้ำและมีฟอสฟอรัสติดไปด้วย นอกจากนี้การปล่อยลงสู่ลำน้ำครั้งหนึ่งก็ไปรวมกับที่มีอยู่ในน้ำจะเริ่มเกิดมีสาหร่าย การกัดกร่อนและการไหลแบบ Runoff เป็นข้อมูลสำคัญของปัญหาที่ต้องการจัดการเพื่อการจัดการฟอสฟอรัสที่ดี (Minahan, 2006)

การวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA)

สามารถใช้อธิบายถึงเส้นทางผ่านเข้า-ออก ของสารเฉพาะตัวหนึ่งๆ (เช่น ปรอท ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น) จากจุดที่สารนั้นเริ่มต้น เช่น การแยกสกัดได้จากการทำเหมืองแร่ ผ่านขั้นตอนทั้งหมด ของกระบวนการผลิต นำไปใช้เป็นส่วนผสม หรือส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ สินค้าและบริการต่างๆ เพื่ออุปโภคบริโภค จนถึง

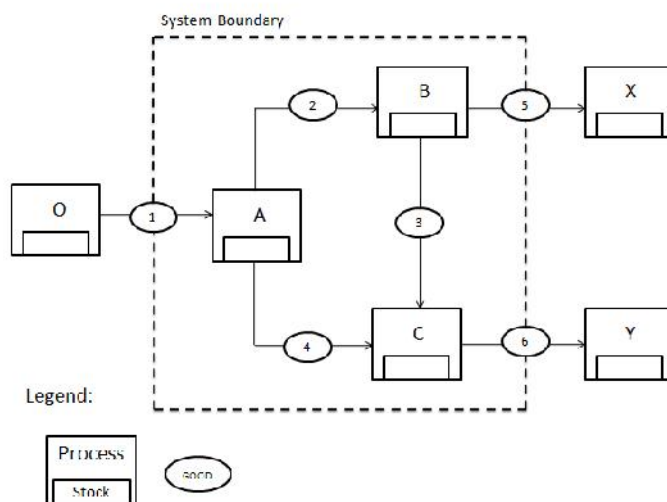
ขั้นตอนการกำจัด รวมถึง การปลดปล่อยสารนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม ในรูปของมลพิษทางอากาศ ทางน้ำ และขยะของเสีย บางท่าน อาจเรียกการวิเคราะห์นี้ว่า การทำบัญชีการไหลของสารหรือ วัสดุ (ทางกายภาพ) สิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์การไหลของสาร คือ

1. ปริมาณสารขาเข้าของแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมทั้งหมด
2. ปริมาณสารขาออกของแต่ละกระบวนการย่อย (หน่วย) และระบบรวมทั้งหมด
3. ปริมาณสารสะสม (สต็อก) ในแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมทั้งหมด

หลักในการวิเคราะห์ จะใช้หลักการทำ สมดุลมวลสาร (Mass Balance) ซึ่งเป็น หลักการพื้นฐาน ของกฎการอนุรักษ์มวล ว่า มวลสารไม่สูญหาย หรือถูกทำลายไป ถ้าพิจารณา ระบบ (ดังแสดงในรูป 7) ที่มีมวลสารไหลผ่านเข้าออก สมการทั่วไป ของสมดุลมวลสาร ในแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมคือ

$$\text{สารที่สะสมในระบบ} = \text{สารที่เข้าสู่ระบบ} - \text{สารที่ออกจากระบบ}$$

ในการศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นเราจะสมมติว่า ระบบอยู่ในสภาวะคงที่ (Steady State) หมายถึง สารที่เข้าและออกคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา



ภาพ 7 ผังอย่างง่ายแสดงการไหลของสาร (หรือวัสดุ ผลิตภัณฑ์) อันเนื่องมาจาก กิจกรรมของมนุษย์

ขั้นตอนเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์การไหลของสาร อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การวิเคราะห์ระบบ และการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้ (Baccini and Bader, 1996; Brunner and Rechberger, 2004; Kwonpongsagoon *et al.*, 2007a)

1. เลือกขอบเขตของพื้นที่ศึกษา (System boundary) ฟอสฟอรัส(P)และระยะเวลาที่สนใจจะศึกษาเก็บข้อมูล
2. อธิบายกระบวนการเข้า-ออกของฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรกรรม เก็บข้อมูล เช่น ปริมาณน้ำเข้า-น้ำออก ปริมาณดิน ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ ปริมาณผลผลิตที่ได้จากพื้นที่การเกษตรต่อพื้นที่ รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัสสู่กว้านพะเยา
3. คำนวณปริมาณการไหลของฟอสฟอรัส ใช้หลักสมดุลมวลสารที่กล่าวแล้วข้างต้น เขียนแผนภูมิเชิงปริมาณสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงการไหลของสารทั้งระบบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในแม่น้ำแม่กลอง

จากงานวิจัยของ คุณวรรณิภา น้อยบุญญะ ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินแหล่งกำเนิดที่วิกฤติของฟอสฟอรัสจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและไม่แน่นอนในแม่น้ำแม่กลอง (ชุมชน, การเกษตร(การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, การปลูกพืช), และโรงงานอุตสาหกรรม) โดยการใช้ Material Flow Analysis (MFA) วิธีนี้เป็นพื้นฐานของทฤษฎีความสมดุล ของ Input และ Output ของการไหลของระบบย่อยแต่ละอันของฟอสฟอรัส และใช้เป็นข้อมูลรองรับวิธีการนี้ในเวลาถัดมา ทำให้ผลที่ได้รับเป็นจำนวนรวมทั้งหมดของฟอสฟอรัสที่ไหลเข้าสู่แม่น้ำจากแหล่งกำเนิดสำคัญสามทางนี้คือ 226 ตัน / ปี น้ำเสียจากชุมชน (ยกเว้นห้องน้ำ) ประมาณ 64% จากจำนวนรวมของฟอสฟอรัสทั้งหมด อาหารสัตว์และปุ๋ย อนินทรีย์ เป็นแหล่งกำเนิดหลักของฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตร และ 24% ของฟอสฟอรัสจะถูกระบายออกสู่แม่น้ำโดยการไหลแบบ Drained และ Runoff ฟอสฟอรัสที่มีแหล่งกำเนิดจากการเกษตรจะสะสมเป็นตะกอนในแหล่งน้ำอย่างมากมาย และค้างอยู่ในดินของพื้นที่ที่ปลูกพืช มากที่สุดคือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีโรงบำบัดน้ำเสียเพื่อจัดการกับฟอสฟอรัสก่อนปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำ ดังนั้น จำนวนรวมของฟอสฟอรัสจากแหล่งกำเนิดนี้จึงค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น ๆ

Applying a Material Flow Analysis Model to assess River Water Pollution and Mitigation Potentials

ในงานวิจัยของ Monika Chaffner (2007) เป็นการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การไหลของสาร (Material flow analysis) เพื่อประเมินมลพิษทางน้ำและบรรเทาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยการศึกษากิจกรรมด้านการเกษตร กิจกรรมด้านเลี้ยงสัตว์ กิจกรรมจากภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรม ในลุ่มน้ำท่าจีน ภาคกลางของประเทศไทย โดยศึกษาปริมาณการไหลไนโตรเจนและฟอสฟอรัส พบว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ ต่อระบบนิเวศน้ำต่อคุณภาพของแม่น้ำท่าจีน ดังนี้ ในส่วนของฟอสฟอรัส กิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้ำ คือการปลูกข้าว และในส่วนของไนโตรเจน กิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้ำ คือการปลูกข้าว

Global Phosphorus Flows and Environmental Impacts from a Consumption Perspective

สำหรับงานวิจัยของ Yi Liu, Gara Villalba, Robert U. Ayres และ Hans Schroder บอกถึงปริมาณของฟอสฟอรัสที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมือง การเกษตร อาหารสัตว์ และปริมาณการใช้ในครัวเรือน บอกลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ พลั๊กซ์ของฟอสฟอรัสที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงเศรษฐศาสตร์ในต่างประเทศ รวมทั้งสหรัฐอเมริกาประเทศในยุโรป และประเทศจีน มีความสนใจที่จะพิจารณา งบประมาณส่วนกลางเฉพาะการศึกษาฟอสฟอรัสในพื้นที่ การเคลื่อนย้าย และการเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัสในดิน เนื่องจากการไหลฟอสฟอรัสเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับภาคการทำฟาร์มเป็นหลักในการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของฟอสฟอรัสผลลัพธ์แสดงให้เห็นการใช้ฟอสฟอรัสกับพื้นที่ ในฟาร์มอินทรีย์ และอินทรีย์ทั้งจากแหล่งต่าง ๆ ที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวออกไปได้หมด และยังเกิดการสูญหาย โดยการกัดกร่อน และ runoff ซึ่งมีการสูญเสียฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตรคือประมาณปีละเกือบ 10.5 ล้านตัน

Stock and Flows of Nitrogen and Phosphorus in the Finish Food Production and Consumption System.

ในการศึกษานี้ของ Riina Antikainen มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมและไหลในระบบการผลิตและปริมาณที่ออกไปกับผลผลิต และ ปริมาณที่อยู่ในระบบ เหลือของแต่ละการสะสมและการไหลคำนวณโดยใช้ระยะเวลาจาก ปี 1995–1999 สารขาเข้าทั้งหมดในดินจากพื้นที่การเกษตรมีประมาณ $276-500 \text{ t N a}^{-1}$ และ $48-100 \text{ t P a}^{-1}$ ซึ่งสารขาเข้าทั้งหมดที่ควรมีโดยประมาณคือ $223-500 \text{ tN a}^{-1}$ และ $24-500 \text{ t P a}^{-1}$ ตัวเลขเหล่านี้บ่งชี้ว่ามีปริมาณธาตุอาหารที่เกินมา 29 kg N ha^{-1} และ 13 kg P ha^{-1} ในพื้นที่การเกษตรในปัจจุบันระบบของการผลิตอาหารยังคงมีการใช้ธาตุอาหารอย่างอิสระอยู่โดยไม่มีการกำหนดปริมาณธาตุอาหารธาตุอาหารสำคัญ โดยเฉพาะไนโตรเจนที่เป็นธาตุอาหารสำคัญที่หายไปกับน้ำอากาศและดินซึ่งเกิดขึ้นในหลายส่วนของระบบ สาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดขึ้นในระหว่างการทำเกษตรกรรม ดังนั้นจึงต้องการหาความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำธาตุอาหารกลับมาใช้ในรูปแบบของเสียอินทรีย์ ในพื้นที่การเกษตรที่ไม่สามารถทดแทนได้ 17% ของธาตุอาหารจากมูลสัตว์นำมาใช้กับดินในพื้นที่การเกษตรในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ มีการกล่าวถึงวิธีการอื่นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ ธาตุอาหาร มีการควบคุมคุณภาพและการรับรองคุณภาพของระบบผลิตภัณฑ์และศึกษาระบบเกษตรกรรมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ลดการใช้ธาตุอาหารในพื้นที่เกษตรเล็ก ๆ และยังทำการสนับสนุนเงินช่วยเหลือด้านสิ่งแวดล้อมให้ผู้จัดการของธาตุอาหารมีประสิทธิภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีน้ำหนักแห้งและสถิติที่ไม่ถูกต้องที่มีผลต่อการคำนวณ

ผลจากการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนระบุว่า ดินที่แตกต่างกันระหว่าง 248– 400 และ 300–311 t N a^{-1} และ 43900 และ 53200 t Pa^{-1} การแสดงผลที่แตกต่างกันระหว่าง 174200 และ 303400 tN a^{-1} และ 21500และ28300 t P a^{-1} สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ N ที่วิเคราะห์หายากจากการระเหยจากการประมาณ N_2O ที่หายไป

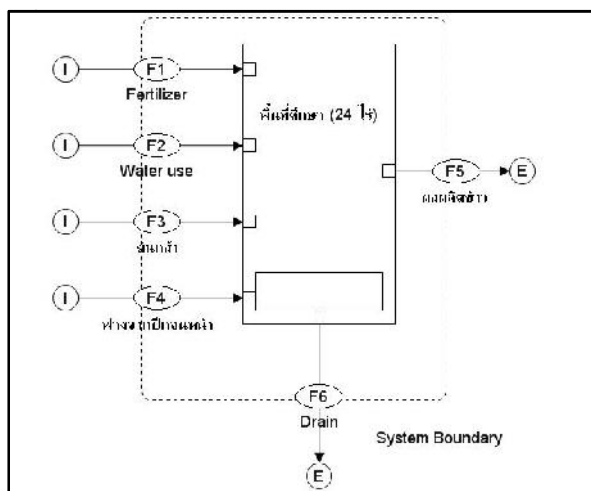
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์การไหลของสาร(Material Flow Analysis: MFA) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เพื่อหาอัตราการไหลของฟอสฟอรัสในระบบเกษตรกรรมนาข้าว ของลุ่มน้ำกว๊านพะเยา ขั้นตอนเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัส อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การ วิเคราะห์ระบบเข้า-ออก และ การเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

1. เลือกขอบเขตของพื้นที่ศึกษา (System boundary) ฟอสฟอรัส (P) และระยะเวลาที่สนใจจะศึกษาเก็บข้อมูล
2. อธิบายกระบวนการเข้า-ออกของฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรกรรม
3. เก็บข้อมูล เช่น ปริมาณน้ำเข้า-น้ำออก ปริมาณดิน ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ ปริมาณผลผลิตที่ได้จากพื้นที่การเกษตรต่อพื้นที่ รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัสสู่กว๊านพะเยา
4. คำนวณปริมาณการไหลของฟอสฟอรัส ใช้หลักสมดุลมวลสารที่กล่าวแล้วข้างต้น
5. เขียนแผนภูมิเชิงปริมาณสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงการไหลของสารทั้งระบบ ขอบเขตของสารขาเข้า (Input Flow) และสารขาออก (Output Flow) และกระบวนการที่เกี่ยวข้อง (Process) แสดงในภาพ 8



ภาพ 8 แสดงขอบเขตการวิจัย สารขาเข้าและขาออกจากพื้นที่วิจัย

ขอบเขตและพื้นที่วิจัย

1. พื้นที่วิจัย

ทำการศึกษาในพื้นที่เกษตรกรรมระบบนาข้าวโดยการเลือกพื้นที่ตัวแทนซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 24 ไร่ ณ บ้านแม่ใส ตำบลแม่ใสอำเภอเมืองจังหวัดพะเยา ดังแสดงในรูป 3.2 และ 3.3



ภาพ 9 แสดงพื้นที่ศึกษา 1





- 1.11 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ครั้งที่สองเมื่อข้าวใกล้ตั้งท้อง ในประมาณ 20 กิโลกรัม/ไร่
- 1.12 พันธุ์อโรไมนผสมยาฆ่าเพลี้ยเมื่อข้าวตั้งท้องในปริมาณ 1 ถัง/ไร่ (1 ถัง มี 20 ลิตร) โดยมีอัตราส่วนอโรไมน 3 ซ่อนโตะ และยาฆ่าเพลี้ย 10 ซี.ซี.
- 1.13 ระบายน้ำออกจากนาข้าวทั้งหมดก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต
- 1.14 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้รถเกี่ยวข้าวในการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยผลผลิตที่ได้มีปริมาณ 900 กิโลกรัม/ปี
- 1.15 ทำการไถเพื่อหมักฟางข้าว ตอซังข้าวไว้ในพื้นที่ก่อนการเตรียมพื้นที่ครั้งต่อไป
- 1.16 ทำการเตรียมพื้นที่เพื่อทำเกษตรกรรมระบบนาข้าวครั้งต่อไป

2. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างดิน เมล็ดข้าว น้ำ และตัวอย่างต้นข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในห้องปฏิบัติการต้องเก็บตามขั้นตอนของการทำเกษตรกรรมนาข้าวอย่างไม่มีผิดพลาดและไม่เลยระยะเวลาที่ต้องเก็บซึ่งอาจทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อนได้ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดังแสดงในตาราง 3

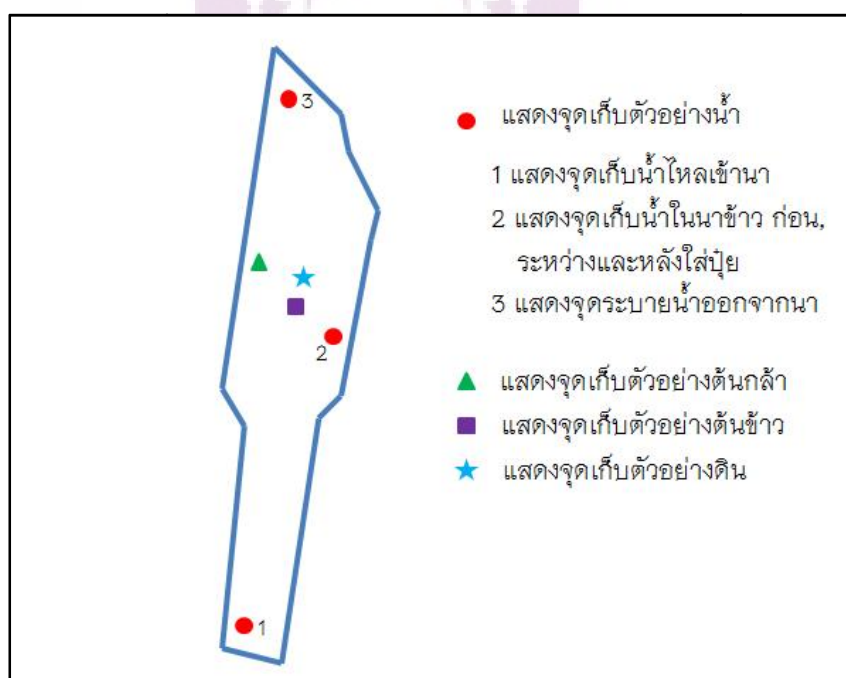
ตาราง 3 ตารางแสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในนาข้าว เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า

ฟอสฟอรัส(P)

ลำดับที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาการปฏิบัติงาน			
		มิ.ย.54	ก.ค.54	ส.ค.54	ก.ย.54
1	เก็บตัวอย่างต้นกล้าที่ใช้ปักดำ	✓			
2	เก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลเข้าสู่สนามนาข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	✓			
3	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรกนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	✓			
4	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวระหว่างใส่ปุ๋ยครั้งแรกกับครั้งที่สองไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		✓		
5	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่สองนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		✓		
6	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวก่อนทำการระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส				✓

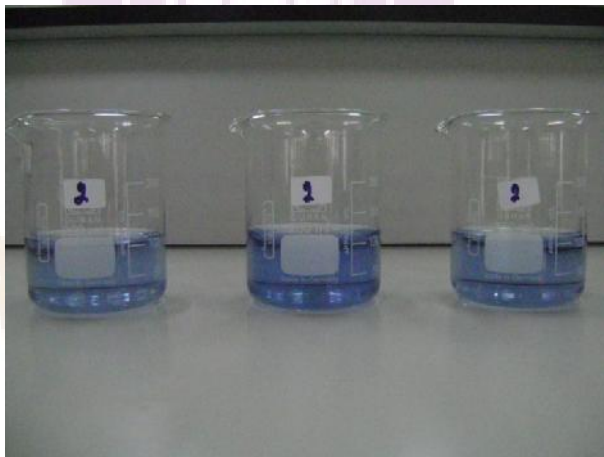
7	เก็บตัวอย่างน้ำจากต้นทางที่ระบายออกจากนาข้าว ไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	✓
8	เก็บตัวอย่างน้ำจากปลายทางก่อนเข้ากวนที่ระบาย ออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	✓
9	เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวไปทำการ วิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	✓
10	เก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวไปทำการวิเคราะห์ หาค่าฟอสฟอรัส	✓

การเก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าว นั้น ต้องทำการกวนน้ำให้ขุ่นก่อนเพื่อให้ฟอสฟอรัสที่ตกเป็นตะกอนอยู่ลอยขึ้นมาและจ้วงตักในปริมาณที่ต้องการ เก็บตัวอย่างน้ำสามจุดโดยเป็นรูปสามเหลี่ยมของพื้นที่เพื่อที่จะสลับจุดการเก็บเป็นแบบสลับฟันปลา ส่วนต้นข้าว นั้นทำการเก็บทั้งต้นคือมี ลำต้น รวงข้าว ชังข้าว ราก รวมถึงดินที่ติดรากด้วย



ภาพ 13 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ, ดิน, ต้นกล้าและต้นข้าว









4.11 ทำการวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 420 Nm

5. การเทียบค่ามาตรฐานจากกราฟเพื่อวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องนำค่าจากการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มาเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้ซึ่งค่ามาตรฐานที่ได้มีค่าดังแสดงในตาราง 4 และ ตาราง 5 แล้วจึงนำค่ามาตรฐานที่ได้ไปพล็อตกราฟ

ตาราง 4 ตารางแสดงค่ามาตรฐานค่าฟอสฟอรัสในน้ำ

ปริมาตร(มล.)	$\mu\text{g P/l}$	Absorbance
0	0	0.109
5	12.5	0.180
10	25	0.244
15	37.5	0.305
ตัวอย่าง		0.182

นำค่ามาตรฐานที่ได้มาพล็อตกราฟเพื่อทำการคำนวณหาค่าฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำ ตัวอย่างจากการทำเกษตรกรรมระบบนาข้าว

ตาราง 5 ตารางแสดงค่ามาตรฐานค่าฟอสฟอรัสในดิน ต้นข้าวและเมล็ดข้าว

ปริมาตร(มล.)	Absorbance
0	0
25	0.065
50	0.099
75	0.184
100	0.262
125	0.352
150	0.430

175	0.538
ตัวอย่าง	0.510

นำค่ามาตรฐานที่ได้มาพล็อตกราฟเพื่อทำการคำนวณหาค่าฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน ต้นข้าวและเมล็ดข้าวตัวอย่างจากการทำเกษตรกรรมระบบนาข้าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณหาค่าฟอสฟอรัส

การคำนวณหาค่าฟอสฟอรัสในน้ำตัวอย่าง ในดิน ในเมล็ดข้าวและต้นข้าวสามารถหาได้จากสมการเส้นตรงของกราฟจากค่ามาตรฐาน ใช้สมการคำนวณจากสมการเส้นตรง เช่นเดียวกันดังแสดงในตัวอย่างการคำนวณนี้

-การคำนวณหาค่าฟอสฟอรัสในน้ำ

จากสมการเส้นตรง $Y = 0.0052X + 0.1117$

-การคำนวณหาค่าฟอสฟอรัสในต้นข้าวและเมล็ดข้าว

จากสมการเส้นตรง $Y = 0.0031X - 0.0266$

นำค่าที่คำนวณได้ใส่ไว้ในไดอะแกรมของการวิเคราะห์การไหลของสารเพื่อเป็นข้อมูลของฟอสฟอรัสที่เข้าและฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบเกษตรกรรมนาข้าวบางส่วนของกลุ่มน้ำกว๊านพะเยา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่การเกษตรกรรมระบบนาข้าว ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสามจุดโดยเป็นรูปสามเหลี่ยมของพื้นที่เพื่อที่จะสลับจุดการเก็บเป็นแบบสลับฟันปลา โดยแต่ละจุดทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ครั้ง ดังได้แสดงค่าเฉลี่ยในตาราง 6

ตาราง 6 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการเก็บตัวอย่างในนาข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า

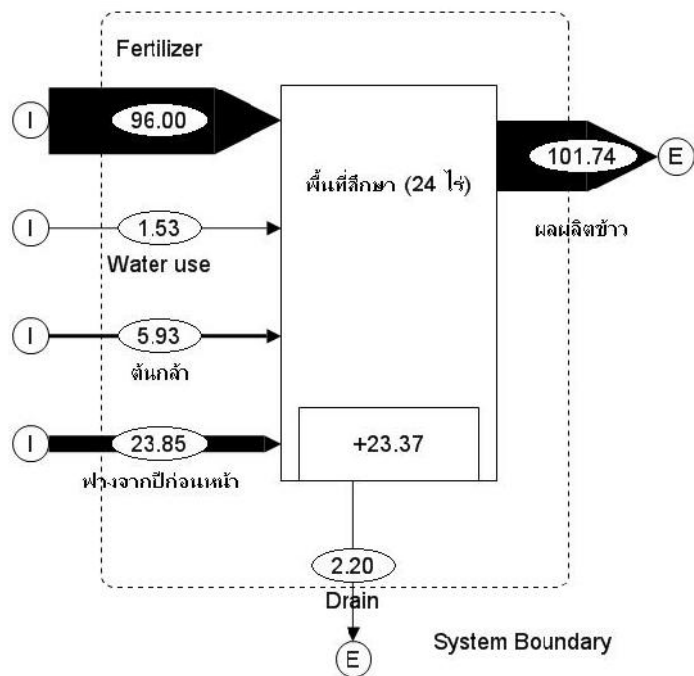
ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง	
		กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/ลิตร
1	เก็บตัวอย่างต้นกล้าที่ใช้ปักดำ	2.47	
2	เก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลเข้าสู่นาข้าวนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.568
3	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรกนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.612
4	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวระหว่างใส่ปุ๋ยครั้งแรกกับครั้งที่สองไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.588
5	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่สองนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.834
6	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวก่อนทำการระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.803
7	เก็บตัวอย่างน้ำจากต้นทางที่ระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.819
8	เก็บตัวอย่างน้ำจากปลายทางก่อนเข้ากวีวนที่ระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส		0.903
9	เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวไปทำการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	4.71	
10	เก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวไปทำการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.16	

จากการวิเคราะห์ดังตาราง 6 สามารถนำมาใช้เพื่อคำนวณหาการไหลของฟอสฟอรัส
ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ตารางแสดงผลจากการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว (24 ไร่)

รายการ	ปริมาณมวล ของสาร ต่าง ๆ	ความเข้มข้น P	อัตราการ ไหลของ P กก./รอบ/ไร่	อัตราการ ไหลของ P กก./รอบ/ 24ไร่	% P เทียบ กับ Total Input	
INPUT						
ต้นกล้า	100 กก./ไร่	2.47กรัม/กก.	0.247	5.93	5	
น้ำเข้าสู่นาข้าว	112 ม. ³ /ไร่*	0.568 มก./ล.	0.0636	1.53	1	
ปุ๋ยเคมี	20 กก./ไร่	20%	4	96	75	
ฟางข้าวจากการ ทำนารอบก่อนๆ	402.3 กก./ไร่	2.47	0.9936	23.85	19	
				รวมอัตราการไหลเข้าของฟอสฟอรัส	127.30	100
OUTPUT						
ผลผลิตข้าว	900 กก./ไร่	4.71กรัม/กก.	4.239	101.74	80	
น้ำที่ระบายออก	112 ม. ³ /ไร่**	0.818 มก./ล.	0.0916	2.20	2	
				รวมอัตราการไหลออกของฟอสฟอรัส	103.93	82
				STOCK	23.37	18
ดินหลังการ เก็บเกี่ยว	240 กก./ไร่	0.16กรัม/กก.	0.0384	0.92		

หมายเหตุ : * มาจากความสูงของน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ 7 ซม.(ภาคผนวก ข)



พื้นที่ศึกษา (24ไร่)มีปริมาณเท่ากับ 1.53 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 1%, และฟางจากการเกษตรกรรมรอบก่อนหน้ามีปริมาณเท่ากับ 23.85 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ19% และสารขาออกมีอยู่สองทางคือออกจากระบบโดยเป็นเมล็ดข้าวมีปริมาณเท่ากับ 101.74 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 80% และออกจากระบบโดยการถูกระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณเท่ากับ2.20 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 2% และส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรม(ดินในนาข้าว)เท่ากับ 23.37 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 18%



บทที่ 5

บทสรุป

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA) ของระบบเกษตรกรรมนาข้าวพบว่า มีฟอสฟอรัสจากพื้นที่วิจัย (24 ไร่) ที่สะสมอยู่ในดินต่อหนึ่งรอบการผลิตเท่ากับ 23.37 กิโลกรัม/รอบ หรือประมาณ 18% ซึ่งในปริมาณ 18% นี้มาจากต้นข้าว, ซึ่งข้าวที่ทำการไถหมักไว้ในนาไม่ได้ทำการเผาหรือเอาออกจากระบบ ส่วนฟอสฟอรัสที่ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำเท่ากับ 2.20 กิโลกรัม/รอบ หรือประมาณ 2% และมีฟอสฟอรัสที่อยู่ในผลผลิตข้าวเท่ากับ 101.74 กิโลกรัม/รอบการผลิต หรือประมาณ 80%

จากข้อมูลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการที่ต้นข้าวนำไปใช้ในการเจริญเติบโตนั้นยังน้อยกว่าการที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในแต่ละรอบการผลิต ซึ่งทำให้เกิดการสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในพื้นที่การเกษตรในแต่ละรอบมากขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้เป็นการใช้ธาตุฟอสฟอรัสที่กำลังจะหมดไปอย่างไม่มีประโยชน์และสูญเสียดังนั้นไม่เหมาะสม และมีฟอสฟอรัสอีกในปริมาณ 2.20 กิโลกรัม/รอบการผลิตหรือประมาณ 2% ที่ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำซึ่งจากปริมาณนี้ยังไม่ส่งผลให้เกิดปัญหากับแหล่งน้ำมากนักอาจเป็นเพราะผลการวิจัยนี้มีค่าฟอสฟอรัสเฉพาะพื้นที่ศึกษา หากวิจัยพื้นที่การเกษตรทั้งลุ่มน้ำอาจมีปริมาณที่มากกว่าและส่งผลเสียให้กับแหล่งน้ำก็เป็นไปได้

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบผลของฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตรจากงานวิจัยต่าง ๆ

ลำดับ	ชื่องานวิจัย	ชื่อผู้แต่ง	P Flow (input)		P Stock change		P Concentration ในน้ำ Drain ออก (มก./ลิตร)	P Flow ใน น้ำ Drain ออก (มก./ลิตร)	% Drain ออก
			สารขาเข้าจาก ปุ๋ยเคมี (กก./รอบ)	กก./รอบ %	กก./รอบ	%			
1	การวิเคราะห์การไหลของ ฟอสฟอรัสในระบบเกษตรกรรม นาข้าว: กรณีศึกษานาข้าวริมน้ำ กว๊านพะเยา	จันทร์จิรา ช่ออั้งชัย	96	75	23.37	18	2.20	0.818	2
2	Applying A Material Flow Analysis Model to Assess River Water Pollution And mitigation Potentials	Schaffner, Monika	216	96		57	-	0.132	9
3	การวิเคราะห์การไหลของ ฟอสฟอรัสในแม่น้ำแม่กลอง	วรรณิภา น้อยบุญญะ	37.87	30	7.73	9.55	-	0.0044	0

จากตาราง 8 จะแสดงให้เห็นว่าสารขาเข้า (Input) จากปุ๋ยเคมีจากงานวิจัยนี้ มีค่าฟอสฟอรัสที่ใส่ในระบบเกษตรกรรมนาข้าวค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยในพื้นที่การเกษตรของแม่น้ำท่าจีน (Schaffner, 2007) และยังแสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่ศึกษามีการใช้ปุ๋ยที่มีแร่ฟอสเฟตน้อยกว่าเมื่อ

เทียบกันในพื้นที่ 24 ไร่และมีฟอสฟอรัสที่ตกค้างอยู่ในพื้นที่การเกษตรค่อนข้างต่ำ แต่ก็ยังสูงกว่าฟอสฟอรัสจากการเกษตรในพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง(วรรณิภา, 2008)ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสที่ตกค้างอยู่ในพื้นที่การเกษตรค่อนข้างต่ำ

สำหรับฟอสฟอรัสที่ถูกระบายออก ก็ยังมีการระบายออกของฟอสฟอรัสที่ต่ำกว่าฟอสฟอรัสที่ระบายออกสู่แม่น้ำท่าจีน แต่ในแม่น้ำแม่กลองนั้นแทบไม่มีฟอสฟอรัสระบายออกเลยอาจมาจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรมีน้อยมากก็เป็นได้

การมีฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินนั้นเป็นประโยชน์ต่อการทำเกษตรกรรมนาข้าวมากเพียงแต่ต้นข้าวไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และทุกปีเกษตรกรก็ยังใส่ปุ๋ยที่มีส่วนผสมของฟอสฟอรัสเพิ่มเข้าไปอีกจึงทำให้ฟอสฟอรัสสะสมในดินจากพื้นที่การเกษตรเพิ่มขึ้นจนมากเกินความต้องการ และยังปลดปล่อยไปสู่แหล่งน้ำคือลำน้ำแม่ใสซึ่งไหลไปสู่กว๊านพะเยาและอาจก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นที่รุนแรงมากขึ้นกับกว๊านพะเยา ดังนั้นจึงต้องหาแนวทางที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการหมุนเวียนฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์และลดปริมาณการใส่ปุ๋ยลงในแต่ละปี หรือการใช้ที่เหมาะสมไม่มากจนเกินไปเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อกว๊านพะเยาน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

วิธีการลดฟอสฟอรัส (P)

1. ลดปริมาณการใส่ปุ๋ยที่มีส่วนผสมของฟอสฟอรัสให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม
2. ให้คำแนะนำและให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินของพื้นที่การเกษตร
3. ให้ความรู้กับเกษตรกรเกี่ยวกับการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสจากการปล่อยน้ำออกจากพื้นที่การเกษตร
4. ให้ความรู้กับเกษตรกรเกี่ยวกับการสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในพื้นที่การเกษตรซึ่งมากเกินกว่าที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการทดลองในปีการผลิตข้าว 2554 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในปีการผลิตต่อไปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่สุด และเพื่อเป็น

แนวทางในการลดปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ในการเกษตรกรรมระบบนาข้าวและลดการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในกว๊านพะเยาและหาแนวทางที่เหมาะสมในการนำทรัพยากรหมุนเวียนกลับมาใช้ต่อไป



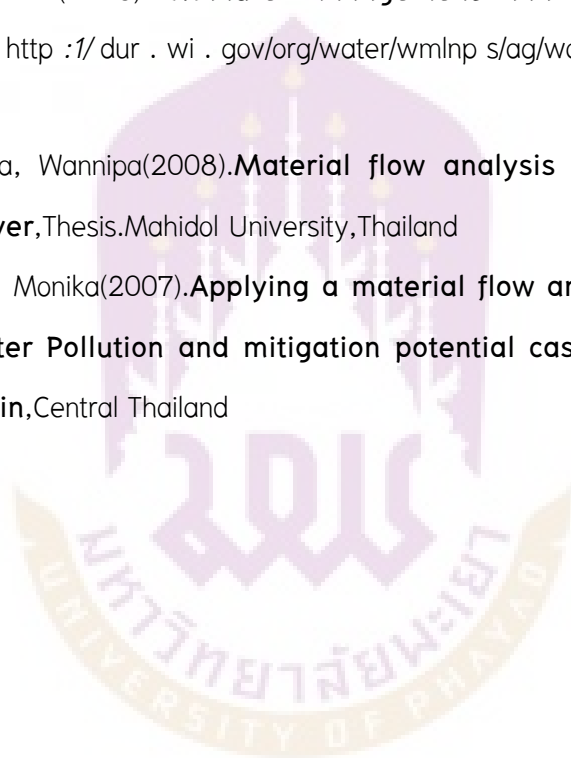
บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- [1] Murphy, S. (2005). **General information on Phosphorus (Online)**. Available <http://bcn.boulde. co.us/basin/data/FECAL/info/TP.html> [2006 May 29]
- [2] Baccini and Brunner, 1991; Baccini and Bader, 1996; Moore 1997; Brunner and Rechberger 2004. **Basic of material flow analysis**.
- [3] Baccini and Bader, 1996; Brunner and Rechberger, 2004; Kwonpongsagoon *et al* ., 2007a). **Material flow analysis**.
- [4] Busman,L.,Lamb,j.,Randall,G.,Rehm,G.and Schmitt,M.(2002) **The nature of Phosphorus in Soils**,[Online]Available:[http://www"extension.umn.edu/Distribution/Cropsystems/DC6795.html](http://www) [2006 July 7]
- [5] Relim, G., Schmitt, M., Lamb, J., Randall, G. and Busman, L. (2002). **Phosphorus in the agricultural environment**, [Online]. Available: <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC6288.html> [2006. July 28].
- [6] Anon. (2001). **Phosphorus fertilizer**, [Online]. Available: <http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/rmediacenter-uploads/lib/html/J29iiFer/FerP.htm> [2006, April 4].
- [7] Witney, D.A. (1988). **Phosphorus facts soil, plant and fertilizer**. [Online]. Available:www.ozu. k-state.edu/libra T/csl2/c665.pdf [2007, Jan 27].
- [8] Evans, T.D. and Johnston, A.E. (2004). **Phosphorus and crop nutrition: principles and practice**. pp. 93–119. In E.V. Jones (ed). **Phosphorus in environmental technologies: Principles and applicattions**. Integrated envirommental technology series. T.J. International (Ltd), UK.
- [9] Devlin, D.L., McVay, K., Pierzynski, G.M. and Janssen K. (2002). **Best management practice for phosphorus**. Kansas State University, Agricultural esperiment station and cooperative extension service.
- [10] Baker, J. and Tidman, M.J. (2007). **Phosphorus losses to surface water**, [Online]. Available:<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icmJ2001/5-14-2007/ploss.html> [2008, Jan 30].

- [11] Ekholm. P., Turtola, E., Grönroos, J., Seuri, P. and Ylivainio, K. (2005). **Phosphorus loss from different farming systems estimated from soil surface phosphorus balance**. *Agric. Ecosyst. Environ.* 110: 266–278.
- [12] Chapman, A.S., Foster, I.D.L., Lees, J.A., Hodgkinson, R.A. and Jackson, R.H. (2001). **Particulate phosphorus transport by sub-surface drainage from agricultural land in the UK**. Environmental significance at the catchment and national scale. *Sci. Total Environ.* 266: 95–102.
- [13] Minahan, K. (2006). **Manure management and water quality**, [Online]. Available: <http://www.epa.gov/org/water/wmlnps/ag/waterquality.htm#q2> [2006, June 201].
- [14] Noyboonya, Wannipa(2008).**Material flow analysis of Phosphorus in Mae Klong River**,Thesis.Mahidol University,Thailand
- [15] Schaffner, Monika(2007).**Applying a material flow analysis model to assess river water Pollution and mitigation potential case study in the Thachin river basin**,Central Thailand



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการเก็บตัวอย่างในนาข้าวเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส (P)

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ยผลที่ได้จากการทดลอง			
		ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	ตัวอย่าง 3	ค่าเฉลี่ย (μ)
1	เก็บตัวอย่างต้นกล้าที่ใช้ปักดำ	2.186	2.316	2.118	2.207
2	เก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลเข้าสู่สนามนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.185	0.180	0.181	0.182
3	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรกนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.179	0.186	0.190	0.185
4	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวระหว่างใส่ปุ๋ยครั้งแรกกับครั้งที่สองไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.082	0.071	0.078	0.077
5	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่สองนำไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.109	0.112	0.106	0.109
6	เก็บตัวอย่างน้ำในนาข้าวก่อนทำการระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.105	0.102	0.108	0.105
7	เก็บตัวอย่างน้ำจากต้นทางที่ระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.105	0.110	0.106	0.107
8	เก็บตัวอย่างน้ำจากปลายทางก่อนเข้ากวี้นที่ระบายออกจากนาข้าวไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.112	0.116	0.126	0.118
9	เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวไปทำการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	0.433	0.388	0.376	0.399
10	เก็บตัวอย่างฟางและซังข้าวเพื่อไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส	2.624	2.647	2.741	2.671

ภาคผนวก ข รายการคำนวณจากตาราง 4.2

ตารางภาคผนวกตารางแสดงผลจากการวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว (24 ไร่)

รายการ	ปริมาณ มวลของ สาร ต่าง ๆ	ความเข้มข้น P	อัตราการ ไหลของ P กก./รอบ/ไร่	อัตราการ ไหลของ P กก./รอบ/ 24ไร่	% P เทียบกับ Total Input
INPUT					
ต้นกล้า	100 กก./ไร่	2.47กรัม/กก.	0.247	5.93	5
น้ำเข้าสู่นาข้าว	112 ม. ³ /ไร่*	0.568 มก./ล.	0.0636	1.53	1
ปุ๋ยเคมี	20 กก./ไร่	20%	4	96	75
ฟางข้าวจาก การทำนารอบ ก่อนๆ	402.3 กก./ ไร่	2.47กรัม/กก.	0.9936	23.85	19
รวมอัตราการไหลเข้าของฟอสฟอรัส				127.30	100
OUTPUT					
ผลผลิตข้าว	900 กก./ไร่	4.71กรัม/กก.	4.239	101.74	80
น้ำที่ระบาย ออก	112 ม. ³ / ไร่**	0.818 มก./ล.	0.0916	2.20	2
รวมอัตราการไหลออกของฟอสฟอรัส				103.93	82
STOCK				23.37	18
ดินหลังการ เก็บเกี่ยว	240 กก./ไร่	0.16กรัม/ กก.	0.0384	0.92	

** ตั้งสมมติฐานว่าในพื้นที่การทำวิจัยมีอัตราการระเหยและซึมผ่านของน้ำน้อยมาก

สารขาเข้า(INPUT)

มีอัตราการไหลเข้าของฟอสฟอรัส 127.30 กก./รอบ/24ไร่

ต้นกล้า

1 ไร่ มีต้นกล้า 10000 กอ 1 กอ มีน้ำหนัก 1 กรัม จะได้น้ำหนักต้นกล้าทั้งหมด/ไร่เท่ากับ

$$10000 \times 0.01 = 100 \text{ กก./ไร่}$$

$$(100 \text{ กก./ไร่} \times 2.47 \text{ กรัม/กก.})/1000 = 0.247 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

$$0.247 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 5.93 \text{ กก./รอบ/24ไร่}$$

$$(5.93/127.30) \times 100 = 5 \%$$

น้ำเข้าสู่นาข้าว

$$\text{ปริมาตรน้ำในนาข้าว } 1600 \text{ ตร.ม.} \times 0.07 \text{ ม.} = 112 \text{ ลบ.ม./ไร่}$$

$$(112 \text{ ลบ.ม./ไร่} \times 0.568 \text{ มก./ลิตร})/1000 = 0.0636 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

$$0.0636 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 1.53 \text{ กก./รอบ/24ไร่}$$

$$(1.53/127.30) \times 100 = 1 \%$$

ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 มีฟอสฟอรัสอยู่ 20% ใช้ปุ๋ย 20 กก./ไร่ จะได้ปริมาณปุ๋ยเท่ากับ

$$20 \text{ กก./ไร่} \times 20\% = 4 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

$$4 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 96 \text{ กก./รอบ/24ไร่}$$

$$(96/127.30) \times 100 = 75 \%$$

ฟางข้าวจากการทำนารอบก่อน ๆ

$$\text{อัตราส่วนฟางข้าว/ผลผลิตข้าวเท่ากับ } 900 \text{ กก.} \times 0.477 = 402.3 \text{ กก./ไร่}$$

$$(402.3 \text{ กก./ไร่} \times 2.47 \text{ กรัม/กก.})/1000 = 0.9936 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

$$0.9936 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 23.85 \text{ กก./รอบ/24ไร่}$$

$$(23.85/127.30) \times 100 = 19 \%$$

สารขาออก (OUTPUT)

มีอัตราการไหลเข้าของฟอสฟอรัสเท่ากับ 103.93 กก./รอบ/24ไร่

ผลผลิตข้าว

$$(900 \text{ กก./ไร่} \times 4.71 \text{ กรัม/กก.})/1000 = 4.239 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

$$4.239 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 101.74 \text{ กก./รอบ/24 ไร่}$$

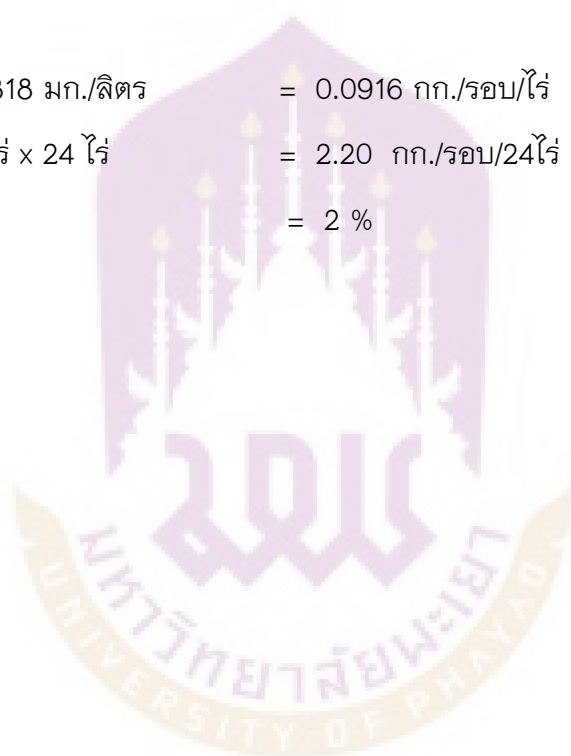
$$(101.74/127.3) \times 100 = 80 \%$$

น้ำที่ระบายออก

$$112 \text{ ลบ.ม./ไร่} \times 0.818 \text{ มก./ลิตร} = 0.0916 \text{ กก./รอบ/ไร่}$$

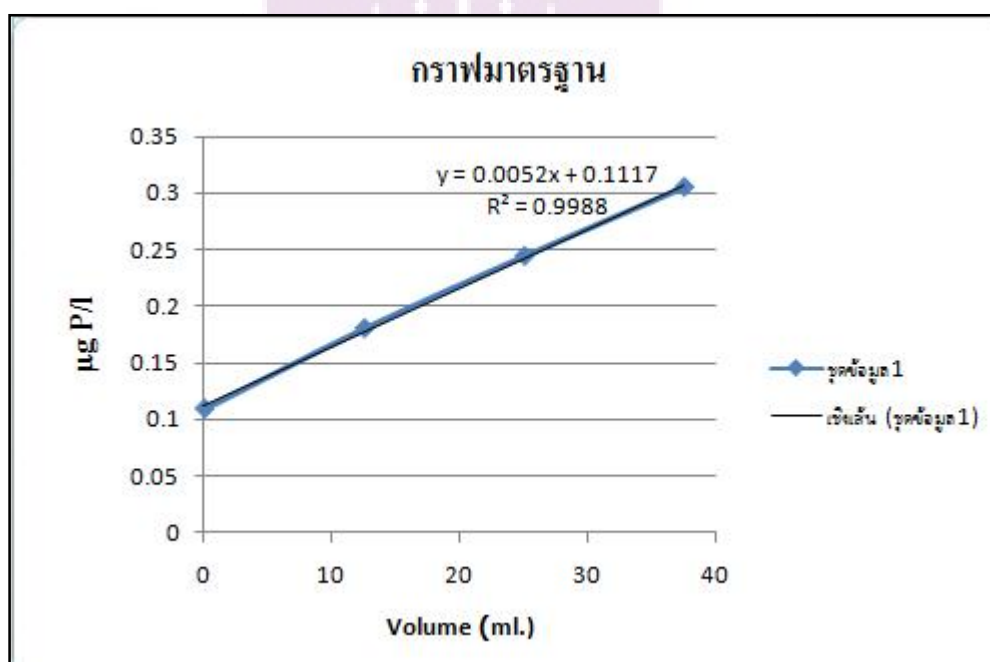
$$0.0916 \text{ กก./รอบ/ไร่} \times 24 \text{ ไร่} = 2.20 \text{ กก./รอบ/24 ไร่}$$

$$(2.20/127.3) \times 100 = 2 \%$$



ภาคผนวก ค ตารางแสดงข้อมูลดิบของฟอสฟอรัสในน้ำที่ได้จากห้องทดลอง

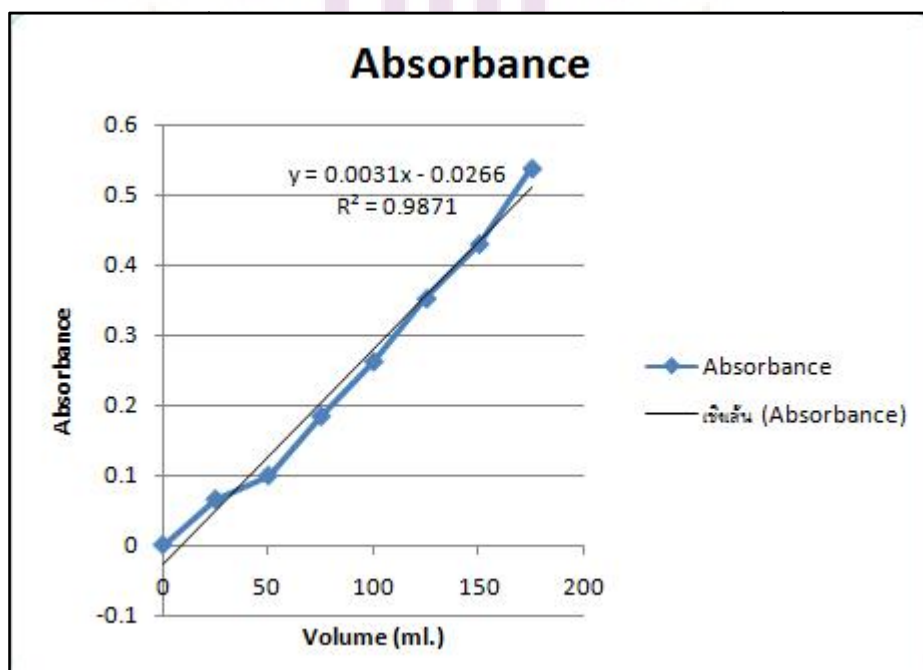
Volume(mL)	µg P/I	Absorbance
0	0	0.109
5	12.5	0.180
10	25	0.244
15	37.5	0.305
Sample	-	0.105



กราฟมาตรฐานแสดงการวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสในน้ำจากห้องทดลอง

ตารางแสดงข้อมูลดิบของฟอสฟอรัสในของแข็งที่ได้จากห้องทดลอง

μ P/l	Absorbance
0	0
25	0.065
50	0.099
75	0.184
100	0.262
125	0.352
150	0.430
175	0.538
Sample	0.510



กราฟมาตรฐานแสดงการวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสในของแข็งจากห้องทดลอง



ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ชื่อ - สกุล	จันทร์จิรา ช่ออั้งชัย
วัน เดือน ปี เกิด	21 กันยายน 2525
ที่อยู่ปัจจุบัน	42 หมู่ที่ 9 ตำบล แม่ใส อำเภอ เมือง จังหวัด พะเยา 56000
ที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท พี.เอ็น.เอส.ไซน์ จำกัด 3/1 ถนนเวียงบัว ตำบลช้างเผือก อำเภอ เมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
ตำแหน่งปัจจุบัน	วิศวกรสำนักงาน(OFFICE ENGINEER)
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2548	

