

ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูงสำหรับการปลูกข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่  
จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน

Soil Fertility of Highland for Rice Cultivation of Ethnic Groups in Chiang Mai,  
Chiang Rai, Mae Hong Son and Nan

สิปปวิชญ์ ปัญญาตัย,<sup>1\*</sup> สุมาลี มีปัญญา,<sup>1</sup> ศิลาวัณ จันทร์บุตร,<sup>1</sup> จารูวี อันเชตา,<sup>1</sup> อาทิตยา ยอดใจ,<sup>2</sup>  
ศิริลักษณ์ ใจบุญทา,<sup>3</sup> นงนุช ประดิษฐ์,<sup>4</sup> ผกาทนต์ ทองสมบุญ,<sup>4</sup> สุตทกานต์ ใจกาวิล,<sup>5</sup>  
พิชญ์นันท์ กังแฮ<sup>5</sup> และวิสุทธิ กีบทอง<sup>6</sup>

Sippawit Punyatuy,<sup>1\*</sup> Sumalee Meepanya,<sup>1</sup> Sirawon Chanbut,<sup>1</sup> Jaruvee Ancheta,<sup>1</sup> Atitaya Yodjai,<sup>2</sup>  
Sirilak Chaiboontha,<sup>3</sup> Nongnuch Pradit,<sup>4</sup> Phakakarn Tongsomboon,<sup>4</sup> Suttakarn Jaikawin,<sup>5</sup>  
Pitchanan Kanghae<sup>5</sup> and Visut Kibthong<sup>6</sup>

Received 14 January 2019, Accepted 30 April 2019

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the paddy soil fertility on highland of the Northern region of Thailand. The questionnaire was used as the tool to accumulate the research data. The sample groups were the community leaders, farmers, or the villagers who planted rice for their own consumption from 201 villages. The data was analyzed to find out the frequency, percentage, median, percentile, mean, minimum, maximum, standard deviation while the soil samples were taken for analysis. The results revealed that the paddy soil in Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son and Nan showed strongly acidic ( $pH=5.39\pm 0.73$ ) and high level of organic matter ( $3.84\pm 1.68\%$ ), available phosphorus ( $36.19\pm 50.62$  mg/kg) and exchangeable potassium ( $158.81\pm 122.74$  mg/kg). The 65.17% of soil texture was sandy clay loam. The median rice production yields in Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son and Nan were 310, 300, 300 and 297 kg/rai, and the terrace paddy production yields were 450, 500, 400 and 450 kg/rai respectively.

**Keywords:** Soil fertility, Highland, Upland rice, Terrace paddy, Ethnic groups

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ 50250

Samoeng Rice Research Center, Samoeng, Chiang Mai 50250, Thailand.

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50250

Chiang Mai Rice Research Center, San Pa Tong, Chiang Mai 50120, Thailand.

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย อ.พาน จ.เชียงราย 57120

Chiang Rai Rice Research Center, Phan, Chiang Rai 57120, Thailand.

<sup>4</sup> ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน 58150

Mae Hong Son Rice Research Center, Pang Mapha, Mae Hong Son 58150, Thailand.

<sup>5</sup> ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อ.เมืองแพร่ จ.แพร่ 54000

Phrae Rice Research Center, Mueang Phrae, Phrae 54000, Thailand.

<sup>6</sup> ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

Khlong Luang Rice Research Center, Khlong Luang, Pathum Thani 12120, Thailand.

\* Corresponding author: E-mail address: sippawit.p@rice.mail.go.th

## บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนาบนพื้นที่สูง โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้นำชุมชน เกษตรกร หรือผู้มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการปลูกข้าวในครัวเรือน จำนวน 201 หมู่บ้าน วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความถี่ ร้อยละ มัธยฐาน เปอร์เซ็นไทล์ เจลีย์ต่ำสุด สูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งได้เก็บตัวอย่างดินในแปลงนา ผลการทดลอง พบว่า สมบัติดินบางประการในพื้นที่ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน มีค่าปฏิบัติของดินเป็นกรดจัด ( $pH = 5.39 \pm 0.73$ ) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูง ( $3.84 \pm 1.68\%$   $36.19 \pm 50.62$  กก./กก. และ  $158.81 \pm 122.74$  กก./กก. ตามลำดับ) เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย (65.17%) โดยในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน ให้ผลผลิตมีค่ามัธยฐานของข้าวไร่เท่ากับ 310 300 300 และ 297 กก./ไร่ ตามลำดับ และข้าวนาที่สูงเท่ากับ 450 500 400 และ 450 กก./ไร่ ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พื้นที่สูง ข้าวไร่ ข้าวนาที่สูง กลุ่มชาติพันธุ์

## คำนำ

ถึงแม้ว่าข้าวที่สูงจะไม่มีมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ แต่ชาวบ้านกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ในพื้นที่กลับมีความจำเป็นต้องปลูกข้าวไว้เพื่อการบริโภคเพราะข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญ รวมทั้งมีความผูกพันกับขนบธรรมเนียมประเพณี ความมั่นคงทางเศรษฐกิจของครัวเรือนและชุมชน การทำการเกษตรบนพื้นที่สูงไม่เพียงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูงเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อพื้นที่ราบด้วย ซึ่งปัจจุบันการใช้ประโยชน์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในภาคเหนือค่อนข้างวิกฤตอาจก่อให้เกิดปัญหาได้ในอนาคตเนื่องจากการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำเพื่อทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง การลดปัญหาดังกล่าวนอกจากภาครัฐต้องกำกับดูแลระเบียบข้อบังคับตามกฎหมายแล้ว ส่วนสำคัญคือ การให้ชุมชนมีความมั่นคงด้านอาหารโดยเฉพาะข้าวอย่างยั่งยืนเป็นอันดับแรก (กรมการข้าว, 2553)

ระบบการผลิตข้าวบนพื้นที่สูงมี 2 ระบบ คือ 1) ข้าวไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นบริเวณไหล่เขา มีความลาดชันตั้งแต่ 5-60 องศา อาศัยความชื้นในการเจริญเติบโตจากน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ไม่มีคันนาสำหรับกักเก็บน้ำในแปลงปลูก ส่วนมากมักเตรียมดินโดยการถางวัชพืชหรือพืชอื่นออกก่อนแล้วเตรียมดิน หลังจากนั้นจึงทำการปลูกข้าว

โดยข้าวไร่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ด้วย การพิจารณาจากการพักฟื้นดิน คือ ระบบการทำให้เลื้อนลอยเป็นการถางและเผาก่อนเตรียมดิน และทำการเพาะปลูกจนดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์หรือผลผลิตข้าวลดลงแล้วค่อยย้ายไปพื้นที่ใหม่โดยไม่กลับมาใช้พื้นที่เดิมอีก ส่วนการทำไร่หมุนเวียนเป็นระบบการเพาะปลูกในระยะเวลาสั้น แต่ใช้เวลาพักดินนาน โดยการถางและเผาไร่เพื่อปลูกพืชเพียง 1-2 ปี แล้วปล่อยให้ดินให้ฟื้นตัวตามธรรมชาติประมาณ 5-10 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน 2) ข้าวนาที่สูง เป็นแบบนาขั้นบันไดบริเวณที่ราบไหล่เขาและระหว่างหุบเขามีข้อแตกต่างจากการทำข้าวไร่ คือ มีการทำคันนาสำหรับกักเก็บน้ำ โดยกระบวนการทำนาขั้นบันไดเริ่มต้นเตรียมดิน ตกกล้า ไถ คราด ทำเทือก และปักดำ เช่นเดียวกับการทำนาพื้นราบทั่วไป ซึ่งถือได้ว่านาขั้นบันไดเป็นระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงที่ยั่งยืนในระดับไร่นาระบบหนึ่ง (ชัยฤทธิ์, 2555)

การเพาะปลูกข้าวบนพื้นที่สูงได้ปรับใช้พันธุ์ข้าวไร่และข้าวนาสวนพันธุ์พื้นเมือง ใช้น้ำจากแหล่งต้นน้ำธรรมชาติในพื้นที่ เตรียมดินโดยใช้คนขุดและแรงงานสัตว์เป็นหลัก มีการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินเพียงเล็กน้อย ทำให้ได้ผลผลิตข้าวในระดับหนึ่ง และยังไม่มียุทธศาสตร์ซึ่งกระบวนการผลิตข้าวที่สูงมีปัจจัยที่สำคัญในการ

ผลิตเพียง พันธุ์ข้าว ดิน และปริมาณน้ำฝน (กรมการข้าว, 2553) จึงจำเป็นต้องทราบบริบทการปลูกข้าวไร่และข้าวนาที่สูงรวมทั้งประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเบื้องต้นในปัจจุบัน เพื่อยกระดับผลผลิตอย่างยั่งยืนและเพิ่มความมั่นคงทางอาหารของชาวบ้านกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง ประกอบกับให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทั้งบนพื้นที่สูงและพื้นที่ราบน้อยที่สุดด้วย

### อุปกรณ์และวิธีการ

เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง (Cross sectional descriptive study) โดยทำการศึกษาระหว่างเดือน สิงหาคม 2560-พฤษภาคม 2561 เก็บรวบรวมข้อมูลจากชาวบ้านที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นหัวหน้าครอบครัวหรือผู้มีหน้าที่รับผิดชอบด้านอาหารที่มีความสนใจและยินยอมในการตอบแบบสัมภาษณ์ครัวเรือนละ 1 คน ที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่สูงตามเขตรับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน และศูนย์วิจัยข้าวแพร่ รวมทั้งหมด 212 หมู่บ้าน จึงได้คำนวณโดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Yamane, 1973) จะได้กลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบไปด้วย 1) จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 81 หมู่บ้าน 31 ตำบล 12 อำเภอ 2) จังหวัดเชียงราย จำนวน 40 หมู่บ้าน 18 ตำบล 10 อำเภอ 3) จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 40 หมู่บ้าน 15 ตำบล 6 อำเภอ และ 4) จังหวัดน่าน จำนวน 40 หมู่บ้าน 13 ตำบล 8 อำเภอ รวม 201 หมู่บ้าน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์การปลูกข้าวบนพื้นที่สูงซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของการปลูกข้าวบนพื้นที่สูง จำนวนทั้งหมด 4 ข้อ แบบสัมภาษณ์แบบเลือกตอบ (Check list) และมีลักษณะปลายเปิดและปิด ประกอบด้วยข้อมูลประชากร ลักษณะนิเวศการปลูกข้าวของพื้นที่ พันธุ์ข้าว ผลผลิตของข้าวไร่และข้าวนาที่สูง

ส่วนที่ 2 ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงนาข้าวของชาวบ้านตามวิธีการเก็บตัวอย่างดินนาของสถาบันวิจัยข้าว (2547) ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Walkley & Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray & Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Pratt, 1965) และเนื้อดิน (กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

จากนั้นประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการศึกษาคือ สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่ามัธยฐาน (median) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (percentile) โดยตัดแปลงพิจารณาตามเกณฑ์ของเบสต์ (Best, 1977) การแปลผลตามปัจจัยที่กำหนดในแบบสัมภาษณ์ และตัวแปรที่มีระดับการวัดเชิงปริมาณคือ ค่าจากผลการวิเคราะห์สมบัติดินบางประการ โดยการแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของการปลูกข้าวไร่และข้าวนาที่สูง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่าง 201 หมู่บ้าน บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน (81 40 40 และ 40 หมู่บ้าน ตามลำดับ) มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 26,393 ครัวเรือน (13,444 5,232 3,543 และ 4,174 ครัวเรือน ตามลำดับ) และมีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่หลายกลุ่มในพื้นที่แต่ละจังหวัด (Table 1) ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ระดับความสูงของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 895.00 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ( $P_{25}= 709.00$ ,  $P_{75}= 1,054.50$ ) และข้าวนาที่สูง มีค่ามัธยฐาน

ของระดับความสูง เท่ากับ 886.50 เมตรจาก ระดับน้ำทะเลปานกลาง ( $P_{25}=685.00$ ,  $P_{75}=1,055.25$ )

**Table 1** Percentage of ethnic groups in Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son and Nan

Ethnic group	Amount	Percentage
Chiang Mai		
- Native Thai	3	7.70
- Karen	52	64.20
- Palang	2	2.47
- Hmong	1	1.23
- Lua	1	1.23
- Lahu	3	3.70
- Lisu	5	6.17
- Akha	3	3.70
- Live a variety of ethnic groups	11	13.58
Chiang Rai		
- Mien	4	10.00
- Karen	3	7.50
- Hmong	13	32.50
- Lahu	9	22.50
- Lisu	2	5.00
- Akha	6	15.00
- Live a variety of ethnic groups	3	7.50
Mae Hong Son		
- Native Thai	4	10.00
- Karen	15	37.50
- Lahu	14	35.00
- Lisu	2	5.00
- Live a variety of ethnic groups	5	12.50
Nan		
- Native Thai	3	7.50
- Khmu	2	5.00
- Hmong	2	5.00
- Lua	27	67.50
- Live a variety of ethnic groups	6	15.00

โดยลักษณะการปลูกข้าวของชาวบ้านบนพื้นที่สูงในแต่ละจังหวัด สามารถแบ่งตามนิเวศน์การปลูก ดังนี้

### 1.1 จังหวัดเชียงใหม่

การปลูกข้าวไร่ของชาวบ้านส่วนใหญ่ ร้อยละ 55.17 เป็นการปลูกแบบไร่หมุนเวียน ปลูกซ้ำที่เดิมทุกปี ร้อยละ 27.59 และปลูกซ้ำที่เดิมแต่เว้นปี ร้อยละ 17.24 พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ บือสุคีย์ บือบอ จะพума ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 385 ไร่ ( $P_{25} = 186, P_{75} = 768$ ) และค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวไร่ เท่ากับ 310 กก./ไร่ ( $P_{25} = 251, P_{75} = 404$ )

สำหรับการปลูกข้าวนาของชาวบ้านส่วนใหญ่เป็นนาในหุบเขา (ร้อยละ 61.54) และนาขั้นบันไดตามไหล่เขา (ร้อยละ 38.46) พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ บือโปะโละ และบือตะคีย์ ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวนาในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 747 ไร่ ( $P_{25} = 342, P_{75} = 1,050$ ) ค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวนา เท่ากับ 450 กก./ไร่ ( $P_{25} = 350, P_{75} = 564$ )

### 1.2 จังหวัดเชียงราย

การปลูกข้าวไร่ของชาวบ้านส่วนใหญ่ ร้อยละ 50.00 เป็นการปลูกซ้ำที่เดิมทุกปี ปลูกแบบซ้ำที่เดิมแต่เว้นปี ร้อยละ 33.33 และปลูกแบบไร่หมุนเวียน ร้อยละ 16.67 พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ เบล้ฉ่า และกลม ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 714 ไร่ ( $P_{25} = 237, P_{75} = 926$ ) และค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวไร่ เท่ากับ 300 กก./ไร่ ( $P_{25} = 231, P_{75} = 387$ )

สำหรับการปลูกข้าวนาของชาวบ้านส่วนใหญ่เป็นนาขั้นบันไดตามไหล่เขา (ร้อยละ 52.17) และนาในหุบเขา (ร้อยละ 47.83) พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ กข23 และอีโต ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวนาในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 351 ไร่ ( $P_{25} = 245, P_{75} = 839$ ) ค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวนา เท่ากับ 500 กก./ไร่ ( $P_{25} = 436, P_{75} = 550$ )

### 1.3 จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การปลูกข้าวไร่ของชาวบ้านส่วนใหญ่ ร้อยละ 68.42 เป็นการปลูกแบบไร่หมุนเวียน และปลูกซ้ำที่เดิมทุกปี ร้อยละ 31.58 พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ ลายชาน บือโปะโละ บือโพปริ และบือบอ ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 415 ไร่ ( $P_{25} = 229, P_{75} = 560$ ) และค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวไร่ เท่ากับ 300 กก./ไร่ ( $P_{25} = 203, P_{75} = 500$ )

สำหรับการปลูกข้าวนาของชาวบ้านส่วนใหญ่เป็นนาในหุบเขา (ร้อยละ 53.33) และนาขั้นบันไดตามไหล่เขา (ร้อยละ 46.67) พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ บือโปะโละ และบือขอมี่ ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวนาในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 307 ไร่ ( $P_{25} = 169, P_{75} = 627$ ) ค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวนา เท่ากับ 400 กก./ไร่ ( $P_{25} = 250, P_{75} = 575$ )

### 1.4 จังหวัดน่าน

การปลูกข้าวไร่ของชาวบ้านส่วนใหญ่ ร้อยละ 62.50 เป็นปลูกแบบไร่หมุนเวียน ปลูกซ้ำที่เดิมทุกปี ร้อยละ 22.50 และปลูกแบบซ้ำที่เดิมแต่เว้นปี ร้อยละ 15.00 พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ ข้าวแดง และข้าวขาว ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 502 ไร่ ( $P_{25} = 319, P_{75} = 790$ ) และค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวไร่ เท่ากับ 297 กก./ไร่ ( $P_{25} = 220, P_{75} = 300$ )

สำหรับการปลูกข้าวนาของชาวบ้านส่วนใหญ่เป็นนาในหุบเขา (ร้อยละ 87.50) และนาขั้นบันไดตามไหล่เขา (ร้อยละ 12.50) พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านนิยมปลูกมากที่สุด คือ สันป่าตอง 1 และ กข6 ค่ามัธยฐานของพื้นที่ปลูกข้าวนาในแต่ละหมู่บ้าน เท่ากับ 338 ไร่ ( $P_{25} = 173, P_{75} = 538$ ) ค่ามัธยฐานของผลผลิตข้าวนา เท่ากับ 450 กก./ไร่ ( $P_{25} = 400, P_{75} = 463$ )

อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเฉลี่ยข้าวไร่ของชาวบ้านทั้ง 4 จังหวัด เท่ากับ 302 กก./ไร่ (S.D. = 4.92) ซึ่งถือว่าผลผลิตต่ำ โดยจากรายงานของพิชัย และคณะ (2558) พบว่า พันธุ์ข้าวไร่ส่วน

ใหญ่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 352-408 กก./ไร่ และผลผลิตข้าวนาที่สูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 450 กก./ไร่ (S.D. = 35.35) ซึ่งสอดคล้องกับ ศิวพงษ์ (2554) และ นงนุช และคณะ (2560) ซึ่งรายงานว่ พันธุ์ข้าวนาที่สูงในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และข้าวนาที่สูงสายพันธุ์ดีสำหรับกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงมีผลผลิตอยู่ในช่วง 387-680 กก./ไร่

ผลผลิตข้าวไร่ของชาวบ้านที่ปลูกในพื้นที่ยังคงให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในครัวเรือน ชาวบ้านบนพื้นที่สูงยังคงต้องปลูกข้าวไร่เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสภาพพื้นที่ลาดชันและต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลักเพราะไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำ กระบวนการผลิตข้าวมีปัจจัยที่สำคัญในการผลิตเพียง พันธุ์ข้าว ดิน และปริมาณน้ำฝน ส่วนปัจจัยอื่น เช่น ปุ๋ย และสารเคมีอื่นๆ มีการใช้น้อยมาก เนื่องจากสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนยังต้องอาศัยธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น พันธุ์ข้าวที่ชาวบ้านปลูกจึงเป็นพันธุ์ที่จะต้องสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น

## ส่วนที่ 2 ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ชาวบ้านปลูกข้าวไร่และข้าวนาที่สูง ทั้งหมด 201 หมู่บ้านของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 จังหวัด พบว่า

### 2.1 จังหวัดเชียงใหม่

เก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าวไร่และข้าวนาที่สูง ที่ระดับความสูง 401-1,383 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จำนวน 81 หมู่บ้าน 31 ตำบล 12 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ ดินที่ปลูกข้าวเป็นกรดจัด มีค่าปฏิกริยาดิน เฉลี่ย  $5.33 \pm 0.74$  (พิสัย 4.00-7.90) อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย  $3.41 \pm 0.87\%$  ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 1.72-4.97%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย  $45.75 \pm 41.84$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 3.00-190.00 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ย  $166.41 \pm 109.56$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 21.00-567.00 มก./กก.) (Table 2) และเนื้อดินโดยส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 80.25 (Table 3)

**Table 2** Chemical properties of paddy soil in Chiang Mai

n = 81	pH (1:1)	Organic matter (%) <sup>1/</sup>	Available P (mg/kg) <sup>2/</sup>	Exchangeable K (mg/kg) <sup>3/</sup>
Mean	5.33	3.41	45.75	166.41
Maximum	7.90	4.97	190.00	567.00
Minimum	4.00	1.72	3.00	21.00
SD	0.74	0.87	41.84	109.56

Note: <sup>1/</sup> = Walkley and Black method (Walkley & Black, 1934)

<sup>2/</sup> = Bray II method (Bray & Kurtz, 1945)

<sup>3/</sup> = Extracted with NH<sub>4</sub>OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

**Table 3** Texture of paddy soil in Chiang Mai

Soil texture <sup>1/</sup>	Amount	Percentage
Loamy sand	6	7.41
Sandy clay loam	10	12.35
Sandy loam	65	80.25

Note: <sup>1/</sup> = Pipette method (กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

## 2.2 จังหวัดเชียงราย

เก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าวไร่และข้าวนาที่สูง ที่ระดับความสูง 381-1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จำนวน 40 หมู่บ้าน 18 ตำบล 10 อำเภอ ในจังหวัดเชียงราย ดินที่ปลูกข้าวเป็นกรดจัด มีค่าปฏิกิริยาดิน เฉลี่ย  $5.37 \pm 0.55$  (พิสัย 4.25-7.22) อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย  $3.31 \pm$

0.97% ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 1.76-4.94%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย  $22.36 \pm 26.62$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 3.00-158.00 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ย  $118.93 \pm 71.51$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 29.00-313.00 มก./กก.) (Table 4) และเนื้อดินโดยส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 65.00 (Table 5)

**Table 4** Chemical properties of paddy soil in Chiang Rai

n = 40	pH (1:1)	Organic matter (%) <sup>1/</sup>	Available P (mg/kg) <sup>2/</sup>	Exchangeable K (mg/kg) <sup>3/</sup>
Mean	5.37	3.31	22.36	118.93
Maximum	7.22	4.94	158.00	313.00
Minimum	4.25	1.76	3.00	29.00
SD	0.55	0.97	26.62	71.51

Note: <sup>1/</sup> = Walkley and Black method (Walkley & Black, 1934)

<sup>2/</sup> = Bray II method (Bray & Kurtz, 1945)

<sup>3/</sup> = Extracted with NH<sub>4</sub>OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

**Table 5** Texture of paddy soil in Chiang Rai

Soil texture <sup>1/</sup>	Amount	Percentage
Loam	1	2.50
Loamy sand	1	2.50
Sandy clay loam	12	30.00
Sandy loam	26	65.00

Note: <sup>1/</sup> = Pipette method (กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

## 2.3 จังหวัดแม่ฮ่องสอน

เก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าวไร่และข้าวนาที่สูง ที่ระดับความสูง 562-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จำนวน 40 หมู่บ้าน 15 ตำบล 6 อำเภอ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ดินที่ปลูกข้าวเป็นกรดปานกลาง มีค่าปฏิกิริยาดิน เฉลี่ย  $5.68 \pm 0.86$  (พิสัย 4.61-8.24) อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย  $3.16 \pm 1.05\%$  ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย

0.95-4.98%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย  $46.13 \pm 86.20$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 2.00-371.00 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ย  $196.37 \pm 121.19$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 33.00-505.00 มก./กก.) (Table 6) และเนื้อดินโดยส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 32.50 และดินร่วนเหนียวปนทราย ร้อยละ 32.50 (Table 7)

**Table 6** Chemical properties of paddy soil in Mae Hong Son

n = 40	pH (1:1)	Organic matter (%) <sup>1/</sup>	Available P (mg/kg) <sup>2/</sup>	Exchangeable K (mg/kg) <sup>3/</sup>
Mean	5.68	3.16	46.13	196.37
Maximum	8.24	4.98	371.00	505.00
Minimum	4.61	0.95	2.00	33.00
SD	0.86	1.05	86.20	121.19

Note: <sup>1/</sup> = Walkley and Black method (Walkley & Black, 1934)

<sup>2/</sup> = Bray II method (Bray & Kurtz, 1945)

<sup>3/</sup> = Extracted with NH<sub>4</sub>OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

**Table 7** Texture of paddy soil in Mae Hong Son

Soil texture <sup>1/</sup>	Amount	Percentage
Clay	1	2.50
Clay loam	5	12.50
Loam	7	17.50
Sandy clay	1	2.50
Sandy clay loam	13	32.50
Sandy loam	13	32.50

Note <sup>1/</sup> = Pipette method (กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

## 2.4 จังหวัดน่าน

เก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าวไร่และข้าวนาที่สูง ที่ระดับความสูง 562-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จำนวน 40 หมู่บ้าน 13 ตำบล 8 อำเภอ ในจังหวัดน่าน ดินที่ปลูกข้าวเป็นกรดจัด มีค่าปฏิกิริยาดิน เฉลี่ย  $5.28 \pm 0.64$  (พิสัย 4.36-7.69) อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย  $2.70 \pm 1.18\%$  ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 0.07-4.87%)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย  $23.75 \pm 25.18$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 2.00-121.00 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ย  $118.54 \pm 86.00$  มก./กก. จัดอยู่ในเกณฑ์สูง (พิสัย 24.00-421.00 มก./กก.) (Table 8) และเนื้อดินโดยส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 67.50 (Table 9)

**Table 8** Chemical properties of paddy soil in Nan

n = 40	pH (1:1)	Organic matter (%) <sup>1/</sup>	Available P (mg/kg) <sup>2/</sup>	Exchangeable K (mg/kg) <sup>3/</sup>
Mean	5.26	2.70	23.75	118.54
Maximum	7.69	4.87	121.00	421.00
Minimum	4.36	0.07	2.00	24.00
SD	0.64	1.18	25.18	86.00

Note: <sup>1/</sup> = Walkley and Black method (Walkley & Black, 1934)

<sup>2/</sup> = Bray II method (Bray & Kurtz, 1945)

<sup>3/</sup> = Extracted with NH<sub>4</sub>OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)



**Table 9** Texture of paddy soil in Nan

Soil texture <sup>1/</sup>	Amount	Percentage
Loamy sand	1	2.50
Sandy clay	1	2.50
Sandy clay loam	11	27.50
Sandy loam	27	67.50

Note: <sup>1/</sup> = Pipette method (กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูงในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน พบว่า ดินที่ใช้ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่มีค่าปฏิกริยาของดินเป็นกรดแก่จัด มากกว่าร้อยละ 71.15 อินทรีย์วัตถุในดินสูง มากกว่า 3.5% ร้อยละ 51.74 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูง มากกว่า 25 มก./กก. ร้อยละ 39.80 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง มากกว่า 90 มก./กก. ร้อยละ 64.68 และเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 65.17 (Table 10) ถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่ชาวบ้านบนพื้นที่สูงไม่นิยมใช้เนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการทำนาและมีปัญหาด้านราคาคมนาคมบนพื้นที่สูง นอกจากนี้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวบ้านบนพื้นที่สูงมีวิธีการปฏิบัติในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยชาวบ้านได้ปล่อยวัว ควาย เข้าไปกินหญ้าภายในนาหลังเก็บเกี่ยว

ข้าว เพื่อให้ได้มูลสัตว์เป็นปุ๋ยคอกในนาข้าว รวมถึงกรมการข้าว (2553) ได้แนะนำทางเลือกในการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินนาบนพื้นที่สูง ดังนี้

1) การใช้พืชปุ๋ยสด เป็นวิธีการที่จะลดการพึ่งพาปัจจัยการผลิตภายนอกชุมชน และชาวบ้านสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ด้วยตนเองได้ โดยพืชที่ใช้เป็นพืชปุ๋ยสดมีหลายชนิด ได้แก่ ปอเทือง ถั่วแปยี่ ถั่วพราง ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน โสนอินเดีย และบัวตาด

2) การใส่ปุ๋ยหมัก โดยนำฟางข้าวมาทำปุ๋ยหมักแล้วนำไปใส่ในนาข้าว

3) ปุ๋ยคอก นำสัตว์เลี้ยงไปปล่อยเลี้ยงไว้ในแปลงนาเพื่อใช้มูลสัตว์บำรุงดิน

4) การใส่ปุ๋ยเคมี เป็นการให้ธาตุอาหารพืชในรูปแบบที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้รวดเร็ว

**Table 10** Chemical and physics properties of paddy soil in Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son and Nan

<b>Chemical and physics properties of paddy soil</b>	<b>Amount</b>	<b>Percentage</b>
<b>pH (1:1)</b>		
extremely acid (<4.5)	12	5.97
very strongly acid (4.5-5.0)	42	20.90
strongly acid (5.1-5.4)	89	44.28
moderately acid (5.5-6.0)	28	13.93
slightly acid (6.1-6.5)	15	7.46
Neutral (6.6-7.3)	9	4.48
slightly alkaline (7.4-7.8)	3	1.49
moderately alkaline (7.9-8.4)	3	1.49
strongly alkaline (8.5-9.0)	-	-
very strongly alkaline (>9.0)	-	-
<b>Organic matter (%)</b>		
Low (<1.5)	23	11.44
Medium (1.5-3.5)	74	36.82
High (>3.5)	104	51.74
<b>Available P (mg/kg)</b>		
Low (<10)	59	29.35
Medium (10-25)	62	30.85
High (>25)	80	39.80
<b>Exchangeable K (mg/kg)</b>		
Low (<60)	32	15.92
Medium (60-90)	39	19.40
High (>90)	130	64.68
<b>Soil texture</b>		
clay	1	0.50
clay loam	5	2.49
loam	8	3.98
loamy sand	8	3.98
sandy clay	2	1.00
sandy clay loam	46	22.89
sandy loam	131	65.17

อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมีในแปลงนาข้าว ยังต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่ปลูก พันธุ์ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อให้การใส่ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จัดเป็นทางเลือกที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง เนื่องจากปัญหาต้นทุนและการขนส่งจึงมุ่งเน้นการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการปลูกข้าว นอกจากนี้กรมการข้าวได้มีการวิจัย

และพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่และรับรองพันธุ์สำหรับพื้นที่ปลูกภาคต่างๆ และจำแนกตามความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งแต่ปี 2522 ถึงปัจจุบัน รวม 12 พันธุ์ ซึ่งทุกพันธุ์ได้จากพันธุ์พื้นเมืองที่นำมาคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ เช่น ข้าวหลวงสันป่าตอง เจ้าลีซอสันป่าตอง น้ำรุ เจ้าฮ่อ และชาวโป่งไคร้ เป็นต้น (ชัยฤทธิ์, 2555) (Table 11) เพื่อเป็นพันธุ์แนะนำและทางเลือกให้กับชาวบ้านบนพื้นที่สูง

**Table 11** Varieties of upland rice

Rice varieties	Yield (kg/rai)	Recommend
Khao'Luang San-Pah-Tawng	582	<1,000 meters above mean sea level
Jow Lisaw San-Pah-Tawng	391	<1,000 meters above mean sea level
Nam Roo	247	1,000-1,400 meters above mean sea level
Jow Haw	210	<1,000 meters above mean sea level
Khao Pong Krai	243	800-1,250 meters above mean sea level

### สรุปผลการทดลอง

สมบัติดินบางประการในพื้นที่ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน มีค่าปฏิกริยาของดินเป็นกรดแก่จัด (ร้อยละ 71.15) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน อยู่ในระดับสูงทั้งหมด (ร้อยละ 51.74 39.80 และ 64.68 ตามลำดับ) ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวบนพื้นที่สูง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย (ร้อยละ 65.17) โดยให้ผลผลิตข้าวทั้ง 4 จังหวัด มีค่ามัธยฐานของข้าวไร่เท่ากับ 310 300 300 และ 297 กก./ไร่ ตามลำดับ และข้าวนาที่สูงเท่ากับ 450 500 400 และ 450 กก./ไร่ ตามลำดับ

### คำขอขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าว ภายใต้โครงการการพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมินิเวศและศักยภาพเชิงพื้นที่ของ

การผลิตข้าวที่สูง และขอขอบคุณ รศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา ผศ.ดร.สาวิตร มีจ้อย และนางสาวเนตรนภา ไชยเบ็ง ที่ได้ให้คำแนะนำและจัดทำแบบสอบถามเกษตรกรเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา รวมถึงขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและเสียสละเวลามา ณ โอกาสนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2553). เทคโนโลยีการทำนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูง. (น. 82). กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.
- กองวิเคราะห์ดิน. (2540). คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ. (น. 59). กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- ชัยฤทธิ์ ดำรงเกียรติ. (2555). ข้าวไร่กับการสร้างความมั่นคงทางอาหารบนพื้นที่สูง. ใน รายงานการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2. (น. 1-28). กรุงเทพฯ: โรงแรมสวิสโซเทล เลอ คองคอร์ด.

หงนุช ประดิษฐ์, ผกาภานต์ ทองสมบุญ, ธีระวัช สุวรรณนวล, สุมาลี มีปัญญา, ศิลาวัน จันทรบุต, กาญจนา พิบูลย์, สุทธกานต์ ใจกาวิล, กุลชนา เกศสุวรรณ, พันนิภา ยาใจ, อัญชลี ตาคำ, ไพโรจน์ โชตินิสากรณ, อาทิตยา ยอดใจ, กัลยา บุญสง่า, ชนิษฐา คำวงศ์, ศิริลักษณ์ ใจบุญทา, กรสิริ ศรีนิล, และอุรัสยา บุญประมุข. (2560). ข้าวนาที่สูงสายพันธุ์ดี สำหรับกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงเพื่อความมั่นคงทางอาหาร. ใน *เอกสารสัมมนาสรุปผลการดำเนินงานและใช้ประโยชน์จากงานวิจัย ประจำปี 2560*. (น. 79). กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิชัย สุพรไพบูลย์, พิกุล สุพรไพบูลย์, สุนทร มีพอ, และสรिता ปิ่นมณี. (2558). การทดสอบผลผลิตพันธุ์ข้าวไร่ในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงแม่จริม จังหวัดน่าน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 23(5), 817-824.

ศิวะพงศ์ นฤบาล. (2554). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำนาขึ้นบันไดในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงจังหวัดแม่ฮ่องสอน. ใน *สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง วันที่ 14-16 กุมภาพันธ์ 2554*. (น. 327-356). แพร่: โรงเรณนครแพร่ทาวเวอร์.

สถาบันวิจัยข้าว. (2547). *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน*. (น. 41). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร

อภิวัฒน์ หาญชนพงศ์. (2553). การพัฒนาข้าวไร่สู่นาขึ้นบันได. ใน *การประชุมวิชาการข้าวเนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ปี 2553 วันที่ 3-4 มิถุนายน 2553*. (น. 237-245). กรุงเทพฯ: โรงแรมอมารี แอร์พอร์ต.

Best, J. W. (1977). *Research in Education* (3rd ed.). (p. 384) New Jersey: Englewood Cliff.

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, 59(1), 39-46.

Pratt, P.F. (1965). Potassium, In C.A. Black, (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. (pp. 1022-1030). Madison: Wisconsin.

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.

Yamane, T. (1973). *Statistics an Introduction Analysis* (3rd ed.). (p. 400). New York: Harper & Row.