

# คุณสมบัติทางเคมี ชีวภาพและการสะสมกรดฮิวมิกในดินที่ได้รับ พืชปุ๋ยสดในระบบการปลูกมันสำปะหลัง

## Chemical, biological and accumulation of humic acid in cassava-green manure crop cultivation

อุษา จักกราช<sup>1</sup>, พรพนา โพธินาม<sup>1</sup>, และ ฤดี โคตรชารี<sup>2</sup>

Usa Jakkarach<sup>1</sup>, Pornpana Pothinam<sup>1</sup> and Rudee Kodcharee<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ:** การสะสมกรดฮิวมิกจากพืชปุ๋ยสดบางชนิดในระบบการปลูกมันสำปะหลัง ดำเนินการในแปลงทดลองภายในสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2552 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2554 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 4 ตำรับการทดลอง คือ ตำรับการทดลองที่ 1 โกลบวัชพืชตามธรรมชาติ ตำรับการทดลองที่ 2 โกลบถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata* Walp) ตำรับการทดลองที่ 3 โกลบถั่วพรี (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) และตำรับการทดลองที่ 4 โกลบปอเทือง (*Crotalaria juncea* (L.)) ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่าย (labile pool) พบว่า มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน ในตำรับการทดลองที่โกลบพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วทุกชนิด มวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากระยะเริ่มปลูกมันสำปะหลังไปถึงระยะเก็บเกี่ยว ในขณะที่ในตำรับการทดลองที่โกลบวัชพืชตามธรรมชาตินั้น มวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนค่อนข้างคงที่ ตั้งแต่ช่วงที่เริ่มปลูกมันสำปะหลังไปถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงช้าหรือเสถียร (stable pool) พบว่า ปริมาณกรดฮิวมิกในทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านคุณภาพของอินทรีย์วัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่าย มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) และค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน (CEC) ซึ่งช่วงที่ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดินสูง ถือว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่พืช ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีคือเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2-4 เดือน

**คำสำคัญ:** กรดฮิวมิก, อินทรีย์วัตถุ, ถั่วพุ่ม, ถั่วพรี, ปอเทือง, มันสำปะหลัง

**ABSTRACT:** Accumulation of humic in cassava-green manure crop cultivation project was designed in RCBD with four treatments and three replications. The treatments consisted of T1= control (plowing weed), and three legume crops, including T2=*Vigna unguiculata* Walp., T3= *Canavalia ensiformis* (L.) DC., and T4=*Crotalaria juncea* (L.). This study was set up during October, 2009- September, 2011 at Land Development Department Regional Office 5, Khon Kaen. The experiment indicated that the three legume crop incorporation treatments can increase microbial biomass carbon and nitrogen but the control treatment does not show the effect on two properties in soil during the growing season. Moreover, the stable pool, the amounts of humic acid were not significant in all treatments. Results were shown that there was labile pool effect on pH and CEC, especially at 2 -4 months of cassava. This indicated the appropriate time for fertilizer application on cassava.

**Keywords:** humic acid, soil organic matter, *Vigna unguiculata* Walp., *Canavalia ensiformis* (L.) DC., *Crotalaria juncea* (L.), cassava

<sup>1</sup> กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 กรมพัฒนาที่ดิน

<sup>2</sup> กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 กรมพัฒนาที่ดิน

## บทนำ

ดินเกษตรกรรมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินที่มีเนื้อทรายล้วนหรือล้วนทราย โครงสร้างของดินไม่ดี การสะสมอินทรีย์วัตถุในดินเป็นไปได้ยาก แต่มีการศึกษาพบว่า การใช้ที่ดินในการเกษตรที่มีการให้กลับคืน สารอินทรีย์อย่างต่อเนื่องและมีการรบกวนดินน้อยสามารถที่จะเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินทรายของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ (สมญา, 2545)

การศึกษานินทรีย์วัตถุในดินส่วนใหญ่ศึกษาเป็นองค์รวมหรือศึกษาเป็นปริมาณทั้งหมด ในขณะที่การศึกษาที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุโดยแบ่งแยกส่วนตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ สามารถอธิบายบทบาทของอินทรีย์วัตถุได้ชัดเจนกว่าการศึกษาแบบองค์รวม ซึ่งอินทรีย์วัตถุในแต่ละส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ด้วยอัตราที่ต่างกัน จึงสามารถแบ่งอินทรีย์วัตถุได้เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายและส่วนที่เปลี่ยนแปลงยากหรือเสถียร ได้แก่ สารฮิวมิก สารฮิวมิกมีส่วนทำให้ดินมีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) นอกจากนี้สารฮิวมิกยังมีบทบาทในการส่งเสริมให้อนุภาคจับกันเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงมากขึ้น โดยสามารถเพิ่มจำนวนเม็ดดินที่คงทน เพิ่มความสามารถในการซึมน้ำของน้ำลงในดินและความพรุนของดิน ลดความหนาแน่นรวมของดิน (Hesse, 1984) สารฮิวมิกแบ่งย่อยออกเป็น 3 ส่วน คือ ฮิวมิน (humins) กรดฟุลวิก (fulvic acid) และกรดฮิวมิก (humic acid) กรดฟุลวิกมีโครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อนมากเท่ากับกรดฮิวมิก สำหรับกรดฮิวมิกจัดเป็นส่วนที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากและย่อยสลายได้ยาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

การได้รับสารอินทรีย์ต่างชนิดกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนต่าง ๆ แตกต่างกันไป การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน เพื่อช่วยทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสะสมและการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดิน

ตลอดจนการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศเกษตรดียิ่งขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันแก้ไขและปรับปรุงดินต่อไปในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 ตำรับการทดลอง คือ ตำรับที่ 1 ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติ, ตำรับที่ 2 ไถกลบถั่วพุ่ม, ตำรับที่ 3 ไถกลบถั่วพุ่ม และ ตำรับที่ 4 ไถกลบปอเทือง การวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบการปลูกมันสำปะหลังปลายน เริ่ม เดือนตุลาคม 2553 สิ้นสุด เดือนกันยายน 2554 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ คัดเลือกพื้นที่ทดลอง แบ่งแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร จำนวน 16 แปลง ตำรับการทดลองที่ไถกลบพืชปุ๋ยสด ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิดในเดือนสิงหาคม โดยวิธีหว่านอัตราเมล็ดที่ใช้ ถั่วพุ่มอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วพุ่มอัตรา 12 กิโลกรัมต่อไร่ ปอเทืองอัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ และทำการไถกลบเมื่ออายุ 69 วัน รอการสลายตัว 10-15 วัน ก่อนปลูกมันสำปะหลัง ไถเตรียมดินพร้อมยกร่องและปลูกมันสำปะหลัง ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 แบบปักตรงใช้ท่อนพันธุ์ยาว 20 เซนติเมตร บักลึงค์ 5-10 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 100x80 เซนติเมตร ดูแลรักษา กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน ครั้งที่ 2 ใส่เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3 เดือน โดยขุดหลุมข้างต้นในแนวทรงพุ่ม ใส่ปุ๋ยแล้วกลบดิน การเก็บเกี่ยวผลผลิตทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน บันทึกข้อมูล พืชปุ๋ยสด เก็บข้อมูลน้ำหนักแห้ง % N % C C/N ratio ของพืชปุ๋ยสดทุกชนิดก่อนไถกลบ มันสำปะหลัง บันทึกข้อมูล ผลผลิตมันสำปะหลัง การเก็บตัวอย่างดิน 8 ครั้ง คือ ก่อนดำเนินการ ขณะพืชปุ๋ยสดเจริญเติบโต ไถกลบพืชปุ๋ยสด มันสำปะหลังอายุ 2 เดือน มันสำปะหลังอายุ 4 เดือน มันสำปะหลังอายุ 6 เดือน มันสำปะหลังอายุ

8 เดือน และ มันท่ำปะหลังอายุ 10 เดือน วิเคราะห์สมบัติของดิน ดังนี้ ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ โดยสารสกัด Bray II และวัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี molybdenum blue (Bray และ Kurtz, 1945) โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สกัดตัวอย่างดินด้วยน้ำยาสกัด 1 N NH<sub>4</sub>OAc pH 7 (พงศศิริ, 2538) ความจุในการดูดยึดไอออนบวก (CEC) โดยการชะดิน 10 กรัมด้วย 1 N NH<sub>4</sub>OAc pH 7 แล้วแทนที่ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ด้วย 10 % NaCl และหาปริมาณ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ที่ถูกแทนที่ออกมาโดยวิธีกลั่นแล้วคำนวณปริมาณ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (พงศศิริ, 2538) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน (microbial biomass C and N) ใช้วิธีการรวมด้วยคลอโรฟอร์มแล้วสกัด (Amato and Ladd, 1988) ไนโตรเจนอนินทรีย์ (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) สกัดตัวอย่างดินสด โดยใช้ 1N KCl

อัตราส่วน 1:5 ปริมาณกรดฮิวมิกและพัฒนาการของกรดฮิวมิก

### การวิเคราะห์

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อบอกให้ทราบว่าตำรับการทดลองใดมีความแตกต่างกันบ้างและมีความแตกต่างกันอย่างไร

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

#### การเจริญเติบโตของพืชปุ๋ยสด

ในด้านการเจริญเติบโตของพืชปุ๋ยสดที่ใช้ในการทดลอง พบว่า เมื่อทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดอายุ 69 วัน โดยในตำรับการทดลองที่ไม่มีการใช้พืชปุ๋ยสดทำการเก็บวัชพืชในแปลงทดลอง เพื่อบันทึกข้อมูลเปรียบเทียบกับการใช้พืชปุ๋ยสดแต่ละชนิด (Table 1)

**Table 1** Fresh weight, Dry weight and nutrient concentration in Weed and three legume crops

Treatments	fresh weight (kg.rai <sup>-1</sup> )	dry weight (kg.rai <sup>-1</sup> )	total N (%)	OC (%)	total P (%)	total K (%)	C/N ratio
Weed	2,159	716	1.36 <sup>B</sup>	64.08	0.13	0.78	47 <sup>A</sup>
<i>Vigna unguiculata</i> Walp	3,093	981	2.05 <sup>A</sup>	51.40	0.16	0.92	25 <sup>B</sup>
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.)DC	2,479	767	2.11 <sup>A</sup>	56.22	0.14	0.78	31 <sup>B</sup>
<i>Crotalaria juncea</i> (L.)	2,666	806	2.18 <sup>A</sup>	56.18	0.14	0.45	25 <sup>B</sup>
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
CV (%)	26.78	36.97	21.57	16.83	32.85	42.87	29.39

\* = significant at P ≤ 0.5 ns = not significant

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at ≤ 0.5

### การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

#### การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน

การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของดิน ในทุกตำรับการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกัน (Table 2) คือตลอดการทดลองมีแนวโน้มลดลงทำยถดู การที่ค่า pH

ของดินเพิ่มขึ้นในช่วงมันท่ำปะหลังอายุ 2-4 เดือน เกิดจากการย่อยสลายของซากวัชพืชและพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วในส่วนที่ย่อยสลายง่ายของแต่ละตำรับ และเมื่อมันท่ำปะหลังอายุ 4-8 เดือน ค่า pH ของดินลดลงเนื่องจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในส่วนที่ย่อย

สลายง่ายที่ได้จากการไถกลบวัชพืชและพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วลงไปดินในช่วงแรกเริ่มน้อยลงจนทำให้ค่า pH ของดินลดลง และการที่ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นหลังจากมันสำปะหลังอายุ 8 เดือน เนื่องจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุจากไบโอมันสำปะหลังที่มีการร่วงหล่นมาก ทำให้เกิดการย่อยสลายของส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายจากไบโอมันสำปะหลัง (Table 2) ซึ่งอินทรีย์วัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมาก ทำให้ในช่วงที่มีการย่อยสลายส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายออกมามาก ค่า pH ของดินมีค่าสูงขึ้น

### การเปลี่ยนแปลงค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน (CEC)

ค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดินในทุกตำรับการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Table 2) คือ ค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกที่เพิ่มขึ้นในช่วงมันสำปะหลังอายุ 4 เดือน เนื่องจากการย่อยสลายของ

ซากวัชพืชและพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วในส่วนที่ย่อยสลายง่ายของแต่ละตำรับ ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน หมายถึง ปริมาณแคตไอออนทั้งหมดที่ดินหรือคอลลอยด์นั้นสามารถจะดูดยึดไว้ได้ ซึ่ง CEC จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของคอลลอยด์ดิน ปริมาณของดินเหนียวที่มีอยู่ในดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงก็มี CEC สูงด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า CEC เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน (Table 2) การเพิ่มขึ้นของ CEC อาจเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายของแต่ละตำรับที่สูงขึ้น (Table 4) จึงเกิดประจุลบหลังจากการ dissociation ของสารประกอบบางกลุ่มในอินทรีย์วัตถุ เช่น carboxylic group และ phenolic group (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

Table 2 Changing of soil pH and cation exchange capacity

Treatments	Soil pH				CEC (meq/100 g soil)			
	Weed	<i>Vigna unguiculata Walp</i>	<i>Canavalia ensiformis (L.) DC</i>	<i>Crotalaria juncea (L.)</i>	Weed	<i>Vigna unguiculata Walp</i>	<i>Canavalia ensiformis (L.) DC</i>	<i>Crotalaria juncea (L.)</i>
Before	4.60 <sup>B</sup>	4.83 <sup>A</sup>	4.47	4.50 <sup>BC</sup>	2.72 <sup>B</sup>	2.69 <sup>C</sup>	2.45 <sup>BC</sup>	2.65 <sup>B</sup>
2 months	4.71 <sup>AB</sup>	4.49 <sup>B</sup>	4.84	4.68 <sup>AB</sup>	3.48 <sup>B</sup>	4.24 <sup>B</sup>	2.71 <sup>B</sup>	3.20 <sup>B</sup>
4 months	4.97 <sup>A</sup>	4.56 <sup>AB</sup>	4.97	5.00 <sup>A</sup>	11.77 <sup>A</sup>	9.63 <sup>A</sup>	9.38 <sup>A</sup>	8.76 <sup>A</sup>
6 months	4.30 <sup>C</sup>	4.32 <sup>B</sup>	4.30	4.12 <sup>C</sup>	1.81 <sup>B</sup>	1.81 <sup>C</sup>	1.95 <sup>C</sup>	1.84 <sup>B</sup>
8 months	4.70 <sup>B</sup>	4.40 <sup>B</sup>	4.65	4.50 <sup>BC</sup>	1.86 <sup>B</sup>	1.85 <sup>C</sup>	1.91 <sup>C</sup>	1.86 <sup>B</sup>
10 months	4.27 <sup>C</sup>	4.30 <sup>B</sup>	4.30	4.12 <sup>C</sup>	1.80 <sup>B</sup>	1.81 <sup>C</sup>	1.93 <sup>C</sup>	1.84 <sup>B</sup>
F-test	*	*	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	3.89	4.26	9.98	6.22	46.37	27.67	14.29	28.95

\* = significant at  $P \leq 0.5$  ns = not significant

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at  $\leq 0.5$

### การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (microbial biomass C) ในดิน

การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนในดินของทุกตำรับแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) คือ ตำรับ การทดลองที่ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติและตำรับ การทดลองที่ไถกลบถั่วพุ่มมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นจากก่อนดำเนินการจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนตำรับการทดลองที่ไถกลบถั่วพุ่มและตำรับ การทดลองที่ไถกลบปอเทืองมีปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนในดินก่อนดำเนินการสูง ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนจะลดลงเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน จนถึงเมื่อมันสำปะหลังอายุ

4 เดือน หลังจากนั้นปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (Table 3)

### การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (microbial biomass N) ในดิน

การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจนในดินของทุกตำรับเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยทุกตำรับการทดลองจะเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจนในดินจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (Table 3)

Table 3 Changing of microbial biomass carbon in soil and microbial biomass nitrogen in soil

Treatments	Biomass-C (µg/gsoilDW)				Biomass-N (µg/gsoilDW)			
	Weed	<i>Vigna unguiculata</i> <i>Walp</i>	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC	<i>Crotalaria juncea</i> (L.)	Weed	<i>Vigna unguiculata</i> <i>Walp</i>	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC	<i>Crotalaria juncea</i> (L.)
Before	15.51 <sup>C</sup>	28.21 <sup>B</sup>	42.68 <sup>A</sup>	52.29 <sup>A</sup>	9.82 <sup>B</sup>	17.49 <sup>C</sup>	9.90 <sup>B</sup>	11.91 <sup>B</sup>
2 months	28.75 <sup>A</sup>	36.17 <sup>B</sup>	6.77 <sup>B</sup>	18.98 <sup>B</sup>	13.69 <sup>B</sup>	17.55 <sup>C</sup>	8.99 <sup>B</sup>	8.58 <sup>B</sup>
4 months	24.25 <sup>B</sup>	32.17 <sup>B</sup>	6.77 <sup>B</sup>	16.73 <sup>B</sup>	12.19 <sup>B</sup>	15.05 <sup>C</sup>	8.99 <sup>B</sup>	8.08 <sup>B</sup>
6 months	26.49 <sup>AB</sup>	52.19 <sup>A</sup>	43.71 <sup>A</sup>	54.84 <sup>A</sup>	32.40 <sup>A</sup>	37.70 <sup>B</sup>	26.49 <sup>A</sup>	30.86 <sup>A</sup>
8 months	29.24 <sup>A</sup>	55.69 <sup>A</sup>	45.96 <sup>A</sup>	60.09 <sup>A</sup>	34.65 <sup>A</sup>	39.95 <sup>AB</sup>	27.99 <sup>A</sup>	32.61 <sup>A</sup>
10 months	29.74 <sup>A</sup>	54.69 <sup>A</sup>	47.71 <sup>A</sup>	61.34 <sup>A</sup>	35.40 <sup>A</sup>	42.20 <sup>A</sup>	29.49 <sup>A</sup>	34.61 <sup>A</sup>
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	9.86	19.78	17.09	32.25	12.73	8.09	16.95	15.37

\* = significant at  $P \leq 0.5$

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at  $P \leq 0.5$

### การเปลี่ยนแปลงปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineral-N) ในดิน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ mineral-N รูป  $\text{NO}_3^-$  และ  $\text{NH}_4^+$  ในดินของทุกตำรับปริมาณอนินทรีย์

ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นสูงสุดแตกต่างทางสถิติเมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือน (Table 4) หลังจากนั้นปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินจะลดลงจนกระทั่งเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (Table 4)

Table 4 Changing of mineral-N in soil

Treatments	Mineral-N ( $\mu\text{g}/\text{gsoilDW}$ )			
	Weed	<i>Vigna unguiculata</i> Walp	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC	<i>Crotalaria juncea</i> (L.)
Before	9.03 <sup>C</sup>	11.51 <sup>C</sup>	7.35 <sup>C</sup>	5.03 <sup>D</sup>
2 months	5.97 <sup>C</sup>	5.79 <sup>D</sup>	2.93 <sup>D</sup>	6.53 <sup>CD</sup>
4 months	27.98 <sup>A</sup>	27.54 <sup>A</sup>	25.43 <sup>A</sup>	28.53 <sup>A</sup>
6 months	13.58 <sup>B</sup>	15.09 <sup>B</sup>	15.26 <sup>B</sup>	14.65 <sup>B</sup>
8 months	7.72 <sup>C</sup>	7.54 <sup>D</sup>	4.93 <sup>CD</sup>	8.53 <sup>C</sup>
10 months	7.22 <sup>C</sup>	6.54 <sup>D</sup>	3.68 <sup>D</sup>	7.53 <sup>CD</sup>
F-test	*	*	*	*
CV (%)	28.42	26.14	32.77	23.23

\* = significant at  $P \leq 0.5$

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at  $\leq 0.5$

### ปริมาณกรดฮิวมิก (humic acid) และพัฒนาการของกรดฮิวมิก

ปริมาณกรดฮิวมิกในทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 5) การพัฒนาการของกรดฮิวมิกใช้อัตราส่วน E4/E6 เป็นตัวชี้วัด เมื่อกระบวนการสร้างกรดฮิวมิก (humification) ดำเนินไป โครงสร้างของกรดฮิวมิกจะมีองค์ประกอบของสารอะโรมาติก (สารประกอบที่มีโครงสร้างวงแหวน) เพิ่มขึ้น

ทำให้อัตราส่วน E4/E6 ลดลง จากการทดลองพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองตำรับการทดลองที่ไถกลบพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วมี อัตราส่วน E4/E6 ต่ำกว่าตำรับการทดลองที่ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติ แสดงว่าในตำรับการทดลองที่ไถกลบพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วมีระดับพัฒนาการของกรดฮิวมิกไปได้ไกลกว่าในตำรับการทดลองที่ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติ (Table 5)

**Table 5** Humic acid content in soil and E4/E6 ratio

Treatments	Before		After	
	humic acid	E4/E6 ratio	humic acid	E4/E6 ratio
Weed	0.08	3.92	0.10	4.35
<i>Vigna unguiculata</i> Walp	0.12	3.94	0.12	3.25
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.)DC	0.05	4.26	0.15	3.43
<i>Crotalaria juncea</i> (L.)	0.09	3.48	0.12	3.02
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	42.86	16.68	82.31	29.32

ns, not significant different

### ผลผลิตมันสำปะหลัง

ผลผลิตมันสำปะหลัง ผลผลิตของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ดำรับการทดลองที่ไถกลบถั่วพุ่ม ดำรับการทดลองที่ไถกลบปอเทือง ดำรับการทดลองที่ไถกลบถั่วพำ และดำรับการทดลองที่ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติ มีผลผลิต คือ 5.3, 5.0, 4.9 และ 4.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

### สรุป

การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่าย (labile pool) ในส่วนของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ พบว่า ในดำรับการทดลองที่ไถกลบพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วทุกชนิด มวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น จากระยะเริ่มปลูกมันสำปะหลังไปถึงระยะเก็บเกี่ยว ในขณะที่ในดำรับการทดลองที่ไถกลบวัชพืชตามธรรมชาติ มวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนค่อนข้างคงที่ ตั้งแต่ช่วงที่เริ่มปลูกมันสำปะหลังไปถึงระยะเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงช้าหรือเสถียร (stable pool) พบว่า ปริมาณกรดฮิวมิกในทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มวลชีวภาพของจุลินทรีย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน ช่วงที่ดินมีค่า pH และค่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดินสูง ถือว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่พืช ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการใส่ปุ๋ยเคมี คือ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2-4 เดือน

ในการวางแผนการเพิ่มผลผลิตพืชแต่ละชนิด นอกจากจะนำผลการวิเคราะห์ดินมาพิจารณาแล้ว ควรมีการศึกษาด้านพืชแต่ละชนิดร่วมด้วย เช่น ช่วงเวลาความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร. สุปราณี ศรีทำบุญ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 ที่ช่วยให้คำแนะนำการใช้ภาษาอังกฤษ

### เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 หน้า
- พงศศิริ พชรปรีชา. 2538. หลักการและวิธีการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมญา ตั้งตระการพงษ์. 2545. การเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ ของอินทรีย์วัตถุในดินที่มีการใช้ที่ดินต่างกัน ในดินทรายในพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Hesse, P.R. 1984. Potential of organic materials for soil improvement. pp. 35-42. In *Organic matter and rice*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.