

4. ผลการวิจัย (Result)

4.1 การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศนาข้าว ข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่ศึกษาช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน 2554 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 20-38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 44-69 เปอร์เซ็นต์ โดยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าและมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ส่วนอุณหภูมิของดินในแปลงนา เฉลี่ย 18-29 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิดินในคันนา เมื่อเปรียบเทียบกับในเดือนเดียวกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของดินในแปลงนาและดินในคันนา ในแปลงข้าว
นาปรัง พันธุ์พิษณุโลก ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554

เดือน	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน แปลงนา (°C)	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน คันนา (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	อายุข้าว (วัน)
มกราคม	22	25	59	26	30
กุมภาพันธ์	18	23	69	20	60
มีนาคม	25	27	44	37	88
เมษายน	29	34	44	38	116

จากการศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศนาข้าว ของข้าวนา
ปรัง พันธุ์พิษณุโลก พบว่า

1. ความมากชนิด (Species richness)

ในพื้นที่ทำการศึกษาคพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 33 ชนิด 20 วงศ์ และ 12
อันดับ ความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันนา เท่ากับ 30 ชนิด ซึ่งสูงกว่า ความมากชนิด
ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินแปลงนา เท่ากับ 12 ชนิด (ตารางที่ 2) ความมากชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มี
กระดูกสันหลังในดินคันนา และแปลงนา พบมีความแตกต่างกัน โดยความมากชนิดของสัตว์ในกลุ่มด้วง
(อันดับ Coleoptera) แมงมุม (อันดับ Araneae) มด (อันดับ Hymenoptera) และจิ้งหรีด แมลงกระซอน
(อันดับ Orthoptera) ที่พบในคันนา เท่ากับ 10 8 3 และ 2 ชนิด ตามลำดับ ส่วนกลุ่มอื่น จำนวน 7 กลุ่ม
พบกลุ่มละ 1 ชนิด แต่ในแปลงนาพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 5 กลุ่ม โดยมีความมากชนิด

ของสัตว์ในกลุ่มด้วง และแมงมุม จำนวน 6 และ 3 ชนิด ตามลำดับ ส่วนกลุ่มอื่น จำนวน 3 กลุ่ม พบกลุ่มละ 1 ชนิด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในดินคันทนา และแปลงนา

กลุ่ม	วงศ์ (Family)		ชนิด (Specie)	
	คันทนา	แปลงนา	คันทนา	แปลงนา
แมลงหางหนีบ (Dermaptera)	1	-	1	-
แมลงหางดีด (Collembola)	-	1	-	1
ด้วง (Coleoptera)	5	3	10	6
จิ้งหรีด แมลงกระซอน (Orthoptera)	2	-	2	-
เพลี้ย (Homoptera)	1	-	1	-
ไส้เดือน (Opisthopora)	1	1	1	1
มด (Hymenoptera)	2	-	3	-
ผีเสื้อ (Lepidoptera)	1	-	1	-
วันน้ำจืด (Diptera)	1	1	1	1
กิ้งกือ (Diplopoda)	1	-	1	-
ตะขาบ (Chilopoda)	1	-	1	-
แมงมุม (Araneae)	1	1	8	3
รวม	17	7	30	12

2. ความหนาแน่นและความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน

จากการสำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในระบบนิเวศนาข้าว ตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนเมษายน 2554 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินจำนวน 2 ไฟลัม คือ Annelida ได้แก่ ไส้เดือนดิน (Earthworm) ชั้น Oligochaeta อันดับ Opisthopora และไฟลัม Arthropoda มีจำนวน 3 ชั้น (Class) คือ Insecta Arachnida และ Malacostraca โดยชั้น Insecta พบแมลงจำนวน 7 อันดับ (Order) ได้แก่ อันดับ Orthoptera (จิ้งหรีด) Hemiptera (มวน) Homoptera (เพลี้ย) Diptera (หนอนวันน้ำจืด)

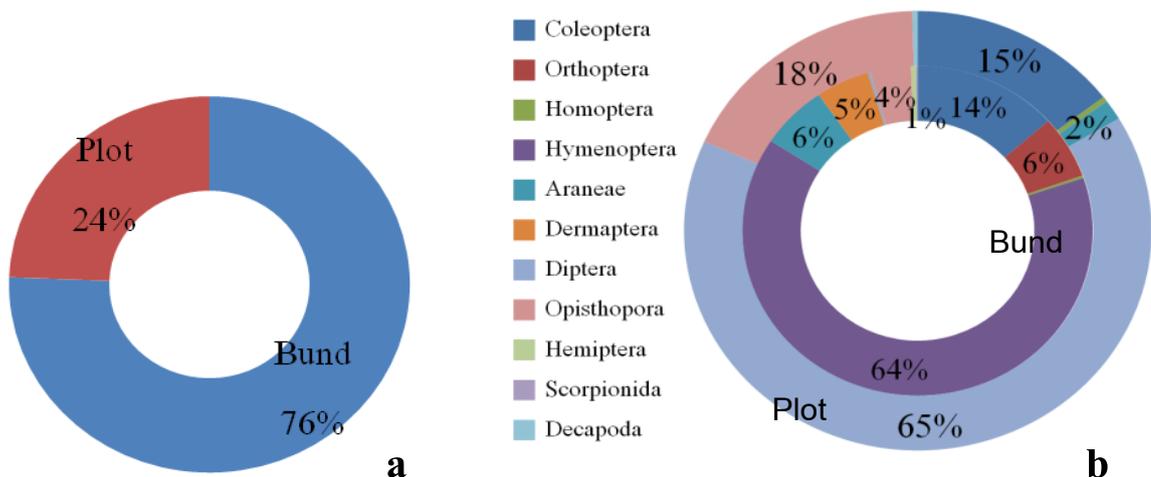
Hymenoptera (แตนเบียน และมด) Coleoptera (ด้วง) Diplura (แมลงสองง่าม) และ Dermaptera (แมลงหางหนีบ) ชั้น Arachnida ได้แก่ แมงมุม และแมงป่อง ชั้น Malacostraca ได้แก่ ปู

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ทั้งหมด 4,380 ตัวต่อตารางเมตร (ตารางที่ 3) โดยพบความหนาแน่นในดินคันทนา สูงกว่าในดินแปลงนา คิดเป็นสัดส่วนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบ 76 เปอร์เซ็นต์ และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4b) โดยในดินคันทนา พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 3,312 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบมากที่สุด ได้แก่ มด อันดับ Hymenoptera โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius รองลงมา ได้แก่ Coleoptera (ด้วง) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (แมลงกระชอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Opisthopora (ไส้เดือนดิน) คิดเป็น 64 14 6 6 5 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แมงมุมที่พบมากเป็นแมงมุมสุนัขป่า *Lycosa pseudoannulata* (Bosenberg et Stand) มีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวทำลายแมลงศัตรูข้าว ส่วนในดินแปลงนา พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 1,068 ตัวต่อตารางเมตร สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบมากที่สุดได้แก่ หนอนรินน้ำจืด (อันดับ Diptera) รองลงมา ได้แก่ Opisthopora (ไส้เดือนดิน) Coleoptera (ด้วง) Araneae (แมงมุม) คิดเป็น 65 18 15 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4a) เมื่อศึกษาความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่ระดับความลึกต่างๆพบว่าในดินคันทนาและแปลงนาที่ระดับต่ำกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินลดน้อยลง เมื่อดินมีระดับความลึกมากขึ้น แต่ในดินคันทนาที่ระดับสูงกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับชั้นดินอยู่สูงกว่าระดับผิวดินแปลงนา (ภาพที่ 5) ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินพบมีมากในดินลึกไม่เกิน 10 เซนติเมตร (1,204 ตัวต่อตารางเมตร) และพบมีน้อยลงในดินที่มีระดับความลึกมากขึ้น ในแปลงนา พบรินน้ำจืด และไส้เดือน ในดินทุกระดับความลึก แต่แมงมุม พบในดินลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร ส่วนในดินบริเวณคันทนา พบด้วงในดินทุกระดับความลึก (สูง และต่ำกว่าระดับผิวดินแปลงนา) ส่วนไส้เดือน พบมากในดินคันทนาที่สูงกว่าระดับผิวดินแปลงนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร และลึกลงไปแปลงนาถึง 70 เซนติเมตร ส่วนมด พบมากในดินคันทนาสูงกว่าระดับผิวดินแปลงนาเกิน 30 เซนติเมตร และพบในแปลงนาที่ระดับความลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร ส่วนแมงมุม พบในดินทุกระดับความลึกของคันทนา และลึกลงไปแปลงนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 6)

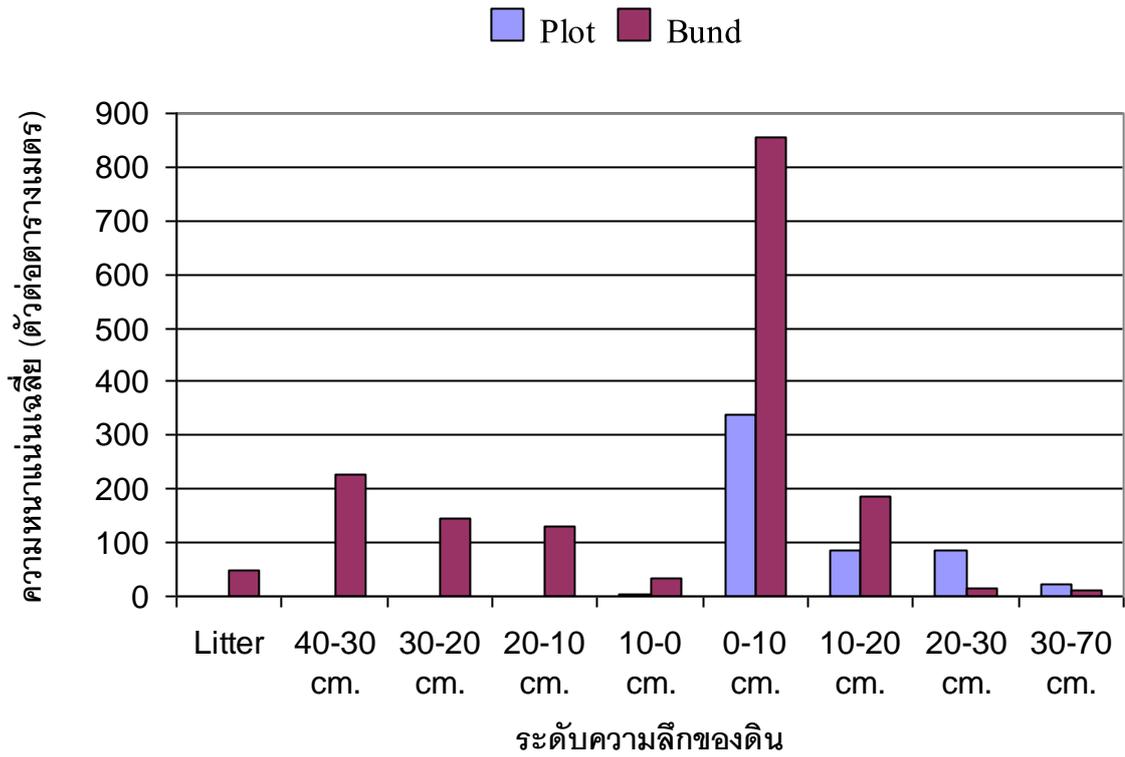
ความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน กลุ่มแมงมุมและด้วง มีความหลากหลายมากที่สุด โดยค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.349 และ 0.343 ตามลำดับ รองลงมาคือ จิ้งหรีด เพลี้ย และแตน ค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 0.234 0.184 และ 0.184 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มมวน ไส้เดือน แมลงหางหนีบ หนอนรินน้ำจืด แมงป่อง และปู มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 0.116 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นเฉลี่ยของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ในแปลงข้าวนาปรัง
พันธุ์พิษณุโลก เมื่อข้าวมีอายุ 30, 60, 90 และ 120 วัน (n = 5)

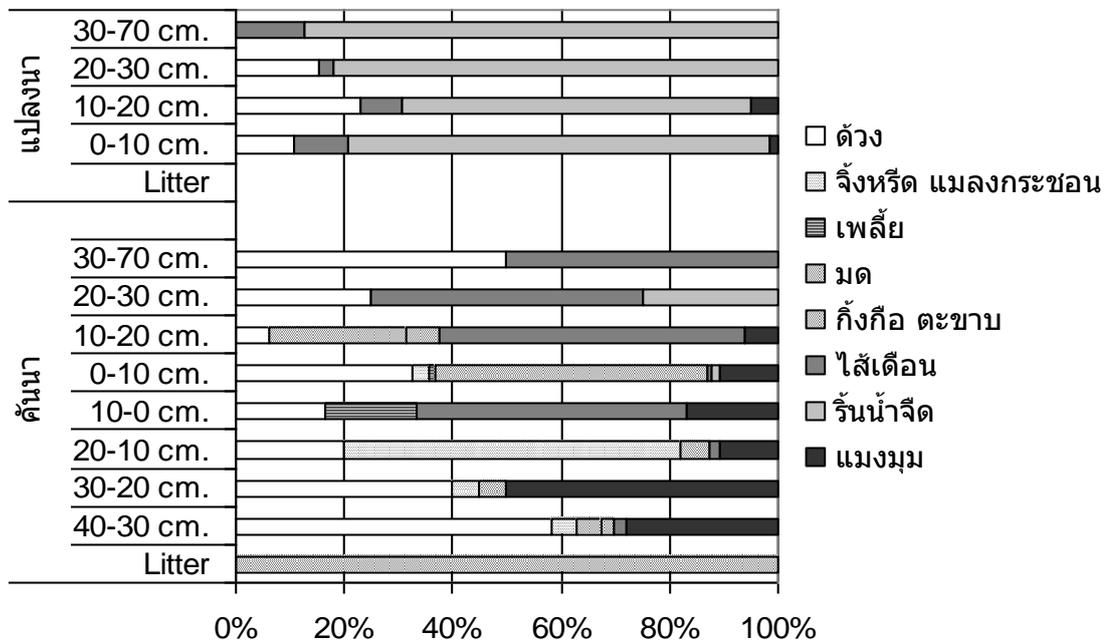
ไฟลัม	ชั้น	อันดับ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)					คิดเป็น สัดส่วน เปอร์เซ็นต์ (%)
			30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน	รวม	
Annelida	Oligochaeta	Opisthopora	56	28	340	292	316	7.22
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	216	132	44	120	600	13.70
		Orthoptera	12	0	132	12	204	4.66
		Homoptera	4	0	4	8	12	0.27
		Hymenoptera	0	200	72	336	2132	48.68
		Dermaptera	0	20	44	16	164	3.74
		Diptera	212	380	0	0	704	16.07
		Hemiptera	0	0	0	0	16	0.37
	Arachnida	Araneae	52	32	160	4	224	5.11
		Scorpionida	0	0	0	4	4	0.09
		Malacostraca	Decapoda	0	0	0	4	4
		Total	552	792	796	796	4380	100



ภาพที่ 4 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบในแปลงนา (Plot) และคันนา (Bund) ข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก (a) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินทั้งหมด (b) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินกลุ่มต่างๆ



ภาพที่ 5 ความหนาแน่นเฉลี่ยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงนา และคันนาข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก (n = 5)



ภาพที่ 6 ความหนาแน่นของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันนา และแปลงนาที่ระดับความลึกต่างๆ

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon index, H') ของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน

ไฟลัม	ชั้น	อันดับ	ค่าดัชนี	
Annelida	Oligochaeta	Opisthopora	0.116113649	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	0.343093095	
		Orthoptera	0.234691401	
		Homoptera	0.184424045	
		Hymenoptera	0.184424045	
		Dermaptera	0.116113649	
		Diptera	0.116113649	
		Hemiptera	0.184424045	
		Arachnida	Araneae	0.349560171
		Scorpionida	0.116113649	
Malacostraca	Decapoda	0.116113649		

4.2 การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศนาข้าว ข้าวนาปี พันธุ์ กข 6

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่ศึกษาช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 มีอุณหภูมิดินเฉลี่ย 23-27 องศาเซลเซียส โดยในแปลงนาดำและนาหว่านที่เป็นแปลงควบคุม มีอุณหภูมิดินเฉลี่ย 23.6 – 23.9 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงนาดำและนาหว่านที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี อุณหภูมิดิน เฉลี่ย 24.2 – 24.7 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิดิน เฉลี่ย 25.3 – 27.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิดินเฉลี่ยในแปลงนาและในคันนา ในแปลงข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

การจัดการ	นาหว่าน		นาดำ	
	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน	อุณหภูมิดิน เฉลี่ยในดิน
	คันนา (°C)	แปลงนา (°C)	คันนา (°C)	แปลงนา (°C)
แปลงควบคุม	23.6	23.9	23.7	23.7
แปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ	24.2	24.3	24.7	24.4
แปลงใส่ปุ๋ยเคมี	25.3	25.3	27.4	25.8

จากการศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศนาข้าว ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 พบว่า

1. ความมากชนิด (Species richness)

ในพื้นที่ทำการศึกษาศัตรูสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 42 ชนิด 21 วงศ์ และ 10 อันดับ ความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันทนา เท่ากับ 40 ชนิด ซึ่งสูงกว่า ความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินแปลงนา เท่ากับ 30 ชนิด (ตารางที่ 6) และพบว่าความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในข้าวนาปี พันธุ์ กข6 มีมากกว่าในข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก ความมากชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันทนา และแปลงนา พบมีความแตกต่างกัน โดยความมากชนิดของสัตว์ในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) มด (อันดับ Hymenoptera) แมงมุม (อันดับ Araneae) และจิ้งหรีด แมลงกระซอน (อันดับ Orthoptera) ที่พบในคันทนา เท่ากับ 13 9 7 และ 4 ชนิด ตามลำดับ มีสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความมากชนิดในดินแปลงนา (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในดินคันทนา และแปลงนา

กลุ่ม	วงศ์ (Family)		ชนิด (Specie)	
	คันทนา	แปลงนา	คันทนา	แปลงนา
แมลงหางหนีบ (Dermaptera)	1	1	2	2
แมลงหางดีด (Collembola)	1	1	1	1
ด้วง (Coleoptera)	6	5	13	9
จิ้งหรีด แมลงกระซอน (Orthoptera)	2	2	4	2
เพลี้ย (Homoptera)	-	1	-	1
ไส้เดือน (Opisthopora)	1	1	1	1
มด (Hymenoptera)	1	1	9	6
ปลวก (Isoptera)	2	2	2	2
แมงกะปี่ (Isopoda)	1	-	1	-
แมงมุม (Araneae)	6	5	7	6
รวม	21	19	40	30

เมื่อเปรียบเทียบความมากมายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแปลงข้าวที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ความมากมายชนิดของสัตว์ในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) และแมงมุม (อันดับ Araneae) มีมากในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ ตามลำดับ และสัตว์ในกลุ่มจิ้งหรีด แมลงกระซอน (อันดับ Orthoptera) และกลุ่มเพลี้ย (อันดับ Homoptera) ไม่พบในแปลงควบคุม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในแปลงนาที่มีการจัดการแตกต่างกัน

กลุ่ม	วงศ์ (Family)			ชนิด (Specie)		
	ควบคุม	ชีวภาพ	เคมี	ควบคุม	ชีวภาพ	เคมี
แมลงหางหนีบ (Dermaptera)	1	1	1	2	2	2
แมลงหางดีด (Collembola)	1	1	1	1	1	1
ด้วง (Coleoptera)	5	5	5	9	9	9
จิ้งหรีด แมลงกระซอน (Orthoptera)	-	2	2	-	2	4
เพลี้ย (Homoptera)	-	-	1	-	-	1
ไส้เดือน (Opisthopora)	1	1	1	1	1	1
มด (Hymenoptera)	1	1	1	10	4	5
ปลวก (Isoptera)	1	1	1	1	2	1
แมงกะปี่ (Isopoda)	1	1	1	1	1	1
แมงมุม (Araneae)	4	2	4	6	4	5
รวม	15	15	18	31	26	30

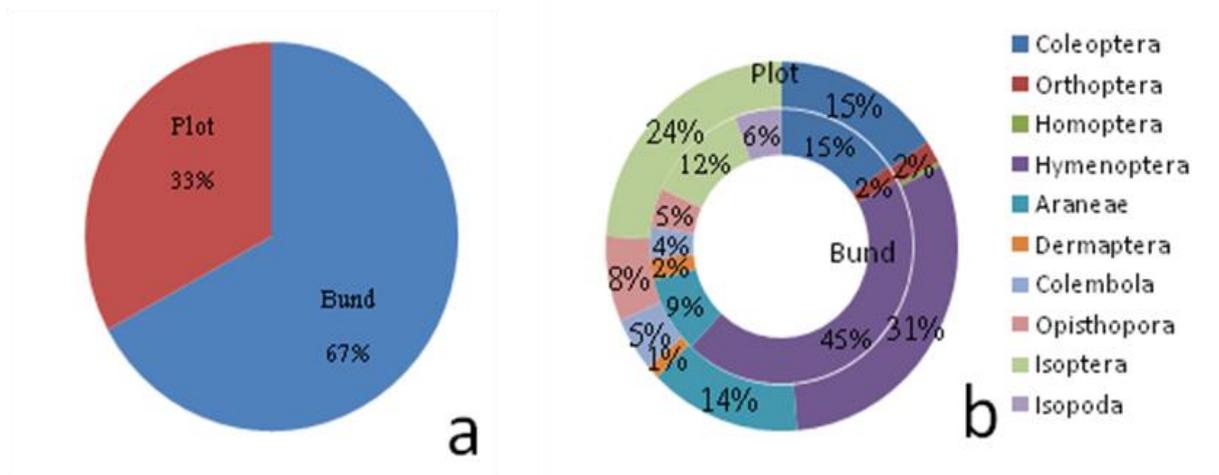
2. ความหนาแน่นและความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน

จากการสำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในระบบนิเวศนาข้าว เดือนพฤศจิกายน 2554 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินจำนวน 2 ไฟลัม คือ Annelida ได้แก่ ไส้เดือนดิน (Earthworm) ชั้น Oligochaeta อันดับ Opisthopora และไฟลัม Arthropoda มีจำนวน 3 ชั้น (Class) คือ Insecta Arachnida และ Crustacea โดยชั้น Insecta พบแมลงจำนวน 7 อันดับ (Order) ได้แก่ อันดับ Orthoptera (จิ้งหรีด) Homoptera (เพลี้ย) Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Isoptera

(ปลวก) และ Collembola (แมลงหางดีด) ชั้น Arachnida ได้แก่ Araneae (แมงมุม) ชั้น Crustacea ได้แก่ Isopoda (แมงกะปิ)

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศข้าวนาปี พันธุ์ กข6 พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ทั้งหมด 3,072 ตัวต่อตารางเมตร (ตารางที่ 8) โดยพบความหนาแน่นในดินคันทนา สูงกว่าในดินแปลงนา คิดเป็นสัดส่วนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบ 67 เปอร์เซ็นต์ และ 33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7a) ในดินคันทนา พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินจำนวน 2,060 ตัวต่อตารางเมตร สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบมากที่สุดในดินคันทนา ได้แก่ มด อันดับ Hymenoptera โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันทนาที่พบรองลงมา ได้แก่ Isoptera (ปลวก) Coleoptera (ด้วง) Araneae (แมงมุม) Opisthopora (ไส้เดือนดิน) Collembola (แมลงหางดีด) Isopoda (แมงกะปิ) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Homoptera (เพลี้ย) คิดเป็น 45, 15, 12, 9, 5, 6, 4, 2 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลวกและแมงมุมที่พบมาก คือ ปลวก *Macrotermes para celebensis* และแมงมุมสุนัขป่า *Lycosa pseudoannulata* (Bosenberg et Stand) มีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวทำทำลายแมลงศัตรูข้าว ในดินแปลงนา พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน จำนวน 1,068 ตัวต่อตารางเมตร สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบมากที่สุดได้แก่ มด อันดับ Hymenoptera รองลงมา ได้แก่ Isoptera (ปลวก) Coleoptera (ด้วง) Araneae (แมงมุม) Opisthopora (ไส้เดือนดิน) Collembola (แมลงหางดีด) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) และ Orthoptera (จิ้งหรีด) คิดเป็น 31, 24, 15, 14, 8, 5, 2 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7b) และเมื่อศึกษาความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่ระดับความลึกต่างๆ พบว่า ในดินคันทนา และแปลงนาที่ระดับต่ำกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินลดน้อยลง เมื่อระดับความลึกของดินมากขึ้น แต่บริเวณดินคันทนาที่ระดับสูงกว่าผิวดินบริเวณแปลงนา พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมีเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับชั้นดินอยู่สูงกว่าระดับผิวดินแปลงนา

ความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศข้าวนาปี พันธุ์ กข6 พบว่ากลุ่มด้วงมีความหลากหลายมากที่สุด โดยค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 0.362 รองลงมาคือ กลุ่มมด แมงมุม จิ้งหรีด แมลงหางหนีบ และปลวก เท่ากับ 0.35, 0.28, 0.21, 0.13 และ 0.13 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มเพลี้ย ไร้เดือน แมงกะปิ และแมลงหางดีด มีความหลากหลายเท่ากับ 0.083 (ตารางที่ 8) เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันนา และแปลงนา พบว่าความหลากหลายของสัตว์ในดินกลุ่ม ไร้เดือน ด้วง จิ้งหรีด เพลี้ย มด แมลงหางหนีบ แมลงหางดีด และแมงกะปิ ในดินคันนา สูงกว่าในดินแปลงนา แต่ในกลุ่มปลวก และแมงมุม พบมีความหลากหลายในดินแปลงนาสูงกว่าในดินคันนา (ตารางที่ 9)



ภาพที่ 7 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบในแปลงนา (Plot) และคันนา (Bund) ข้าวนาปี พันธุ์ กข6 (a) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินทั้งหมด (b) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินกลุ่มต่างๆ

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon index, H') ของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน

ไฟลัม	ชั้น	อันดับ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	คิดเป็นสัดส่วน (%)	ค่าดัชนี
Annilida	Oligochaeta	Opisthopora	172	5.60	0.0832313
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	468	15.23	0.3620473
		Orthoptera	60	1.95	0.212378
		Homoptera	4	0.13	0.0832313
		Hymenoptera	1236	40.23	0.3571304
		Dermaptera	64	2.08	0.1363258
		Isoptera	500	16.28	0.1363258
		Collembola	124	4.04	0.0832313
		Arachnida	Araneae	328	10.68
Crustacea	Isopoda	116	3.78	0.0832313	
Tatal			3072	100	

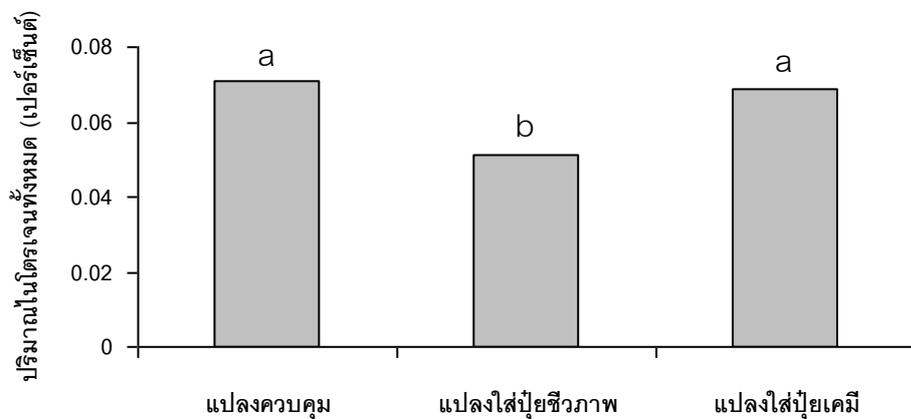
ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon index, H') ของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินคันทนา และดินแปลงนา

ไฟลัม	ชั้น	อันดับ	ค่าดัชนีรวม	ค่าดัชนีดินคันทนา	ค่าดัชนีดินแปลงนา
Annilida	Oligochaeta	Opisthopora	0.0832	0.1405	0.1220
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	0.3620	0.3367	0.3123
		Orthoptera	0.2123	0.1405	0.1220
		Homoptera	0.0832	0	0.1220
		Hymenoptera	0.3571	0.3656	0.3678
		Dermaptera	0.1363	0.1405	0.1220
		Isoptera	0.1363	0.1405	0.1927
		Collembola	0.0832	0.1405	0.1220
		Arachnida	Araneae	0.2865	0.2717
Crustacea	Isopoda	0.0832	0.1405	0	

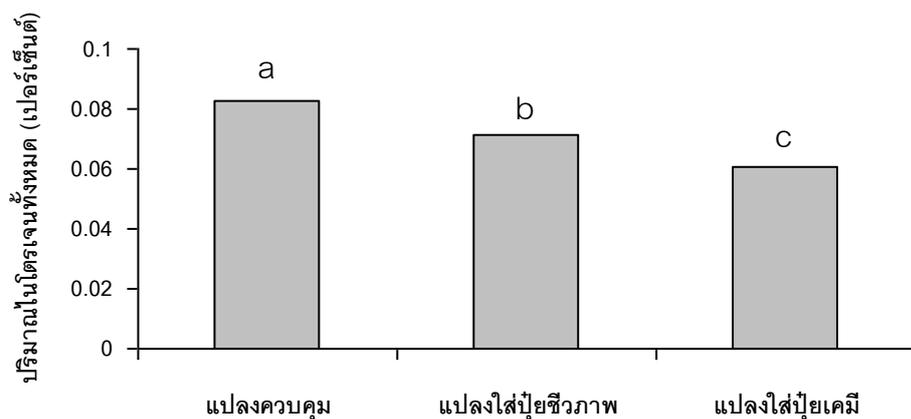
2. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงควบคุมและแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี พบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 0.071 และ 0.069 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 0.051 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 8) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่านที่เป็นแปลงควบคุมพบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 0.083 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ และแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 0.071 และ 0.061 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)



แปลงนาดำ

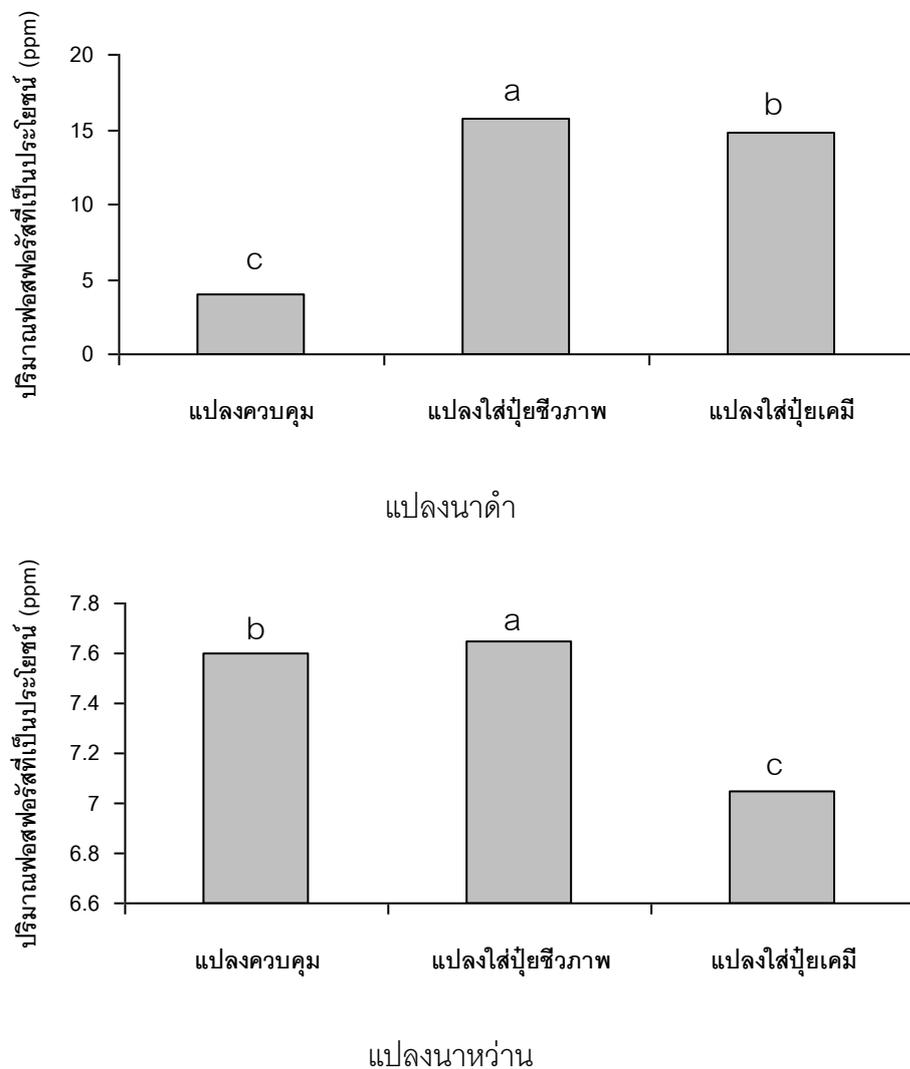


แปลงนาหว่าน

ภาพที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

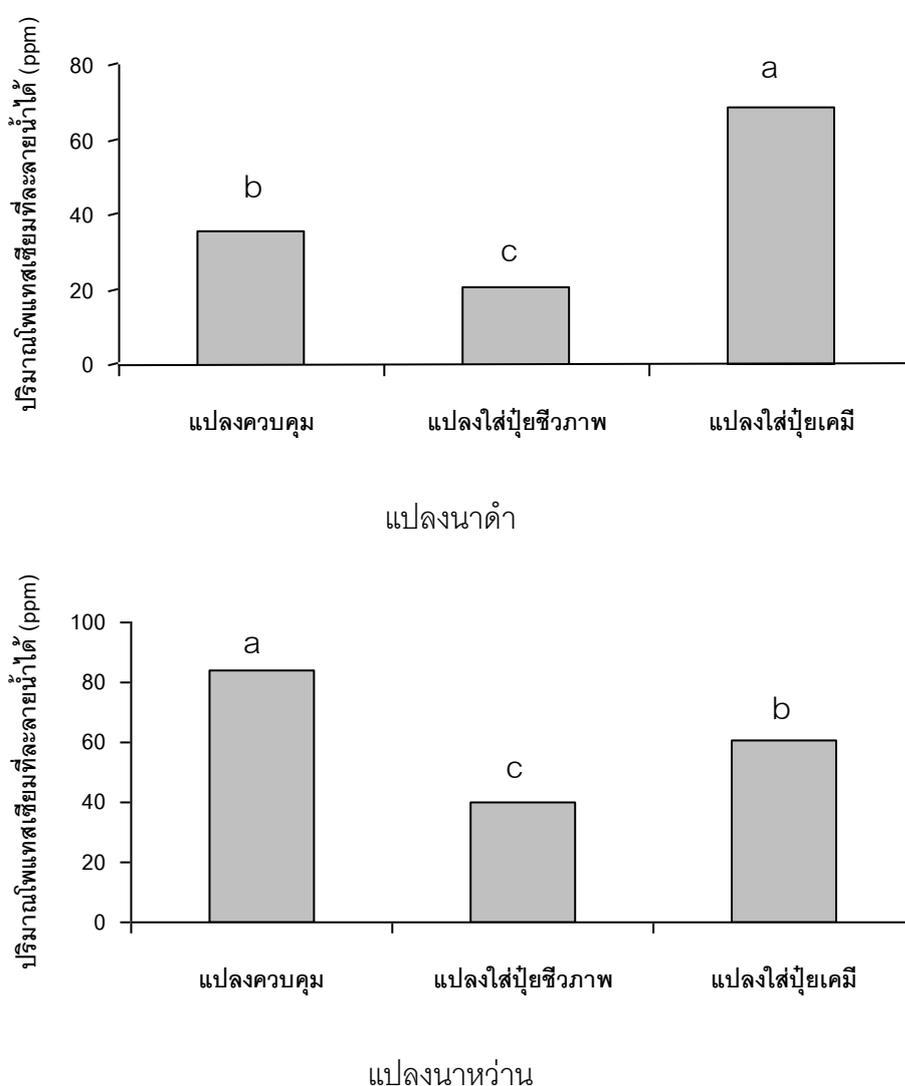
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด เฉลี่ย 15.7 ppm รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 14.85 ppm และพบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด ในแปลงควบคุม เฉลี่ย 3.95 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 9) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 7.65 ppm รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 7.6 ppm และพบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 7.05 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตัวอย่างดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.3 ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้

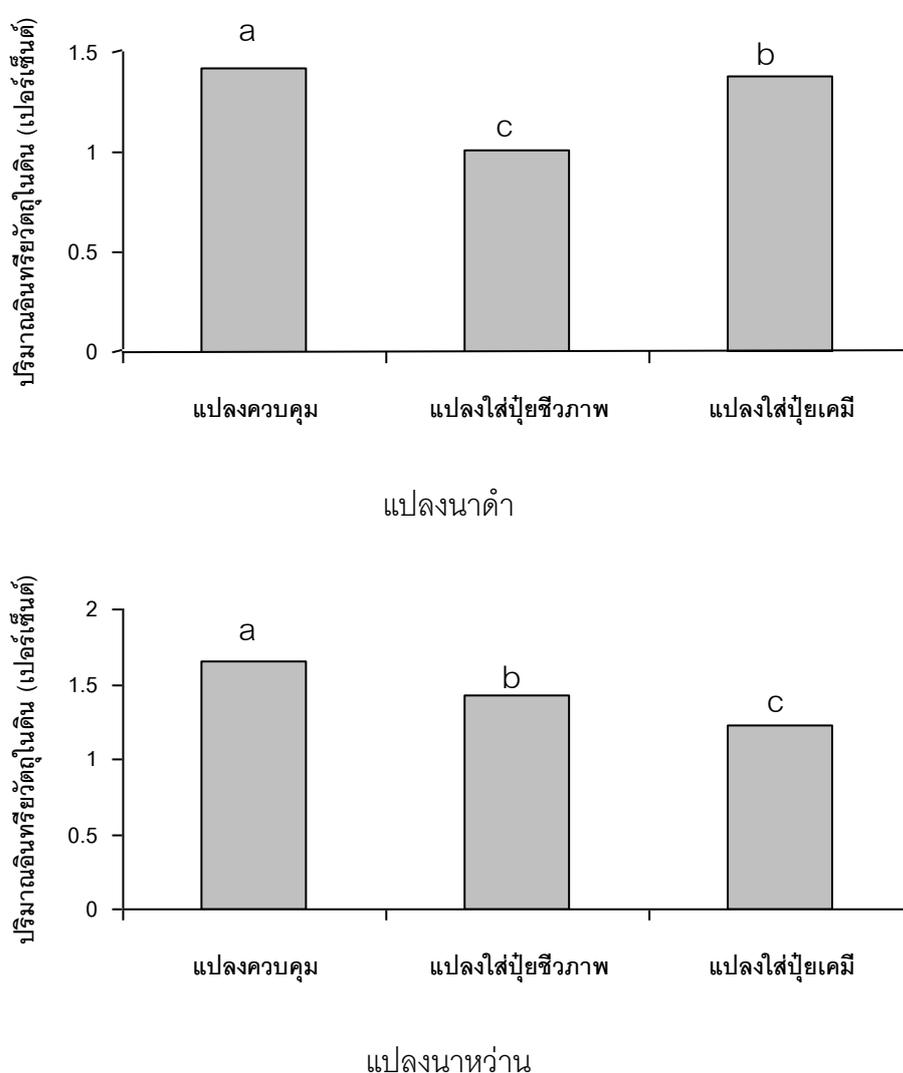
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี พบมีปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เฉลี่ย 69 ppm รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 36 ppm และพบปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 21 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 10) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด ในแปลงควบคุม เฉลี่ย 84 ppm รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 61 ppm และพบปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 40 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ของตัวอย่างดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

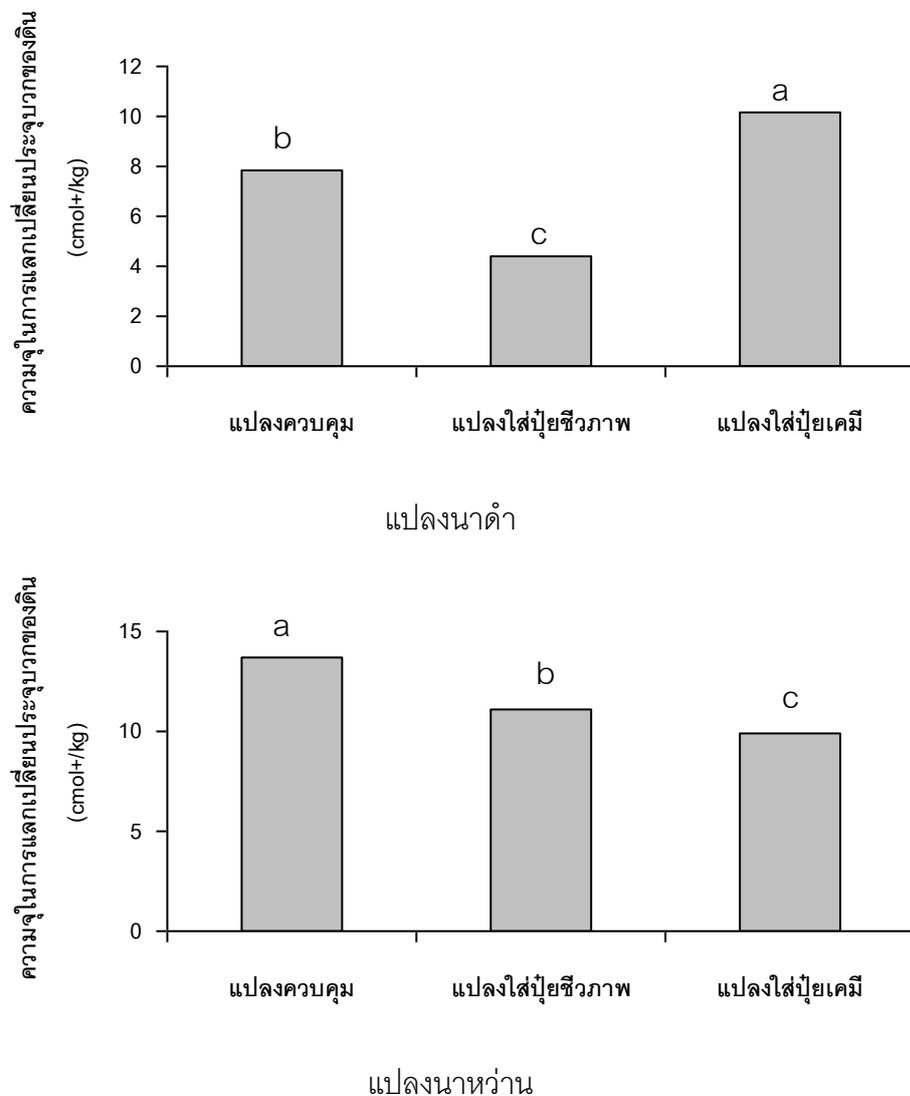
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงควบคุม พบมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดเฉลี่ย 1.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 1.38 เปอร์เซ็นต์ และพบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 1.01 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 11) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดในแปลงควบคุม เฉลี่ย 1.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 1.42 เปอร์เซ็นต์ และพบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 1.23 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.5 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

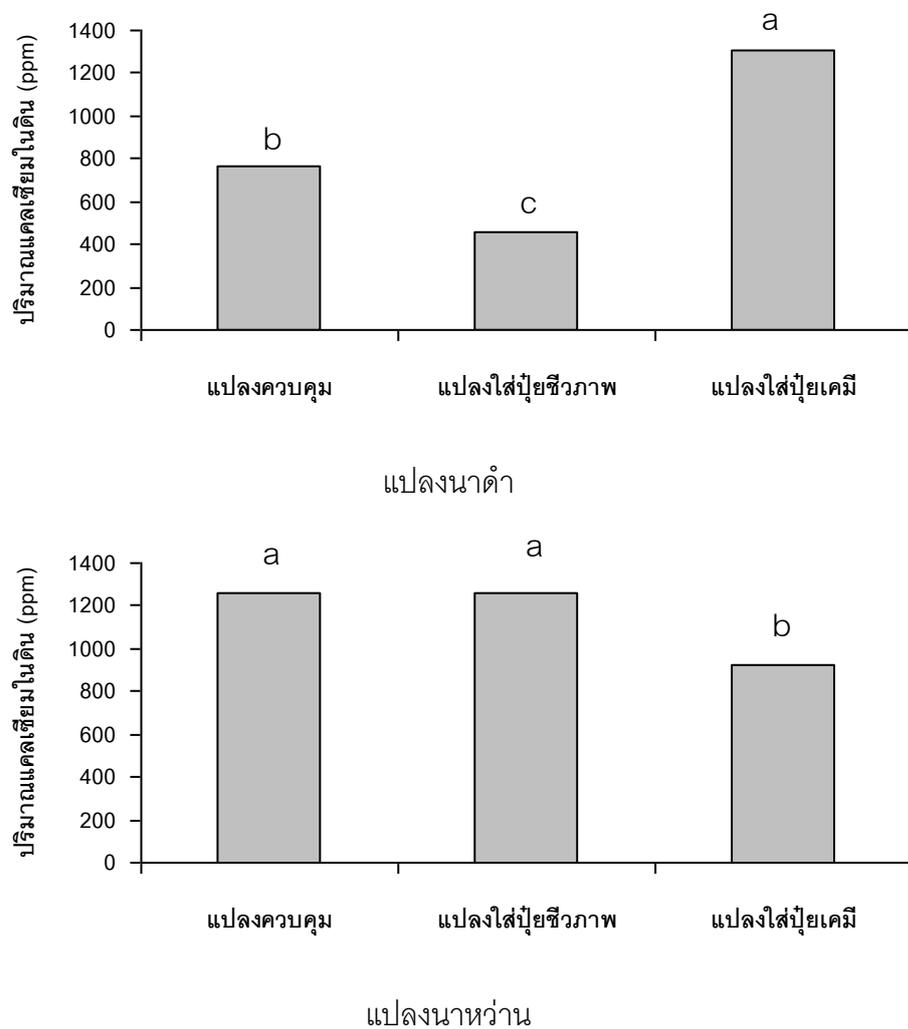
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี พบมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูงที่สุด เฉลี่ย $10.15 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย $7.84 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ และพบความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย $4.43 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 12) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูงที่สุดในแปลงควบคุม เฉลี่ย $13.66 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย $11.13 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ และพบความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย $9.87 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.6 ปริมาณแคลเซียมในดิน

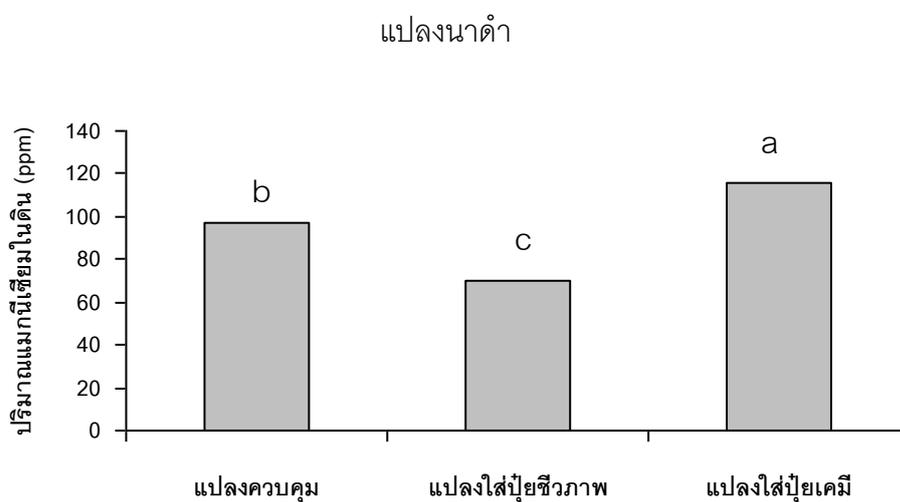
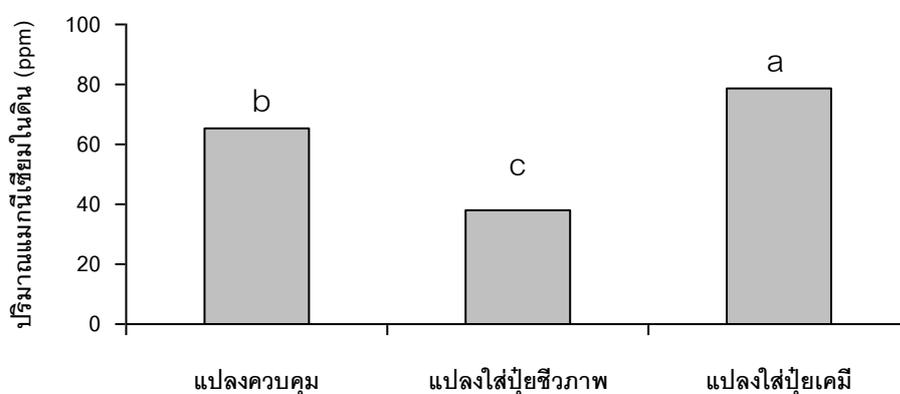
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี พบมีปริมาณแคลเซียมในดินสูงที่สุดเฉลี่ย 1304 ppm รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 764 ppm และพบปริมาณแคลเซียมในดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 454 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 13) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน ที่เป็นแปลงควบคุมและแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบมีปริมาณแคลเซียมในดินสูงที่สุด เฉลี่ย 1262 และ 1261 ppm ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 922 ppm (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ปริมาณแคลเซียมในดินแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.7 ปริมาณแมงกานีสในดิน

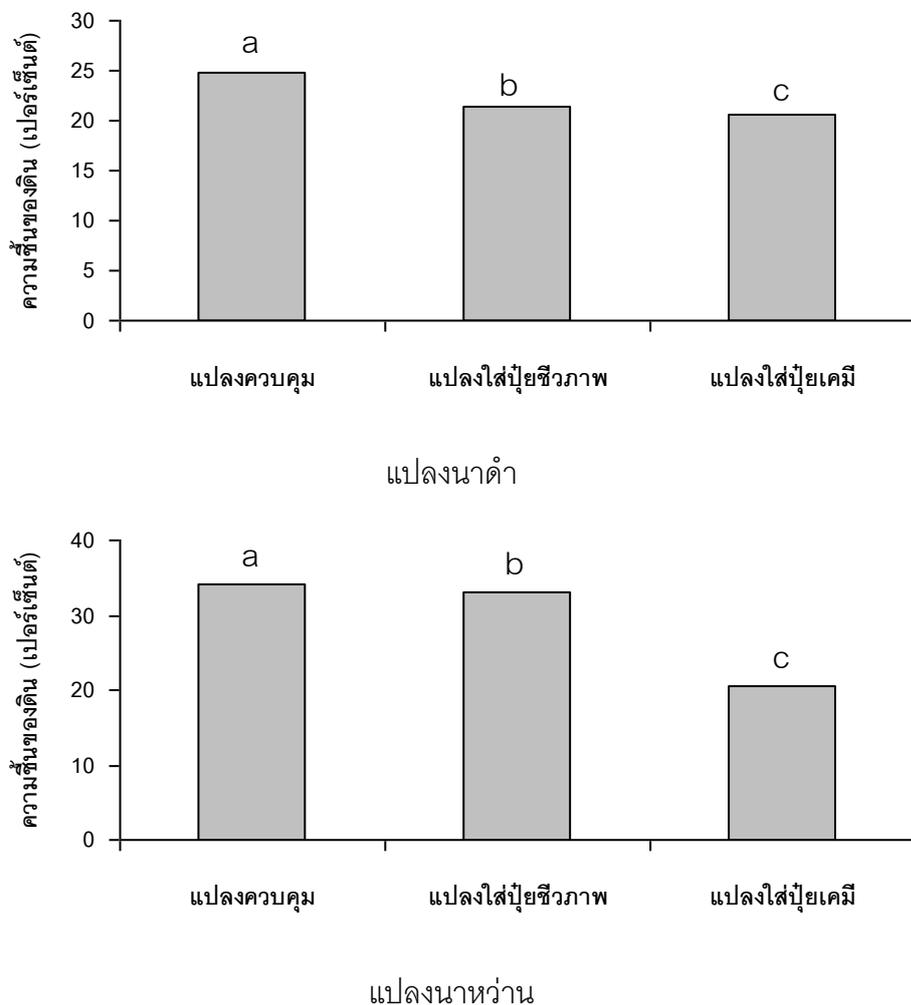
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ ที่เป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี พบมีปริมาณแมงกานีสในดินสูงที่สุดเฉลี่ย 78.84 ppm รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 65.11 ppm และพบปริมาณแมงกานีสในดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 37.78 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 14) เช่นเดียวกับตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน แปลงใส่ปุ๋ยเคมี พบมีปริมาณแมงกานีสในดินสูงที่สุดเฉลี่ย 115.7 ppm รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 97.19 ppm และพบปริมาณแมงกานีสในดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 70.14 ppm โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ปริมาณแมงกานีสในดินแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.8 ความชื้นของดิน

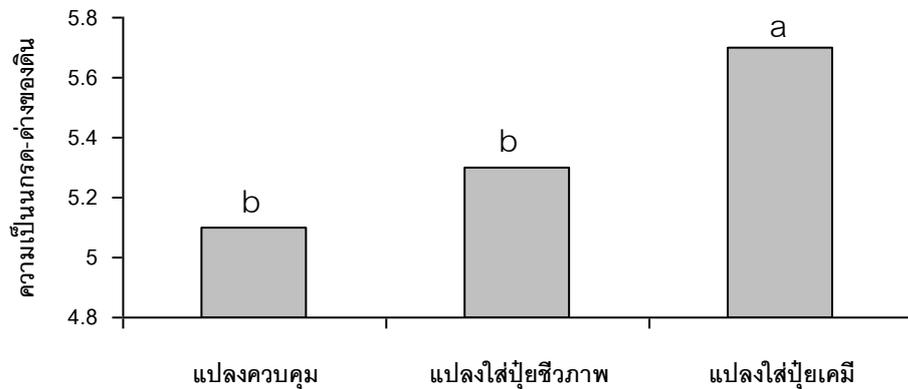
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ พบมีความชื้นของดินสูงที่สุด ในแปลงควบคุม เฉลี่ย 24.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 21.34 เปอร์เซ็นต์ และพบความชื้นของดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 20.56 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 15) เช่นเดียวกับตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีความชื้นของดินสูงที่สุด ในแปลงควบคุม เฉลี่ย 34.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 32.94 เปอร์เซ็นต์ และพบความชื้นของดินต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 20.6 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 15)



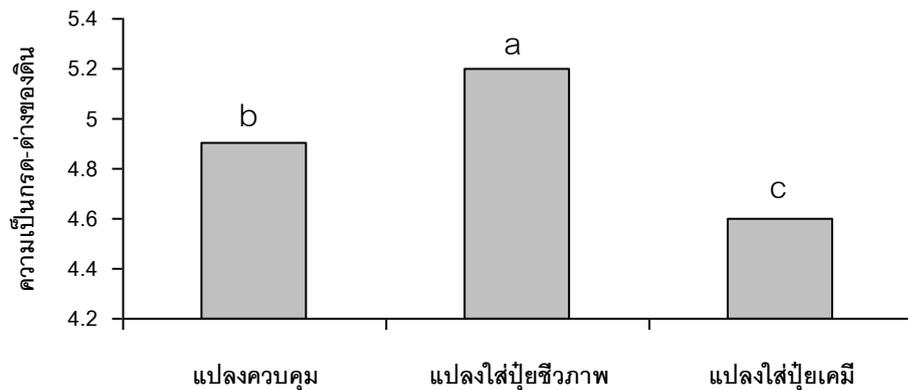
ภาพที่ 15 ความชื้นของดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.9 ความเป็นกรด-ด่างของดิน

ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ พบมีความเป็นกรดต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 5.7 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ และแปลงควบคุม เฉลี่ย 5.3 และ 5.1 ตามลำดับ (ภาพที่ 16) ส่วนตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีความเป็นกรดสูงที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 4.6 รองลงมาเป็นแปลงควบคุม เฉลี่ย 4.9 และพบความเป็นกรดต่ำที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 5.2 โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 16)



แปลงนาดำ

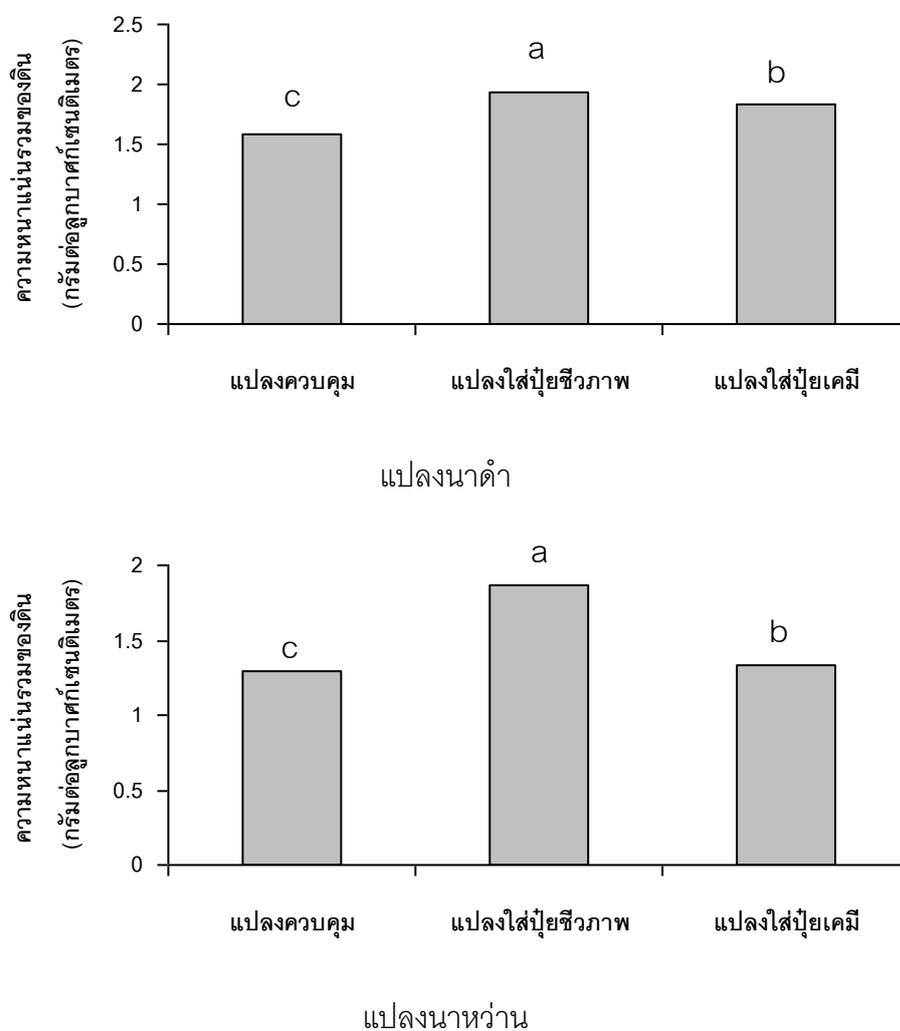


แปลงนาหว่าน

ภาพที่ 16 ความเป็นกรด-ด่างของดินแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

2.10 ความหนาแน่นรวมของดิน

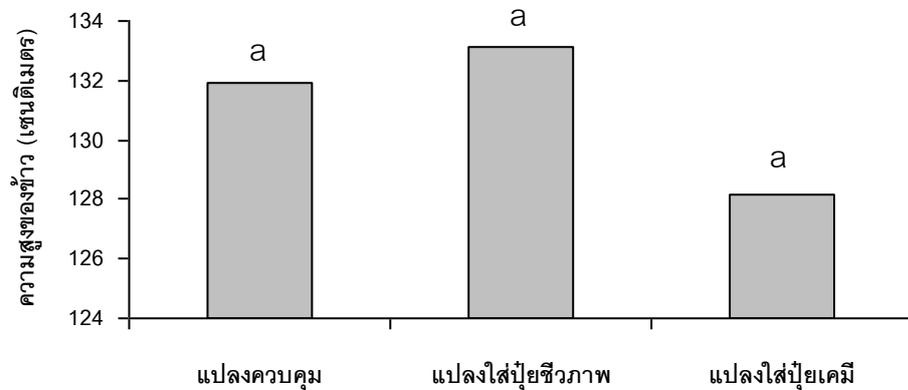
ตัวอย่างดินในแปลงนาดำ พบมีความหนาแน่นรวมสูงที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 1.93 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาเป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และพบความหนาแน่นรวมต่ำที่สุดในแปลงควบคุมเฉลี่ย 1.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 17) เช่นเดียวกับตัวอย่างดินในแปลงนาหว่าน พบมีความหนาแน่นรวมสูงที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ เฉลี่ย 1.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาเป็นแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 1.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และพบความหนาแน่นรวมต่ำที่สุดในแปลงควบคุมเฉลี่ย 1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 17)



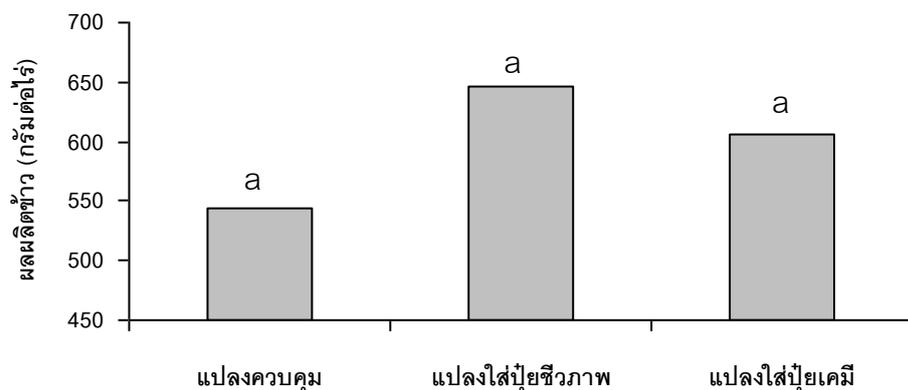
ภาพที่ 17 ความหนาแน่นรวมของดินในแปลงนาดำ และนาหว่าน ของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีกาารจัดการแตกต่างกัน

3. ผลผลิตของข้าว

จากการศึกษาความสูง และผลผลิตของข้าวในแปลงที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ มีความสูงของต้นข้าวมากที่สุด เฉลี่ย 133.12 เซนติเมตร รองลงมาเป็นข้าวในแปลงควบคุม เฉลี่ย 131.90 เซนติเมตร และแปลงใส่ปุ๋ยเคมี มีความสูงของต้นข้าวน้อยที่สุด เฉลี่ย 128.17 เซนติเมตร โดยทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 18) ส่วนผลผลิตข้าว พบว่า ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ มีผลผลิตของข้าวสูงที่สุด เฉลี่ย 646.93 กรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นข้าวในแปลงใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 606.64 กรัมต่อไร่ และแปลงควบคุม มีผลผลิตของข้าวต่ำที่สุด เฉลี่ย 543.16 กรัมต่อไร่ โดยทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ความสูงของต้นข้าวในแปลงข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน



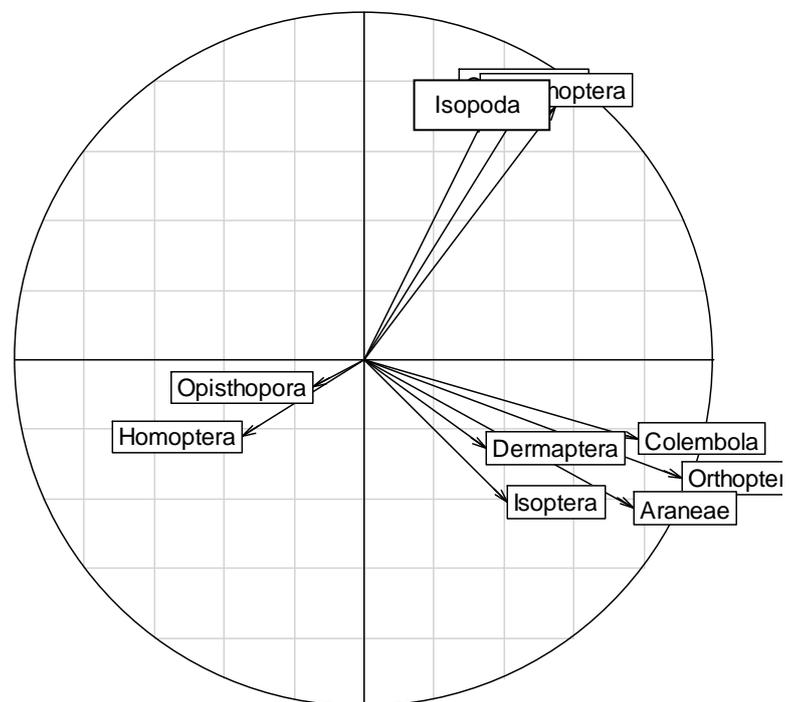
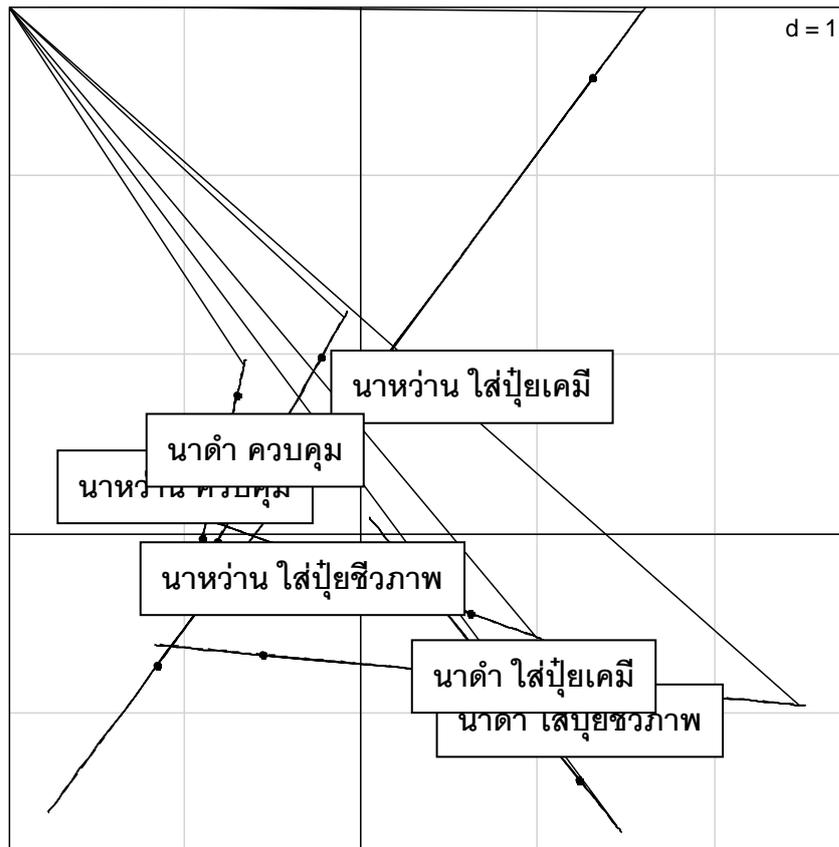
ภาพที่ 19 ผลผลิตข้าวในแปลงข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน

4. ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ในแปลงนาที่มีการจัดการแตกต่างกัน

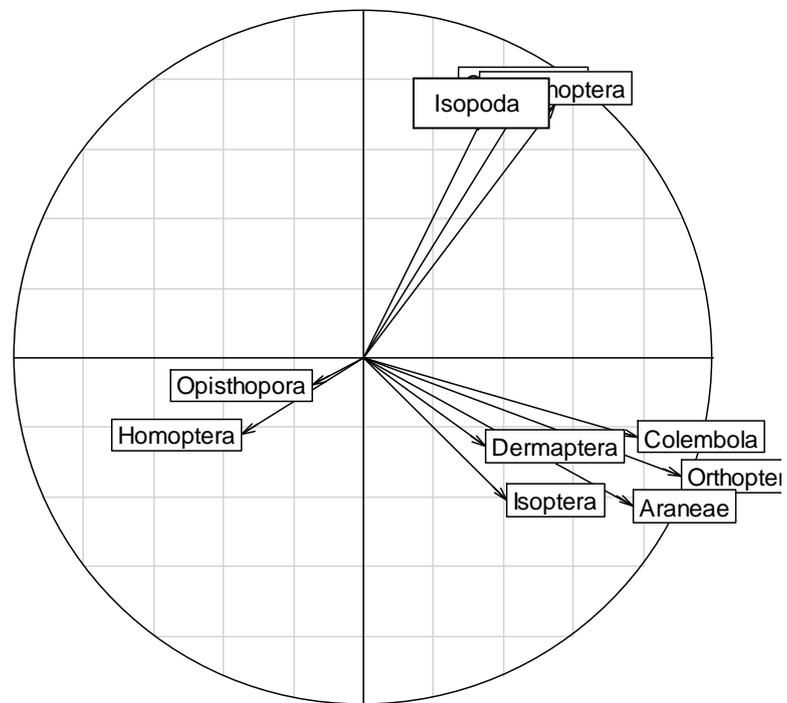
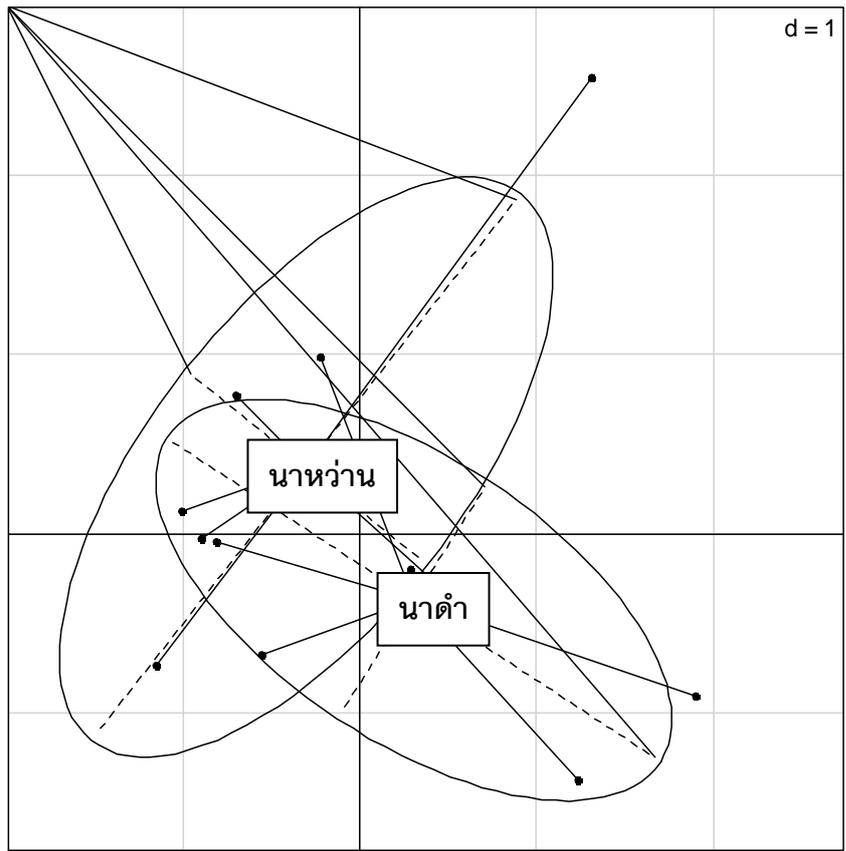
ในแปลงนาหว่าน ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) และ Isopoda (แมงกะปิ) มากกว่าแปลงนาที่มีการจัดการอื่น ส่วนในแปลงนาดำ ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Isoptera (ปลวก) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) และ Collembola (แมลงหางดีด) แต่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Opisthoptera (ไส้เดือน) พบมากในแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ทั้งในแปลงนาดำ และนาหว่าน (ภาพที่ 20)

จากความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ในแปลงนาดำ และนาหว่าน พบว่าในแปลงนาหว่าน พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) และ Isopoda (แมงกะปิ) ส่วนในแปลงนาดำ พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Isoptera (ปลวก) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Collembola (แมลงหางดีด) และ Opisthoptera (ไส้เดือน) (ภาพที่ 21)

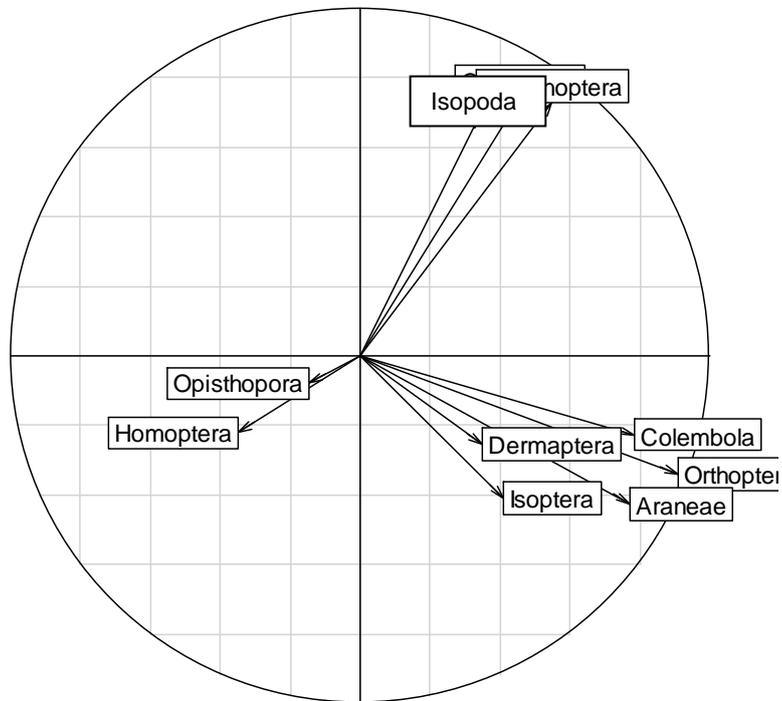
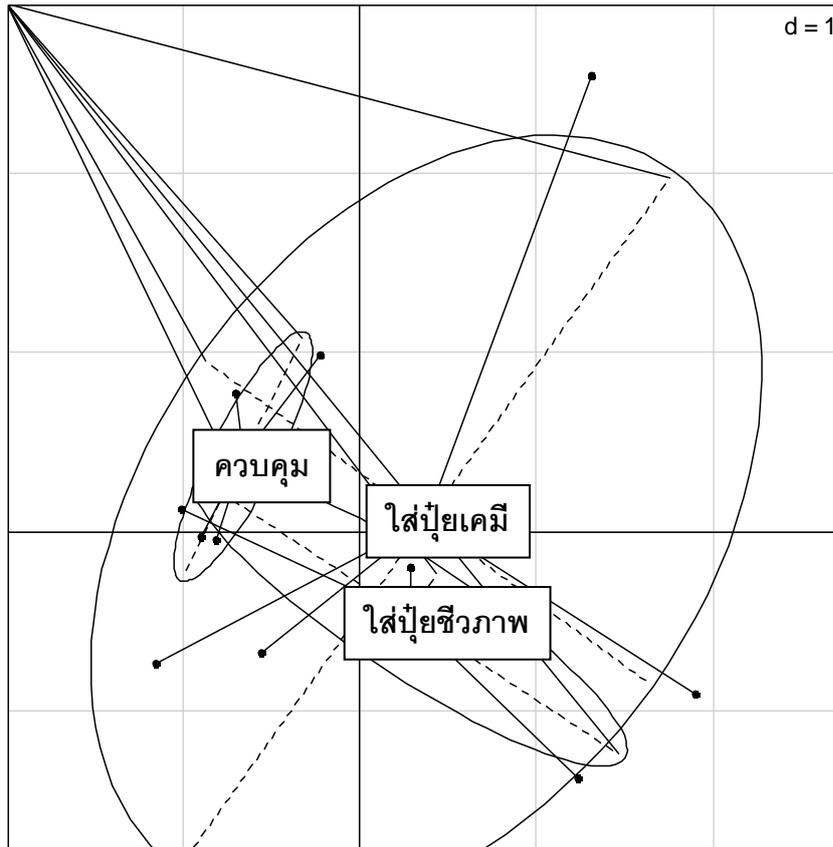
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน กลุ่ม Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) และ Isopoda (แมงกะปิ) พบมีความสัมพันธ์กับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีมากกว่าแปลงนาที่มีการจัดการแบบอื่น ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Isoptera (ปลวก) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Collembola (แมลงหางดีด) และ Opisthoptera (ไส้เดือน) พบมีความสัมพันธ์ทั้งในแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ และแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี มากกว่าแปลงควบคุม (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มต่างๆ ในแปลงนาที่มีการจัดการแตกต่างกัน โดยวิธี Principal component analysis



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มต่างๆ ในแปลงนาดำ และนาหว่าน โดยวิธี Principal component analysis



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มต่างๆ ในแปลงควบคุม แปลงไส้ปุ๋ยชีวภาพ และแปลงไส้ปุ๋ยเคมี โดยวิธี Principal component analysis

5. อภิปราย/วิจารณ์ (Discussion)

จากการศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ของข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวนาปี พันธุ์ กข6 พบว่า ในแปลงข้าวนาปี มีความมากชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมากกว่าในข้าวนาปรัง จำนวน 42 และ 33 ชนิด ตามลำดับ โดยในข้าวนาปรัง และข้าวนาปี พบความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมากกว่าในแปลงนา โดยในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) พบมีความมากชนิดสูงที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มมด (อันดับ Hymenoptera) และกลุ่มแมงมุม (อันดับ Araneae) เมื่อเปรียบเทียบความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแปลงข้าวที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ความมากชนิดของสัตว์ในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) และแมงมุม (อันดับ Araneae) มีมากในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ ตามลำดับ และสัตว์ในกลุ่มจิ้งหรีด แมลงกระซอน (อันดับ Orthoptera) และกลุ่มเพลี้ย (อันดับ Homoptera) ไม่พบในแปลงควบคุม

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินสูงกว่า ข้าวนาปี พันธุ์ กข6 เฉลี่ย 4,380 และ 3,072 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยพบความหนาแน่นในดินคันทนา สูงกว่าในดินแปลงนา คิดเป็นสัดส่วนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบ 76 เปอร์เซ็นต์ และ 24 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 และ 67 เปอร์เซ็นต์ และ 33 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ตามลำดับ โดยข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก ในดินคันทนา พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมากที่สุด ได้แก่ มด อันดับ Hymenoptera โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius ส่วนในดินแปลงนา พบหนอนรึ้นน้ำจืด (อันดับ Diptera) มากที่สุด แต่ในข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ทั้งในดินคันทนาและแปลงนา พบมด อันดับ Hymenoptera มากที่สุด โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius วงศ์ย่อย Myrmicinae เช่นเดียวกับการสำรวจของ Dong-hui WU และคณะ (2006) รายงานว่า แมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในแปลงเกษตรชนิดต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ กลุ่มมด ด้วง แมงมุม บนผิวน้ำดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มากที่สุด ซึ่งมดที่อาศัยอยู่ในดินนั้นมีส่วนสำคัญในการสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำรังอยู่ใต้ดินของมดนั้น ทำให้รากพืชมีโอกาสได้ใช้ธาตุอาหาร นอกจากนี้มดยังเป็นตัวห้ำและสามารถควบคุมแมลงชนิดอื่นได้ (ศรีนรา, 2545) เช่นเดียวกับการสำรวจของ นาวิ (2546) สำรวจที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส พบมดในวงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวนชนิดมากที่สุด 104 ชนิด มดในวงศ์ย่อยนี้ พบอยู่ทั่วไปในประเทศไทย สร้างรังอยู่ในดินเชื่อมเป็นตาข่าย โดยจะมีรูเข้าออกเป็นรูกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 – 3 มิลลิเมตร ช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดิน (เดชา และวาลูลี, 2542)

เมื่อศึกษาความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่ระดับความลึกต่างๆพบว่าในดินคันทนาและแปลงนาที่ระดับต่ำกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินลดน้อยลง เมื่อดินมีระดับความลึกมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Choosai และคณะ (2009) ที่

รายงานพบว่าพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมีปริมาณลดลงเมื่อระดับความลึกของดินมากขึ้น แต่ในดินคั่นนาที่ระดับสูงกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับชั้นดินอยู่สูงกว่าระดับผิวดินแปลงนา โดยส่วนใหญ่สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังในดินนั้น มีหน้าที่แตกต่างกันออกไป หลักคือ ย่อยสลายเศษซากและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น การทำรังของปลวกและมด เป็นการนำดินมาสร้างรังทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายดิน ปรับเปลี่ยนโครงสร้างของดินให้มีความพรุนมากขึ้น และเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินอีกด้วย (Bruyn และ Conacher, มปป.) ซึ่งสอดคล้องกับ Jennifer และ Hill (1978) ได้กล่าวว่า การไถดินโดยขุดรูเข้าไปภายในดินเพื่อสร้างรังของไส้เดือนนั้น มีส่วนช่วยทำให้อากาศและน้ำเกิดการไหลเวียนในดินได้ดี ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตและรากพืชที่ต้องการอากาศมีการเจริญเติบโตดี

ในข้าวนาปรัง พบความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน กลุ่มแมงมุมและด้วง มีความหลากหลายมากที่สุด โดยค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.349 และ 0.343 ตามลำดับ แต่ในข้าวนาปี พบกลุ่มด้วงมีความหลากหลายมากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มมด โดยค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.362 และ 0.350 ตามลำดับ จากการศึกษาพบปลวกชนิด *Macrotermes para celebensis* ในดินคั่นนามากที่สุด ซึ่งปลวกชนิดนี้ช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยสร้างรังอยู่ใต้พื้นดิน และช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุโดยกินเศษไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ และเพาะเลี้ยงเชื้อราไว้ภายในจอมปลวกเพื่อใช้เป็นอาหาร (จารุณี, 2539) สอดคล้องกับการศึกษาของ กาญจนา (2551) สสำรวจพบปลวกชนิด *Macrotermes spp.* ในวงศ์ Termitidae มากที่สุดในทุกแปลงของยางพาราที่สำรวจ

จากการศึกษาในระบบนิเวศนาข้าว โดยเฉพาะในแปลงนาไส้เดือนดินมีบทบาทในการช่วยปรับปรุงดิน โดยส่งผลให้ปริมาณแมงกนีเซียมในดิน และความชื้นในดิน สอดคล้องกับในหลายการศึกษาว่า ไส้เดือนดิน ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และทำให้ดินมีคุณสมบัติในการเก็บน้ำได้มากขึ้น รวมทั้งลดการกัดเซาะของดิน (Jones et al., 1994; Bouche และ Al-Addan, 1997; Blanchart et al, 1999; Lamandé et al., 2003)

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน ในแปลงนาดำ และนาหว่านของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ทั้งในแปลงนาดำ และนาหว่าน แปลงใส่ปุ๋ยเคมี มีปริมาณแมงกนีเซียมในดินสูงที่สุด ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความหนาแน่นรวมของดินสูงที่สุด และในแปลงควบคุม พบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และความชื้นของดินสูงที่สุด

จากการศึกษาความสูง และผลผลิตของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ในแปลงที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ มีความสูงของต้นข้าว และผลผลิตข้าวมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงควบคุม และแปลงใส่ปุ๋ยเคมี

จากความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) และ Isopoda (แมงกะปิ) มากในแปลงนาหว่าน โดยเฉพาะแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Isoptera (ปลวก) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Collembola (แมลงหางดีด) พบมากในแปลงนาดำ ที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ และใส่ปุ๋ยเคมี และ Opisthoptora (ไส้เดือน) พบมากในแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ มีการเจริญเติบโตของต้นข้าว และผลผลิตของข้าวสูงกว่าแปลงที่มีการจัดการแบบอื่น รวมทั้งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบมากในแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ เป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงดิน และมีประโยชน์ในการช่วยควบคุมแมลงศัตรูข้าว

6. สรุปการวิจัย (Conclusion)

จากการศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ของข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวนาปี พันธุ์ กข6 พบว่า ในแปลงข้าวนาปี มีความมากชนิดของกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมากกว่าในข้าวนาปรัง จำนวน 42 และ 33 ชนิด ตามลำดับ โดยในข้าวนาปรัง และข้าวนาปี พบความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมากกว่าในแปลงนา โดยในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) พบมีความมากชนิดสูงสุด รองลงมาเป็นกลุ่มมด (อันดับ Hymenoptera) และกลุ่มแมงมุม (อันดับ Araneae) เมื่อเปรียบเทียบความมากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแปลงข้าวที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ความมากชนิดของสัตว์ในกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) และแมงมุม (อันดับ Araneae) มีมากในแปลงควบคุม รองลงมาคือ แปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ ตามลำดับ และสัตว์ในกลุ่มจิ้งหรีด แมลงกระซอน (อันดับ Orthoptera) และกลุ่มเพลี้ย (อันดับ Homoptera) ไม่พบในแปลงควบคุม

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินระบบนิเวศข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 พบความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินสูงกว่า ข้าวนาปี พันธุ์ กข6 เฉลี่ย 4,380 และ 3,072 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยพบความหนาแน่นในดินคั่นนา สูงกว่าในดินแปลงนา คิดเป็นสัดส่วนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบ 76 เปอร์เซ็นต์ และ 24 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก 2 และ 67 เปอร์เซ็นต์ และ 33 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ตามลำดับ โดยข้าวนาปรัง พันธุ์พิษณุโลก ในดินคั่นนา พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมากที่สุด ได้แก่ มด อันดับ Hymenoptera โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius ส่วนในดินแปลงนา พบหนอนรื้อน้ำจืด (อันดับ Diptera) มากที่สุด แต่ในข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ทั้งในดินคั่นนาและแปลงนา พบมด อันดับ Hymenoptera มากที่สุด โดยมดที่พบมากที่สุดคือ มดคันไฟ *Solenopsis geminate* Fabricius เช่นเดียวกับในข้าวนาปรัง เมื่อศึกษาความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่ระดับความลึกต่างๆพบว่าในดินคั่นนา และแปลงนาที่ระดับต่ำกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินลดน้อยลง

เมื่อดินมีระดับความลึกมากขึ้น แต่ในดินคั่นนาที่ระดับสูงกว่าผิวดินแปลงนา ความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับชั้นดินอยู่สูงกว่าระดับผิวดินแปลงนา

ในข้าวนาปรัง พบความหลากหลายชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน กลุ่มแมงมุมและด้วง มีความหลากหลายมากที่สุด โดยค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.349 และ 0.343 ตามลำดับ แต่ในข้าวนาปี พบกลุ่มด้วงมีความหลากหลายมากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มมด โดยค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.362 และ 0.350 ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน ในแปลงนาดำ และนาหว่านของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ทั้งในแปลงนาดำ และนาหว่าน แปลงใส่ปุ๋ยเคมี มีปริมาณแมงกนีเซียมในดินสูงที่สุดในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความหนาแน่นรวมของดินสูงที่สุดในแปลงควบคุม พบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และความชื้นของดินสูงที่สุดในแปลงควบคุม

จากการศึกษาความสูง และผลผลิตของข้าวนาปี พันธุ์ กข6 ในแปลงที่มีการจัดการแตกต่างกัน พบว่า ในแปลงใส่ปุ๋ยชีวภาพ มีความสูงของต้นข้าว และผลผลิตข้าวมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงควบคุม และแปลงใส่ปุ๋ยเคมี

ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Hymenoptera (มด) Coleoptera (ด้วง) และ Isopoda (แมงกะปิ) มากในแปลงนาหว่าน โดยเฉพาะแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่ม Isoptera (ปลวก) Araneae (แมงมุม) Orthoptera (จิ้งหรีด แมลงกระซอน) Dermaptera (แมลงหางหนีบ) Collembola (แมลงหางดีด) พบมากในแปลงนาดำ ที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ และใส่ปุ๋ยเคมี และ Opisthopora (ไส้เดือน) พบมากในแปลงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ