สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ฎ
สารบาญตารางภาคผนวก	ฒ
สารบาญภาพ	ถ
คำย่อ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
หน้าที่ของ P	5
การดูดซึมและการควบคุมสมดุลของ P ในร่างกาย	5
ความต้องการและผลของการขาด P	8
โครงสร้างทางเคมีและแหล่งของไฟเตท	10
การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของไฟเตท	14
ผลของไฟเตทต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะอื่น	17
ผลของไฟเตทต่อสภาพแวดล้อม	23
บทบาทของเอนไซม์ไฟเตส	26
เอนไซม์ไฟเตสจากพืช	26
เอนไซม์ไฟเตสจากจุลินทรีย์	30
สภาพที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ไฟเตส	31
การใช้เอนไซม์ไฟเตสเสริมในอาหารไก่เนื้อ	34
การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่	37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	40
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	40
วิธีวิจัย	42
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	50
ระยะเวลาในการทดลอง	50
สถานที่ทำการทดลอง	51
บทที่ 4 ผลการทดลอง	53
องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบบางชนิด	53
การศึกษาในไก่เนื้อ	
การทดลองที่ 1 การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่มี aP และ CP ระดับต่ำ	53
การทดลองที่ 2 การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่ลดระดับ aP ต่ำกว่าปกติและใช้กากเรปซีด	61
การทดลองที่ 3 การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่ลดระดับ aP ต่ำกว่าปกติและใช้กากทานตะวัน	68
การศึกษาในไก่ไข่ การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่มี aP และ CP ระดับต่ำ	74
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	84
วิจารณ์ผลการทดลอง	84
สรุปผลการทดลอง	92
เอกสารอ้างอิง	93

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วิธีวิเคราะห์หา Ca และ P 104

ภาคผนวก ข. ข้อมูลปริมาณ Ca และ P ในอาหารและมูลไก่ และ
การคำนวณค่าการย่อยได้ของ Ca และ P 107

ภาคผนวก ค. ตาราง Anova ของการทดลองไก่เนื้อที่ 1 113

ภาคผนวก ง. ตาราง Anova ของการทดลองไก่เนื้อที่ 2 120

ภาคผนวก จ. ตาราง Anova ของการทดลองไก่เนื้อที่ 3 124

ภาคผนวก ฉ. ตาราง Anova ของการทดลองไก่ไข่ 131

ประวัติผู้เขียน 135

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
1	รูปแบบของ P ในพลาสมาของคนปกติ	4
2	อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง Ca และ P ในสัตว์ชนิดต่างๆ	6
3	วัตถุดิบแหล่ง Ca และ P	9
4	การเปลี่ยนแปลงของ P ในรูปต่างๆ ในเมล็ดข้าวเมื่องอก	12
5	ปริมาณไฟเตทในส่วนต่างๆ ของเมล็ดพืช	13
6	ปริมาณไฟเตทและการใช้ประโยชน์ได้ของ P ในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดของไก่	15
7	ความสามารถในการย่อยไฟเตทของสุกร	16
8	การย่อยได้ของไฟเตทในอาหารไก่เนื้อที่มีระดับ Ca และ NPP ต่างกัน	17
9	ผลของไมโออินอซิทอลที่มีกลุ่มฟอสเฟตต่างกัน (IP) และผลของโซเดียมไฟเตทต่อการย่อยเคซินและ BSA ในหลอดทดลองด้วยทริปซินและเปปซิน	22
10	ผลของไฟเตทและไมโออินอซิทอล-2-โมโนฟอสเฟต (IP-1) ที่มีต่อการย่อยได้ของแป้งโดย α-amylase จากน้ำลายและจากจุลินทรีย์ที่ pH 4.15 และ 6.9	23
11	ผลของไฟเตทและไมโออินอซิทอล-2-โมโนฟอสเฟตที่มีต่อการทำงานของไลเปส	24
12	องค์ประกอบทางเคมีของมูลสัตว์ (ร้อยละของน้ำหนักตัว/วัน)	24
13	ปริมาณเอนไซม์ไฟเตส (phytase) ที่มีในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด	27
14	อุณหภูมิและสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมของเอนไซม์ไฟเตสจากพืช	28
15	สารตัวเร่งและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสจากพืช	29
16	ประสิทธิภาพการทำงานของไฟเตสจากยีสต์และ *A. niger* ในสารละลายเปปซิน	31
17	ผลการเสริมไฟเตสต่อสมรรถภาพการผลิต การใช้ประโยชน์ได้และการขับออกของ P	35
18	ระดับความต้องการของ Ca และ P สำหรับไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นที่อายุต่างๆ	39
19	แผนการทดลองและปริมาณโภชนะบางชนิดในสูตรอาหารไก่เนื้อแต่ละช่วงอายุ	46
20	ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองไก่เนื้อ ช่วงอายุ 8-21 วัน (2-3 สัปดาห์)	47
21	ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองไก่เนื้อ ช่วงอายุ 22-42 วัน (4-6 สัปดาห์)	48

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
22	ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองไก่เนื้อ ช่วงอายุ 43-49 วัน (7 สัปดาห์)	49
23	แผนการทดลองและปริมาณโภชนะบางชนิดในอาหารทดลองไก่ไข่	50
24	ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารทดลองไก่ไข่	51
25	องค์ประกอบทางเคมี (% air dry basis) ของวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารทดลอง	54
26	สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ CP และ aP ปกติและต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 1)	55
27	ผลการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ เมื่อมีการเสริมไฟเตสในอาหารที่มี aP และ CP ระดับต่างๆ (การทดลองที่ 1)	56
28	เปอร์เซนต์ซากและอวัยวะภายในของไก่เนื้อเมื่อได้รับ CP และ aP ระดับปกติและระดับต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 1)	58
29	ปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า Ca และ P ของกระดูกแข้งของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มี aP และ CP ระดับปกติและระดับต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 1)	59
30	การขับออกและการใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ในไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ CP และ aP ระดับปกติและระดับต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 1)	60
31	การขับออกของ Ca และ P เปอร์เซนต์มูลแห้งและวัตถุแห้งของมูลไก่เนื้อที่ได้รับ aP และ CP ระดับต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 1)	62
32	สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเมื่อได้รับอาหารที่มี aP ระดับต่ำกว่าปกติและมีการใช้หรือไม่ใช้กากเรปซีด ทั้งเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 2)	64
33	ผลการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ เมื่อมีการเสริมไฟเตสในอาหารที่ใช้หรือไม่ใช้กากเรปซีดและมี aP ระดับต่างๆ (การทดลองที่ 2)	65

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
34	เปอร์เซนต์ซากและอวัยวะภายในของไก่เนื้อที่อายุ 7 สัปดาห์ เมื่อได้รับอาหารที่มี aP ระดับปกติและต่ำกว่าปกติ ไม่ใช้หรือใช้กากเรปซีด ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยไฟเตส (การทดลองที่ 2)	66
35	ปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า Ca และ P ของกระดูกแข้งของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ aP ปกติและต่ำกว่าปกติ ไม่ใช้หรือใช้กากเรปซีด ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยไฟเตส (การทดลองที่ 2)	67
36	สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเมื่อได้รับอาหารที่มี aP ระดับปกติหรือต่ำกว่าปกติ ทั้งที่มีการใช้หรือไม่ใช้กากทานตะวัน และเสริมหรือไม่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 3)	70
37	ผลการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ เมื่อมีการเสริมไฟเตสในอาหารที่ใช้หรือไม่ใช้กากทานตะวันและมี aP ระดับต่างๆ (การทดลองที่ 3)	71
38	เปอร์เซนต์ซากและอวัยวะภายในของไก่เนื้อที่อายุ 7 สัปดาห์ เมื่อได้รับอาหารที่มี aP ระดับปกติหรือต่ำกว่าปกติ ไม่ใช้หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยไฟเตส (การทดลองที่ 3)	72
39	ปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า Ca และ P ของกระดูกแข้งของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มี aP ระดับปกติหรือต่ำกว่าปกติ ไม่ใช้หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งเสริมและไม่เสริมไฟเตส (การทดลองที่ 3)	73
40	การขับออกและการใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ในไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ aP ต่ำกว่าปกติ และมีการใช้กากทานตะวัน ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 3)	75
41	การขับออกของ Ca – P เปอร์เซนต์มูลแห้งและวัตถุแห้งของมูลไก่ที่ได้รับ aP ระดับต่ำกว่าปกติ หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (การทดลองที่ 3)	76
42	สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ CP และ aP ปกติและต่ำกว่าปกติทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส เป็นเวลา 168 วัน	78
43	คุณภาพไข่ของไก่ไข่ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ CP และ aP ปกติและต่ำกว่าปกติเสริมและไม่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส เป็นเวลา 168 วัน	79

สารบาญ (ต่อ)

ตาราง		หน้า
44	จำนวนไข่ในแต่ละเกรดของไก่ไข่ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับ CP และ aP ปกติและต่ำกว่าปกติ ทั้งเสริมและไม่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส เป็นเวลา 168 วัน	80
45	สรุปผลสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อจากทุกการทดลอง	81
46	สรุปผลของปริมาณวัตถุแห้ง และเถ้าในกระดูกแข้ง และการใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ในการทดลองไก่เนื้อ	82
47	สรุปผลสมรรถภาพการผลิตของการทดลองไก่ไข่	83
48	ปริมาณโภชนะที่ไก่เนื้อได้รับจากการกินอาหารที่มี aP ระดับต่ำ เปรียบเทียบกับระดับปกติ ตลอดช่วงการทดลอง 6 สัปดาห์	85
49	ปริมาณ P และไฟเตทที่แนะนำใช้ในอาหารสัตว์	91

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ภาคผนวก ข

ข-1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร และมูลของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP และ CP ระดับปกติและต่ำกว่าปกติ ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 1) 107

ข-2 ปริมาณ Ca ที่ได้รับจากอาหาร ปริมาณที่ขับออกมากับมูล และการย่อยได้ของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP และ CP ระดับปกติและต่ำกว่าปกติ ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 1) 108

ข-3 ปริมาณ P ที่ได้รับจากอาหาร ปริมาณที่ขับออกมากับมูล และการย่อยได้ของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP และ CP ระดับปกติและต่ำกว่าปกติ ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 1) 109

ข-4 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร และมูลของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP ต่ำกว่าปกติ และไม่ใช้หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 3) 110

ข-5 ปริมาณ Ca ที่ได้รับจากอาหาร ปริมาณที่ขับออกมากับมูล และการย่อยได้ของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP ต่ำกว่าปกติ และไม่ใช้หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 3) 111

ข-6 ปริมาณ P ที่ได้รับจากอาหาร ปริมาณที่ขับออกมากับมูล และการย่อยได้ของไก่เนื้อ เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับของ aP ต่ำกว่าปกติ และไม่ใช้หรือใช้กากทานตะวัน ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Exp 3) 112

ภาคผนวก ค ตาราง Anova การทดลองไก่เนื้อที่ 1

ค-1 Anova น้ำหนักตัวเพิ่ม 113

ค-2 Anova ปริมาณอาหารที่กิน 113

ค-3 Anova อัตราแลกน้ำหนัก 113

ค-4 Anova เปอร์เซนต์ซาก 114

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก		หน้า
ค-5	Anova น้ำหนักตับ	114
ค-6	Anova น้ำหนักตับอ่อน	114
ค-7	Anova น้ำหนักไขมันในช่องท้อง	115
ค-8	Anova ปริมาณวัตถุแห้งของกระดูกแข้งไก่	115
ค-9	Anova ปริมาณเถ้าของกระดูกแข้งไก่	115
ค-10	Anova ปริมาณ Ca ในกระดูกแข้งไก่	116
ค-11	Anova ปริมาณ P ในกระดูกแข้งไก่	116
ค-12	Anova ปริมาณ Ca ที่ขับออกในมูลไก่	116
ค-13	Anova ปริมาณ P ที่ขับออกในมูลไก่	117
ค-14	Anova การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca	117
ค-15	Anova การใช้ประโยชน์ได้ของ P	117
ค-16	Anova การขับออกของ Ca (ก./กก. อาหารที่กิน)	118
ค-17	Anova การขับออกของ P (ก./กก. อาหารที่กิน)	118
ค-18	Anova ร้อยละมูลแห้งเทียบกับสภาพสด	118
ค-19	Anova ร้อยละวัตถุแห้งของมูลเทียบกับสภาพสด	119
ภาคผนวก ง ตาราง Anova การทดลองไก่เนื้อที่ 2		
ง-1	Anova น้ำหนักตัวเพิ่ม	120
ง-2	Anova ปริมาณอาหารที่กิน	120
ง-3	Anova อัตราแลกน้ำหนัก	120
ง-4	Anova เปอร์เซนต์ซาก	121
ง-5	Anova น้ำหนักตับ	121
ง-6	Anova น้ำหนักตับอ่อน	121
ง-7	Anova น้ำหนักไขมันในช่องท้อง	122

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก		หน้า
ง-8	Anova ปริมาณวัตถุแห้งของกระดูกแข้งไก่	122
ง-9	Anova ปริมาณเถ้าของกระดูกแข้งไก่	122
ง-10	Anova ปริมาณ Ca ในกระดูกแข้งไก่	123
ง-11	Anova ปริมาณ P ในกระดูกแข้งไก่	123
ภาคผนวก จ	ตาราง Anova การทดลองไก่เนื้อที่ 3	
จ-1	Anova น้ำหนักตัวเพิ่ม	124
จ-2	Anova ปริมาณอาหารที่กิน	124
จ-3	Anova อัตราแลกน้ำหนัก	124
จ-4	Anova เปอร์เซนต์ซาก	125
จ-5	Anova น้ำหนักตับ	125
จ-6	Anova น้ำหนักตับอ่อน	125
จ-7	Anova น้ำหนักไขมันในช่องท้อง	126
จ-8	Anova ปริมาณวัตถุแห้งของกระดูกแข้งไก่	126
จ-9	Anova ปริมาณเถ้าของกระดูกแข้งไก่	126
จ-10	Anova ปริมาณ Ca ในกระดูกแข้งไก่	127
จ-11	Anova ปริมาณ P ในกระดูกแข้งไก่	127
จ-12	Anova ปริมาณ Ca ที่ขับออกในมูลไก่	127
จ-13	Anova ปริมาณ P ที่ขับออกในมูลไก่	128
จ-14	Anova การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca	128
จ-15	Anova การใช้ประโยชน์ได้ของ P	128
จ-16	Anova การขับออกของ Ca (ก./กก. อาหารที่กิน)	129
จ-17	Anova การขับออกของ P (ก./กก. อาหารที่กิน)	129
จ-18	Anova ร้อยละมูลแห้งเทียบกับสภาพสด	129
จ-19	Anova ร้อยละวัตถุแห้งของมูลเทียบกับสภาพสด	130

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ภาคผนวก ฉ ตาราง Anova การทดลองไก่ไข่

ฉ-1 Anova ผลผลิตไข่ 131
ฉ-2 Anova ปริมาณอาหารที่กิน (ก./วัน) 131
ฉ-3 Anova อาหารที่ใช้ต่อไข่ 1 กก. 131
ฉ-4 Anova น้ำหนักตัวเพิ่ม 132
ฉ-5 Anova น้ำหนักไข่ 132
ฉ-6 Anova สีของไข่แดง 132
ฉ-7 Anova Haugh unit 133
ฉ-8 Anova ความถ่วงจำเพาะ 133
ฉ-9 Anova ความหนาเปลือกไข่ 133
ฉ-10 Anova จำนวนไข่ที่น้ำหนัก > 60 ก. 134
ฉ-11 Anova จำนวนไข่ที่น้ำหนัก 61-65 ก. 134
ฉ-12 Anova จำนวนไข่ที่น้ำหนัก < 60 ก. 134

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ปฏิกิริยาร่วมระหว่างแร่ธาตุแต่ละชนิด หัวลูกศรและความยาวก้านลูกศร เป็นตัวบ่งถึงความสัมพันธ์และการแก่งแย่งการดูดซึมระหว่างแร่ธาตุด้วยกัน	7
2	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กรดไฟติกจากไมโออินอทอล	10
3	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กรดไฟติกจากไมโออินอทอลในเมล็ดพันธุ์พืช	11
4	โครงสร้างของไฟเตทเมื่อจับกับแร่ธาตุประจุบวก 2	18
5	สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างกรดไฟติกกับโปรตีนในสภาพ pH ต่ำ	19
6	สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างกรดไฟติกกับโปรตีนในสภาพ pH เป็นกลาง	20
7	กลไกการเกิดภาวะ Eutrophication	25
8	การทำงานของไฟเตสจากพืชและจากจุลินทรีย์ที่ pH ต่างๆ กันที่อุณหภูมิ 37°ซ	32
9	การทำงานของไฟเตสจาก *A. Niger* ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	33
10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น Ca มาตรฐานและค่าดูดกลืนแสง	105
11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น P มาตรฐานและค่าดูดกลืนแสง	106

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

คำย่อ

ก.	-	กรัม	LW	-	live weight
กก.	-	กิโลกรัม	M	-	molar
ชม.	-	ชั่วโมง	MCP	-	monocalcium phosphate
°ซ	-	องศาเซลเซียส	ME	-	metabolizable energy
มก.	-	มิลลิกรัม	Mg	-	magnesium
มม.	-	มิลลิเมตร	N	-	nitrogen
มล.	-	มิลลิลิตร	NPP	-	non-phytate phosphorus
A.	-	*Aspergillus spp.*	O	-	oxygen
AD	-	air dry	P	-	phosphorus
aP	-	available phosphorus	P_i	-	inorganic phosphate
Ca	-	calcium	pK_a	-	ค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด
CP	-	crude protein			
CT	-	calcitonin hormone	PTH	-	parathyroid hormone
Cu	-	copper	PU	-	phytase unit [1/]
DCP	-	dicalcium phosphate	RSM	-	rapeseed meal
DM	-	dry matter	SBM	-	soybean meal
Fe	-	iron	SFM	-	sunflower meal
FM	-	fish meal	vs.	-	versus (เปรียบเทียบกับ)
FTU	-	phytase unit [1/]	tP	-	total phosphorus
H	-	hydrogen	Zn	-	zinc
K	-	potassium	µM	-	micromol

phytase unit [1/] = ปริมาณ phytase ที่สามารถย่อย 0.015 M Na-phytate ได้ในอัตรา 1 µM/นาที ที่ pH 5.5 และอุณหภูมิ 37°ซ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University