

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
สารบัญตารางผนวก	ฏ
อักษรย่อ และสัญลักษณ์	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 บทบาทของยูเรียไนโตรเจนและครีเอตินินในเลือด	3
2.2 การหาปริมาณไนโตรเจนของยูเรียไนโตรเจน (BUN)	13
2.3 การหาปริมาณ ครีเอตินิน ในเลือด	16
2.4 การเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์BUN	19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าBUN	22
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	32
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	32
3.2 วิธีการวัดยูเรียไนโตรเจนในเลือด และครีเอตินิน	34
3.3 การใช้เครื่องอัตโนมัติ Abbott spectrum CCx	40
3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอาหารในสูตรอาหาร (Proximate analysis)	44
3.5 การศึกษาค่า BUN	49
3.6 การทดสอบสมการ	53
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	53
3.8 สถานที่ทำการทดลอง	53
3.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	53
บทที่ 4 ผลการทดลอง	54
4.1 ผลการศึกษาผลกระทบของวิธีวิเคราะห์ต่อค่าBUN	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการศึกษาผลกระทบของการเจาะเลือดลูกสุกรต่อ อัตราการผลิตน้ำนมตัว (ADG)	56
4.3 ผลการศึกษาการประเมินคุณภาพสูตรอาหารด้วยการ วัดค่า BUN ในลูกสุกร	57
4.4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของค่า BUN ระหว่างลูกสุกร และหนูพันธุ์สปริงค็อกวีย์	74
4.5 ผลการทดสอบสมการ	79
บทที่ 5 วิจัย และสรุปผลการทดลอง	81
5.1 วิจัยผลการทดลอง	81
5.2 สรุปผลการทดลอง	94
5.3 ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารอ้างอิง	97
ภาคผนวก	106
ประวัติผู้เขียน	132

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงข้อมูลของการวัดยูเรีย และ ครีเอตินิน จากการใช้เครื่องอັต โนมัตติ (Abbott spectrum CCx)	18
2 แสดงข้อดี ของการวัด BUN ด้วยวิธีการใช้ปฏิกิริยาโคอะเซคิต มอนนอกซิม ใช้เอนไซม์ยูรีเอส และใช้เครื่องอັต โนมัตติ	20
3 แสดงข้อเสีย ของการวัด BUN ด้วยวิธีการใช้ปฏิกิริยาโคอะเซคิต มอนนอกซิม ใช้เอนไซม์ยูรีเอส และใช้เครื่องอັต โนมัตติ	21
4 แสดงการเปรียบเทียบ Working standard กับ BUN ที่ความเข้มข้นต่างๆ	37
5 แสดงความเข้มข้นของ Buffers และ Enzyme stabilizers	39
6 แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารลูกสุกรหย่านม 5 สูตร ที่จำหน่ายในท้องตลาด	50
7 แสดงค่า BUN (มก./ดล.) ของลูกสุกรที่วัดด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธี	55
8 แสดงค่าเฉลี่ย BUN, Creatinine, BUN / Creatinine, Correlation (r) ระหว่างค่า BUN กับ BUN / Creatinine และ BUN กับ Daily protein intake (DPI) ของลูกสุกรภายหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 30 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	62
9 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (ADG) ของลูกสุกร ภายหลังได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 40 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	64
10 แสดงค่าอัตราแลกเนื้อ (FCR) ของลูกสุกร ภายหลังได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 40 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	68
11 แสดงค่าเฉลี่ย BUN, Creatinine, BUN/Creatinine และค่า r ของ BUN กับ BUN / Creatinine ของหนูสเปร์ค คอว์เลย์หลัง ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 7 วัน	76
12 แสดงสมการความสัมพันธ์ของค่า BUN ระหว่างลูกสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม กับหนูที่อายุต่างๆ กัน หลังได้รับอาหาร 7 วัน	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	แสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า BUN ของลูกสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรเป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม กับค่า BUN ของหมูที่อายุต่างๆ กัน โดยเฉลี่ยจากการได้รับอาหาร 7, 10, 15 และ 20 วัน	78
14	แสดงการเปรียบเทียบค่า BUN (มก./คต.) ของลูกสุกรหย่านมจากการทดลองและการคำนวณ	80

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดง โครงสร้างทางเคมีของยูเรีย	3
2 แสดง โครงสร้างทางเคมีของครีเอตินิน	3
3 แสดง ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ยูเรียในร่างกาย	4
4 แสดง สมการ Urea -creatinine ratio	4
5 แสดง แผนภูมิปริมาณ ไนโตรเจนในพลาสมา	6
6 แสดง วัฏจักรของยูเรีย	6
7 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดคาร์บามิล ฟอสเฟต	7
8 แสดง ปฏิกิริยาการเกิด แอล-ซีทรูลิน	7
9 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดอาร์จินิน	8
10 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดยูเรียกับออร์นิทีน	8
11 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดยูเรีย	9
12 แสดง ตำแหน่งของเอนไซม์ในวัฏจักรยูเรีย	9
13 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะใน ของการสังเคราะห์ยูเรียและอาร์จินิน	11
14 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดครีเอติน	12
15 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดเอส-อะดีโนซิลเมโทอิน	13
16 แสดง ปฏิกิริยาการเกิดครีเอตินิน	13
17 แสดง ปฏิกิริยาระหว่างยูเรียกับ ไคอะเซทิล มอนนอกซิม	14
18 แสดง ปฏิกิริยาการสลายตัวของยูเรีย	15
19 แสดง เครื่องวัด โนมัตติ (Abbott Spectrum CCx) สำหรับวัดค่า BUN และครีเอตินิน	44
20 แสดง การเจาะเลือดลูกสุกร	51
21 แสดง สภาพการเลี้ยงหมูในโรงเรือน	51
22 แสดง การเจาะเลือดหมู	52
23 แสดง กราฟค่าเฉลี่ย BUN จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี (1) ใช้ปฏิกิริยาไคอะเซทิล มอนนอกซิม (2) ใช้เอนไซม์ยูรีเอส และ (3) ใช้เครื่องวัด โนมัตติ	54
24 แสดง กราฟค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน ของลูกสุกรที่ถูกเจาะเลือด และไม่ถูกเจาะเลือด	56
25 แสดง กราฟค่าเฉลี่ย BUN ของลูกสุกร ภายหลังจากได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 30 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	
26 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า BUN กับค่า Daily protein intake ของลูกสุกรภายหลังได้รับ อาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม	62
27 แสดงกราฟค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (ADG) ในแต่ละสัปดาห์ของลูกสุกรภายหลังได้รับ อาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 40 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	64
28 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า BUN กับค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (ADG) เฉลี่ย 3 สัปดาห์ ของลูกสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรหลังหย่านม	65
29 แสดงกราฟค่าเฉลี่ยอัตราแลกเนื้อ (FCR) ของลูกสุกร ภายหลังได้รับอาหาร 5 สูตรเป็นเวลา 3 สัปดาห์หลังหย่านม (จำนวน 40 ตัวต่ออาหาร 1 สูตร)	66
30 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราแลกเนื้อ (FCR) และค่า BUN เฉลี่ย 3 สัปดาห์ ของลูกสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรหลังหย่านม	67
31 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราแลกเนื้อ (FCR) และค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนัก ตัวต่อวัน (ADG) เฉลี่ย 3 สัปดาห์ ของลูกสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตรหลังหย่านม	67
32 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศเมีย ของทรียทเมนต์ที่ 1	69
33 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศผู้ ของทรียทเมนต์ที่ 1	69
34 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศเมีย ของทรียทเมนต์ที่ 2	70
35 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศผู้ ของทรียทเมนต์ที่ 2	70
36 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศเมีย ของทรียทเมนต์ที่ 3	71
37 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศผู้ ของทรียทเมนต์ที่ 3	71
38 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศเมีย ของทรียทเมนต์ที่ 4	72
39 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศผู้ ของทรียทเมนต์ที่ 4	72
40 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศเมีย ของทรียทเมนต์ที่ 5	73
41 แสดงลักษณะลูกสุกรหลังหย่านมแล้ว 3 สัปดาห์ เพศผู้ ของทรียทเมนต์ที่ 5	73

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศเมียหลังให้อาหารสูตร 1 ที่ 1-3 สัปดาห์	107
2	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศผู้หลังให้อาหารสูตร 1 ที่ 1-3 สัปดาห์	108
3	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศเมียหลังให้อาหารสูตร 2 ที่ 1-3 สัปดาห์	108
4	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศผู้หลังให้อาหาร สูตร 2 ที่ 1-3 สัปดาห์	110
5	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศเมียหลังให้อาหาร สูตร 3 ที่ 1-3 สัปดาห์	111
6	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศผู้หลังให้อาหาร สูตร 3 ที่ 1-3 สัปดาห์	112
7	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศเมียหลังให้อาหาร สูตร 4 ที่ 1-3 สัปดาห์	113
8	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศผู้หลังให้อาหาร สูตร 4 ที่ 1-3 สัปดาห์	114
9	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศเมียหลังให้อาหาร สูตร 5 ที่ 1-3 สัปดาห์	115
10	แสดงการวัดผล BUN, Creatinine และชั่งน้ำหนัก ของลูกสุกรหย่านมเพศผู้หลังให้อาหาร สูตร 5 ที่ 1-3 สัปดาห์	116
11	แสดงค่าเฉลี่ย BUN/Creatinine ของลูกสุกรหย่านม หลังได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์	117
12	แสดงค่าเฉลี่ย BUN และ Creatinine ของหนูสเปรค คอว์เลย์ หลังให้อาหารสูตรที่ 1	118
13	แสดงค่าเฉลี่ย BUN และ Creatinine ของหนูสเปรค คอว์เลย์ หลังให้อาหารสูตรที่ 2	119

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	แสดงค่าเฉลี่ย BUN และ Creatinine ของหนูสเปรค คอว์เลย์ หลังให้อาหารสูตรที่ 3	120
15	แสดงค่าเฉลี่ย BUN และ Creatinine ของหนูสเปรค คอว์เลย์ หลังให้อาหารสูตรที่ 4	121
16	แสดงค่าเฉลี่ย BUN และ Creatinine ของหนูสเปรค คอว์เลย์ หลังให้อาหารสูตรที่ 5	122
17	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของลูกสุกร หย่านมกลุ่มที่ไม่ถูกเจาะเลือด และกลุ่มที่ถูกเจาะเลือด หลังจากได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์	123
18	แสดง ANOVA ของค่า BUN ที่วัดด้วยวิธีใช้เครื่องอัตโนมัติ ใช้ปฏิกิริยาโคอะเซติล มอนนอกซิม และใช้เอนไซม์ยูรีเอส	124
19	แสดง ANOVA ของค่า ADG ของสุกรที่ถูกเจาะเลือด และไม่เจาะเลือด	124
20	แสดง ANOVA ของค่าเฉลี่ย BUN ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 1-3 สัปดาห์ หลังหย่านม	124
21	แสดง ANOVA ของค่า BUN ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์หลังหย่านม	125
22	แสดง ANOVA ของค่า BUN ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์หลังหย่านม	125
23	แสดง ANOVA ของค่า BUN ของสุกรที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังหย่านม	125
24	แสดง ANOVA ของค่าเฉลี่ย BUN/creatinine ของสุกร ที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 1-3 สัปดาห์ หลังหย่านม	126
25	แสดง ANOVA ของค่า BUN/creatinine ของสุกร ที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังหย่านม	126
26	แสดง ANOVA ของค่า BUN/creatinine ของสุกร ที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังหย่านม	126

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
27	แสดง ANOVA ของค่า BUN/creatinine ของสุกร ที่ได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังหย่านม	127
28	แสดง ANOVA ของค่า ADG ของลูกสุกรหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์	127
29	แสดง ANOVA ของค่า ADG ของลูกสุกรหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร สัปดาห์ที่ 1	127
30	แสดง ANOVA ของค่า ADG ของลูกสุกรหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร สัปดาห์ที่ 2	128
31	แสดง ANOVA ของค่า ADG ของลูกสุกรหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร สัปดาห์ที่ 3	128
32	แสดง ANOVA ของค่า FCR ของลูกสุกรหลังได้ รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 3 สัปดาห์	128
33	แสดง ANOVA ของค่า BUN ของหนูที่ได้รับอาหารในระยะ เวลาต่างกันคือ 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ในหนูช่วงอายุ 1-2, 2-3 และ > 3 เดือน หลังได้รับอาหาร 5 สูตร	129
34	แสดง ANOVA ของค่า BUN ของหนูที่ช่วงอายุ ต่างกัน 3 ช่วงคือ 1-2, 2-3 และ > 3 เดือน หลังได้รับอาหาร 5 สูตร เป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	129
35	แสดง ANOVA ของค่า BUN หลังได้รับอาหาร ต่างกัน 5 สูตรของหนูที่ช่วงอายุ 1-2 เดือน เป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	129
36	แสดง ANOVA ของค่า BUN หลังได้รับอาหาร ต่างกัน 5 สูตรของหนูที่ช่วงอายุ 2-3 เดือน เป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	130
37	แสดง ANOVA ของค่า BUN หลังได้รับอาหาร ต่างกัน 5 สูตรของหนูที่ช่วงอายุ > 3 เดือน เป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	130

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
38	แสดง ANOVA ของค่า BUN/Creatinine ของอาหาร 5 สูตร ในหนูที่ช่วงอายุ 1-2, 2-3 และ > 3 เดือน หลังได้รับอาหาร เป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	130
39	แสดง ANOVA ของค่า BUN/Creatinine ของหนูที่ช่วงอายุ ต่างกัน หลังได้รับอาหารเป็นเวลา 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน	131

อักษรย่อ และสัญลักษณ์

กก.	กิโลกรัม
ก.	กรัม
ชม.	ชั่วโมง
มก./คต.	มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
สป.	สปดาห์
%	เปอร์เซ็นต์
α	แอลฟา
มล	ไมโครลิตร
ADG	Average daily gain
AL	Argininosuccinate lyase
ARG	Arginase
AS	Argininosuccinate synthetase
BUN	Blood urea nitrogen
BV	Biological value
CP	Crude protein
CO ₂	Carbon dioxide
CPS-I	Carbamyl phosphate synthetase-I
DAM	Diacetetyl monoxime
DCF	Total carcass fat
DEBD	Empty body protein
DEBLI	Empty body lipid
DFFL	Daily fat free carcass lean
DM	Dry matter
FCR	Feed conversion ratio
g	กรัม
H ⁺	Hydrogen ion
H ₂ O	Dihydrogen oxide

อักษรย่อ และสัญลักษณ์ (ต่อ)

HCl	Hydrochloric acid
KCl	Potassium chloride
M	โมลาร์
mg	มิลลิกรัม
MJ	Megajoule
ml	มิลลิลิตร
mmol	มิลลิโมล
mmol/L	มิลลิโมลต่อลิตร
N	Normal
NaCl	Sodium chloride
NH ₄ ⁺	Ammonium ion
NaOH	Sodium hydroxide
nm	นาโนเมตร
NPU	Net protein utilization
OTC	Ornithine transcarbamylase
PFAA	Plasma free amino acids
PUN	Plasma urea nitrogen
r	Correlation coefficient
SUN	Serum urea nitrogen
U/L	ยูนิตต่อลิตร