ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ค่าความสกปรก

การวิเคราะห์บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)

1.หลักการ

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัด ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบนั้นๆ โดยคิดในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จะลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเริ่มต้นและที่เหลือภายหลังจากการเก็บน้ำตัวอย่างในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °ซ เป็นเวลา 5 วัน โดยปริมาณออกซิเจนที่หายไปจะเป็นปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ไป ซึ่งนำไปคำนวณหาปริมาณบีโอดีได้

2.เครื่องมือ

- เครื่องแก้วได้แก่ ขวดบีโอดีขนาด 300 มล. พร้อมจุกแก้ว, บิวเรต, ปิเปต
- เครื่องปั๊มอากาศ
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 °ซ
- ตู้ดูดความชื้น

3.สารเคมี

3.1. **สำหรับหาค่าออกซิเจนละลาย, DO**

3.1.1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

- ละลาย $MnSO_4 . H_2O$ 364 ก. ในน้ำกลั่น กรองแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1,000 มล.

3.1.2. สารละลายอัลคาไลน์-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA)

- ละลาย NaOH 500 ก. และ KI 150 ก. ในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 1,000 มล.

3.1.3. H_2SO_4 conc.

3.1.4. น้ำแป้ง

- ละลาย soluble starch 2 ก. และกรด salicylic 0.2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 มล. แล้วนำ ไปต้มจนได้สารละลายใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.5. สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต 0.0250 นอร์มัล

- ละลายโปตัสเซียมไดโครเมตซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ 1.226 ก. (โดยชั่งให้ใกล้เคียงกับ 1.226 ก.) แล้วละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. แล้วคำนวณหาความเข้มข้นจากสูตร

$$\textbf{ความเข้มข้นของ } K_2Cr_2O_7 \textbf{ (นอร์มัล)} = \frac{\textbf{น้ำหนักของ } K_2Cr_2O_7 \textbf{ ที่ชั่งได้ (ก.)}}{49.03} \times \frac{99.0}{100}$$

3.1.6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล

- ละลาย $Na_2S_2O_3 . 5H_2O$ 6.205 ก. ในน้ำกลั่นที่ต้มให้เดือดแล้วทำให้เย็นใหม่ ๆ เติม NaOH 0.4 ก. แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่นดังกล่าว นำสารละลายที่ ได้ไปสแตนดาร์ดไดซ์กับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 0.0250 นอร์มัล

3.2. สำหรับเตรียมน้ำเจือจาง

3.2.1. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

- ละลาย KH_2PO_4 8.5 ก., K_2HPO_4 21.75 ก., $Na_2HPO_4 . 7 H_2O$ 33.4 ก. และ NH_4Cl 1.7 ก. ในน้ำกลั่น 500 มล. แล้วปรับปริมาตรทั้งหมดให้เป็น 1,000 มล.

3.2.2. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

- ละลาย $MgSO_4 . 7 H_2O$ 22.5 ก. ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มล.

3.2.3. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

- ละลาย $CaCl_2$ 27.5 ก. ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มล.

3.2.4. สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์

- ละลาย $FeCl_3 . 6 H_2O$ 0.25 ก. ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มล.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการสแตนดาร์สไดส์สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล

1. ละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 2 ก. ในน้ำกลั่น 100-150 มล. ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มล.
2. เติมสารละลายกรด H_2SO_4 1+9 (กรดซัลฟุริค 1 มล. + น้ำกลั่น 9 มล.) ลงไป 10 มล.
3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 0.0250 นอร์มัล ลงไป 20 มล. แล้วเก็บไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นทำการเจือจางให้มีปริมาตรประมาณ 400 มล. ด้วยน้ำกลั่น

4. ทำการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตจนกระทั่งได้สีเหลืองจาง แล้วจึงเติมน้ำแป้งลงไป 3-5 หยด จะได้สีน้ำเงิน ทำการไตเตรทจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป
5. นำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตจากสูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต, นอร์มัล

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต, นอร์มัล

V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต, มล.

V_2 = ปริมาตรของสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต, มล.

4.วิธีการวิเคราะห์

4.1. การวิเคราะห์บีโอดี

4.1.1.การเตรียมน้ำเจือจาง

เติมน้ำกลั่นลงในภาชนะที่เหมาะสม แล้วทำการเป่าอากาศลงไปในน้ำกลั่นด้วยเครื่องเป่าอากาศจนอิ่มตัวด้วยก๊าซออกซิเจน (ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง) จากนั้นทำการเติมสารละลาย phosphate buffer, $MgSO_4$, $CaCl_2$, และ $FeCl_3$ อย่างละ 1 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร (ควรทำการตรวจสอบน้ำเจือจางโดยการไซฟอนน้ำเจือจางลงในขวด BOD 2 ขวด โดยขวดหนึ่งจะนำไปวิเคราะห์ DO_0 และอีก 1 ขวดจะนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 20 °ซ เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหา DO_5 ผลต่างที่ได้ไม่ควรเกิน 0.2 มล.ต่อลิตร)

4.1.2. การเตรียมน้ำตัวอย่าง

(1.) ทำการปรับ pH ของน้ำตัวอย่างให้เป็นกลาง (6.5-7.5) ด้วย H_2SO_4 หรือ NaOH

(2.) ทำการหาเปอร์เซ็นต์เจือจางที่เหมาะสม 3 ค่า โดยใช้ข้อมูลเก่าที่มีอยู่ควบคู่กับการใช้ค่าซีโอดี เพื่อประมาณค่าบีโอดี (แสดงในตารางที่ 1) แล้วทำการปิเปตน้ำตัวอย่างตามเปอร์เซ็นต์การเจือจางลงในขวด BOD ตัวอย่างละ 2 ขวด เพื่อทำการวิเคราะห์ DO_0 และ DO_5 หลังจากนั้นทำการไซฟอนน้ำเจือจางลงในขวดตัวอย่างให้เต็ม แล้วปิดจุกขวด

(3.) ชุดแรกให้นำไปวิเคราะห์ DO_0 ตามวิธีการวิเคราะห์ DO

(4.) ชุดที่สองนำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °ซ เป็นเวลา 5 วัน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ DO_5

(5.) คำนวณหาค่าบีโอดี จากสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$BOD\ (\text{มก./ล.}) = (DO_0 - DO_5) \times 100/P$$

เมื่อ P = ค่าเปอร์เซ็นต์การเจือจาง

(6.) ในกรณีที่น้ำตัวอย่างเข้มข้นมากให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นก่อนแล้วค่อยนำมาเติมน้ำเจือจางที่มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว แล้วคำนวณหาค่า บีโอดี จากสูตร

$$BOD\ (\text{มก./ล.}) = [(DO_0 - DO_5) \times 100/P] \times [\text{ปริมาตรที่เจือจาง/ปริมาตรตัวอย่าง}]$$

หมายเหตุ : 1. ผลต่างของ DO_0 และ DO_5 ต้องมากกว่า 2 มก.ต่อลิตร ค่า BOD จึงจะใช้ได้

2. ในการคิดค่า BOD หากผลต่างเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ให้ใช้ค่าที่มากที่สุด แต่ถ้าไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ให้นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

4.2. การวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย (DO)

4.2.1. เติมน้ำตัวอย่างลงในขวดบีโอดีตามเปอร์เซ็นต์ที่ต้องการ

4.2.2. เติมน้ำเจือจางให้เต็มขวดโดยวิธีกาลักน้ำอย่างช้าๆ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ

4.2.3. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มิลลิลิตร แล้วตามด้วย AIA 1 มล. โดยให้ปลายปิเปตจุ่มอยู่ที่ผิวของน้ำตัวอย่าง

4.2.4 ปิดจุกขวดเขย่าโดยการกลับขวดไปมา แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจะได้เป็นตะกอนสีน้ำตาล (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไป)

4.2.5. เติมกรดซัลฟุริคเข้มข้น 1 มล. ปิดจุก เขย่าโดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

4.2.6. นำสารละลายจากข้อ 4.2.5. มา 200 มล. แล้วทำการไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จนได้สีเหลืองอ่อนๆ แล้วจึงเติมน้ำแป้ง 3-4 หยด จะได้สีน้ำเงิน แล้วทำการไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรท แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณ DO จากสูตร

$$DO\ (mg/l) = [A \times N \times 8 \times 1000] / [B_2 \times (B_1 - R) / B_1]$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรท, มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต, นอร์มัล

B_1= ปริมาตรของน้ำตัวอย่างเริ่มต้น เท่ากับ 300 มล.

B_2= ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรท เท่ากับ 200 มล.

R = ปริมาตรของสารละลายแมงกานีสซัลเฟตรวมกับปริมาตรของสารละลาย AIA ซึ่งเท่ากับ 2 มล.

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 1 การเลือกขนาดตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์การเจือจาง	ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)	ช่วงบีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
0.01	0.03	20,000 - 70,000
0.02	0.06	10,000 - 35,000
0.05	0.15	4,000 - 14,000
0.1	0.3	2,000 - 7,000
0.2	0.6	1,000 - 3,500
0.5	1.5	400 - 1,400
1.0	3.0	200 - 700
2.0	6.0	100 - 350
5.0	15.0	40 - 140
10.0	30.0	20 - 70
20.0	60.0	10 - 35
50.0	150	4 - 14
100	300	0 - 7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด แบบไตเตรชัน Chemical Oxygen Demand (Close Reflux, Titrimetric method)

1.หลักการ

โดยส่วนมากสารอินทรีย์จะถูกออกซิไดส์ ภายใต้สภาวะการรีฟลักซ์ในสารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้นและกรดโครมิก ที่มีอุณหภูมิสูง

สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ จะถูกออกซิไดส์โดยสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมตที่ทราบความเข้มข้นและมีปริมาณมากเกินพอที่ทราบจำนวน หลังจากรีฟลักซ์ วัดหาปริมาณโปตัสเซียมไดโครเมตที่เหลือโดยนำไปไตเตรทกับเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate ; FAS) โดยใช้เฟอโรอีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำให้ทราบปริมาณของโปตัสเซียมไดโครเมตที่ใช้ในการออกซิไดส์จากสารอินทรีย์ได้

2. เครื่องมือ

2.1. Digertion vessel

2.2. Oven

2.3. Vacuum pump

2.4. เครื่องแก้วได้แก่ บีกเกอร์, บิวเรต, ปิเปต, กระบอกตวง, ขวดปริมาตร

3. สารเคมี

3.1. สารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 0.1000 นอร์มัล

ละลาย $K_2Cr_2O_7$ 4.903 ก. ที่อบแห้งอุณหภูมิ 150 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใส่น้ำกลั่นประมาณ 500 มล. ค่อยๆ เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 167 มล. เติมเมอร์คิวริคซัลเฟต 33.3 ก. แล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของ } K_2Cr_2O_7 \text{ (นอร์มัล)} = \frac{\text{น้ำหนัก } K_2Cr_2O_7 \text{ ที่ชั่งได้ (ก.)}}{49.03} \times \frac{99.0}{100}$$

3.2. กรดซัลฟุริก รีเอเจนต์

เติม $AgSO_4$ 24 ก. ในกรดซัลฟุริกเข้มข้น 2.5 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ $AgSO_4$ ละลาย

3.3. สารละลายมาตรฐาน เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1000 นอร์มัล

ละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4).6H_2O$) 39.2 ก. ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มล. แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มล. นำไป Standardize ทุกครั้งที่ใช้งานกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 0.1000 นอร์มัล โดยวิธีต่อไปนี้

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.1000 นอร์มัล 3.0 ลิตร ใส่ในหลอดย่อยสลาย เติมน้ำกลั่น 5.0 มล. แล้วจึงค่อยๆ เติมกรดซัลฟุริกรีเอเจนต์ 7.0 มล. ทิ้งให้เย็น เติมเฟอโรอีน 2-3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน FAS จนได้สีน้ำตาลเป็นจุดยุติ

การคำนวณ

$$\textbf{ความเข้มข้นของ FAS (N)} = \frac{\textbf{ปริมาตร } K_2Cr_2O_7 \textbf{ ที่ใช้ (มล.)} \times \textbf{ความเข้มข้นของ } K_2Cr_2O_7 \textbf{ (N)}}{\textbf{ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท (มล.)}}$$

3.4. สารละลายเฟอโรอีนอินดิเคเตอร์

ละลาย 1, 10-ฟีแนนโทรลีน โมโนไฮเดรต (1,10 – Phenanthroline Monohydrate; $C_{12}H_8N_2.H_2O$) 1.485 ก. และเฟอรัสซัลเฟต (Ferrous Sulfate ; $FeSO_4.7H_2O$) 0.695 ก. ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 100 มล.

3.5. ปรอทซัลเฟต, $HgSO_4$

4. วิธีวิเคราะห์

4.1. ล้าง Culture tubes และฝาด้วย H_2SO_4 20 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง

4.2. เลือกใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ และสารเคมีที่เหมาะสม ตามตารางที่ 2

4.3. ปิเปตตัวอย่างน้ำใส่หลอดย่อยสลาย เติมสารละลายที่ใช้ในการย่อยสลาย คือ สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต

4.4. ค่อยๆ เทกรดซัลฟุริกรีเอเจนต์ให้ไหลลงก้นแก้ว

4.5. ปิดจุกหลอดแก้วให้แน่น แล้วค่อยๆ เขย่าเพื่อผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึง

4.6. นำหลอดทดลองเหล่านี้ไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 150องศาเซลเซียส ใช้เวลารีฟลักซ์ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4.7. เปิดฝาจุก เติมเฟอโรอีนอินดิเคเตอร์ ประมาณ 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน แล้วไตเตรทด้วย FAS 0.1000 นอร์มัล จุดยุติจะเปลี่ยนสีจากฟ้าอมเขียวเป็นน้ำตาลแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. **การคำนวณ**

COD (**มก.ต่อลิตร**)

$$\text{COD, มก. ออกซิเจน / ลิตร} = \frac{(A-B)\times N\times 8{,}000}{V(\text{มล.})}$$

เมื่อ A = ปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไตเตรทกับน้ำกลั่น, มล.

B = ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่างน้ำ, มล.

N = ความเข้มข้นของ FAS ,นอร์มัล

V = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, มล.

ตารางภาคผนวก ก. ที่ 2 ขนาดของหลอดแก้ว ปริมาตรตัวอย่างน้ำ และสารเคมีที่เหมาะสม

ขนาดของหลอดย่อยสลาย(มม.)	ตัวอย่างน้ำ (มล.)	ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (มล.)	กรดซัลฟุริกรีเอเจนต์ (มล.)	ปริมาตรทั้งหมด (มล.)
16x100	2.5	1.5	3.5	7.5
**20x150	5.0	3.0	7.0	15.0
25x150	10.0	6.0	14.0	30.0

หมายเหตุ ; ** เงื่อนไขที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ของแข็ง(Total Solids, Total Suspended Solids, Volatile Solids, Volatile Suspended Solids)

1.หลักการทั่วไป

ของแข็ง หมายถึง สารหรือสิ่งเจือปนที่เหลืออยู่ภายหลังจากผ่านการนำน้ำออกแล้ว ไม่รวมถึงสารที่ระเหยไปกับน้ำ สิ่งที่เหลืออยู่หรือตะกอนมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายน้ำหรือไม่ละลายก็ได้สามารถแบ่งของแข็งออกเป็นชนิดต่างๆดังนี้

1.1.ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) คือของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกหมดแล้ว

1.2.ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids) คือของแข็งส่วนที่ละลายในน้ำได้ ได้แก่ อินทรียสาร หรือ เกลืออนินทรีย์ต่างๆ

1.3.ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (Undissolved Solids หรือ Total Suspended Solids) แบ่งเป็น 2 ชนิด

- Suspended Solids คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ตะกอนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
- Settleable Solids คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำตะกอนมีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้สามารถจะตกลงมานอนที่ก้นภาชนะได้

1.4.ของแข็งระเหย (Volatile Solids) คือของแข็งซึ่งระเหยได้เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง 550-600 องศาเซลเซียส ของแข็งนี้ได้แก่ สารอินทรีย์ซึ่งเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และ H_2O ของแข็งระเหยมี 2 รูปแบบ คือ

- Total Volatile Solids คือ ของแข็งระเหยทั้งหมดซึ่งจะถูกเผาที่อุณหภูมิสูงเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และ H_2O ได้ทั้งหมด
- Volatile Suspended Solids คือ ของแข็งระเหยแขวนลอยซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และ H_2O ได้เมื่อถูกนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง

1.5.ของแข็งคงตัว (Fixed Solids) คือ ของแข็งหรือขี้เถ้าซึ่งเหลือจากการเผาของแข็งที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส ของแข็งนี้ได้แก่สารอนินทรีย์เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมินี้จะยังไม่เปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. อุปกรณ์

- ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
- กระบอกตวง
- ปิเปตปากกว้าง

- กระดาษกรอง GF/C (glass fiber filter) เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 มม.
- ชุดกรองชนิดสูญญากาศ
- ปั๊มสูญญากาศ
- ปากคีบ
- ตู้อบ
- เตาเผาอุณหภูมิสูง
- Water bath
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ตู้ดูดความชื้น

3. การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างน้ำในขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่จะไม่ทำให้สารแขวนลอยติดที่ข้างภาชนะ รีบนำส่งห้องวิเคราะห์ และควรจะรีบวิเคราะห์ทันที แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รักษาตัวอย่างไว้โดยนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °ซ สามารถเก็บไว้ได้ 7 วัน ตัวอย่างน้ำที่แช่เย็นไว้เมื่อจะนำมาวิเคราะห์ต้องทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องเสียก่อน

4. วิธีวิเคราะห์ Total Solids และ Volatile Solids

4.1. นำถ้วยกระเบื้องที่จะใช้ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4.2. นำออกมาไว้ในตู้ดูดความชื้น จนเย็นเท่าอุณหภูมิห้องแล้วชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้

4.3. ตวงน้ำตัวอย่างตามปริมาตรที่เหมาะสมใส่ในถ้วยกระเบื้อง โดยเลือกปริมาตรที่ทำให้มีสารเหลืออบบนถ้วยกระเบื้องหลังจากระเหยอยู่ในช่วง 2.5-200 มก.

4.4 นำไประเหยบน Water bath จนแห้ง แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 ° เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำตามวิธีในข้อ 2

4.5.ค่าที่ได้สามารถนำมาคำนวณค่า TS โดใช้สูตร

$$\text{TS (มก./ล.)} = \frac{(\text{น้ำหนักถ้วยกระเบื้องที่มีตัวอย่างแห้ง (ก.)} - \text{น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (ก.)}) \times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

4.6.นำถ้วยกระเบื้องจากข้อ 4 มาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7.ทำตามวิธีในข้อ 2

4.8.ค่าที่ได้สามารถนำมาคำนวณค่า VS โดยใช้สูตร

$$\text{VS (มก./ล.)} = \frac{\text{(น้ำหนักถ้วยกระเบื้องก่อนเผา (ก.) – น้ำหนักถ้วยกระเบื้องหลังเผา (ก.))} \times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

5. **วิธีวิเคราะห์** Total Suspended Solids **และ** Volatile Suspended Solids

5.1.นำกระดาษกรอง GF/C ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °ซ เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น

5.2.นำกระดาษกรองในข้อ 1 มาชั่งบันทึกน้ำหนักไว้

5.3.นำกระดาษกรองมากรองน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาตรแน่นอน

5.4.นำกระดาษกรองวางบนกระดาษฟอล์ย แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนแห้งสนิทดี ทิ้งไว้ให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องในตู้ดูดความชื้น แล้วนำมาชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้

5.5.ค่าที่ได้สามารถนำมาคำนวณค่า TSS โดยใช้สูตร

$$\text{TSS (มก./ล.)} = \frac{\text{(น้ำหนักกระดาษกรองที่มีตัวอย่างแห้ง (ก.) – น้ำหนักกระดาษกรอง (ก.))} \times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

5.6.นำภาชนะบรรจุกระดาษจากข้อ 4 มาเผาที่อุณหภูมิ 550 °ซ เป็นเวลา 30 นาที

5.7.นำกระดาษกรองที่เผาแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วนำมาชั่งและบันทึกน้ำหนักไว้

5.8.ค่าที่ได้สามารถนำมาคำนวณค่า VSS โดยใช้สูตร

$$\text{VSS (มก./ล.)} = \frac{\text{(น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเผา (ก.) – น้ำหนักกระดาษกรองหลังเผา (ก.))} \times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ความคลาดเคลื่อนจากวิธีวิเคราะห์

จากสูตรข้างต้น เมื่อน้ำหนักที่ชั่งได้คลาดเคลื่อนไปครั้งละ ±0.0001 กรัม จะทำให้ค่า TS และ VS คลาดเคลื่อนไปถึง ±20 มิลลิกรัมต่อลิตร

<u>ค่าติดลบ</u> บางครั้งพบได้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างเจือจางมากๆ

- แสดงว่า ภาชนะมีความชื้น (ไม่แห้งจริง) หรือเกิดจกน้ำตัวอย่างที่อบแห้งดูดความชื้น (จึงไม่ควรทิ้งภาชนะไว้รอชั่งนานเกินไป) อาจแก้ไขโดยใช้ปริมาตรของตัวอย่างมากขึ้น

<u>ค่า TS ที่น้อยกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- ของแข็งที่แห้งแล้วหลุดหายไปก่อนนำมาชั่ง

<u>ค่า TS สูงกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- ก่อนชั่งน้ำหนักภาชนะเปล่า ภาชนะนั้นมีความชื้น
- มีของแข็ง เช่น ฝุ่นผง แมลง ตกลงไป
- ของแข็งที่อบแห้งแล้ว (รวมถึงตัวภาชนะ) ดูดความชื้นกลับ
- น้ำตัวอย่างยังไม่แห้งสนิทดี

<u>ค่า VS ที่น้อยกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- น้ำหนักภาชนะรวมกับตัวอย่างที่แห้งแล้ว (ก่อนเผา) มีน้อยกว่าความเป็นจริง
- ไฟฟ้าดับขณะเตาเผาทำงาน

<u>ค่า VS ที่มากกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- ของแข็งที่เผาแล้วอาจหลุดหายไปก่อนนำมาชั่ง
- น้ำหนักภาชนะรวมกับตัวอย่างที่แห้งแล้ว วัดได้มากกว่าความเป็นจริง

<u>ค่า TSS ต่ำกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- ชิ้นส่วนของกระดาษกรอง GF/C ที่มีตัวอย่างแห้งหรือ ตัวอย่างที่แห้งแล้วหลุดออกไปก่อนที่จะนำมาชั่ง
- ไม่ได้เขย่าน้ำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำมากรอง
- กระดาษกรอง GF/C รั่วขณะกรองน้ำตัวอย่าง

<u>ค่า TSS ที่สูงกว่าความเป็นจริง</u> อาจเกิดจาก

- น้ำตัวอย่างที่สุ่มมามีขยะขนาดใหญ่ติดมาด้วย
- กระดาษกรองที่ชั่งหาน้ำหนักเปล่ามีความชื้น
- ใช้เวลาในการดูดน้ำตัวอย่างนานทำให้ตะกอนไปรวมกันตรงปลาย pipette

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ทิ้งกระดาษกรองที่มีตัวอย่างแห้งไว้ข้างนอกนานเกินไป ทำให้เกิดการดูดความชื้นจากอากาศ
- กระดาษกรองที่มีตัวอย่างยังไม่แห้งสนิทดี

ค่า VSS ต่ำกว่าความเป็นจริง อาจเกิดจาก

- มีของแข็งตกลงไปปนกับกระดาษ เช่นเดียวกับ VS
- ไฟฟ้าดับขณะเตาเผาทำงาน

ค่า VSS สูงเกินความเป็นจริง อาจเกิดจาก

- ชิ้นส่วนตัวอย่างหลังเผา หรือกระดาษกรองเองหลุดหายก่อนนำมาชั่ง
- เตาเผาทำงานผิดปกติเนื่องจากไฟฟ้าดับ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1. การเลือกปริมาตรตัวอย่างนอกจากดูจากลักษณะน้ำและแหล่งแล้วยังพิจารณาดูได้จากค่า สภาพนำไฟฟ้า เมื่อมีค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงควรใช้ตัวอย่างน้อย แต่ถ้ามีค่าสภาพนำไฟฟ้ามากก็ควรใช้ตัวอย่างน้ำมากๆ ดังนั้นจึงควรวัดค่าสภาพนำไฟฟ้าก่อนทำทุกครั้งด้วยจึงจะดี (ค่าสภาพนำไฟฟ้าจะสอดคล้องกับค่าของแข็งละลายมากกว่า) ถ้าตัวอย่างมีสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำอยู่สูง จะทำให้ได้ค่าไม่สอดคล้องกับค่าสภาพนำไฟฟ้า เนื่องจากสารอินทรีย์ไม่นำไฟฟ้า

7.2. เพื่อความถูกต้องแน่นอนควรจะทำ 2 ซ้ำ และค่าที่ได้ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 5เปอร์เซ็นต์

7.3. การหาของแข็งแขวนลอย ก่อนวิเคราะห์ตัวอย่างควรเขย่าตัวอย่างให้เข้ากันก่อน และควรใช้ปิเปตปากกว้างในการดูดตัวอย่าง

7.4. ตัวอย่างน้ำที่มีของแข็งแขวนลอยมากๆ ควรเจือจางตัวอย่างก่อนนำมากรองเพื่อกระดาษกรอง GF/C จะได้ไม่ตัน และแห้งได้ง่าย

7.5. ควรใช้ตัวอย่างน้ำในการกรองให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เพราะอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ถ้าใช้น้ำตัวอย่างนั้นมีปริมาณของแข็งน้อย

7.6. ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดอาจพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าความขุ่นอย่างคล่าวๆ ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์เจลดาห์ลไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

1.หลักการ

การวิเคราะห์หาปริมาณเจลดาห์ลไนโตรเจน เป็นการวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำตัวอย่าง ซึ่งเป็นผลรวมของปริมาณไนโตรเจนกับปริมาณของไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์

การหาเจลดาห์ลไนโตรเจนทำโดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อนแล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด

สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายไปเป็นแอมโมเนีย โดยการออกซิไดส์ของกรดซัลฟุริก ทำให้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปแอมโมเนียดังกล่าว ส่วนคาร์บอนและไฮโดรเจนจะถูกออกซิไดส์เป็น CO_2 และ H_2O แล้วนำไปกลั่นเก็บอิออนแอมโมเนียในกรดบอริก จากนั้นจึงนำกรดบอริกไปหาปริมาณแอมโมเนีย โดยวิธีการไตเตรทด้วยสารละลายกรดซัลฟุริกมาตรฐานจะทำให้ทราบไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่าง

2. อุปกรณ์

2.1. ชุดย่อยสลายเจลดาห์ล ที่มีระบบกำจัดควัน

2.2. ชุดกลั่นเจลดาห์ล

2.3. ลูกแก้ว

2.4. เครื่องแก้ว ได้แก่ ปิเปต, บิวเรต และขวดรูปชมพู่

3. สารเคมี

3.1. สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น

3.2. สารละลายกรดซัลฟุริก 0.1000 นอร์มัล

- ปิเปตกรดซัลฟุริกเข้มข้นประมาณ 2.8 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.1000 นอร์มัล จากนั้นนำสารละลายกรดที่เตรียมได้ไป standardize กับสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟุริก จากสูตร

ความเข้มข้นของกรดซัลฟุริก (N) = (AxB)/ **กรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรท** (ml)

เมื่อ A = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ไตเตรท (นอร์มัล)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ไตเตรท (นอร์มัล)

3.3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต 0.1000 นอร์มัล

- อบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 105 °ซ นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ละลายโซเดียมคาร์บอเนต 5.3000 ก. ด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร คำนวณความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้โดยใช้สูตร

$$\textbf{ความเข้มข้นของโซเดียมคาร์บอเนต (N)} = \frac{\textbf{น้ำหนัก } Na_2CO_3 \textbf{ ที่ชั่งได้(ก.)}}{5.2995} \times \frac{99.9}{100}$$

3.4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 เปอร์เซ็นต์

- ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 350 ก. ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.5. สารละลาย อินดิเคเตอร์ผสม

- ละลายเมทธิลเรด 200 มก. ในสารละลายเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 100 มล.
- ละลายเมทธิลลีนบลู 100 มก. ในสารละลายเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 50 มล.

แล้วผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกเดือน

3.6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้สำหรับจับไอของกรดซัลฟุริก

- ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 ก. ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.7. คอปเปอร์ซัลเฟต

3.8. สารละลายกรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์

- ละลาย H_3BO_3 20 ก. ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร

4. วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจน

4.1. เลือกใช้น้ำตัวอย่างให้เหมาะสมดังต่อไปนี้

ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ (มก./ล.)	ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่เหมาะสม (มล.)
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50
50-100	25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2. ตวงน้ำตัวอย่างที่เหมาะสมใส่ลงในขวดเจลดาห์ล

4.3. เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้นลงไป 10 มล.

4.4. เติมคอปเปอร์ซัลเฟตลงไป 1 ก.

4.5. ใส่ลูกแก้วลงไปเล็กน้อยแล้วแกว่งให้เข้ากัน นำไปย่อยโดยใช้ชุดย่อยสลายเจลดาห์ล (ที่มีสารละลาย ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 % สำหรับจับไอกรด) จนกระทั่งมีควันสีขาวเกิดขึ้น ทำการย่อยต่อจนได้สารละลายใสทิ้งไว้ให้เย็น

4.6. เติมน้ำกลั่น 295 มล. (ค่อยๆ เติมเพราะเป็นการเติมน้ำลงในกรดเข้มข้น)

4.7. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35% ปริมาตร 150 มล. ลงไป (ห้ามเขย่าเพราะอาจจะเกิดความร้อนขึ้นและแอมโมเนียจะฟุ้งออกจากสารละลายได้)

4.8. นำขวดเจลดาห์ลไปต่อกับเครื่องกลั่น แล้วเขย่าสารละลายให้เข้ากัน

4.9. ทำการเก็บสารละลายที่กลั่นได้ 200 มล. ภายใต้ผิวของสารละลายกรดบอริก 2 % ปริมาตร 50 มล.

4.10. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 500 มล. หยดอินดิ เคเตอร์ 3 หยด

4.11. นำไปไตเตรทด้วยกรดซัลฟุริก 0.1000 นอร์มัล เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรกรดซัลฟุริกที่ใช้

หมายเหตุ ; ทำ blank เปรียบเทียบด้วยทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์โดยทำเหมือนกับการวิเคราะห์หาเจลดาห์ลไนโตรเจนในน้ำทุกอย่าง ทุกขั้นตอน แต่เปลี่ยนจากน้ำตัวอย่างเป็นน้ำกลั่นปริมาตร 100 มล.

5. การคำนวณ

$$\text{TKN (mg/l)} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 1{,}000}{\textbf{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (ml)}}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรทน้ำตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรทน้ำกลั่น (ml)

N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรท (นอร์มัล)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6.ข้อควรระวัง

การวิเคราะห์หาค่าทีเคเอ็น เกี่ยวข้องกับการใช้กรดและด่างเข้มข้น ที่อุณหภูมิสูง สารเหล่านี้สามารถทำให้เกิดอันตรายส่วนบุคคล และมีความกัดกร่อนต่อเหล็กและสารอื่นๆ ดังนั้นการใช้สารเหล่านี้ต้องระมัดระวังและควรปฏิบัติตามมาตรการป้องกันที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ การใช้เครื่องนุ่งห่มที่เหมาะสม แว่นตาสำหรับป้องกัน ถุงมือกันความร้อนและการมีวัสดุที่เหมาะสมสำหรับทำความสะอาดสิ่งที่เกิดจากการทำสารเคมีหก หรือการล้นของสารเคมีซึ่งอาจเกิดขึ้นได้

นอกจากนี้การย่อยสลายจะทำให้เกิดควันของซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ซึ่งทำให้ระคายเคืองและเป็นพิษควรเช็คอุปกรณ์สำหรับกำจัดควันซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวก ข 1 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 10-20 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	15.00	0.37	0.51	0.88	2.39	3.29	5.68
2	17.00	0.47	1.29	1.76	2.76	7.59	10.35
3	18.00	0.53	0.93	1.46	2.94	5.17	8.11
4	20.00	0.26	2.39	2.65	1.30	11.95	13.25
Mean	17.50	0.41	1.28	1.69	2.35	7.00	9.35
SD	±1.80	±0.1	±0.7	±0.64	±0.64	±3.21	±2.73

ตารางภาคผนวก ข 2 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 21-30 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	25.00	0.47	1.77	2.24	1.88	7.08	8.96
2	26.00	0.45	2.31	2.76	1.73	8.88	10.62
3	24.00	0.54	0.92	1.46	2.25	3.83	6.08
4	24.00	0.47	1.48	1.95	1.96	6.17	8.13
Mean	24.75	0.48	1.62	2.10	1.95	6.49	8.45
SD	±0.83	±0.03	±0.50	±0.47	±0.19	±1.82	±1.63

ตารางภาคผนวก ข 3 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 31-40 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	30.00	0.45	0.95	1.40	1.50	3.17	3.84
2	35.00	0.80	1.85	2.65	2.29	5.29	8.35
3	36.00	0.50	1.45	1.95	1.39	4.03	4.16
4	39.00	0.38	2.10	2.48	0.97	5.38	6.33
Mean	35.00	0.53	1.59	2.12	1.54	4.47	5.67
SD	±3.24	±0.16	±0.43	±0.49	±0.47	±0.92	±1.82

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 4 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 41-50 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	50.00	0.53	1.39	1.92	1.06	2.78	3.84
2	43.00	0.62	2.97	3.59	1.44	6.91	8.35
3	45.00	0.50	1.37	1.87	1.11	3.04	4.16
4	46.00	0.73	2.18	2.91	1.59	4.74	6.33
Mean	46.00	0.60	1.98	2.57	1.30	4.37	5.67
SD	±2.55	±0.09	±0.66	±0.72	±0.22	±1.65	±1.82

ตารางภาคผนวก ข 5 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 51-60 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	52.00	0.50	1.55	2.05	0.96	2.98	3.94
2	53.00	0.78	2.10	2.88	1.47	3.96	5.43
3	56.00	0.45	1.95	2.40	0.80	3.48	4.29
4	58.00	1.05	3.55	4.60	1.81	6.12	7.93
Mean	54.75	0.70	2.29	2.98	1.26	4.14	5.40
SD	±2.38	±0.24	±0.76	±0.98	±0.40	±1.20	±1.56

ตารางภาคผนวก ข 6 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 61-70 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	69.00	0.60	2.82	3.42	0.87	4.09	4.96
2	62.00	0.86	2.07	2.93	1.39	3.34	4.73
3	65.00	0.68	6.41	7.09	1.05	9.86	10.91
4	70.00	0.65	6.83	7.48	0.93	9.76	10.69
Mean	66.50	0.70	4.53	5.23	1.06	6.76	7.82
SD	±3.20	±0.10	±2.11	±2.07	±0.20	±3.06	±2.98

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 7 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 71-80 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	72.00	0.83	3.16	3.99	1.15	4.39	5.54
2	77.00	1.07	9.78	10.85	1.39	12.70	14.09
3	76.00	0.78	2.61	3.39	1.03	3.43	4.46
4	80.00	1.18	8.39	9.57	1.18	10.49	11.96
Mean	76.25	0.97	5.99	6.95	1.26	7.75	9.01
SD	±2.86	±0.17	±3.14	±3.30	±0.18	±3.93	±4.10

ตารางภาคผนวก ข 8 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 81-90 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	84.00	1.40	6.32	7.72	1.67	7.52	9.19
2	88.00	1.28	4.18	5.46	1.45	4.75	6.20
3	87.00	1.14	9.59	10.73	1.31	11.02	12.33
4	89.00	0.87	12.77	13.64	0.98	14.35	15.33
Mean	87.00	1.17	8.22	9.39	1.35	9.41	10.76
SD	±1.87	±0.20	±3.26	±3.09	±0.25	±3.61	±3.41

ตารางภาคผนวก ข 9 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนกลุ่มน้ำหนัก 91-100 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	91.00	0.73	5.60	6.33	0.80	6.15	6.96
2	99.00	1.20	7.70	8.90	1.21	7.78	8.99
3	100.00	1.70	5.73	7.43	1.70	5.73	7.43
4	94.00	0.55	3.00	3.55	0.59	3.19	3.78
Mean	96.00	1.05	5.51	6.55	1.07	5.71	6.79
SD	±3.67	±0.45	±1.67	±1.96	±0.43	±1.64	±1.89

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 10 สุกรพ่อพันธุ์กลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	134	1.3	2.55	3.85	0.97	1.90	2.87
2	130	1.26	1.7	2.96	0.97	1.31	2.28
3	150	1.3	2.9	4.20	0.87	1.93	2.80
4	148	1.95	3.15	5.10	1.32	2.13	3.45
Mean	140.50	1.45	2.58	4.03	1.03	1.82	2.85
SD	±8.65	0.29±	±0.55	±0.77	±0.17	±0.31	±0.41

ตารางภาคผนวก ข 11 สุกรพ่อพันธุ์กลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	178	1.15	2.86	4.01	0.65	1.61	2.25
2	162	1.85	3.15	5.00	1.14	1.94	3.09
3	159	1.34	2.9	4.24	0.84	1.82	2.67
4	172	2.1	2.3	4.40	1.22	1.34	2.56
Mean	167.75	1.61	2.80	4.41	0.96	1.68	2.64
SD	±7.63	±0.38	±0.31	±0.37	±0.23	±0.23	±0.30

ตารางภาคผนวก ข 12 สุกรพ่อพันธุ์กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	207	2.28	2.55	4.83	1.10	1.23	2.33
2	203	1.46	2.80	4.26	0.72	1.38	2.10
3	209	1.16	2.20	3.36	0.56	1.05	1.61
4	204	1.40	3.85	5.25	0.69	1.89	2.57
Mean	205.75	1.58	2.85	4.43	0.77	1.39	2.15
SD	±2.38	±0.42	±0.62	±0.71	±0.20	±0.31	±0.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 13 สุกรพ่อพันธุ์กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	238	2.15	4.25	6.40	0.90	1.79	2.69
2	212	1.86	2.84	4.70	0.88	1.34	2.22
3	225	2.32	2.5	4.82	1.03	1.11	2.14
4	238	1.95	3.45	5.40	0.82	1.45	2.27
Mean	228.25	2.07	3.26	5.33	0.91	1.42	2.33
SD	±10.78	±0.18	±0.67	±0.67	±0.08	±0.24	±0.21

ตารางภาคผนวก ข 14 สุกรแม่พันธุ์ท้องว่างกลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	1220	1.23	5.23	6.46	1.03	4.36	5.38
2	125	1.6	7.7	9.30	1.28	6.16	7.44
3	129	0.71	3.0	3.71	0.55	2.33	2.88
4	145	1.1	9.52	10.62	0.76	6.57	7.32
Mean	129.75	1.16	6.36	7.52	0.90	4.85	5.76
SD	±9.36	±0.32	±2.47	±2.67	±0.27	±1.68	±1.85

ตารางภาคผนวก ข 15 สุกรแม่พันธุ์ท้องว่างกลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	177	1.08	8.77	9.85	0.61	4.95	5.56
2	155	0.65	6.2	6.85	0.42	4.00	4.42
3	160	0.7	8.1	8.80	0.44	5.06	5.50
4	170	0.81	10.45	11.26	0.48	6.15	6.62
Mean	165.50	0.81	8.38	9.19	0.49	5.04	5.53
SD	±8.56	±0.17	±1.52	±1.61	±0.07	±0.76	±0.78

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 16 สุกรแม่พันธุ์ท้องว่างกลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	197	1.58	11.35	12.93	0.80	5.76	6.56
2	205	1.80	14.00	15.80	0.88	6.83	7.71
3	185	1.15	5.05	6.20	0.62	2.73	3.35
4	202	1.95	7.33	9.28	0.97	3.63	4.59
Mean	197.25	1.62	9.43	11.05	0.82	4.74	5.55
SD	±7.63	±0.30	±3.47	±3.63	±0.13	±1.63	±1.69

ตารางภาคผนวก ข 17 สุกรแม่พันธุ์ท้องว่างกลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	216	1.48	11.5	6.01	0.69	5.32	6.01
2	215	1.75	5.3	3.28	0.81	2.47	3.28
3	28	1.35	3.2	2.00	0.59	1.40	2.00
4	219	1.51	2.5	1.83	0.69	1.14	1.83
Mean	219.50	1.52	5.63	3.28	0.70	2.58	3.28
SD	±5.12	±0.14	±3.54	±1.67	±0.08	±1.66	±1.67

ตารางภาคผนวก ข 18 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	140	0.40	12.35	12.75	0.29	8.82	9.11
2	135	1.16	2.85	4.01	0.86	2.11	2.97
3	148	1.50	3.45	4.95	1.01	2.33	3.34
4	145	1.10	8.40	9.50	0.76	5.79	6.55
Mean	142	1.04	6.76	7.80	0.73	4.76	5.49
SD	±4.95	±0.40	±3.88	±3.53	±0.27	±2.76	±2.51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 19 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	152	1.05	3.80	4.85	0.69	2.50	3.19
2	154	0.70	6.50	6.50	0.45	4.22	4.68
3	168	0.85	8.20	8.20	0.51	4.88	5.39
4	160	1.00	10.00	10.00	0.63	6.25	6.88
Mean	158.50	0.90	7.13	7.13	0.57	4.46	5.03
SD	±6.22	±0.14	±2.289	±2.28	±0.09	±1.35	±1.33

ตารางภาคผนวก ข 20 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	21.1	1.58	12.00	13.58	0.75	5.66	6.41
2	183	1.80	5.58	7.38	0.98	3.05	4.03
3	197	0.95	8.95	9.90	0.48	4.54	5.03
4	193	1.00	5.20	6.20	0.52	2.69	3.21
Mean	196.25	1.33	7.93	9.27	0.68	3.99	4.67
SD	±10.43	±0.37	±2.76	±2.83	±0.20	±1.19	±1.19

ตารางภาคผนวก ข 21 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	217	0.87	9.67	10.54	0.40	4.46	4.86
2	237	1.25	11.03	12.28	0.53	4.65	5.18
3	230	1.35	9.68	11.03	0.59	4.21	4.80
4	225	1.51	5.58	7.09	0.67	2.48	3.15
Mean	227.25	1.25	8.99	10.24	0.55	3.95	4.50
SD	±7.29	±0.24	±2.05	±1.92	±0.10	±0.86	±0.79

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 22 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	150	1.06	2.9	3.35	0.71	1.53	2.23
2	145	1.05	8.40	9.45	0.72	5.79	6.52
3	147	1.25	2.96	4.21	0.82	2.01	2.86
4	147	0.90	3.50	4.40	0.61	2.38	2.99
Mean	147.25	1.07	4.29	5.35	0.72	2.93	3.65
SD	±179	±0.12	±2.41	±2.40	±0.08	±1.68	±1.68

ตารางภาคผนวก ข 23 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	172	1.60	5.30	6.90	0.93	3.08	4.01
2	155	1.35	7.80	9.15	0.87	5.03	5.90
3	160	0.72	8.60	9.32	0.45	5.38	5.83
4	170	0.96	9.00	9.96	0.56	5.29	5.86
Mean	164.25	1.16	7.68	8.83	0.70	4.70	5.40
SD	±7.01	±0.34	±1.44	±1.16	±0.20	±0.94	±0.80

ตารางภาคผนวก ข 24 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	183	1.05	4.70	5.75	0.57	2.57	5.27
2	188	1.80	9.52	11.32	0.96	5.06	10.48
3	184	1.06	4.70	5.76	0.58	2.55	5.28
4	208	0.50	7.81	8.31	0.24	3.75	8.05
Mean	190.75	1.10	6.68	7.79	0.59	3.49	7.27
SD	±10.13	±0.46	±2.07	±2.29	±0.25	±1.03	±2.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 25 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	227	1.23	10.35	11.58	0.54	4.56	5.10
2	220	1.06	7.63	8.69	0.48	3.47	3.95
3	238	1.15	8.95	10.10	0.48	3.76	4.24
4	212	0.73	7.82	8.55	0.34	3.69	4.03
Mean	224.25	1.04	8.69	9.73	0.46	3.87	4.33
SD	±9.55	±0.19	±1.08	±1.23	±0.07	±0.41	±0.46

ตารางภาคผนวก ข 26 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 16 กลุ่มน้ำหนัก 151- 180กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	177	1.20	7.20	8.40	0.68	4.07	4.75
2	179	1.08	7.50	8.58	0.60	4.19	4.79
3	168	0.65	9.52	10.17	0.39	5.67	6.05
4	180	0.90	10.45	11.35	0.50	5.81	6.31
Mean	176	0.96	8.67	9.63	0.54	4.93	5.47
SD	±4.74	±0.21	±1.6	±1.21	±0.11	±0.81	±0.71

ตารางภาคผนวก ข 27 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 16 กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	197	0.80	6.25	7.05	0.41	3.17	6.66
2	205	1.43	12.00	13.43	0.70	5.85	6.55
3	202	1.70	5.35	7.05	0.84	2.65	6.15
4	185	1.20	5.30	6.50	0.65	2.86	5.95
Mean	197.25	1.28	7.23	8.51	0.65	3.63	6.34
SD	±7.63	±0.33	±2.78	±2.85	±0.16	±1.29	±0.28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 28 สุกรแม่พันธุ์ตั้งท้องสัปดาห์ที่ 16 กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	216	1.31	8.39	9.70	0.61	3.88	4.49
2	216	0.96	11.00	11.96	0.44	5.09	5.54
3	228	2.08	7.80	9.88	0.91	3.42	4.33
4	219	1.95	6.25	8.20	0.89	2.85	3.74
Mean	219.75	1.58	8.36	9.94	0.71	3.81	4.53
SD	±4.92	±0.46	±1.71	±1.34	±0.20	±0.82	±0.65

ตารางภาคผนวก ข 29 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	148	0.55	8.25	8.80	0.37	5.57	5.95
2	147	0.8	6.60	7.40	0.54	4.49	5.03
3	148	0.42	8.00	8.42	0.28	5.41	5.69
4	140	1.24	5.30	6.54	0.89	3.79	4.67
Mean	145.75	0.75	7.04	7.79	0.52	4.81	5.34
SD	±3.34	±0.31	±1.18	±0.88	±0.23	±0.72	±0.51

ตารางภาคผนวก ข 30 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	174	0.36	3.80	4.16	0.21	2.18	2.39
2	152	0.45	6.55	7.00	0.30	4.31	4.61
3	180	0.65	11.00	11.65	0.36	6.11	6.47
4	179	0.76	14.20	14.96	0.42	7.93	8.36
Mean	171.25	0.56	8.89	9.44	0.32	5.13	5.46
SD	±11.34	±0.16	±4.00	±4.16	±0.08	±2.13	±2.21

.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 31 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	205	1.05	12.00	13.05	0.51	5.85	6.37
2	208	1.23	8.20	9.43	0.59	3.94	4.53
3	190	0.85	7.15	8.00	0.45	3.76	4.21
4	209	0.98	5.70	6.68	0.47	2.73	3.20
Mean	203	1.03	8.26	9.29	0.50	4.07	4.58
SD	±7.65	±0.14	±2.33	±2.38	±0.06	±1.03	±1.14

ตารางภาคผนวก ข 32 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1 กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	230	0.90	14.0	14.90	0.39	6.09	6.48
2	235	1.20	5.8	7.00	0.51	2.74	6.31
3	218	0.96	8.1	9.06	0.44	3.72	8.54
4	215	1.44	5.25	6.69	0.67	2.44	5.92
Mean	224.50	1.13	8.29	9.41	0.50	3.68	6.81
SD	±8.26	±0.21	±3.47	±3.36	±0.11	±1.48	±1.02

ตารางภาคผนวก ข 33 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มน้ำหนัก 120-150 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	150	0.96	5.50	6.46	0.64	3.67	4.31
2	138	1.10	7.46	8.56	0.80	541	6.20
3	145	1.68	4.50	6.18	1.16	3.10	4.26
4	150	1.57	10.20	11.77	1.05	6.80	7.85
Mean	145.75	1.33	6.92	8.24	0.91	4.74	5.65
SD	±4.92	±0.33	±2.18	±2.23	±0.20	±1.46	±1.49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 34 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มน้ำหนัก 151-180 กก

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	180	2.20	8.24	10.44	1.22	4.58	5.80
2	165	1.35	0.82	9.01	0.82	4.64	5.46
3	166	1.95	1.17	9.25	1.17	4.40	5.57
4	160	1.05	0.66	10.95	0.66	6.19	6.84
Mean	167.75	1.64	0.97	9.91	0.97	4.95	5.92
SD	±7.43	±0.46	±0.24	±0.81	±0.24	±0.72	±0.55

ตารางภาคผนวก ข 35 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มน้ำหนัก 181-210 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	206	2.02	5.95	7.97	0.98	2.89	3.87
2	193	1.87	10.26	12.13	0.97	5.32	6.28
3	190	0.96	13.05	14.01	0.51	6.87	7.37
4	194	2.45	5.80	8.25	1.26	2.99	4.25
Mean	195.75	1.83	8.77	10.59	0.93	4.52	5.45
SD	±6.10	±	±3.05	±2.57	±0.27	±1.67	±1.44

ตารางภาคผนวก ข 36 สุกรแม่พันธุ์เลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ กลุ่มน้ำหนัก 211-240 กก.

ตัวที่	น.น.ตัว	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กก./วัน)			%น้ำหนักตัว		
	(กก.)	มูล	ปัสสาวะ	รวม	มูล	ปัสสาวะ	รวม
1	215	1.72	10.05	11.77	0.80	4.67	5.47
2	230	1.85	9.50	11.35	0.80	4.13	4.93
3	224	2.30	7.46	9.76	1.03	3.33	4.36
4	217	1.50	6.00	7.50	0.69	2.76	3.46
Mean	211.50	1.84	8.25	10.10	0.83	3.73	4.56
SD	±5.94	±0.29	±1.62	±1.68	±0.12	±0.73	±0.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ตารางภาคผนวก ค 1 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุน

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	2.300	8	.287	5.126	.001
	Within Groups	1.514	27	.056		
	Total	3.814	35			
ปัสสาวะ	Between Groups	196.655	8	24.582	5.589	.000
	Within Groups	118.761	27	4.399		
	Total	315.415	35			
รวม	Between Groups	239.534	8	29.942	6.550	.000
	Within Groups	123.420	27	4.571		
	Total	362.953	35			

ตารางภาคผนวก ค 2 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	5.852	8	.732	4.129	.003
	Within Groups	4.784	27	.177		
	Total	10.636	35			
ปัสสาวะ	Between Groups	98.532	8	12.317	1.396	.243
	Within Groups	238.227	27	8.823		
	Total	336.760	35			
รวม	Between Groups	110.052	8	13.756	1.592	.174
	Within Groups	233.329	27	8.642		
	Total	343.380	35			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 3 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรพ่อพันธุ์

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.879	3	.293	2.005	.167
	Within Groups	1.754	12	.146		
	Total	2.633	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	.976	3	.325	.801	.517
	Within Groups	4.874	12	.406		
	Total	5.850	15			
รวม	Between Groups	3.664	3	1.221	2.187	.142
	Within Groups	6.701	12	.558		
	Total	10.365	12			

ตารางภาคผนวก ค 4 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรพ่อพันธุ์เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.151	3	.050	1.181	.358
	Within Groups	.513	12	.043		
	Total	.664	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	.511	3	.170	1.683	.223
	Within Groups	1.214	12	.101		
	Total	1.725	15			
รวม	Between Groups	1.169	3	.390	2.697	.093
	Within Groups	1.734	12	.144		
	Total	2.903	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 5 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรแม่พันธุ์ท้องว่าง

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	1.639	3	.546	6.811	.006
	Within Groups	.962	12	.080		
	Total	2.601	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	37.234	3	12.411	1.128	.377
	Within Groups	132.049	12	11.004		
	Total	169.283	15			
รวม	Between Groups	38.272	3	12.757	1.077	.396
	Within Groups	142.137	12	11.845		
	Total	180.409	15			

ตารางภาคผนวก ค 6 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรแม่พันธุ์ท้องว่างเมื่อคิดเป็น เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.393	3	.131	3.780	.040
	Within Groups	.416	12	.035		
	Total	.809	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	15.987	3	5.329	1.814	.198
	Within Groups	35.253	12	2.938		
	Total	51.241	15			
รวม	Between Groups	16.425	3	5.475	1.695	.221
	Within Groups	38.758	12	3.230		
	Total	55.182	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 7 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.461	3	.154	1.252	.335
	Within Groups	1.473	12	.123		
	Total	1.934	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	11.711	3	3.904	.365	.780
	Within Groups	128.358	12	10.697		
	Total	140.069	15			
รวม	Between Groups	15.468	3	5.156	.527	.672
	Within Groups	117.310	12	9.776		
	Total	132.778	15			

ตารางภาคผนวก ค 8 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 1 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.093	3	.031	.705	.567
	Within Groups	.525	12	.044		
	Total	.618	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	1.847	3	.616	.159	.922
	Within Groups	46.395	12	3.866		
	Total	48.242	15			
รวม	Between Groups	41.008	3	13.669	2.518	.107
	Within Groups	65.132	12	5.428		
	Total	106.140	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 9 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.030	3	.010	.080	.970
	Within Groups	1.524	12	.127		
	Total	1.554	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	42.601	3	14.200	3.189	.063
	Within Groups	53.440	12	4.453		
	Total	96.041	15			
รวม	Between Groups	42.876	3	14.292	3.096	.068
	Within Groups	55.403	12	4.617		
	Total	98.279	15			

ตารางภาคผนวก ค 10 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 8 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.171	3	.057	1.384	.295
	Within Groups	.494	12	.041		
	Total	.665	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	6.621	3	2.207	1.339	.308
	Within Groups	19.775	12	1.648		
	Total	26.396	15			
รวม	Between Groups	6.683	3	2.228	1.318	.314
	Within Groups	20.284	12	1.690		
	Total	26.967	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 11 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 16

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.763	3	.382	2.367	.149
	Within Groups	1.451	12	.161		
	Total	2.215	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	4.618	3	2.309	.415	.673
	Within Groups	50.129	12	5.570		
	Total	54.747	15			
รวม	Between Groups	4.510	3	2.255	.446	.654
	Within Groups	45.544	12	5.060		
	Total	50.054	15			

ตารางภาคผนวก ค 12 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรตั้งท้องสัปดาห์ที่ 16 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.059	3	.030	.891	.444
	Within Groups	.299	12	.033		
	Total	.358	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	3.992	3	1.996	1.494	.275
	Within Groups	12.019	12	1.335		
	Total	16.011	15			
รวม	Between Groups	23.847	3	11.923	3.065	.097
	Within Groups	35.010	12	3.890		
	Total	58.857	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 13 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรเลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.811	3	.270	4.328	.028
	Within Groups	.750	12	.062		
	Total	1.561	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	7.237	3	2.412	.208	.889
	Within Groups	139.498	12	11.625		
	Total	146.734	15			
รวม	Between Groups	7.652	3	2.551	.221	.880
	Within Groups	138.421	12	11.535		
	Total	146.073	15			

ตารางภาคผนวก ค 14 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรเลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 1 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.105	3	.035	1.414	.287
	Within Groups	.298	12	.025		
	Total	.403	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	5.335	3	1.778	.625	.612
	Within Groups	34.144	12	2.845		
	Total	39.479	15			
รวม	Between Groups	42.151	3	14.050	2.352	.124
	Within Groups	71.675	12	5.973		
	Total	113.826	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 15 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรเลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 2

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.686	3	.229	1.005	.424
	Within Groups	2.732	12	.228		
	Total	3.419	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	7.564	3	2.521	.428	.737
	Within Groups	70.694	12	5.891		
	Total	78.258	15			
รวม	Between Groups	12.158	3	4.053	.795	.520
	Within Groups	61.186	12	5.099		
	Total	73.334	15			

ตารางภาคผนวก ค 16 ANOVA: ปริมาณสิ่งขับถ่ายของแม่สุกรเลี้ยงลูกสัปดาห์ที่ 2 เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
มูล	Between Groups	.040	3	.013	.219	.881
	Within Groups	.739	12	.062		
	Total	.779	15			
ปัสสาวะ	Between Groups	3.474	3	1.158	.581	.638
	Within Groups	23.905	12	1.992		
	Total	27.379	15			
รวม	Between Groups	35.354	3	11.785	4.867	.019
	Within Groups	29.058	12	2.421		
	Total	64.412	15			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเตือนใจ จันทร์ชัย
วัน เดือน ปี เกิด	14 พฤศจิกายน 2519
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลดำรงราชานุสรณ์ อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2530
	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมต้น-มัธยมปลาย โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อ. กันทรลักษ์ จ. ศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2537
	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา (หันตรา) ปีการศึกษา 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved