

**บทที่ 4**  
**ผลการทดลอง**

**4.1 ประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียชุมชน**

**4.1.1 คุณสมบัติของน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัด**

น้ำเสียที่ทำการศึกษา เป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการประกอบอาหารและกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ผลการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำ พบว่าน้ำเสียก่อนบำบัดมีค่า Temp, pH, DO, TSS, COD, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, TKN และ TP เท่ากับ 20.8-37.7 °C, 6.6-7.7, 0.34-3.16 mg/l, 2.0-114.0 mg/l, 89.4-427.5 mg/l, 1.30-21.10 mg/l, 0.04-1.01 mg/l, 9.80-27.44 mg/l และ 0.56-1.35 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ทั้งนี้ พบว่าน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่า pH เป็นกลางถึงกรดเล็กน้อย ค่าของของแข็งแขวนลอยมีช่วงกว้าง เนื่องจากน้ำเสียได้ถูกนำมาพักไว้ในถังรวบรวมน้ำก่อนการระบายลงสู่ระบบบำบัด โดยทำการควบคุมอัตราการไหลลงสู่ระบบด้วยสายยางขนาดเล็ก ทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียมีโอกาสเกิดการตกตะกอนลงสู่ก้นถังรวบรวมน้ำเสีย จึงทำให้ค่าของของแข็งแขวนลอย รวมถึงค่า COD และค่าของธาตุอาหารอื่นๆ ในน้ำเสียที่นำมาบำบัด มีค่าต่ำกว่าค่าของมลสารดังกล่าวเหล่านี้ ที่พบในน้ำเสียสดที่ถูกระบายออกจากโรงอาหาร ค่าสารอินทรีย์ในรูปของ COD ค่า TSS ค่า TKN และ ค่า TP ที่พบในน้ำเสียที่ทำการบำบัด มีค่าความเข้มข้นจัดอยู่ในเกณฑ์น้ำเสียชุมชนที่มีค่าความเข้มข้นระดับต่ำ (Metcalf and Eddy, 1991) อย่างไรก็ตาม การลดปริมาณการปนเปื้อนของมลสารที่มีในน้ำเสียก่อนการระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่ว่าจะน้ำเสียนั้นจะมีค่าความเข้มข้นของมลสารที่ปนเปื้อนในระดับใดก็ตาม จะเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ และหากเป็นการลดความเข้มข้นของมลสารที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้นโดยการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปของธาตุอาหารพืช ก็จะเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำรวมถึงธาตุอาหารที่ปนเปื้อนในน้ำนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นของมลสารปนเปื้อนในระดับต่ำด้วยระบบบำบัดขนาดเล็ก ยังเป็นแนวทางในการประยุกต์นำรูปแบบของการบำบัดไปใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นสูงขึ้นด้วยระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัด

Indicators	Unit	Influent concentration <sup>1/</sup>
Temperature	°C	26.5±3.5 (36)
pH	-	7.20±0.3 (36)
DO	mg/l	2.97±0.6 (36)
TSS	mg/L	20.4±24.7 (64)
COD	mg/L	185.1±108.9 (18)
TKN	mg/L	18.4±6.4 (18)
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	10.08±6.3 (34)
NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.40±0.35 (18)
TP	mg/L	0.99±0.3 (18)

Note: <sup>1/</sup> Mean±SD are shown for influent concentration and sample size (n) are in parenthesis.

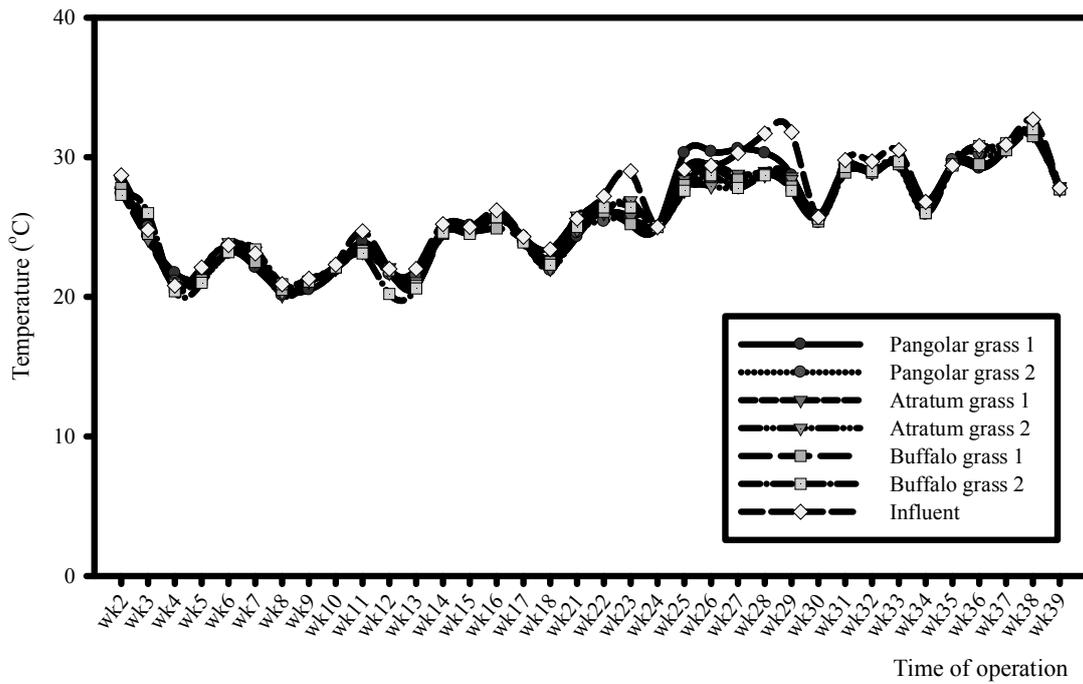
#### 4.1.2 คุณสมบัติของน้ำเสียหลังการบำบัด และประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

##### 1) คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำเสียหลังการบำบัด

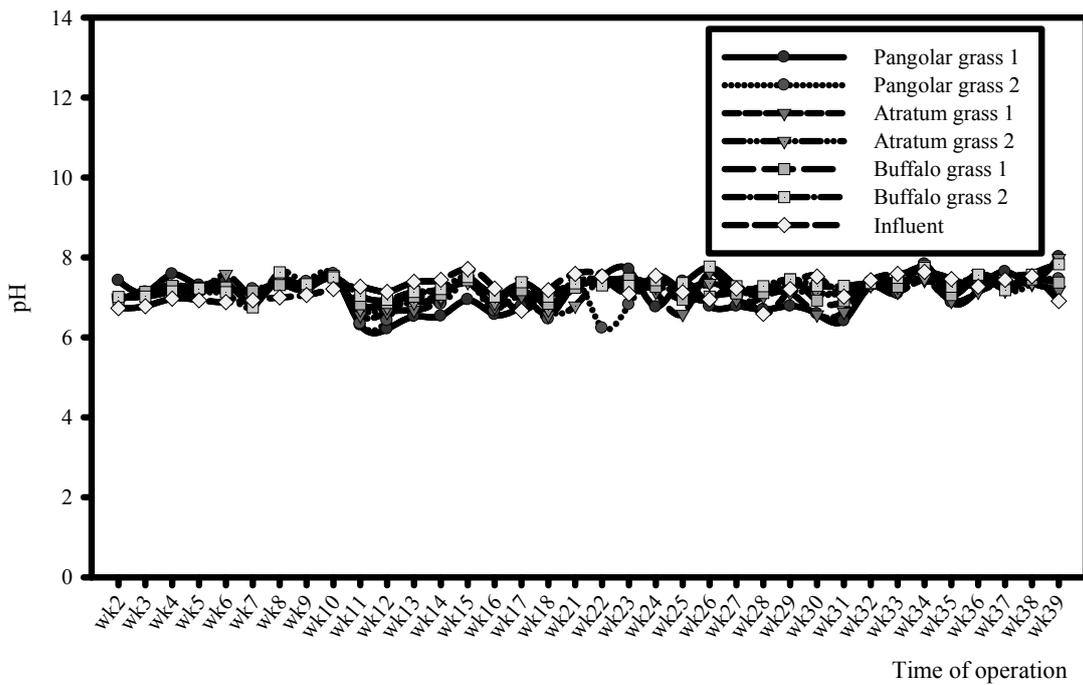
ผลการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำเสียภายหลังการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า น้ำเสียหลังการบำบัด มีอุณหภูมิ ระหว่าง 20.10-32.00 °C อุณหภูมิของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันนัก โดยจะพบว่าอุณหภูมิของน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียหลังการบำบัดเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำเสียได้ถูกรวบรวมไว้ในถังเก็บรวบรวมน้ำเสียก่อนการบำบัด และในขณะที่น้ำเสียถูกระบายเข้าสู่ระบบบำบัดนั้น น้ำเสียจะไหลลงสู่ชั้นวัสดุกรองจึงไม่ได้สัมผัสกับแสงหรือความร้อนมากนัก จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังการบำบัดไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.1) โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแพงโกล่า แปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าขน มีค่าอุณหภูมิระหว่าง 20.10-31.90, 20.10-31.90 และ 20.20-32.00 °C ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิของน้ำเสียที่ถูกบำบัดด้วยแปลงหญ้าต่างชนิดกัน มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิของน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 25.64-25.77 °C

ค่า pH ของน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าระหว่าง 6.21-8.01 ซึ่งพบว่า น้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย โดยค่า pH ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด มีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว พบว่ามีความแตกต่างกัน โดย ค่า pH ของน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวดิน มักจะพบว่ามีค่าของ pH สูงขึ้น เมื่อเทียบกับ ค่า pH ของน้ำเสีย ก่อนการบำบัด (พันธ์ทิพย์, 2550; พันธ์ทิพย์, 2551) ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ได้รับแสงแดดและได้รับธาตุอาหารจากน้ำเสีย ทำให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง จึงเกิดการใช้ CO<sub>2</sub> ในน้ำ ทำให้ CO<sub>2</sub> อีอิสระในน้ำลดลง ซึ่งจะทำให้ค่า pH ของน้ำ มีค่าสูงขึ้น (ประเทือง, 2534) ทั้งนี้ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแพงโกล่า แปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง มีค่า pH ระหว่าง 6.21-8.01, 6.55-7.98 และ 6.75-7.83 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) ซึ่งพบว่า pH ของน้ำ มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดหญ้าที่ใช้ในการบำบัด โดยน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่า pH เฉลี่ย เท่ากับ 7.11-7.26

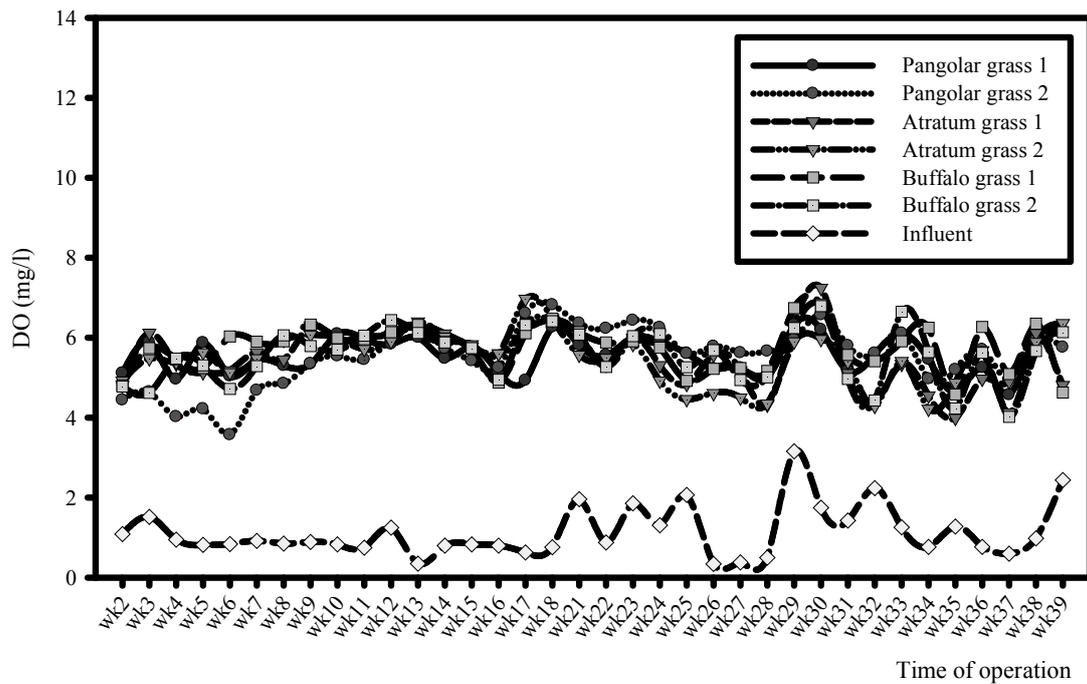
น้ำเสียหลังการบำบัดมี ค่า DO สูงขึ้น และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของค่า DO ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่า DO ระหว่าง 3.57-7.24 mg/l (ภาพที่ 4.3) ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีปริมาณการปนเปื้อนมลสารลดลง โดยเฉพาะการลดลงของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งจะทำให้ออกซิเจนในน้ำที่จะถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ในการย่อยหรือใช้ในการเปลี่ยนรูปของของเสียนั้นๆ มีปริมาณลดลง ทั้งนี้ จะพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำอื่นๆ ของน้ำเสียหลังการบำบัด ที่พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในรูปของ COD ลดลง ปริมาณ DO ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแพงโกล่า แปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าขน มีค่า ระหว่าง 3.57-6.82, 3.99-7.24 และ 4.02-6.83 mg/l ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่า DO เฉลี่ย เท่ากับ 5.49-5.66 mg/l ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดหญ้าที่ใช้ในการบำบัด



ภาพที่ 4.1 Temperature ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด



ภาพที่ 4.2 pH ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด



ภาพที่ 4.3 DO ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด

## 2) ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบและปริมาณการปนเปื้อนมลสาร

น้ำเสียจากบ่อรวมน้ำเสียของโรงอาหาร ได้ถูกรวบรวมและขนส่งมาพักไว้ในถังรวบรวมน้ำเสีย ก่อนการระบายลงสู่ระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ซึ่งทำการปลูกพืชอาหารสัตว์ต่างชนิดกัน ได้แก่ หญ้าขน (Buffalo grass) หญ้าอะตราตัม (Atratum grass) และหญ้าแพงโกล่า (Pangolar grass) ด้วยอัตราการระบรทุกทางชลศาสตร์ 20 cm/day หรือ อัตราไหล 100.6 l/day โดยทำการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ในการบำบัดมลสารในน้ำเสียชุมชน และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดของระบบที่ทำการศึกษาี้ กับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนของระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกันนี้ ซึ่งทำการศึกษา โดย พันธุ์ทิพย์ (2551) ซึ่งในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวนั้น น้ำเสียชุมชนที่ทำการบำบัดได้ถูกกักพักไว้ในระบบที่ระดับความสูง 15 ซม. จากระดับผิวน้ำวัสดุปลูก เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกัน 5 วัน แล้วจึงระบายน้ำเสียออกจากระบบ และปล่อยระบบไว้ให้แห้ง เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกัน 2 วัน โดยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีอัตราการระบรทุกทางชลศาสตร์ เท่ากับ 0.09 ลบ.ม/วัน ซึ่งผลการศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง และประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีดังนี้

## 2.1) การบำบัดสารอินทรีย์

ประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในรูปความเข้มข้นของ COD ของระบบ บึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษ พบว่า มีค่าระหว่าง 36.59-92.50 % โดยหญ้า แพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีประสิทธิภาพในการลดค่าความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสีย เท่ากับ 40.95-88.27, 36.59-92.50 และ 36.82-86.51 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการ บำบัดโดยเฉลี่ย พบว่า แปลงหญ้าอะตราตัม สามารถบำบัด COD ได้ดีกว่า แปลงหญ้าขน และแปลงหญ้า แพงโกล่า ซึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัด COD ใกล้เคียงกัน โดยประสิทธิภาพการบำบัด COD ของแปลง หญ้าอาหารสัตว์เฉลี่ย เท่ากับ 69.0-72.9 % ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการบำบัด COD ของแปลงหญ้าทุก ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.4)

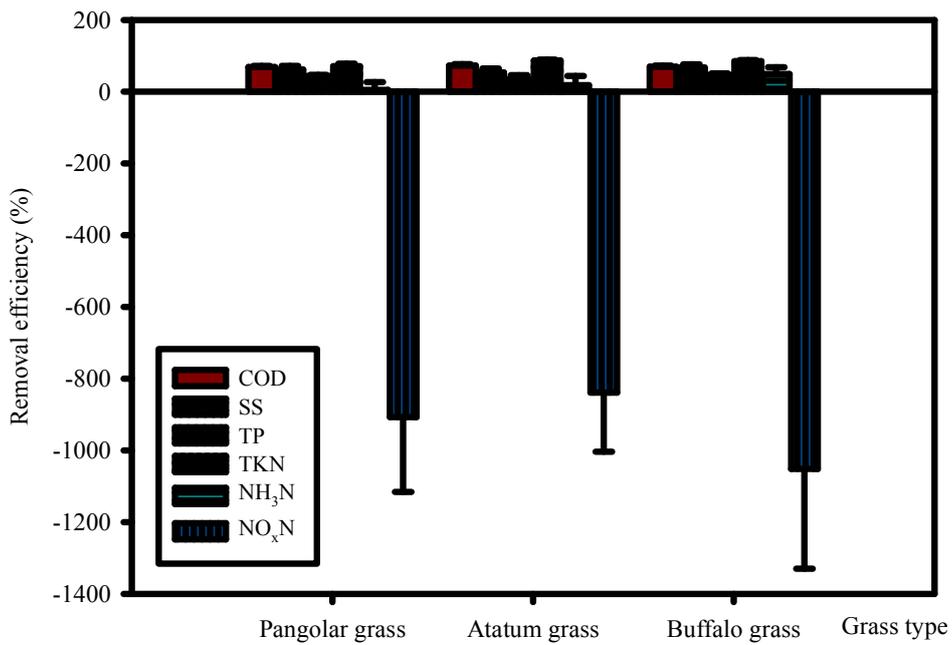
ค่าความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าลดลงและแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าของ COD ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียที่ผ่าน การบำบัดจากแปลงหญ้าอาหารสัตว์ มีค่า COD ระหว่าง 7.27-98.82 mg/l ทั้งนี้ พบว่าน้ำเสียที่ผ่านการ บำบัดจากแปลงหญ้าอะตราตัม มีค่า COD โดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าขน และ แปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลง หญ้าทุกชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.5)

เมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหล เหนือผิว ที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัด COD เฉลี่ย ระหว่าง 36.3-42.9 % นั้น (พันธ์ทิพย์, 2551) จะพบว่าบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง มีประสิทธิภาพ ในการบำบัด COD สูงกว่า โดยในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวนั้น แปลงหญ้าขน สามารถ บำบัด COD ได้ดีกว่า แปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ ทั้งนี้ ประสิทธิภาพในการ บำบัด COD ของแปลงหญ้าแต่ละชนิดในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าไม่แตกต่างกันทาง สถิติ ( $P \geq 0.05$ ) เช่นเดียวกับที่พบในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง

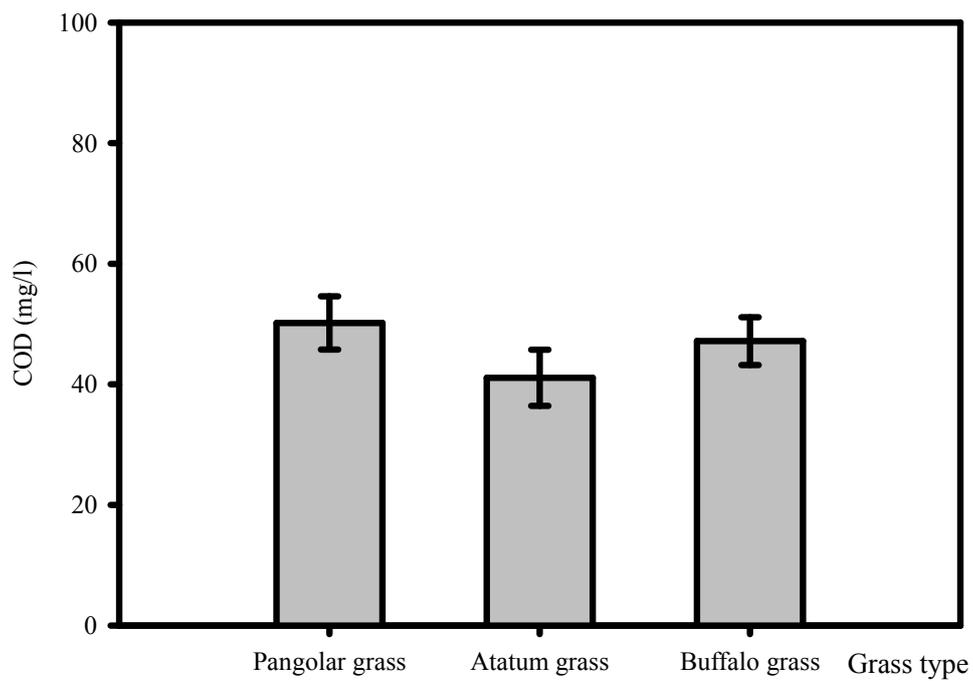
## 2.2) การบำบัดของแข็ง

ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็ง ในรูปความเข้มข้นของ TSS ของระบบ บึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าระหว่าง -325.00 ถึง 100.00 % โดยหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีประสิทธิภาพในการลดค่าความเข้มข้นของ TSS ใน น้ำเสียเฉลี่ยเท่ากับ 61.69, 53.49 และ 67.42 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด โดยเฉลี่ย พบว่าแปลงหญ้าขนสามารถบำบัด TSS ได้ดีกว่าแปลงหญ้าแพงโกล่า และแปลงหญ้าอะตราตัม ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการบำบัด TSS ของแปลงหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทาง สถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.4)

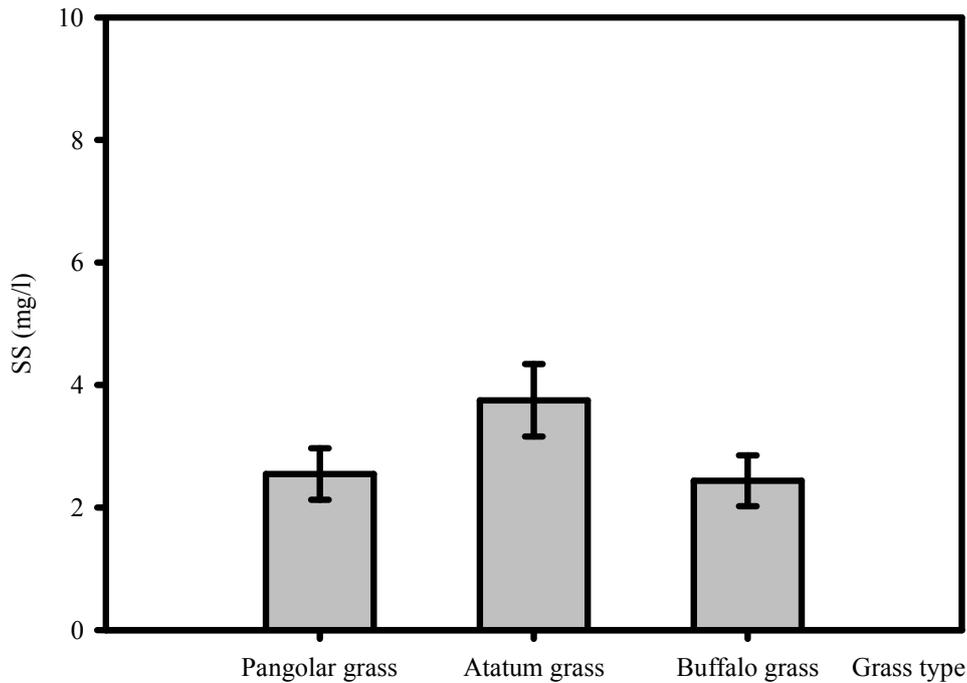
ค่าความเข้มข้นของ TSS ในน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าลดลงและแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าของ TSS ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียที่ผ่าน การบำบัดจากแปลงพืชอาหารสัตว์ มีค่า TSS ระหว่าง 0.00-22.00 mg/l ทั้งนี้ พบว่าน้ำเสียที่ผ่านการ บำบัดจากแปลงหญ้าขน จะมีค่า TSS ปนเปื้อนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้า แพงโกล่า และแปลงหญ้าอะตราตัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ TSS ในน้ำเสียที่ผ่านการ บำบัดจากแปลงหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร ของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง



ภาพที่ 4.5 ความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสีย หลังการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง



ภาพที่ 4.6 ความเข้มข้นของ TSS ในน้ำเสีย หลังการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด TSS เฉลี่ย ระหว่าง (-17.4) ถึง (-16.5) % นั้น (พันธ์ทิพย์, 2551) จะพบว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง มีประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยได้ดีกว่า เนื่องจากในกระบวนการบำบัดนั้น น้ำเสียได้ไหลผ่านชั้นของตัวกรอง ทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียได้ถูกกรองไว้ด้วยวัสดุกรอง ดังนั้น ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจึงมีปริมาณลดลงอย่างชัดเจน ในขณะที่ น้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวนั้น ของแข็งแขวนลอยจะถูกบำบัดโดยกระบวนการตกตะกอน การกรองและดูดซับไว้โดยลำต้นของพืชที่จมอยู่ในน้ำ อย่างไรก็ตาม นอกจากจะเป็นระบบที่ได้รับน้ำเสียซึ่งมีธาตุอาหารปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูงแล้ว ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ยังเป็นระบบที่น้ำเสียมีโอกาสได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้พืชน้ำสีเขียวขนาดเล็กในระบบสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากมาย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณของสารอินทรีย์ รวมถึงปริมาณของของแข็งแขวนลอยให้กับระบบด้วยเช่นกัน ดังนั้น จึงพบว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิว มักจะมีประสิทธิภาพในการบำบัด TSS สูงกว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พันธ์ทิพย์ (2550) ซึ่งพบว่า ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวราบ (Horizontal subsurface flow constructed wetland) มีประสิทธิภาพในการบำบัด TSS สูงกว่าระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

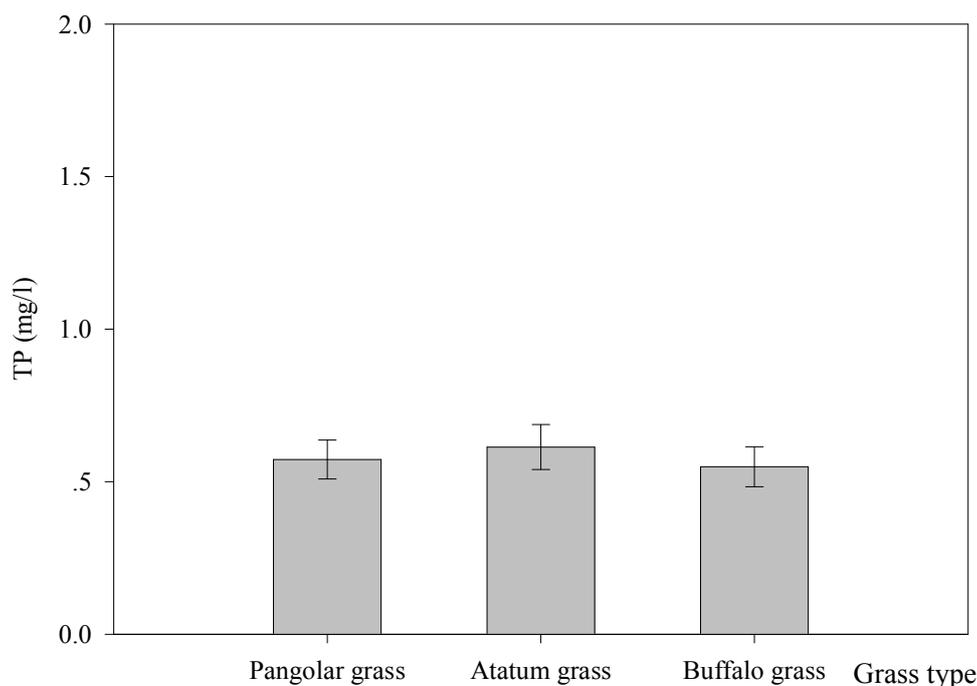
ทั้งนี้ พบว่าในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือฝวที่ทำกรปลูกหญ้ำอาหารสัตว์ชนิดเดียวกันนั้น แพลงหญ้ำอะตราตัม สามารถบ้ำบด TSS ได้ดีกว่า แพลงหญ้ำแพงโกล้ำ และ แพลงหญ้ำขน ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภพในการบ้ำบด TSS ของแพลงหญ้ำแต่ละชนิด มีค้ำไม่แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เช่นเดียวกับที่พบในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ฝวใน แนวตั้ง

### 2.3) การบ้ำบดธาตอาหารฟอสฟอรัส

ประสิทธิภพการบ้ำบดธาตอาหารฟอสฟอรัส ในรูปความเข้มข้นของ TP ของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ฝวในแนวตั้งที่ทำกรศึกษา พบว่า มีค้ำระหว่าง -151.80 ถึง 72.15 % โดยหญ้ำแพงโกล้ำ หญ้ำอะตราตัม และหญ้ำขน มีประสิทธิภพในการลดค้ำความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสียเท่ากับ 18.51-72.15, -151.80-66.17 และ 6.54-67.67 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ประสิทธิภพการบ้ำบดโดยเฉลี่ย พบว่า แพลงหญ้ำขน สามารถบ้ำบด TP ได้ดีกว่า แพลงหญ้ำแพงโกล้ำ และแพลงหญ้ำอะตราตัม ตามลำดับ โดยประสิทธิภพการบ้ำบด TP ของแพลงหญ้ำแต่ละชนิด มีค้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภพที่ 4.4)

จากการศึกษาจะพบว่า แม้บางขณะค้ำความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสีย หลังการบ้ำบดจะมีค้ำสูงกว่าค้ำความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสียก่อนการบ้ำบด แต่ค้ำความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสียหลังการบ้ำบดโดยเฉลี่ย พบว่ามีค้ำต่ำกว้ำและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค้ำเฉลี่ยของ TP ในน้ำเสียก่อนการบ้ำบด โดยน้ำเสียที่ผ่านการบ้ำบดจากแพลงหญ้ำอาหารสัตว์ มี ค้ำความเข้มข้นของ TP ระหว่าง 0.20-1.42 mg/l ทั้งนี้ พบว่า TP ที่เหลือปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียภายหลัง การบ้ำบด จะมีปริมาณเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภพการบ้ำบด คือ น้ำเสียที่ผ่านการบ้ำบด จากแพลงหญ้ำขน มีค้ำ TP ปนเปื้อนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบ้ำบดจากแพลงหญ้ำแพงโกล้ำ และ แพลงหญ้ำอะตราตัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสียที่ผ่านการบ้ำบดจากแพลงหญ้ำแต่ละชนิด มีค้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภพที่ 4.7)

เมื่อเปรียบเทียบกับกรบ้ำบดของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือ ฝวที่ทำกรปลูกหญ้ำอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภพในการบ้ำบด TP เฉลี่ย ระหว่าง 11.9-26.7 % นั้น (พันธ์ทิพย์, 2551) จะพบว่าประสิทธิภพการบ้ำบด TP ของระบบบึงประดิษฐ์ประเภท น้ำไหลใต้ฝวในแนวตั้ง มีค้ำเฉลี่ยสูงกว่า โดยมีค้ำเฉลี่ยระหว่าง 34.69-46.90 % ทั้งนี้ ส่วนหนึ่งเป็นผลจาก ลักษณะการไหลของน้ำเสียในระบบที่มีการไหลที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.7 ความเข้มข้นของ TP ในน้ำเสีย หลังการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง

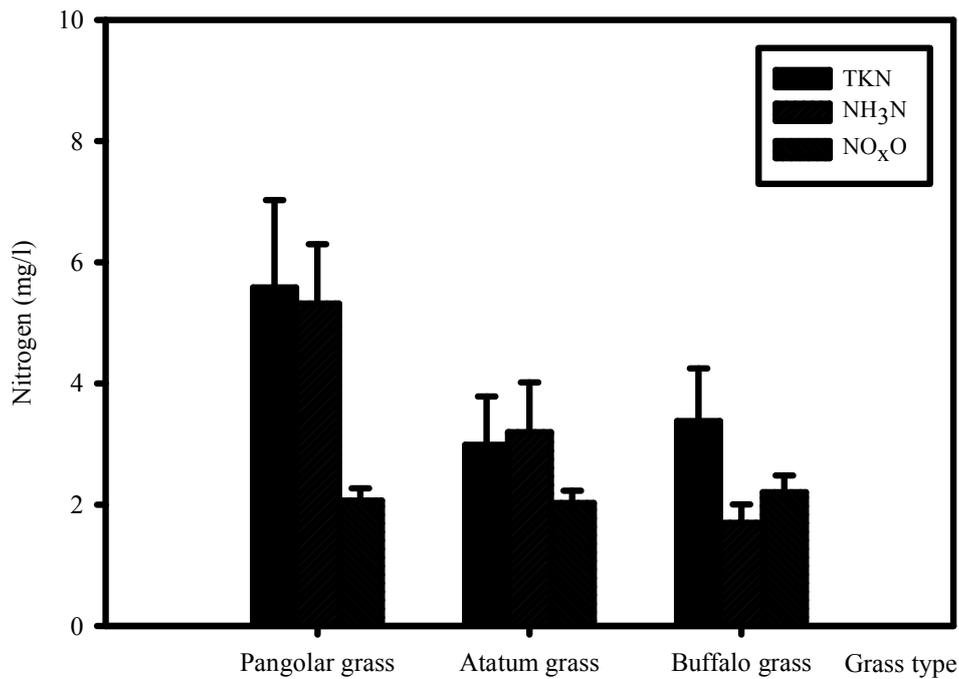
#### 2.4) การบำบัดธาตุอาหารไนโตรเจน

ประสิทธิภาพการบำบัดธาตุอาหารไนโตรเจน ในรูปความเข้มข้นของ TKN,  $\text{NH}_3\text{N}$  และ  $\text{NO}_x\text{N}$  ของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่า 19.40-97.62, -378.95-97.84 และ -3,421.00-60.00 % ตามลำดับ โดยหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีประสิทธิภาพในการลดค่าความเข้มข้นของ TKN ในน้ำเสียเท่ากับ 19.40-97.14, 55.67-97.62 และ 52.04-97.14 % ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการลดค่าความเข้มข้นของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ในน้ำเสียเท่ากับ -300.00-96.40, -378.95-97.26 และ -310.53-97.84 % ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการลดค่าความเข้มข้นของ  $\text{NO}_x\text{N}$  ในน้ำเสียเท่ากับ -3,077.70-(-60.20), -2,095.00-(-98.60) และ -3,421.00-60.00 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดโดยเฉลี่ย จะพบว่า แปลงหญ้าอะตราตัม สามารถบำบัด TKN ได้ดีกว่าแปลงหญ้าขน และแปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ ส่วนแปลงหญ้าขน สามารถบำบัด  $\text{NH}_3\text{N}$  ได้ดีกว่า แปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ ขณะที่แปลงหญ้าอะตราตัม สามารถบำบัด  $\text{NO}_x\text{N}$  ได้ดีกว่า แปลงหญ้าแพงโกล่า และแปลงหญ้าขน ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการบำบัด TKN,  $\text{NH}_3\text{N}$  และ  $\text{NO}_x\text{N}$  ของแปลงหญ้าแต่ละชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.4)

ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ TKN ในน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าลดลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของ TKN ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอาหารสัตว์ มีค่า TKN ระหว่าง 0.28-15.68 mg/l ทั้งนี้ พบว่า TKN ที่เหลือปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียหลังการบำบัด มีปริมาณเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพการบำบัด คือ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอะตราตัม มีค่า TKN ปนเปื้อนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าขน และแปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ TKN ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของแปลงหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.8) เช่นเดียวกันกับค่า TKN ค่าความเข้มข้นของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ในน้ำเสียหลังการบำบัดมีค่าลดลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอาหารสัตว์ มีค่า  $\text{NH}_3\text{N}$  ระหว่าง 0.28-19.04 mg/l ซึ่งจะพบว่า ค่า TKN ที่ตรวจพบในน้ำเสียหลังการบำบัดนั้น โดยส่วนใหญ่เป็นค่าของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ทั้งนี้ พบว่า  $\text{NH}_3\text{N}$  ที่เหลือปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียหลังการบำบัด มีปริมาณเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพการบำบัด  $\text{NH}_3\text{N}$  คือ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าขนมีค่า  $\text{NH}_3\text{N}$  ปนเปื้อนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอะตราตัม และแปลงหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ โดยความเข้มข้นเฉลี่ยของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าขน มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ  $\text{NH}_3\text{N}$  ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแพงโกล่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ภาพที่ 4.8)

ความเข้มข้นของ  $\text{NO}_x\text{N}$  ในน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าของ  $\text{NO}_x\text{N}$  ในน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอาหารสัตว์ มีค่า  $\text{NO}_x\text{N}$  ระหว่าง 0.06-3.40 mg/l ทั้งนี้ พบว่า  $\text{NO}_x\text{N}$  ที่เหลือปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียหลังการบำบัด มีปริมาณเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพการบำบัด  $\text{NO}_x\text{N}$  คือ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าอะตราตัม มีค่า  $\text{NO}_x\text{N}$  ปนเปื้อนโดยเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากแปลงหญ้าแพงโกล่า และแปลงหญ้าขน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ  $\text{NO}_x\text{N}$  ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดของแปลงหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.8)

เมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัด  $\text{NH}_3\text{N}$  เฉลี่ย ระหว่าง 77.1-89.1 % นั้น (พันธ์ทิพย์, 2551) จะพบว่าประสิทธิภาพการบำบัด  $\text{NH}_3\text{N}$  ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง โดยเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่ามาก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.16-49.49 %



ภาพที่ 4.8 ความเข้มข้นของ Nitrogen ในน้ำเสีย หลังการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง

#### 4.2 ประสิทธิภาพของหญ้าอาหารสัตว์ในการสะสมธาตุอาหาร

พืชในระบบบึงประดิษฐ์ ทำหน้าที่ในการบำบัดและช่วยองค์ประกอบอื่นๆ ในการบำบัดมลสารในน้ำเสียในหลายกระบวนการด้วยกัน ทั้งนี้ การทำหน้าที่ในการบำบัดที่สำคัญประการหนึ่ง คือการดูดซึมธาตุอาหารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียเป็นจำนวนมาก เพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชเอง ซึ่งในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษานี้ ได้ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ลงในระบบ ซึ่งนอกจากการดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ของหญ้าอาหารสัตว์เหล่านี้ จะช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนของธาตุอาหารในน้ำเสียแล้ว ยังทำให้หญ้าอาหารสัตว์สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิต และสามารถนำผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำการเก็บเกี่ยวหญ้าอาหารสัตว์ออกจากระบบ

จากผลการศึกษา พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ที่ปลูกในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ทั้ง 3 ชนิด คือ หญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีประสิทธิภาพในการดูดซึมและสะสมธาตุอาหารสำคัญ คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย ดังนี้

#### 4.2.1 อัตราการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจน

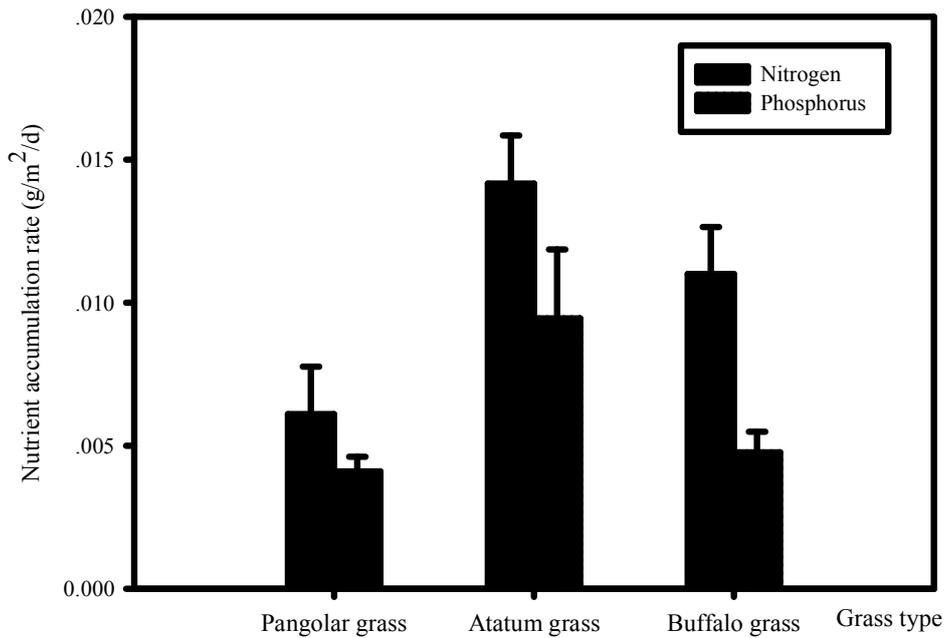
ก่อนเริ่มกระบวนการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ หญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในราก เท่ากับ 1.342-1.345, 1.369-1.371 และ 2.740-2.761 g/kg และมีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในลำต้นส่วนเหนือดิน เท่ากับ 2.713-2.721, 1.328-1.347 และ 4.042-4.066 g/kg ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรากของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีค่า 2.677-6.500, 3.911-4.094 และ 3.933-5.328 g/kg ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรากของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรากก่อนการบำบัด ทั้งนี้ พบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา รากของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีอัตราการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนไว้ในส่วนของราก (ต่อหน่วยพื้นที่ต่อเวลา) เท่ากับ 0.0032-0.0090, 0.0111-0.0172 และ 0.0081-0.0139 g/m<sup>2</sup>/d ตามลำดับ โดยรากของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมไนโตรเจนเฉลี่ยสูงกว่ารากของหญ้าขน และรากของหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการสะสมไนโตรเจนโดยรากของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.9)

เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ทำการเก็บเกี่ยวครั้งแรก คือภายหลังจากระบบเริ่มทำการบำบัดเป็นระยะเวลา 60 วัน มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจน เท่ากับ 6.542-8.140, 6.530-6.917 และ 5.185-6.750 g/kg ตามลำดับ โดยที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าหญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ที่ทำการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

การสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์ ซึ่งได้จากการดูดซึมของรากพืชแล้วลำเลียงไนโตรเจนไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินนั้น พบว่า อัตราการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่า 0.0250-0.0353, 0.0386-0.0433 และ 0.0345-0.0460 g/m<sup>2</sup>/d ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า เนื้อเยื่อส่วนเหนือดิน คือลำต้นและใบของหญ้าขน มีอัตราการสะสมไนโตรเจนโดยเฉลี่ย สูงกว่าเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ โดยพบว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 คือภายหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก เป็นระยะเวลา 40 วัน มีค่า 4.023-5.385, 5.400-6.783 และ 2.756-4.050 g/kg ตามลำดับ โดยที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าหญ้าแพงโกล่า และหญ้าขน ตามลำดับ และพบว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

อัตราการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่า 0.0187-0.0366, 0.0440-0.0587 และ 0.0180-0.0260 g/m<sup>2</sup>/d ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 นี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดิน ของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมไนโตรเจนโดยเฉลี่ยสูงกว่าหญ้าแพงโกล่า และหญ้าขน ตามลำดับ และพบว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)



ภาพที่ 4.9 อัตราการสะสมธาตุอาหารในรากของหญ้าอาหารสัตว์ ในระบบบึงประดิษฐ์  
ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 คือภายหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เป็นระยะเวลา 40 วัน มีค่า 5.405-6.917, 2.654-4.158 และ 2.695-4.110 g/kg ตามลำดับ โดยที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า มีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าหญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ตามลำดับ และพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

อัตราการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีค่า 0.0232-0.0358, 0.0284-0.0776 และ 0.0218-0.0410 g/m<sup>2</sup>/d ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 นี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมไนโตรเจนโดยเฉลี่ย สูงกว่าหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า อย่างไรก็ตาม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารและอัตราการสะสมธาตุอาหารในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์ในระบบบึงประดิษฐ์

Nutrient/ Grass type	Nitrogen			Phosphorus		
	Pangolar grass	Atatum grass	Buffalo grass	Pangolar grass	Atatum grass	Buffalo grass
Concentration (g/kg)						
1 <sup>st</sup> harvest <sup>1/</sup>	7.72±0.79 <sup>a</sup>	6.73±0.17 <sup>a</sup>	6.28±0.74 <sup>a</sup>	3.96±0.20 <sup>A</sup>	3.86±0.31 <sup>Aa</sup>	2.48±0.39 <sup>B</sup>
2 <sup>nd</sup> harvest <sup>2/</sup>	4.69±0.71 <sup>ABb</sup>	5.79±0.67 <sup>Aa</sup>	3.70±0.63 <sup>Bb</sup>	3.65±0.42	2.61±0.42 <sup>b</sup>	3.04±0.59
3 <sup>rd</sup> harvest <sup>3/</sup>	6.16±0.81 <sup>Aab</sup>	3.43±0.83 <sup>Bb</sup>	3.36±0.76 <sup>Bb</sup>	3.52±0.38 <sup>A</sup>	2.25±0.11 <sup>Bb</sup>	2.39±0.08 <sup>B</sup>
Accumulation rate (g/m <sup>2</sup> /d)						
1 <sup>st</sup> harvest <sup>1/</sup>	0.0285±0.0048 <sup>B</sup>	0.0410±0.0023 <sup>A</sup>	0.0423±0.0053 <sup>Aa</sup>	0.0146±0.0021 <sup>Bb</sup>	0.0235±0.0012 <sup>A</sup>	0.0167±0.0024 <sup>B</sup>
2 <sup>nd</sup> harvest <sup>2/</sup>	0.0273±0.0075 <sup>B</sup>	0.0487±0.0068 <sup>A</sup>	0.0238±0.0039 <sup>Bb</sup>	0.0208±0.0026 <sup>a</sup>	0.0220±0.0042	0.0197±0.0042
3 <sup>rd</sup> harvest <sup>3/</sup>	0.0294±0.0052	0.0496±0.0207	0.0304±0.0082 <sup>b</sup>	0.0167±0.0003 <sup>Bab</sup>	0.0326±0.0108 <sup>A</sup>	0.0216±0.0022 <sup>B</sup>

Note: Mean values±SD are shown for species treatment.

Mean values within each row followed by the same letter (capital letter) are not significantly different for tested species at  $P \geq 0.05$ .

Mean values within each column followed by the same letter (small letter) are not significantly different for each parameter at  $P \geq 0.05$ .

Sample size (n) = 4

<sup>1/</sup> Harvest at 60 day after operation startup

<sup>2/</sup> Harvest at 40 day after first harvest

<sup>3/</sup> Harvest at 40 day after second harvest

ทั้งนี้ พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่ทำการเก็บเกี่ยวออกจากระบบในแต่ละระยะเก็บเกี่ยวนั้น มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพีช ช่วงก่อนการบำบัด และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นหญ้าขน ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดิน ในระยะก่อนการบำบัดมีค่าสูงกว่าเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเก็บเกี่ยวระยะที่ 2 และ 3 นี้ ปริมาณการผลิตหญ้าขนในรูปของมวลชีวภาพ มีปริมาณสูงกว่ามวลชีวภาพของหญ้าขนในช่วงก่อนการบำบัดอย่างมาก ดังนั้น ไนโตรเจนที่หญ้าขนได้ดูดซึมไว้จึงกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของหญ้า ส่งผลให้ค่าของความเข้มข้นลดลงเนื่องจากปริมาณของมวลชีวภาพที่เพิ่มมากขึ้น และเนื่องจากวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุปลูกนั้นเป็นหิน กรวด และทรายที่มีธาตุอาหารอยู่น้อย ดังนั้น ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนที่หญ้าได้รับเกือบทั้งหมด จึงเป็นธาตุไนโตรเจนที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดนั่นเอง ดังนั้น การดูดซึมธาตุอาหารดังกล่าวไปใช้ในการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ จึงเป็นการลดปริมาณธาตุอาหารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียด้วย

นอกจาก ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของหญ้าอาหารสัตว์ จะเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนการบำบัดแล้ว ยังพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ยังมีความแตกต่างกันในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว โดยเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่า เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่าในระยะที่ 3 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว ตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2) ส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในแต่ละระยะ มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่เก็บเกี่ยวในครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

นอกจากจะพบว่า อัตราการสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง มีค่าแตกต่างกันแล้ว ( $P < 0.05$ ) ทั้งนี้ ยกเว้นระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว ยังพบว่า อัตราการสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละระยะ มีค่าแตกต่างกันด้วย ( $P < 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของหญ้าแพงโกล่า และหญ้าอะตราตัม ในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

#### 4.2.2 อัตราการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ช่วงก่อนการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ มีค่า 0.883-1.484, 0.540-0.771 และ 0.899-1.102 g/kg ขณะที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลำต้นส่วนเหนือดิน มีค่า 2.048-2.058, 1.242-1.279 และ 2.227-2.664 g/kg ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีค่า 2.565-3.958, 1.202-3.221 และ 1.601-2.385 g/kg ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากของหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด มีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรากก่อนการบำบัด ทั้งนี้ พบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา รากของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน มีอัตราการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสไว้ในส่วนของราก เท่ากับ

0.0031-0.0055, 0.0034-0.0135 และ 0.0033-0.0062  $g/m^2/d$  ตามลำดับ โดยอัตราการสะสมฟอสฟอรัสของรากเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสะสมไนโตรเจน คือ รากของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสเฉลี่ย สูงกว่ารากของหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราการสะสมฟอสฟอรัสโดยรากของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ภาพที่ 4.9)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่า 3.753-4.198, 3.611-4.273 และ 2.034-2.886  $g/kg$  ตามลำดับ โดยในระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าหญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ตามลำดับ และ พบว่าค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าขน ต่ำกว่าหญ้าชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

อัตราการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ทำการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่า 0.0126-0.0166, 0.0226-0.0253 และ 0.0139-0.0192  $g/m^2/d$  ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยสูงกว่าเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ และพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ทำการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่า 3.203-4.072, 2.255-3.212 และ 2.511-3.674  $g/kg$  ตามลำดับ โดยที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่า หญ้าขน และหญ้าอะตราตัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

อัตราการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่า 0.0183-0.0237, 0.0184-0.0278 และ 0.0159-0.0241  $g/m^2/d$  ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 นี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยสูงกว่าหญ้าแพงโกล่า และหญ้าขน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว มีค่า 3.134-3.886, 2.156-2.373 และ 2.308-2.507  $g/kg$  ตามลำดับ โดยที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าหญ้าขน และหญ้าอะตราตัม ตามลำดับ และพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

อัตราการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว มีค่า 0.0163-0.0171, 0.0222-0.0435 และ 0.0191-0.0238  $g/m^2/d$  ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 นี้ เนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัม มีอัตราการสะสมฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยสูงกว่าหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ และพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

ทั้งนี้ พบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่ทำการเก็บเกี่ยวออกจากระบบในแต่ละระยะเก็บเกี่ยวนั้น โดยส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับ

ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของหญ้าอาหารสัตว์ ช่วงก่อนการบำบัด ยกเว้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าขนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าขน ช่วงก่อนบำบัดเล็กน้อย จากผลการศึกษาพบว่าค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ในแต่ละระยะเก็บเกี่ยวนั้น มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นหญ้าอะตราตัม ซึ่งพบว่าการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรกมีค่าสูงสุดและแตกต่างจากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อส่วนเหนือดินของหญ้าอะตราตัมที่ได้จากการเก็บเกี่ยวระยะอื่นๆ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ตรวจพบในเนื้อเยื่อของหญ้าอาหารสัตว์โดยส่วนใหญ่เป็นธาตุอาหารที่พืชดูดซึมจากน้ำเสียที่ระบายลงสู่ระบบบึงประดิษฐ์นั่นเอง

นอกจากจะพบว่า อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันแล้ว ( $P < 0.05$ ) ยกเว้นหญ้าอาหารสัตว์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ยังพบว่า อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละระยะ มีค่าแตกต่างกันด้วย ( $P < 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการสะสมฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในแต่ละระยะเก็บเกี่ยวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ตารางที่ 4.2)

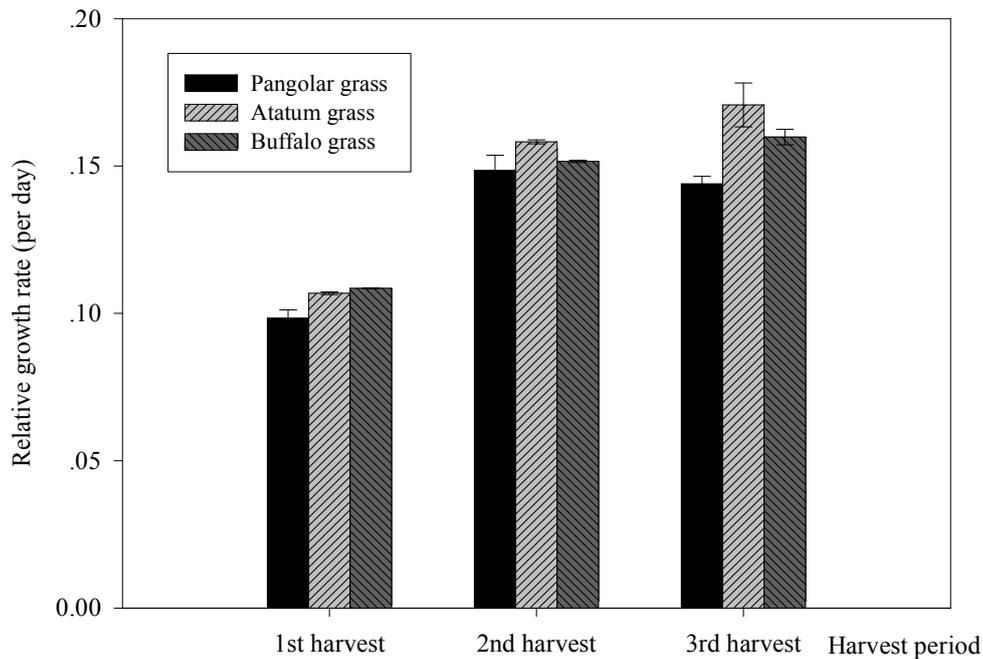
### 4.3 ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์

#### 4.3.1 อัตราการเติบโตสัมพัทธ์

อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate: RGR) ของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 มีค่า 0.096-0.101, 0.106-0.107 และ 0.108-0.109 per day ตามลำดับ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ค่า RGR มีค่า 0.143-0.154, 0.157-0.159 และ 0.151-0.152 per day ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ค่า RGR มีค่า 0.141-0.147, 0.163-0.178 และ 0.157-0.163 per day ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) ซึ่งพบว่า อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าแต่ละชนิดในระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) ในขณะที่อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าชนิดเดียวกัน ในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) เช่นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว จะพบว่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าแพงโกล่า ในทั้งสองระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ส่วนอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าอะตราตัมในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าสูงกว่า อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าแต่ละชนิดมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ หญ้าอะตราตัมมีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์สูงกว่าหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ โดยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 หญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.098, 0.131 และ 0.110 per day ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 หญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.148, 0.181 และ 0.167 per day

(พันธ์ทิพย์, 2551) อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าอาหารสัตว์ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือฝิว มีค่าแตกต่างกันระหว่างชนิดหญ้า และระยะเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ภาพที่ 4.10 อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ของหญ้าอาหารสัตว์ ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ฝิวในแนวตั้ง

#### 4.3.2 ผลผลิตมวลชีวภาพของหญ้าอาหารสัตว์

อัตราการผลิตมวลชีวภาพในรูปของผลผลิตน้ำหนักสดของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 1 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 1,350.8-1,831.8, 3,198.4-3,206.4 และ 2,131.8-2,330.2 kg/rai ตามลำดับ ในระยะที่ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 1,417.5-1,896.8, 2,544.4-2,765.1 และ 1,430.2-1,466.7 kg/rai ตามลำดับ และในระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 554.3-661.0, 2,907.1-4,899.6 และ 1,065.5-1,436.9 kg/rai ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

อัตราการผลิตมวลชีวภาพในรูปของผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 1 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 310.7-433.7, 591.1-626.6 และ 664.6-681.4 kg/rai ตามลำดับ ในระยะที่ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 310.1-467.7, 543.6-577.0 และ 423.4-436.4 kg/rai ตามลำดับ และในระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 286.0-350.8, 686.1-1,244.8 และ 538.5-665.5 kg/rai ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ทั้งนี้ จะพบว่าหญ้าอะตราตัม มีปริมาณผลผลิตน้ำหนัสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้าขน และหญ้าแพงโกล่า ตามลำดับ ในทุกระยะเก็บเกี่ยว ยกเว้นในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ซึ่งพบว่าหญ้าขนมีปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้าอะตราตัมเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม พบว่าการผลิตมวลชีวภาพทั้งในรูปผลผลิตน้ำหนัสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) ในขณะที่ การผลิตมวลชีวภาพทั้งในรูปผลผลิตน้ำหนัสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าชนิดเดียวกัน ที่ระยะเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันนั้น พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4.3)

เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพในรูปผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าแพงโกล่าหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือฝิว พบว่ามีทิศทางเช่นเดียวกับอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ คือ ผลผลิตมวลชีวภาพในรูปผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าแพงโกล่าในทั้งสองระบบมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ ปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพในรูปผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือฝิว พบว่ามีค่าสูงกว่า (พันธิพิย, 2551)

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตมวลชีวภาพของหญ้าอาหารสัตว์

Parameters	Unit	Grass type		
		Pangola grass ( <i>Digitaria decumbens</i> )	Atratum grass ( <i>Paspalum atratum</i> )	Buffalo grass ( <i>Brachiaria mutica</i> )
<b>Fresh yield</b>	kg/rai			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)		1,591.3±340.1	3,202.4±5.6	2,231.0±140.3
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 day after 1 <sup>st</sup> harvest)		1,657.1±339.0	2,654.8±156.0	1,448.4±25.8
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 day after 2 <sup>nd</sup> harvest)		607.6±75.4	3,903.4±1,408.9	1,251.2±262.6
<b>Dry yield</b>	kg/rai			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)		372.2±87.0	608.8±25.1	673.0±11.8
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 day after 1 <sup>st</sup> harvest)		388.9±111.5	560.3±23.6	429.9±9.2
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 day after 2 <sup>nd</sup> harvest)		318.4±45.8	965.5±395.1	602.0±89.8

Note: Mean values±SD are shown for species treatment

Sample size (n) = 2

### 4.3.3 คุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ที่ทำการเก็บเกี่ยว ออกจากระบบทั้ง 3 ระยะของการเก็บเกี่ยว ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าดัชนีคุณภาพอาหารสัตว์ที่ระบุ ในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) ซึ่งแสดงค่าคุณภาพผลผลิตอาหาร สัตว์ในแต่ละค่าดัชนี ในแต่ละช่วงระยะเก็บเกี่ยวของพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิด นอกจากนั้นในการศึกษา ครั้งนี้ คุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ที่ผลิตได้จากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ที่มีระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน ที่ ผลิตได้จากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ซึ่งผลจากการตรวจวัดคุณภาพและผลการวิเคราะห์ เปรียบเทียบค่าคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ มีดังนี้

#### 1) ค่าวัตถุแห้ง (Dry matter: DM)

ค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระยะที่ 1 ของการเก็บ เกี่ยว มีค่าเท่ากับ 23.0-23.7, 18.4-19.6 และ 29.2-31.2 % ตามลำดับ ในระยะที่ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 21.9-24.7, 20.9-21.4 และ 29.6-29.8 % ตามลำดับ และในระยะที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 51.6-53.1, 23.6-25.4 และ 46.3-50.5 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ พบว่าหญ้าขน มีค่าวัตถุแห้งสูงสุดในทุกระยะเกี่ยว ขณะที่ หญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด มีค่าวัตถุแห้งสูงสุดในระยะเกี่ยวที่ 3 อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าวัตถุแห้งของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละระยะเกี่ยว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) ขณะที่ ค่าวัตถุแห้งของหญ้า อาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ในแต่ละระยะเกี่ยว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเกี่ยวระยะที่ 1 มีค่า ต่ำกว่าค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัดมากกว่า 59 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนา ซึ่งระบุค่าของ วัตถุแห้งไว้เท่ากับ 42.51 % ขณะที่ วัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเกี่ยวระยะที่ 2 มีค่าต่ำ กว่าค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 45 วัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.80 % ตามตารางคุณค่าทางโภชนา (กรมปศุสัตว์, 2547) อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเกี่ยว ระยะที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 45 วัน

หญ้าอะตราตัม ที่เกี่ยวเกี่ยวในระยะที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง ต่ำกว่าค่าวัตถุแห้ง ที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งระบุว่า หญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 27.60 และ 25.06 % (กรมปศุสัตว์, 2547) อย่างไรก็ตาม หญ้า อะตราตัมที่เกี่ยวเกี่ยวในระยะที่ 3 มีค่าวัตถุแห้งใกล้เคียงกับค่าวัตถุแห้งของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 45 วัน

ค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งของหญ้าขนที่ได้จากการเกี่ยวระยะที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกับ ค่าวัตถุแห้งของหญ้าขนที่อายุตัด 60 และอายุตัด 45 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนา ซึ่งมีค่าของวัตถุแห้ง เท่ากับ 29.88 และ 28.45 % (กรมปศุสัตว์, 2547) ขณะที่ วัตถุแห้งของหญ้าขนที่ได้จากการเกี่ยว ระยะที่ 3 มีค่าสูงกว่า 28.45 % ซึ่งเป็นค่าวัตถุแห้งของหญ้าขนที่อายุตัด 45 วัน ตามตารางคุณค่าทาง โภชนา

ตารางที่ 4.4 คุณภาพของผลผลิตพืชอาหารสัตว์

Parameters (unit)	Grass type		
	Pangola grass ( <i>Digitaria decumbens</i> )	Atratum grass ( <i>Paspalum atratum</i> )	Buffalo grass ( <i>Brachiaria mutica</i> )
<b>Dry matter (%)</b> <sup>1/</sup>			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)	23.3±0.5	19.0±0.8	30.2±1.4
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 d after 1 <sup>st</sup> harvest)	23.3±2.0	21.1±0.3	29.7±0.1
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 d after 2 <sup>nd</sup> harvest)	52.3±1.0	24.5±1.3	48.4±3.0
<b>Crude protein (% on dry basis)</b> <sup>2/</sup>			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)	4.83±0.49 <sup>a</sup>	4.20±0.10 <sup>a</sup>	3.93±0.46 <sup>a</sup>
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 d after 1 <sup>st</sup> harvest)	2.93±0.45 <sup>ABc</sup>	3.62±0.42 <sup>Ab</sup>	2.31±0.39 <sup>Bb</sup>
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 d after 2 <sup>nd</sup> harvest)	3.85±0.51 <sup>Ab</sup>	2.15±0.52 <sup>Bb</sup>	2.10±0.48 <sup>Bb</sup>
<b>Crude fiber (% on dry basis)</b> <sup>2/</sup>			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)	30.18±1.28 <sup>A</sup>	25.95±0.77 <sup>B</sup>	27.62±0.81A <sup>Ba</sup>
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 d after 1 <sup>st</sup> harvest)	26.76±0.65	25.45±0.57	25.22±0.63 <sup>b</sup>
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 d after 2 <sup>nd</sup> harvest)	29.95±0.93 <sup>A</sup>	26.64±1.52 <sup>B</sup>	26.24±0.57 <sup>Bb</sup>
<b>P (% on dry basis)</b> <sup>2/</sup>			
- 1 <sup>st</sup> harvest (60 day after operation startup)	0.396±0.020 <sup>A</sup>	0.386±0.031 <sup>Aa</sup>	0.248±0.039 <sup>B</sup>
- 2 <sup>nd</sup> harvest (40 d after 1 <sup>st</sup> harvest)	0.365±0.042	0.261±0.042 <sup>b</sup>	0.304±0.060
- 3 <sup>rd</sup> harvest (40 d after 2 <sup>nd</sup> harvest)	0.352±0.038 <sup>A</sup>	0.226±0.011 <sup>Bb</sup>	0.239±0.008 <sup>B</sup>

Note: Mean values±SD are shown for species treatment.

Mean values within each row followed by the same letter (capital letter) are not significantly different for tested species at  $P \geq 0.05$ .

Mean values within each column followed by the same letter (small letter) are not significantly different for each parameter at  $P \geq 0.05$ .

<sup>1/</sup>Sample size (n) = 2

<sup>2/</sup>Sample size (n) = 4

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบ บึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง กับค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว พบว่าค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า ในระบบบึงประดิษฐ์ ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าสูงกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวใน ระยะเวลาที่ 1 และ 2 เท่ากับ 27.3 และ 32.4 % (พันธ์ทิพย์, 2552) ค่าวัตถุแห้งของหญ้าอะตราตัมในระบบ บึงประดิษฐ์ทั้งสองประเภท คือประเภทน้ำไหลเหนือผิวและประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษานี้ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งของหญ้าอะตราตัม ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะเวลาที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 22.6 และ 18.3 % ส่วนค่าวัตถุแห้งของหญ้าขนใน ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 36.4 % นั้น (พันธ์ทิพย์, 2552) มีค่าสูงกว่าค่าวัตถุแห้งของหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ได้จากระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน ในขณะที่ ค่าวัตถุแห้งของหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.6 % นั้น มีค่าต่ำกว่าค่าวัตถุแห้งของ หญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ได้จากระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน ทั้งนี้ ค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (พันธ์ทิพย์, 2552)

## 2) โปรตีนหยาบ (Crude protein: CP)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนหยาบในหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด พบปริมาณโปรตีน หยาบต่อน้ำหนักแห้งในผลผลิตหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 4.09-5.09, 4.08-4.32 และ 3.24-4.22 % ตามลำดับ การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 2.51-3.37, 3.38-4.24 และ 1.72-2.53 % ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.38-4.32, 1.66-2.60 และ 1.68-2.57 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ พบว่า ปริมาณของโปรตีนหยาบในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน มีค่า แตกต่างกันระหว่างระยะเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งจะพบว่าผลผลิตหญ้าอาหาร สัตว์ ทั้ง 3 ชนิด ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรกมีปริมาณโปรตีนหยาบสูงสุด ขณะที่ผลผลิตที่ได้จากการเก็บ เกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 มีปริมาณของโปรตีนหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ ) ยกเว้นผลผลิตหญ้า แพงโกล่า ซึ่งพบว่าผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีปริมาณโปรตีนหยาบสูงกว่าปริมาณโปรตีน หยาบที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณโปรตีนหยาบในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ แต่ละชนิดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของโปรตีนหยาบในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ ที่ระบุในตาราง คุณค่าทางโภชนา จะพบว่า ค่าเฉลี่ยของโปรตีนหยาบในหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัดมากกว่า 59 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนา ซึ่ง ระบุค่าของโปรตีนหยาบไว้เท่ากับ 5.18 % ขณะที่ โปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยว ระยะเวลาที่ 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 45 วัน และอายุตัด 30 วัน ตาม ตารางคุณค่าทางโภชนาซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.88 และ 12.27 % (กรมปศุสัตว์, 2547) เช่นเดียวกัน

ค่าเฉลี่ยของโปรตีนหยาบในหญ้าอะตราตัม ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าโปรตีนหยาบของหญ้าอะตราตัม ที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งระบุว่า หญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าของโปรตีนหยาบเท่ากับ 5.91 และ 7.02 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

ค่าเฉลี่ยของโปรตีนหยาบในหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าโปรตีนหยาบในหญ้าขนที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์เช่นกัน โดยตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ระบุว่า หญ้าขนที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าของโปรตีนหยาบเท่ากับ 5.85 และ 7.43 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่ผลิตในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง กับค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว พบว่าค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าสูงกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1 และ 2 เท่ากับ 5.46 และ 7.43 % (พันธ์ทิพย์, 2552) ค่าโปรตีนหยาบของหญ้าอะตราตัมที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1 จากระบบบึงประดิษฐ์ทั้งสองประเภท คือประเภทน้ำไหลเหนือผิวและประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษานี้ มีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม พบว่าหญ้าอะตราตัมที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 2 จากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว จะมีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่า โดยค่าเฉลี่ยโปรตีนหยาบของหญ้าอะตราตัม ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าเท่ากับ 3.60 และ 6.58 % ขณะที่ ค่าโปรตีนหยาบของหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าสูงกว่าค่าโปรตีนหยาบของหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งเช่นกัน โดยค่าเฉลี่ยโปรตีนหยาบของหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวดิน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 5.42 และ 6.62 % ทั้งนี้ ค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (พันธ์ทิพย์, 2552)

### 3) เยื่อใยหยาบ (Crude fiber: CF)

การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบในหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด พบปริมาณเยื่อใยหยาบต่อน้ำหนักแห้งในผลผลิตหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 29.03-31.88, 24.88-26.64 และ 26.41-28.13 % ตามลำดับ การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 25.83-27.35, 24.70-25.90 และ 24.55-25.90 % ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีค่าเท่ากับ 29.35-31.32, 25.29-28.31 และ 25.83-27.03 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ พบว่า ปริมาณของเยื่อใยหยาบในผลผลิตหญ้าแพงโกล่า และหญ้าอะตราตัม มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างระยะเก็บเกี่ยว ( $P \geq 0.05$ ) ขณะที่หญ้าขนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีปริมาณเยื่อใยหยาบสูงกว่าหญ้าขนที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดหญ้าที่มีระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน จะพบว่า ผลผลิตหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 3 จะมีปริมาณเยื่อใยหยาบสูงที่สุดและแตกต่างจากหญ้าชนิดอื่น ( $P < 0.05$ ) ส่วนผลผลิตหญ้าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีปริมาณเยื่อใยหยาบไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดหญ้า ( $P \geq 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเยื่อใยหยาบในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ ที่ระบุในตารางคุณค่าทางโภชนา จะพบว่า ค่าเฉลี่ยของเยื่อใยหยาบในหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัดมากกว่า 59 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนา ซึ่งระบุค่าของเยื่อใยหยาบไว้เท่ากับ 27.89 % เล็กน้อย ขณะที่ เยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวระยะที่ 2 มีค่าต่ำกว่าค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 45 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.57 % (กรมปศุสัตว์, 2547) เล็กน้อย โดยหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวระยะที่ 3 มีค่าเยื่อใยหยาบใกล้เคียงกับค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่อายุตัด 45 วัน

ค่าเฉลี่ยของเยื่อใยหยาบในหญ้าอะตราตัม ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าอะตราตัม ที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งระบุว่า หญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน จะมีค่าของเยื่อใยหยาบเท่ากับ 32.73 และ 27.95 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

ค่าเฉลี่ยของเยื่อใยหยาบในหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าเยื่อใยหยาบในหญ้าขนที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์เล็กน้อย โดยตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ระบุว่า หญ้าขนที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าของเยื่อใยหยาบเท่ากับ 27.85 และ 29.71 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง กับค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว พบว่าค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่า ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าต่ำกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยเยื่อใยหยาบของหญ้าแพงโกล่า ที่ได้จากการเก็บเกี่ยว ในระยะที่ 1 และ 2 เท่ากับ 28.23 และ 24.13 % (พันธ์ทิพย์, 2552) หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว มีค่าเยื่อใยหยาบสูงกว่าหญ้าทั้งสองชนิดนี้ที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งที่ทำการศึกษานี้ โดยเยื่อใยหยาบของหญ้าอะตราตัมและหญ้าขนที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะที่ 1 ของการเก็บเกี่ยวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.16 และ 33.28 % และในระยะที่ 2 ของการเก็บเกี่ยวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.02 และ 33.30 % ตามลำดับ โดยในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว หญ้าอะตราตัมจะมีค่าเยื่อใยหยาบสูงที่สุดในทุกระยะเก็บเกี่ยว และค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าทั้ง 3 ชนิดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 โดยเฉพาะหญ้าแพงโกล่า ซึ่งพบว่าค่าเยื่อใยหยาบของหญ้าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรกสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (พันธ์ทิพย์, 2552)

#### 4) ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด พบปริมาณฟอสฟอรัสต่อน้ำหนักแห้งในผลผลิตหญ้าแพงโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขน ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 0.38-0.42, 0.36-0.43 และ 0.20-0.29 % ตามลำดับ การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.32-0.41, 0.23-0.32 และ 0.25-0.37 % ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.31-0.39, 0.22-0.24 และ 0.23-0.25 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ทั้งนี้ พบว่า ปริมาณของฟอสฟอรัสในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างระยะเก็บเกี่ยว ( $P \geq 0.05$ ) ยกเว้นหญ้าอะตราตัม ซึ่งพบว่าผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยว

ครั้งแรกมีค่าฟอสฟอรัสสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกและครั้งที่ 3 ผลผลิตหญ้าแห้งโกล่าจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดเมื่อเทียบกับหญ้าชนิดอื่น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ขณะที่ผลผลิตของหญ้าแต่ละชนิดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีปริมาณของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของฟอสฟอรัสในผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ ที่ระบุในตารางคุณค่าทางโภชนาการ จะพบว่าค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในหญ้าแห้งโกล่าที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ระยะ มีค่าสูงกว่าค่าที่ระบุไว้ในตารางคุณค่าทางโภชนาการ โดยหญ้าแห้งโกล่าที่อายุตัดมากกว่า 59 วัน และอายุตัด 45 วัน ตามตารางคุณค่าทางโภชนาการ จะมีค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.15 และ 0.20 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ระยะ มีค่าสูงกว่าค่าฟอสฟอรัสของหญ้าอะตราตัม และหญ้าขนที่กำหนดในตารางคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่นเดียวกัน โดยค่าฟอสฟอรัสของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าเท่ากับ 0.21 และ 0.19 % ตามตารางคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ส่วนหญ้าขนที่อายุการตัด 60 และ 45 วัน มีค่าของฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.28 และ 0.34 % (กรมปศุสัตว์, 2547)

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าฟอสฟอรัสของหญ้าแห้งโกล่า หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง กับค่าฟอสฟอรัสของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ในระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว พบว่าค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้งในทุกระยะเก็บเกี่ยว มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในหญ้าอาหารสัตว์ชนิดเดียวกัน ที่มีระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน ที่ผลิตจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว โดยหญ้าแห้งโกล่าที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยวมีค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 0.011 % หญ้าอะตราตัมที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 0.006 และ 0.011 % และหญ้าขนที่เก็บเกี่ยวจากระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิว ในระยะที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว มีค่าฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 0.006 และ 0.009 % โดยในระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน หญ้าแห้งโกล่าจะมีค่าของฟอสฟอรัสสูงที่สุด และพบว่าค่าฟอสฟอรัสในหญ้าอาหารสัตว์ที่ได้จากระยะเก็บเกี่ยวที่ 2 มีค่าสูงกว่าฟอสฟอรัสในหญ้าอาหารสัตว์ที่ได้จากระยะเก็บเกี่ยวที่ 1 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (พันธ์ทิพย์, 2552)