บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบการกำจัดไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นโดยใช้ผักตบชวาและจอก ซึ่งแบ่งระยะเวลากักเก็บน้ำโดยใช้ระยะเวลา 6 วัน และ 12 วันตามลำดับได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำก่อนบำบัดมีค่า COD เท่ากับ 200 mg/L, BOD เท่ากับ 162 mg/L ซึ่งยังสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะค่า TKN เท่ากับ 94.10 mg/L ยังคงมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการบำบัดไนโตรเจนอีกครั้งก่อนปล่อยน้ำสู่ธรรมชาติเพราะค่าไนโตรเจนสูงอาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจาก สารประกอบไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชน้ำ ทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนเกิดภาวะ eutrophication เป็นผลให้แหล่งน้ำมีสีเขียวขุ่น และเมื่อพืชน้ำเหล่านี้ตายเกิดการเน่าเปื่อยส่งผลให้น้ำเน่าเสีย (ชูจิตต์ เครือตราชู เกียรติอนันต์ชัย, 2541) ซึ่งการบำบัดไนโตรเจนวิธีที่ง่ายและลดค่าใช้จ่าย คือ การใช้พืชในการบำบัด จากการที่ค่าพารามิเตอร์บางพารามิเตอร์สูงอยู่ เช่น ไนโตรเจน ส่งผลกระทบในทางบวกต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียในบ่อสุดท้ายของบริษัท บีเทค อินดัสทรี จำกัด ก่อนระบายน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จากผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนการบำบัด

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2539
อุณหภูมิ	^{o}C	28	ไม่เกิน 40
pH	-	6.89	5.5-9.0
TSS	mg/L	183.50	ไม่เกิน 50
COD	mg/L	200	ไม่เกิน 120,ไม่เกิน 400*
TP	mgP/L	8.79	-
TKN	mg/L	94.10	ไม่เกิน 100, ไม่เกิน 200*
BOD	mg/L	162	ไม่เกิน 20, ไม่เกิน 60*

หมายเหตุ *หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร

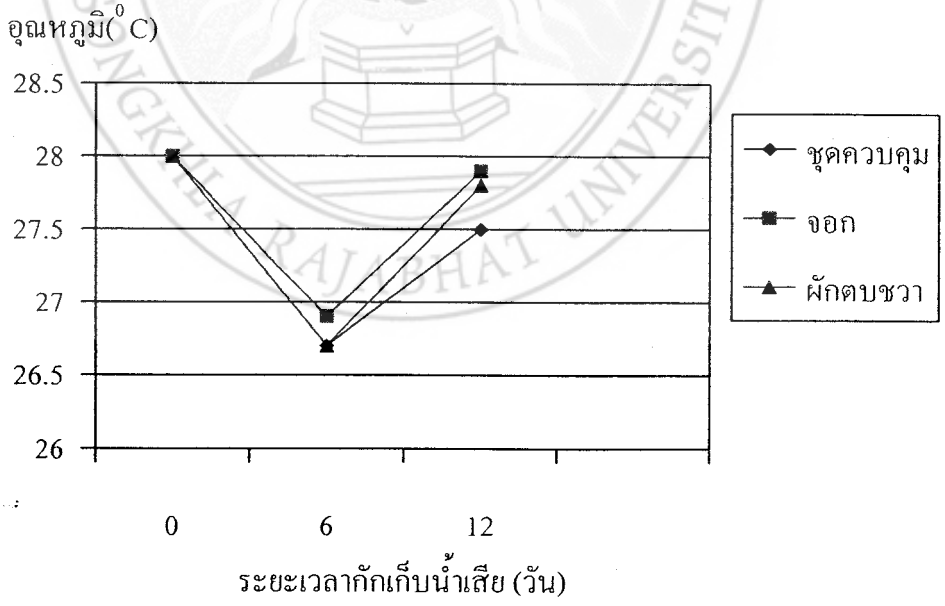
ผู้ศึกษาจึงออกแบบการทดลองโดยใช้ผักตบชวาและจอกเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

4.2 อุณหภูมิ

ค่าอุณหภูมิของน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นก่อนทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 28°C หลังระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 วันมีค่าอุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 26°C ซึ่งการลดลงของอุณหภูมิเนื่องจากน้ำทิ้งมีการปรับสภาพ คือจากในบ่อดินมาอยู่ในวงขอบคอนกรีตส่งผลให้มีการปรับอุณหภูมิ และหลังระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 12 วัน มีค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 27°C สาเหตุที่อุณหภูมิเพิ่มเพราะน้ำทิ้งเริ่มปรับสภาพได้ดีขึ้นซึ่งอุณหภูมิจะแปรผันตามอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	อุณหภูมิ (°C)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	28	28	28
6	26.70	26.90	26.70
12	27.50	27.90	27.80



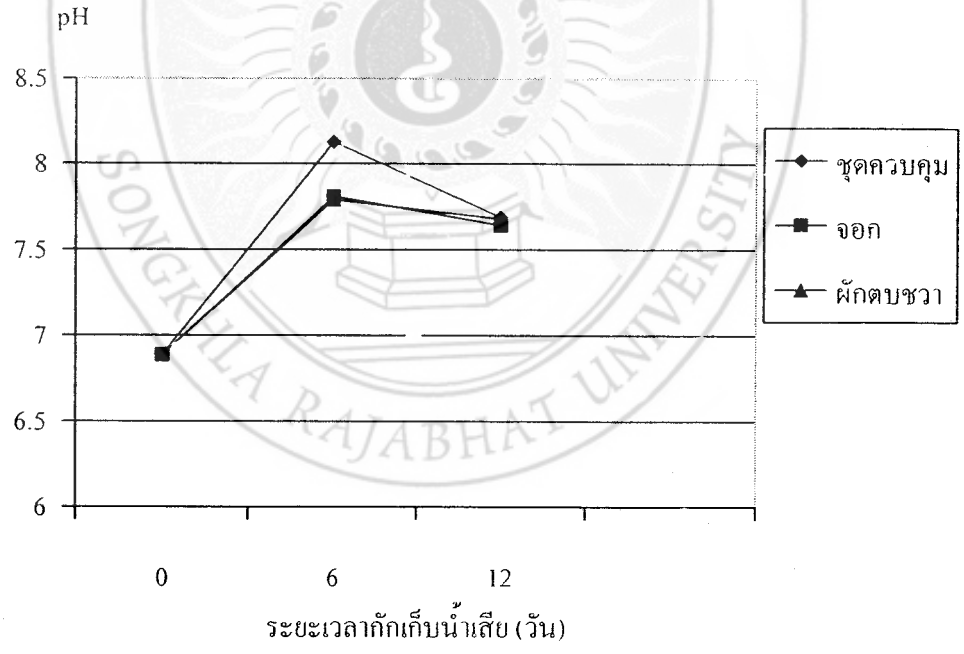
ภาพที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.3 pH

ค่า pH ของน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นก่อนการบำบัดจะมีค่า 6.89 และระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 และ 12 วัน ตามลำดับ pH เพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากเป็นการปรับสภาพ pH ของน้ำเพื่อให้เหมาะกับการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีในแบบจำลอง ซึ่งช่วงค่า pH ที่เหมาะสมที่จุลินทรีย์ทำงานได้ดีคือ 6.5-8.5 (www.dit.dru.ac.th)รวมทั้งแบบจำลองเป็นวงขอบคอนกรีตซึ่งยังใหม่และมีส่วนผสมของปูนที่มีสภาพเป็นด่างและอาจเป็นเพราะ CO_2 ละลายลงน้ำทำให้ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า pH ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	pH		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	6.89	6.89	6.89
6	8.13	7.81	7.97
12	7.69	7.64	7.68



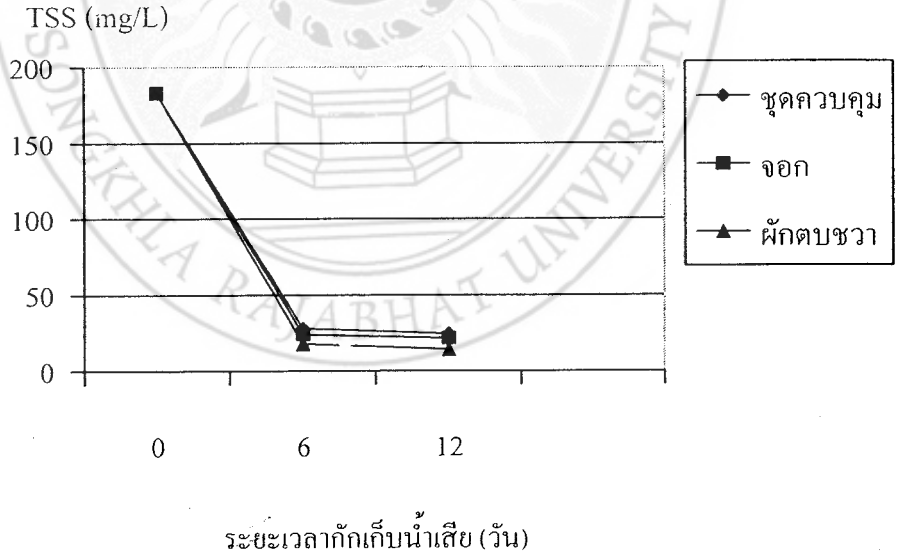
ภาพที่ 4.2 แสดงค่า pH ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.4 Total Suspended Solids : TSS

ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด(TSS)ในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นก่อนการบำบัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีปริมาณสูง คือ เท่ากับ 183.50 mg/L แต่ระยะเวลาการกักเก็บ 6 วันและ 12 วัน ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีปริมาณลดลงทั้ง 3 ชุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3 เพราะเมื่อระยะเวลาการบำบัดนานขึ้นพืชที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีระบบรากจำนวนมากสามารถกรองสารของแข็งแขวนลอยได้เพิ่มขึ้นรวมทั้งจุลินทรีย์ที่เกาะที่รากช่วยดูดสารไว้ และของแข็งแขวนลอยมีการตกตะกอนอยู่ก้นบ่อส่งผลให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดลดลงและสาเหตุที่ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของชุดควบคุมลดลงเนื่องจากของแข็งแขวนลอยมีการตกตะกอนสู่ก้นบ่อ (ข้าวทิพย์ เจนธนกิจและคณะ, 2533)

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า TSS ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	Total suspended Solids :TSS (mg/L)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	183.50	183.50	183.50
6	28	24	17.50
12	24.50	21.50	14



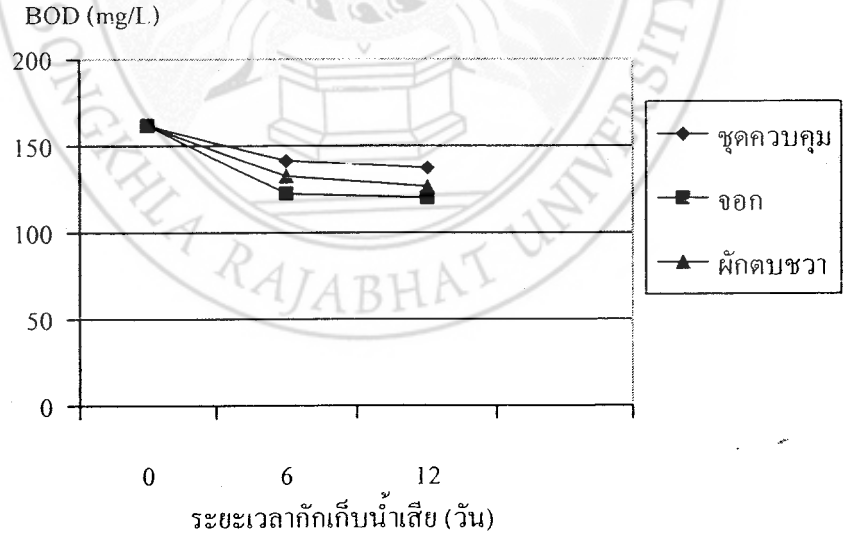
ภาพที่ 4.3 แสดงค่า TSS ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.5 Biochemical Oxygen Demand : BOD

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี(BOD) ก่อนบำบัด มีค่า BOD สูง หลังระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 วัน และ 12 วันดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.4 ค่า BOD ลดลง เนื่องจากลักษณะของแบบจำลองคล้ายกับบ่อผึ่ง โดยหลักการทำงานของบ่อผึ่งจะอาศัยธรรมชาติในการบำบัดน้ำเสีย คือใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆในน้ำเสียโดยวิธีย่อยสลายแบบใช้ O_2 เป็นหลักโดยมีแสงแดดและสาหร่ายเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณ O_2 (www.dit.dru.ac.th) กล่าวคือ แบคทีเรียจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลงและซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปเปลี่ยนเป็นพลังงาน โปรโตพลาสซึมและสารสุดท้าย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ฟอสเฟต จะแพร่ออกจากเซลล์กลับสู่แหล่งน้ำรอบๆ ต่อมาสาหร่ายก็จะใช้แสงแดดเป็นพลังงานและใช้แร่ธาตุที่ละลายน้ำ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นอาหารทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงส่งผลให้ได้ O_2 ซึ่งละลายน้ำได้เป็นการเพิ่ม O_2 ให้กับน้ำ (เทศบาลนครสงขลา, 2543) และการย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้ปริมาณ BOD ลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์ค่า BOD ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	Biochemical Oxygen Demand : BOD (mg/L)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	162	162	162
6	141.50	122.50	132.50
12	137.50	120	126.50



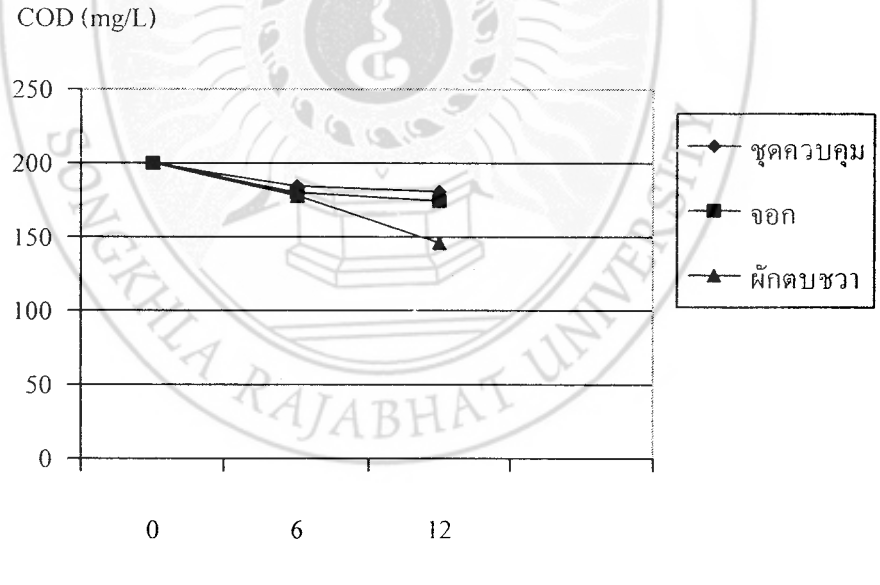
ภาพที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์ค่า BOD ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.6 Chemical Oxygen Demand : COD

ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) ในระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 วันและ 12 วันตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 พบว่าค่า COD ลดลงเล็กน้อยเนื่องจาก ค่า COD มีความสัมพันธ์กับค่า BOD โดยปกติแล้วค่า COD จะสูงกว่าค่า BOD ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และ H_2O โดยไม่ต้องอาศัย biological assimilability (กรรณิการ์ สิริสิงห์และกฤษณ์ เทียรฆประสิทธิ์ ,2521) เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ส่งผลให้ค่า BOD มีค่าลดลง ทำให้สารที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ต้องใช้ Oxidizing Agent ในการย่อยสลายสารที่เหลืออยู่ทำให้ค่า COD ลดลง

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า CODของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	Chemical Oxygen Demand : COD (mg/L)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	200	200	200
6	184.50	180.32	178
12	180.76	174.50	146



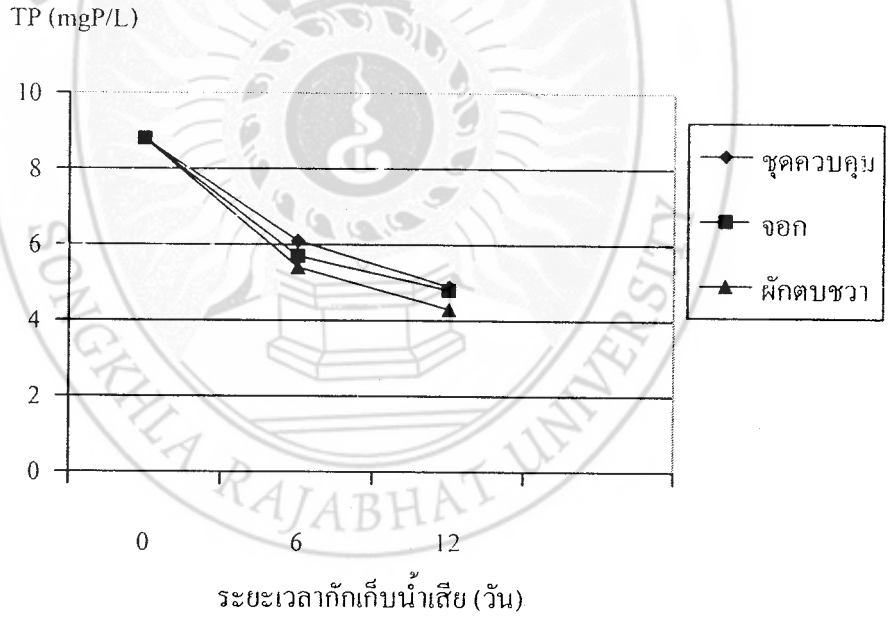
ภาพที่ 4.5 แสดงค่า COD ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.7 Total Phosphorus : TP

ค่าฟอสเฟตรวม (TP) ก่อนการบำบัดมีค่าสูง แต่เมื่อบำบัดโดยใช้ผักตบชวาและจอกโดยใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 วัน และ 12 วันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6 ค่าฟอสเฟตรวมมีค่าลดลงเนื่องจากฟอสเฟตมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ จอกและผักตบชวาจึงนำฟอสเฟตไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้การทดลองที่ใช้จอกและผักตบชวาค่าฟอสเฟตลดลง (ข้าวทิพย์ เจนธนกิจและคณะ, 2533)

ตารางที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์ค่า TP ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	Total phosphorus : TP (mgP/L)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	8.8	8.8	8.8
6	6.1	5.7	5.4
12	4.9	4.8	4.3



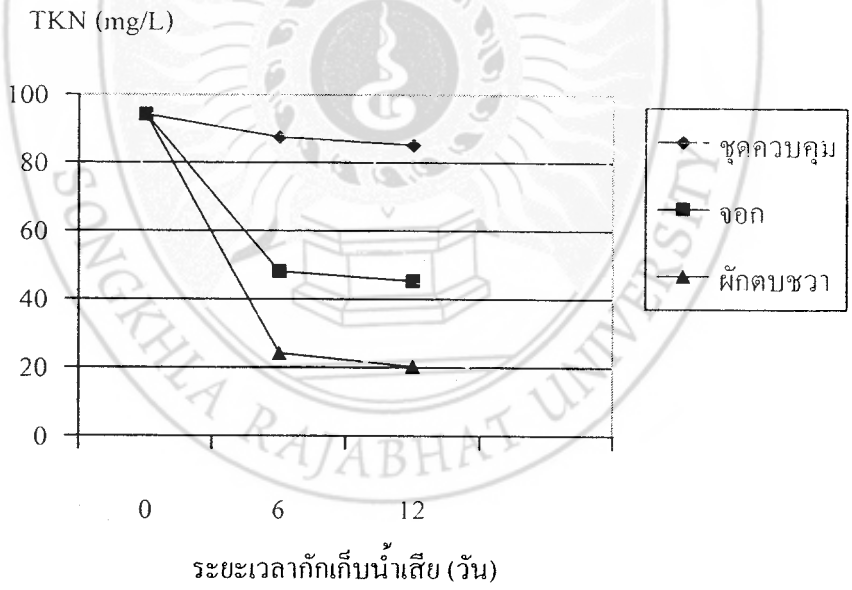
ภาพที่ 4.6 แสดงการวิเคราะห์ค่า TPของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

4.8 Total Kjeldahl Nitrogen : TKN

ค่าไนโตรเจนก่อนการบำบัดมีค่าเท่ากับ 94.10 mg/L ซึ่งไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่ค่าไนโตรเจนยังสูงอยู่ถ้าปล่อยสู่แหล่งน้ำจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่หลังการบำบัดระยะเวลา 6 วันและ 12 วันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.7 ค่าไนโตรเจนมีค่าลดลงเนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ (ข้าวทิพย์ เจนธนกิจและคณะ, 2533)และไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่างๆที่เป็นสารประกอบช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆในพืชให้ดำเนินไปอย่างปกติ ซึ่งจอกและผักตบชวาก็เป็นพืชน้ำที่มีความต้องการไนโตรเจนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชน้ำชนิดอื่น (มุกดา, 2544)

ตารางที่ 4.8 แสดงการวิเคราะห์ค่า TKN ของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (วัน)	Total Kjeldahl Nitrogen : TKN (mg/L)		
	ชุดควบคุม	จอก	ผักตบชวา
ก่อนบำบัด	94.10	94.10	94.10
6	87.50	48.05	24.10
12	85.20	45.30	20.20



ภาพที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์ค่า TKNของน้ำเสียที่ระยะเวลากักเก็บแตกต่างกัน

จากผลการทดลองตามพารามิเตอร์ต่างๆ ข้างต้น สามารถสรุปผลการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะเวลากักเก็บน้ำ 6 วัน และ 12 วัน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงคุณภาพน้ำหลังระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 6 วันและ 12 วัน ตามพารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์					
		ชุดควบคุม		จอก		ผักตบชวา	
		6 วัน	12 วัน	6 วัน	12 วัน	6 วัน	12 วัน
อุณหภูมิ	^{0}C	26.70	27.5	26.90	27.9	26.70	27.8
pH	-	8.13	7.69	7.81	7.64	7.94	7.68
TSS	mg/L	28	24.5	24	21.5	17.50	14.0
COD	mg/L	184.50	180.76	180.32	174.5	178	146.0
TP	mgP/L	6.10	4.9	5.65	4.8	5.35	4.3
TKN	mg/L	87.50	85.2	48.05	45.3	24.10	20.2
BOD	mg/L	141.50	137.5	122.50	120.0	132.50	126.5

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าน้ำที่ผ่านการกักเก็บแล้ว 6 วันและ 12 วัน พืชที่ใช้ในการทดลองสามารถบำบัดน้ำให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆลดลง โดยเฉพาะค่าฟอสฟอรัสรวม(TP)และค่าไนโตรเจน(TKN) ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นดีขึ้น