บทที่ 5
ผลการทดลอง และ วิจารณ์

5.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาเลือกน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 2 แหล่งคือ น้ำล้างแป้งถั่วเขียว และน้ำล้างวุ้นเส้น เนื่องจากน้ำเสียทั้งสองแหล่งมีปริมาณโปรตีนเจือปนสูง

5.1.1 ลักษณะสมบัติของน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

ลักษณะสมบัติทางกายภาพของน้ำล้างแป้งถั่วเขียวจะมีสีเหลืองอมเขียวข้น มีกลิ่นฉุน มีค่าพีเอชค่อนข้างเป็นกลาง(เฉลี่ย 6.03) มีความสกปรกในรูปซีโอดีสูงมากเฉลี่ยเท่ากับ 89,369 มก./ล. และค่าของแข็งทั้งหมดสูงถึง 100,389 มก./ล.ซึ่งของแข็งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ โดยพิจารณาจากค่าของแข็งระเหยมีค่าร้อยละ 87.97 ของค่าของแข็งทั้งหมดซึ่งรายละเอียด ลักษณะสมบัติของน้ำล้างแป้งถั่วเขียวดิบ แสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะสมบัติของน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

ลำดับที่	พีเอช	ซีโอดี (มก./ล)	ทีเคเอ็น (มก./ล)	ของแข็งทั้งหมด (มก./ล)	ของแข็งคงตัว (มก./ล)	ของแข็งระเหย (มก./ล.)
1	5.93	86016	7756	163201	13890	149311
2	5.88	90720	7643	155210	8480	146730
3	6.33	69888	7823	113570	9910	103660
4	6.14	71342	7756	107800	9860	97940
5	6.07	96768	7969	117120	25766	91354
6	6.24	110034	7809	108374	24018	84356
7	6.17	104832	7495	87763	9173	78590
8	5.97	78720	7353	86740	9060	77680
9	5.88	83968	8146	65160	8580	56580
10	5.77	96322	8019	63640	8920	54720
11	-	94452	6448	68522	8741	59781
12	-	-	6244	67579	8432	59147
เฉลี่ย	6.03	89369	7538	100389	12069	88320
ค่าเบี่ยงเบน	0.17	12,266.7	573.4	32,342.3	5,915.7	30,949.1

5.1.2 ลักษณะสมบัติของน้ำล้างวุ้นเส้น

ลักษณะสมบัติทางกายภาพของน้ำล้างวุ้นเส้น จะมีสีเหลืองใสกว่าน้ำล้างแป้งถั่วเขียว มีกลิ่นฉุน มีค่าพีเอชค่อนข้างเป็นกรด(เฉลี่ย 5.83) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ค่อนข้างสูงโดยมีค่าซีโอดีเฉลี่ย 25,252 มก./ล. ปริมาณโปรตีนในน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 840 มก./ล. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียจากการล้างแป้งถั่วเขียวพบว่ามีความสกปรกในรูปซีโอดีและปริมาณโปรตีนต่ำกว่า 2.5 และ 9เท่าตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำล้างวุ้นเส้นมีค่าสูงเฉลี่ย 29272 มก./ล. ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ โดยพิจารณาจากค่าของแข็งระเหยมีค่าร้อยละ 75.26 ของค่าของแข็งทั้งหมดซึ่งลักษณะสมบัติของน้ำล้างวุ้นเส้น แสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงลักษณะสมบัติของน้ำล้างวุ้นเส้น

ลำดับที่	พีเอช	ซีโอดี (มก./ล.)	ทีเคเอ็น (มก./ล.)	ของแข็งทั้งหมด (มก./ล.)	ของแข็งคงตัว (มก./ล.)	ของแข็งระเหยได้ (มก./ล.)
1	5.89	26400	967	26420	5300	21120
2	5.81	26880	907	28960	5750	23210
3	5.74	24120	851	26420	5890	20530
4	6.11	22320	364	30600	5110	25490
5	5.98	32400	1101	31570	5130	26440
6	5.71	24480	970	31460	6360	25100
7	5.73	29520	968	32286	6050	24236
8	5.64	18816	756	29510	6370	23140
9	5.93	23368	749	38838	8680	30158
10	-	22768	834	38309	8203	17217
11	-	27552	818	25180	7963	17217
12	-	26568	794	23680	6456	17224
13	-	23088	-	22789	4640	18149
14	-	-	-	23798	4569	19229
เฉลี่ย	5.83	25252	840	29272	6177	22032
ค่าเบี่ยงเบน	0.14	3,358.0	174.8	4,858.8	1,251.8	3,871.2

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นและซีโอดีในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

จากการทดลองตกตะกอนโปรตีนจากน้ำเสียโดยใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ที่ความเข้มข้น 0,20,40,60,80,100,150,200,250,300,350 และ 400 มก./ล.ตามลำดับ กับการปรับเปลี่ยนค่าพีเอช 6 ค่าคือ 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 ตามลำดับด้วยวิธีจาร์เทสต์ แล้วปล่อยทิ้งให้ตกตะกอนแล้วนำน้ำส่วนบนมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 5 ค่าได้แก่ ซีโอดี,ทีเคเอ็น,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัว และ ของแข็งระเหยได้ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนรวมทั้งการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียว เพื่อการตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย ดังมีผลการทดลองดังต่อไปนี้คือ

5.2.1 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย

จากการทดลองตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสียโดยการวิเคราะห์ค่าทีเคเอ็นก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่าแนวโน้มของประสิทธิภาพการตกตะกอนจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงสุดที่พีเอช 4.5 โดยที่พีเอชเท่ากับ 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ 5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็นซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนที่พีเอชต่างๆ

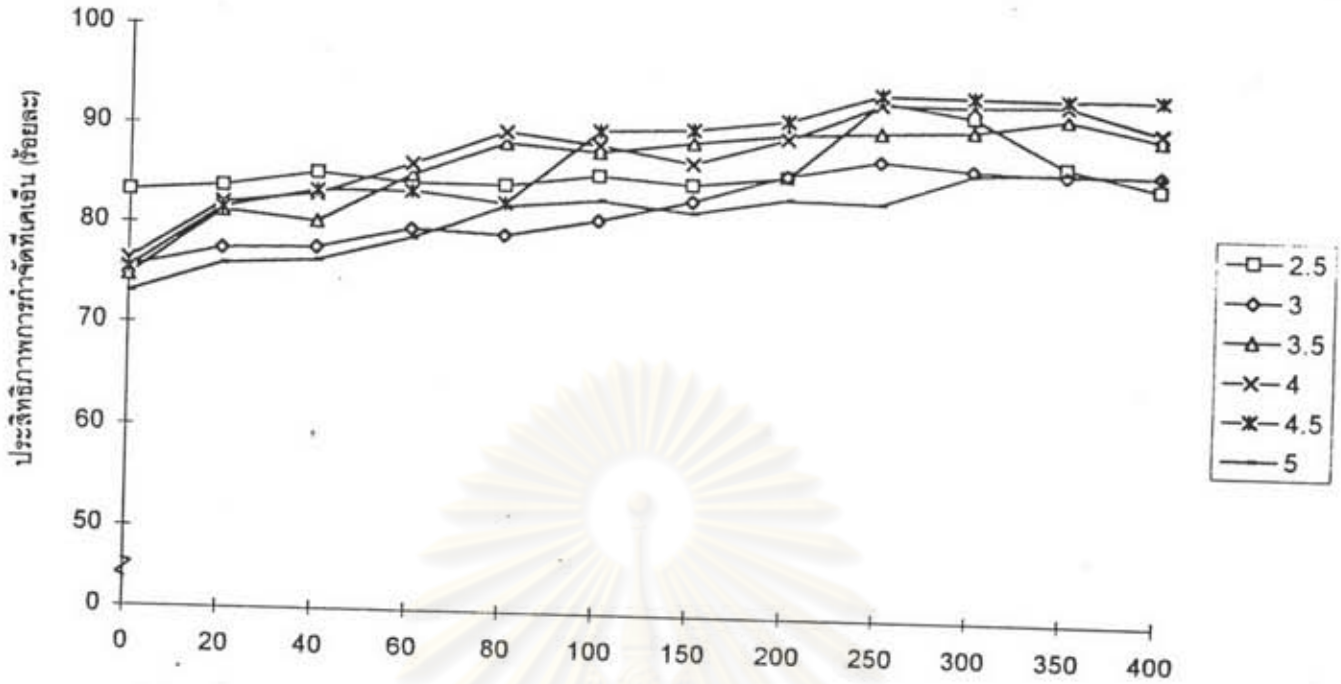
ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	83.2	83.8	85.3	84.4	84.4	85.6	84.9	85.9	93.7	92.4	87.6	85.6
3.0	75.5	77.5	77.8	79.8	79.4	81.1	83.3	86.1	87.8	87.1	86.8	87.0
3.5	74.7	81.3	80.4	85.3	88.7	88.0	89.2	90.2	90.6	91.0	92.4	90.6
4.0	76.3	82.1	83.1	86.4	89.8	88.7	87.1	89.8	93.5	93.5	93.8	91.3
4.5	75.4	81.6	83.5	83.6	82.6	90.1	90.5	91.6	94.5	94.4	94.4	94.6
5.0	73.0	76.0	76.5	78.9	82.3	83.1	82.1	83.7	83.5	86.6	87.0	86.9

โดยพบว่าประสิทธิภาพในการตกตะกอนโปรตีนจะเพิ่มมากในช่วงแรกของการเพิ่มความเข้มข้นของไคโตแซนระหว่าง 0 ถึง 250 มก./ล.จากนั้นประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนจะเพิ่มขึ้นช้าลง ซึ่งเมื่อพิจารณาแยกในแต่ละพีเอช พบว่าที่พีเอช 2.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับ

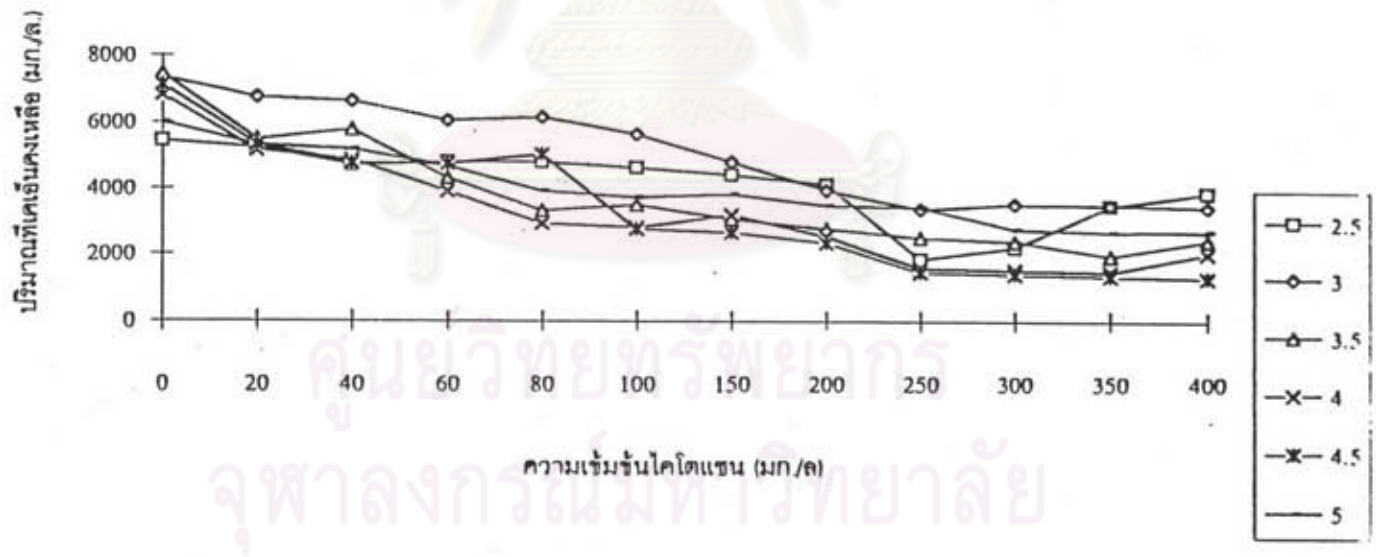
ร้อยละ 93.7 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 250 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1850 มก./ล. ที่พีเอช 3.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 87.8 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 250 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 3376 มก./ล ที่พีเอช 3.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 92.4 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 350 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1960 มก./ล. ที่พีเอช 4.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 93.8 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น350 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1467 มก./ล. ที่พีเอช 4.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 94.6 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 400 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 1462 มก./ล. ที่พีเอช 5.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 87.0 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 350 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 2699 มก./ล. ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 5.1 และ 5.2

จากการวิเคราะห์น้ำหลังการตกตะกอนในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวที่พีเอช 4.5 ซึ่งเป็นพีเอชที่มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนโปรตีนได้ดีที่สุดจะยังคงมีทีเคเอ็นเหลืออยู่ในช่วง 1,294-7,136 มก./ล. ที่ความเข้มข้นไคโตแซนระหว่าง 0-400 มก./ล. ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการตกตะกอน เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็นของน้ำส่วนบนดีกว่าพีเอชอื่นในเกือบทุกค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ โดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดไนโตรเจนถึงร้อยละ 94.6 ที่ระดับความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ 400 มก./ล. ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และ 5.4

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช 4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนโตรเจน(TKN) อยู่ในช่วงร้อยละ 74.0 ถึง86.8 ดังรูปที่ 5.5 และ 5.6 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมฟอสเฟตขึ้นจาก 20 เป็น 40 และ 60 มก./ล.จะทำให้ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนลดลง

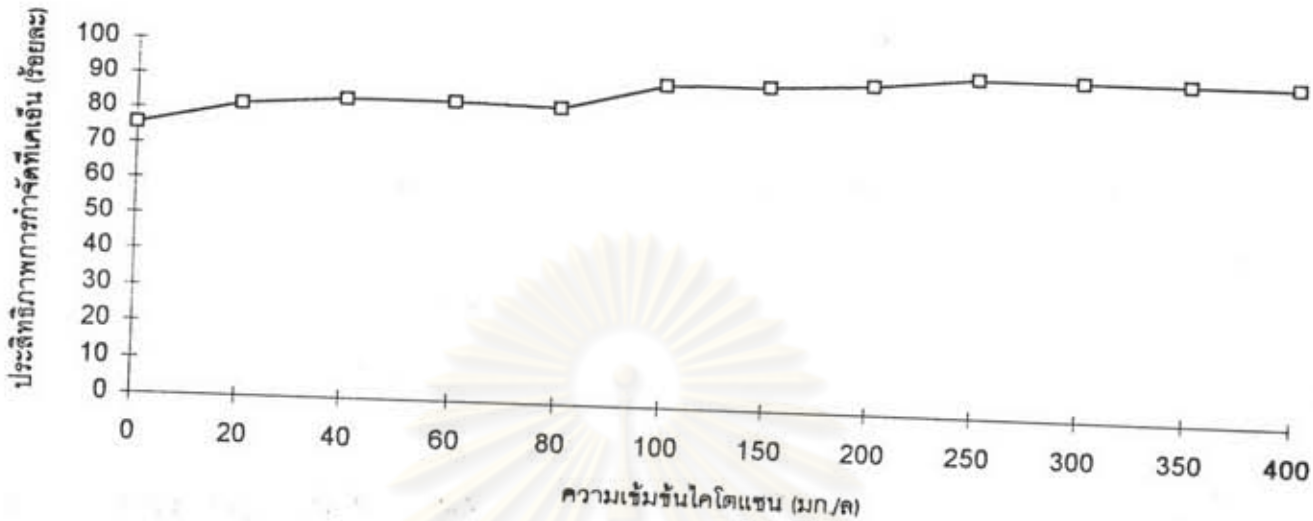


รูปที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่พีเอชต่างๆ

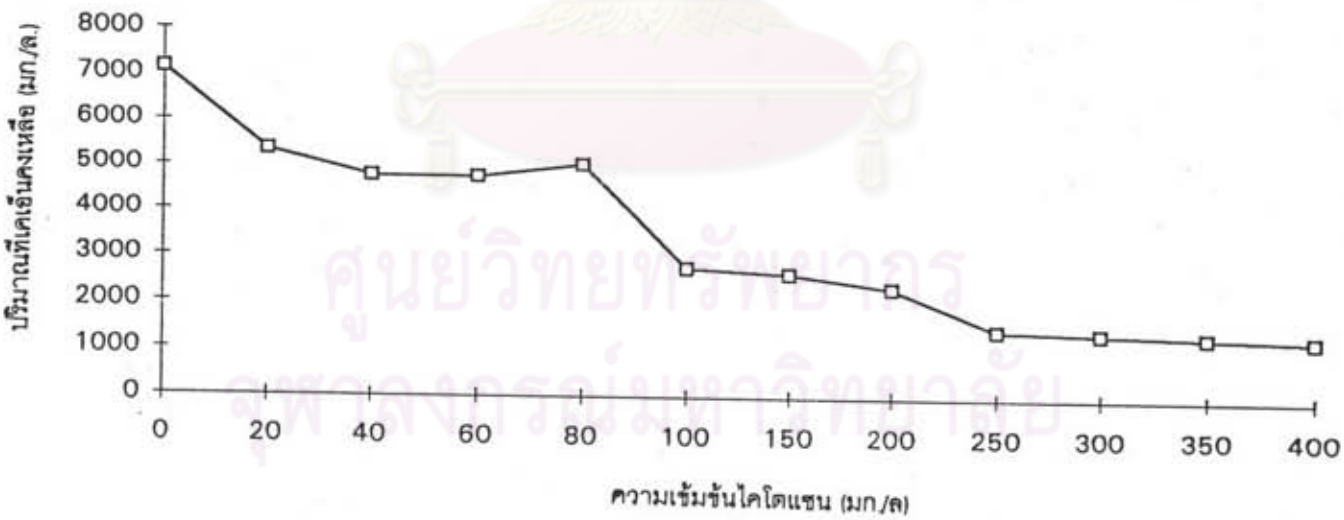


รูปที่ 5.2 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือที่พีเอชต่างๆ

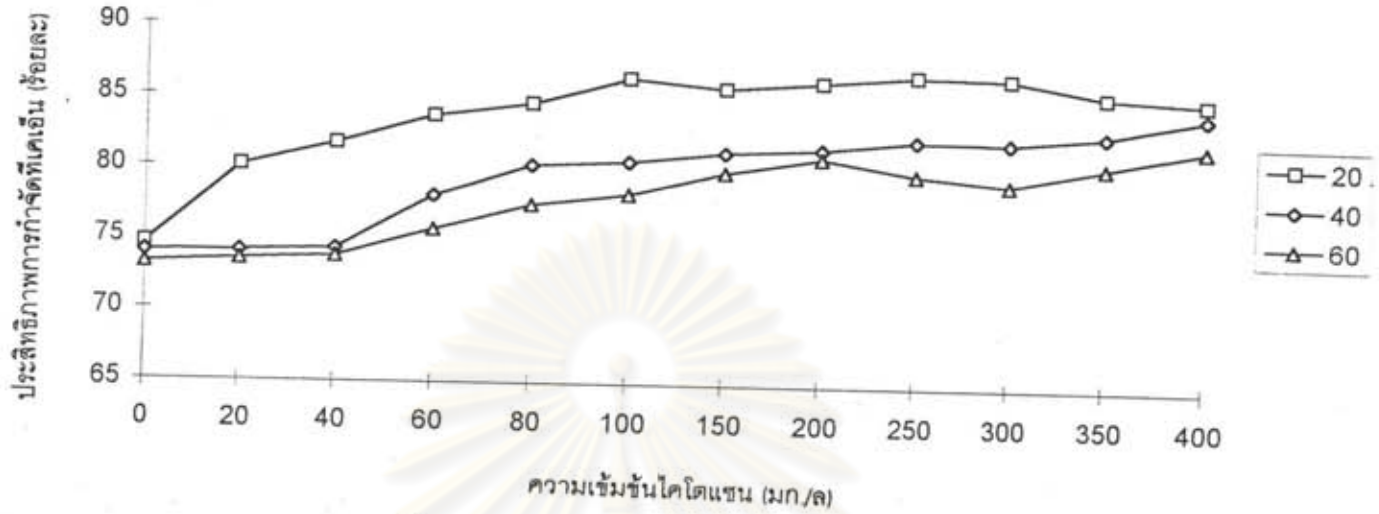
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



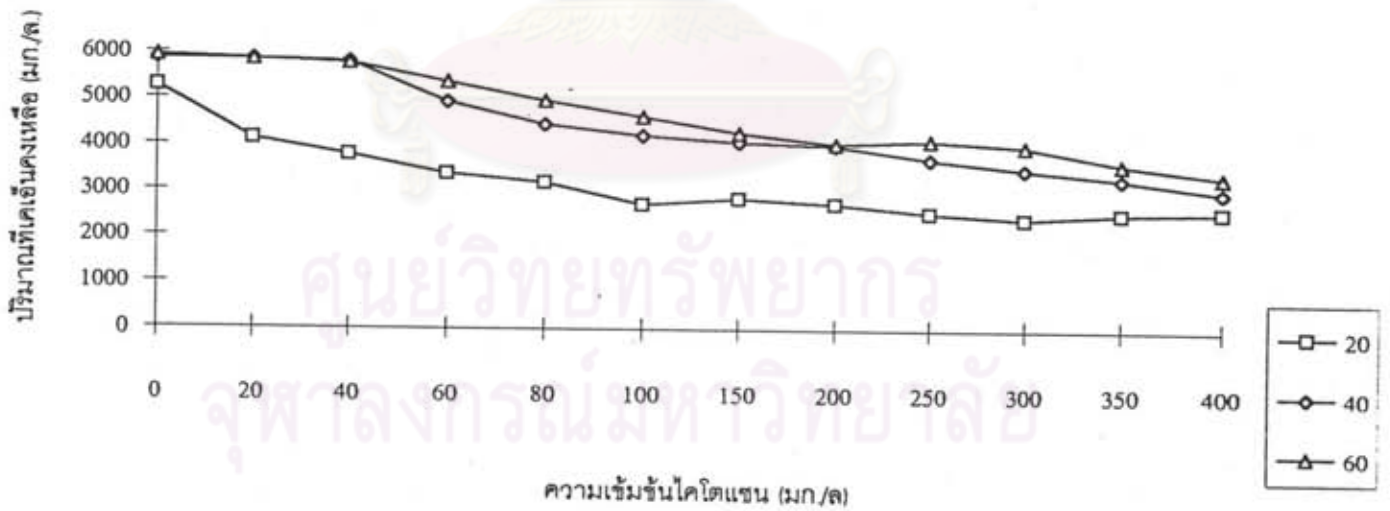
รูปที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.4 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.5 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ร่วมกับไคโตแซนที่ พีเอช 4.5



รูปที่ 5.6 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในน้ำเสีย (COD)

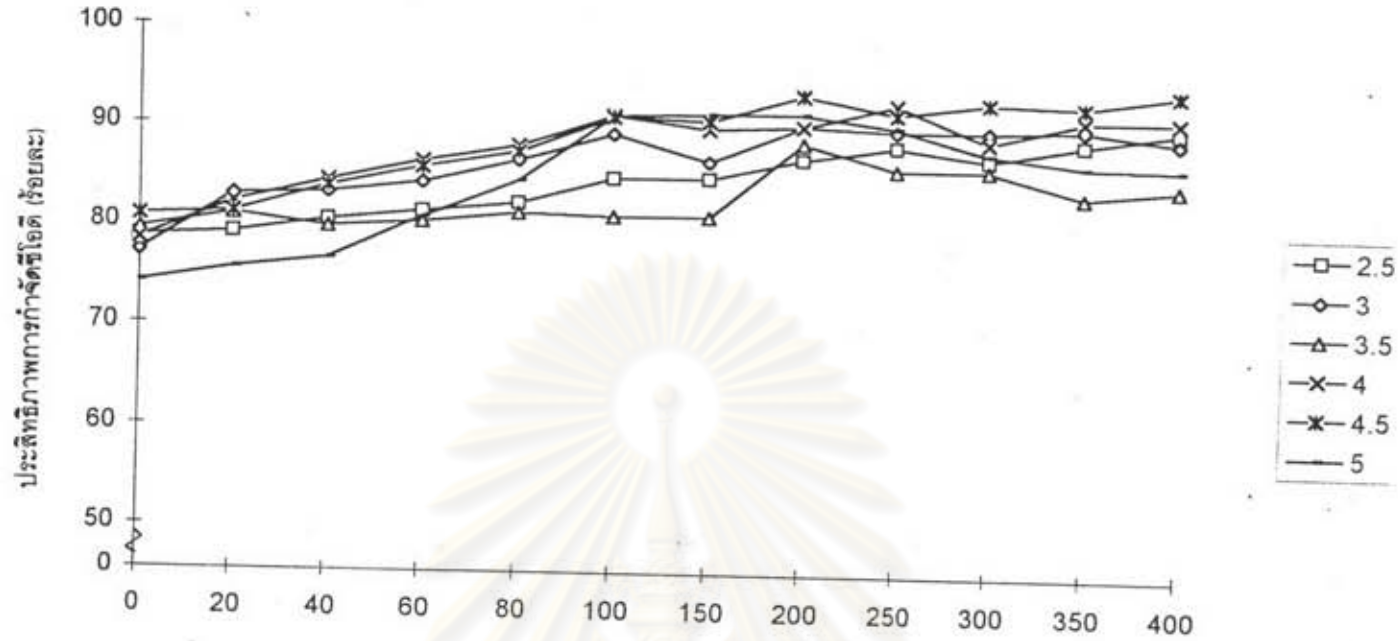
จากการทดลองตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างแป้งถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ค่าซีโอดีก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีซึ่งวัดได้จากค่าซีโอดีจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดีที่พีเอชต่างๆ

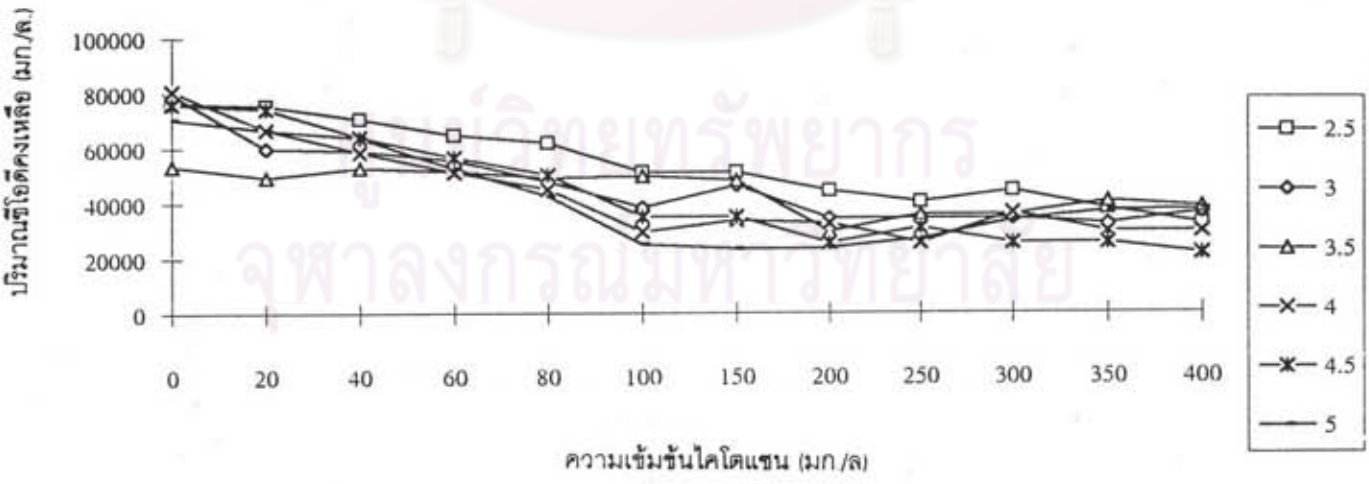
ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	78.6	79.0	80.3	81.2	82.0	84.5	84.5	86.5	87.8	86.5	88.1	89.5
3.0	77.1	82.8	83.1	84.1	86.3	89.0	86.2	89.8	89.4	89.4	89.6	88.4
3.5	79.4	80.9	79.6	80.1	81.0	80.7	80.7	88.1	85.5	85.5	82.9	83.8
4.0	78.3	82.1	84.3	86.2	87.8	90.8	89.5	89.8	92.0	88.3	90.5	90.5
4.5	80.7	81.1	83.7	85.6	87.2	90.7	90.3	92.9	91.1	92.2	91.9	93.2
5.0	74.0	75.5	76.5	80.6	84.3	90.8	91.0	91.0	89.7	87.1	85.9	85.7

โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.7 ส่วนรูปที่ 5.8 แสดงค่าซีโอดีคงเหลือหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆแล้ว

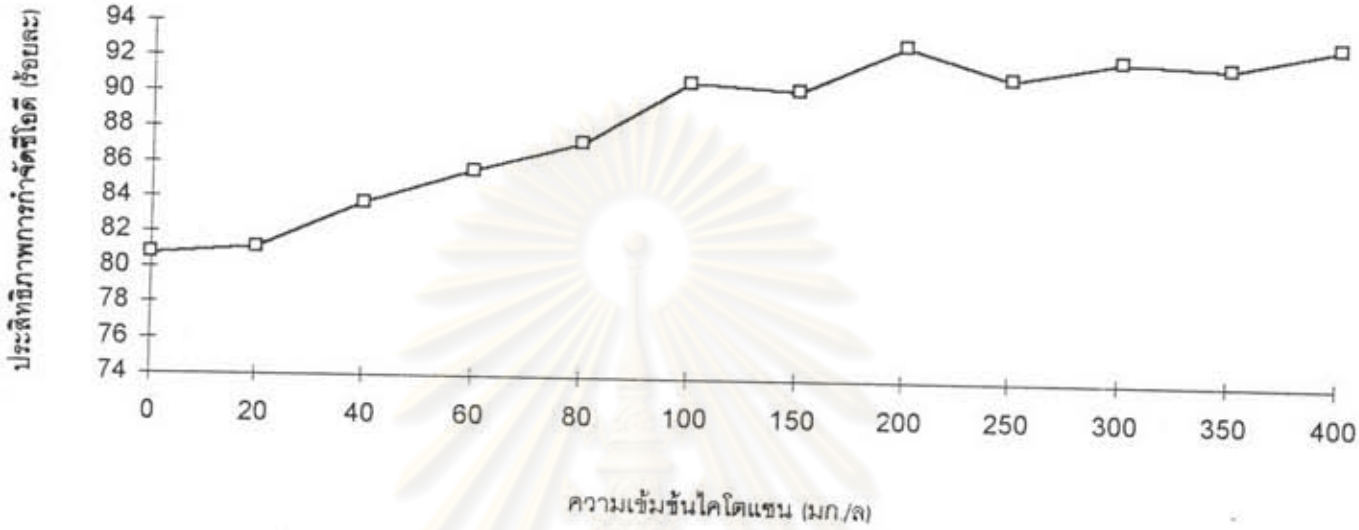
โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดซีโอดี เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดซีโอดีของน้ำส่วนบนที่ความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ 200 มก./ล.ก็สามารถกำจัดซีโอดีได้ถึง 92.9 % โดยเฉพาะที่พีเอช 4.5 เมื่อเพิ่มปริมาณไคโตแซนนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดเพิ่มขึ้นถึง 93.2% เมื่อใช้ไคโตแซนประมาณ 400 มก./ล. ดังแสดงในรูปที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี และรูปที่ 5.10 แสดงค่าซีโอดี(COD) คงเหลือที่พีเอช 4.5 ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช 4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารอินทรีย์(COD) อยู่ในช่วงร้อยละ78.5 ถึง91.9 ดังรูปที่ 5.11 และ 5.12



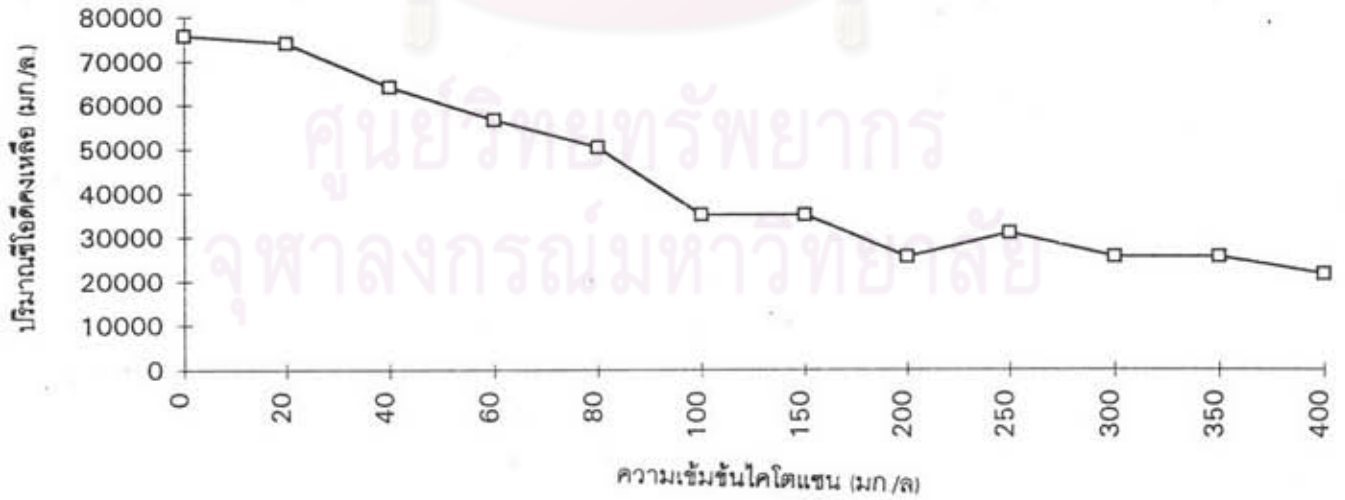
รูปที่ 5.7 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว
ที่พีเอชต่างๆ



รูปที่ 5.8 แสดงปริมาณซีโอดีคงเหลือที่พีเอชต่างๆ

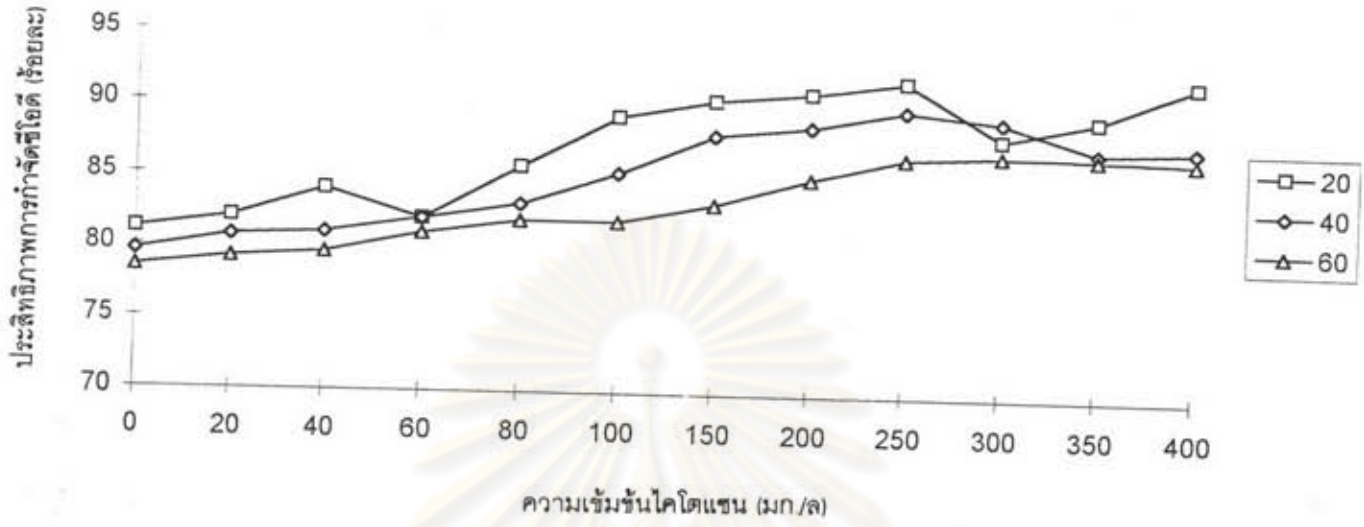


รูปที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอช 4.5

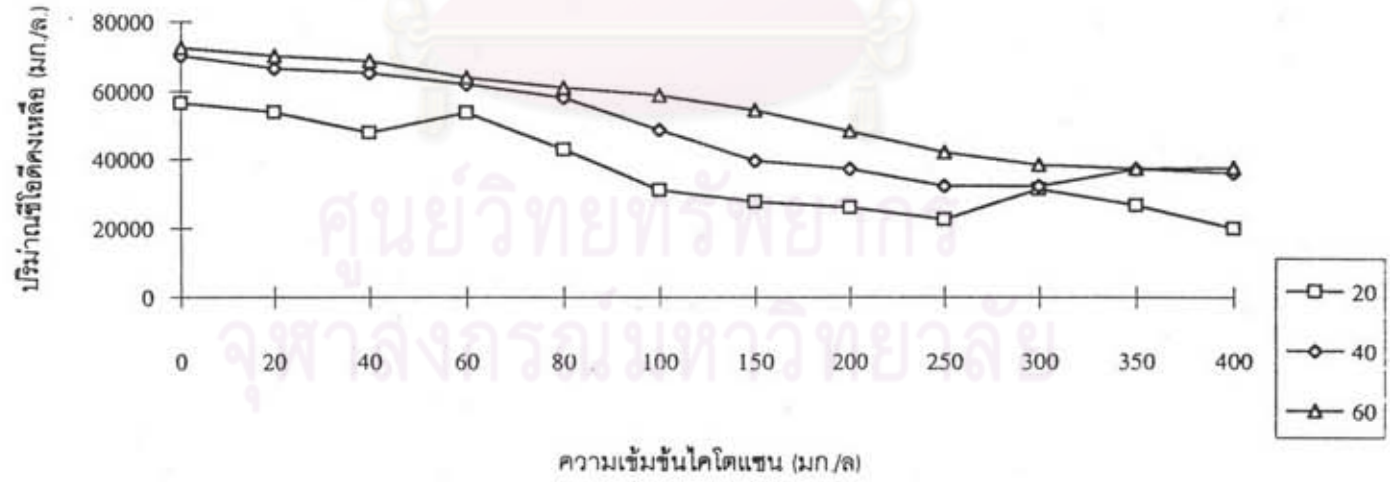


รูปที่ 5.10 แสดงซีโอดีคงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี โดยการเติม
แคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.12 แสดงปริมาณซีโอดีที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต
ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งทั้งหมด (TS)

ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างแป้งถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่าแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ 5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งทั้งหมดดังแสดงได้ตามตารางที่ 5.5

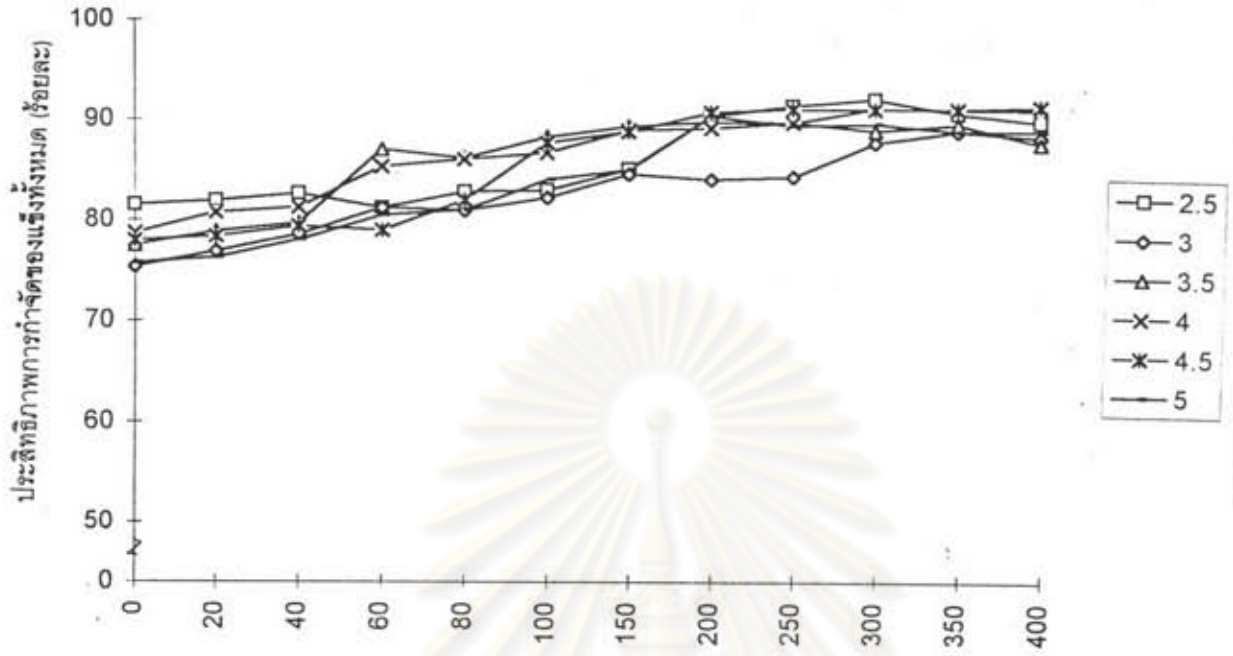
ตารางที่ 5.5 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	81.5	81.9	82.6	81.1	82.7	82.8	84.9	90.1	91.1	91.7	90.3	89.4
3.0	75.3	76.8	78.5	81.1	80.8	82.1	84.4	83.8	84.1	87.4	88.5	87.9
3.5	77.4	78.8	79.6	86.9	86.0	88.1	89.1	89.5	89.4	88.6	89.2	87.3
4.0	78.7	80.7	81.2	85.2	85.9	86.5	88.7	88.9	89.4	90.8	90.7	90.6
4.5	77.9	78.3	79.3	78.9	81.9	87.5	88.6	90.5	90.8	90.7	90.6	91.0
5.0	75.7	76.2	77.9	80.4	80.9	83.9	84.8	90.1	89.1	89.3	88.5	88.5

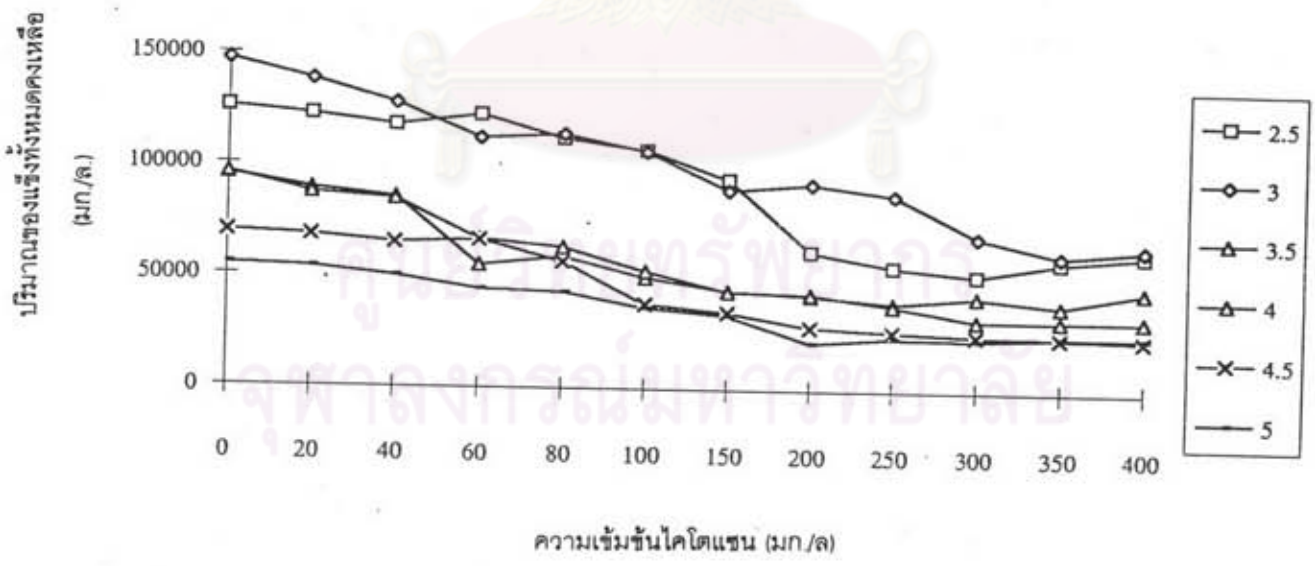
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งทั้งหมดในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.13 ส่วนรูปที่ 5.14 แสดงค่าของแข็งคงเหลือทั้งหมดหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆแล้ว

โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดของแข็งทั้งหมด เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดของแข็งทั้งหมดของน้ำส่วนบนได้ดีกว่าพีเอชอื่น โดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งทั้งหมดถึงร้อยละ 91.0 ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ 400 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.15 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด และรูปที่ 5.16 แสดงค่าปริมาณของแข็งคงเหลือทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

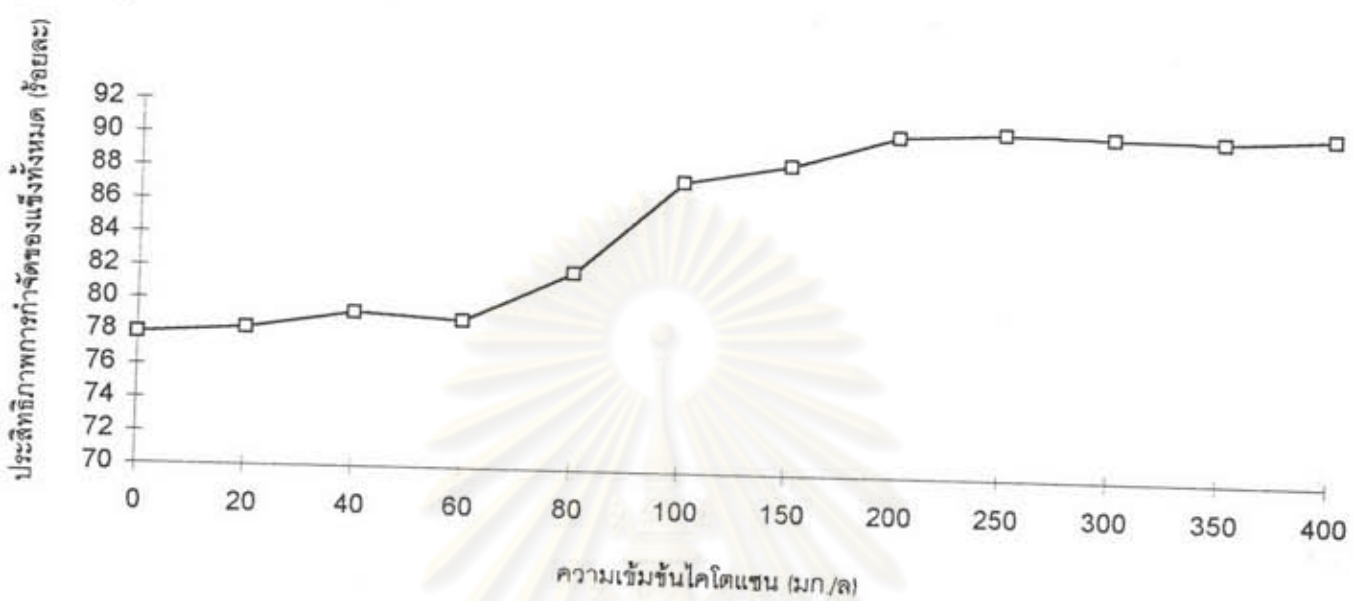
ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล. ที่พีเอช 4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งทั้งหมด(TS) อยู่ในช่วงร้อยละ 75.1 ถึง88.1 ดังรูปที่ 5.17 และ 5.18



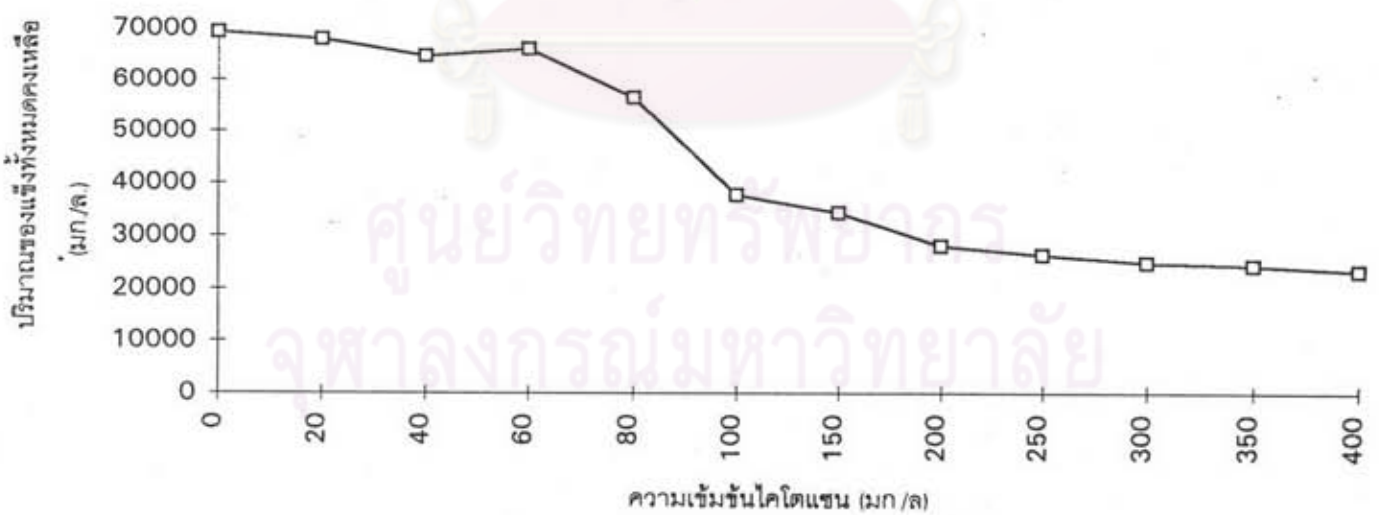
รูปที่ 5.13 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS)ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอชต่างๆ



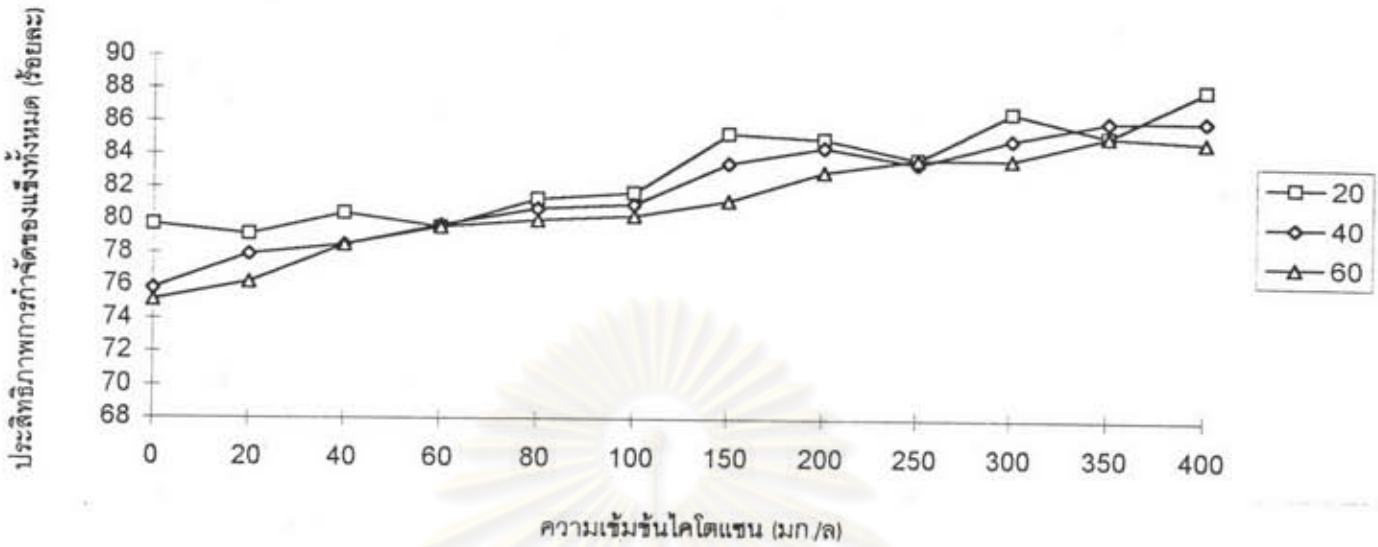
รูปที่ 5.14 แสดงปริมาณของแข็งคงเหลือที่พีเอชต่างๆ



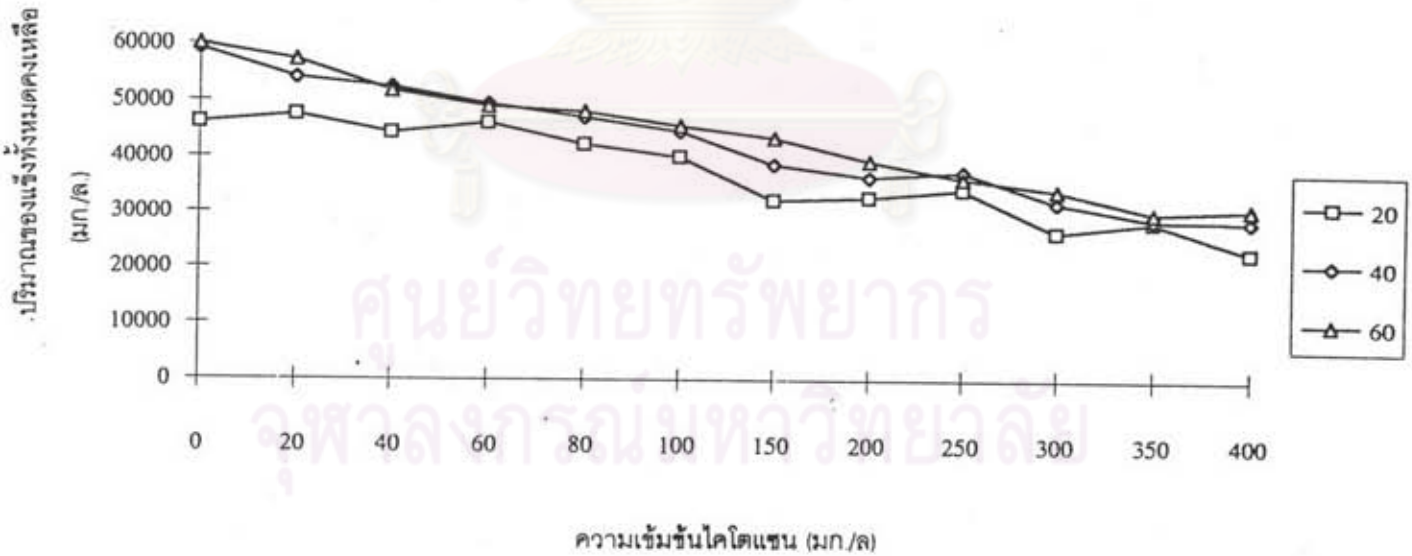
รูปที่ 5.15 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS) ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.16 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมด(TS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.17 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด (TS) โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.18 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด (TFS)

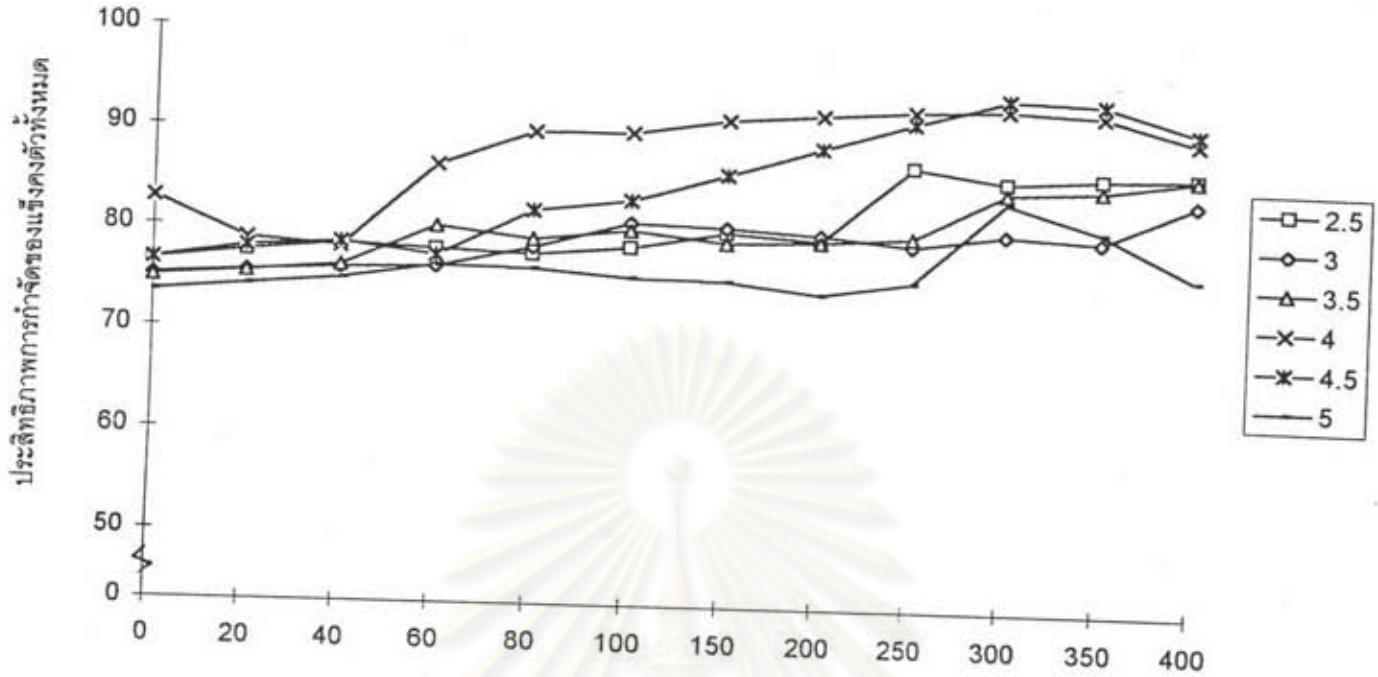
ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างแป้งถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งคงตัวทั้งหมด ก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดแสดงได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	76.5	77.6	78.5	78.1	77.8	78.7	80.4	79.8	87.3	86.0	86.6	86.9
3.0	75.0	75.6	76.1	76.4	78.5	81.1	80.9	80.4	79.5	80.8	80.4	84.3
3.5	74.8	75.5	76.3	80.4	79.3	80.4	79.4	79.7	80.3	84.9	85.4	86.8
4.0	82.7	78.8	78.2	86.5	90.0	90.1	91.6	92.3	92.9	93.3	92.9	90.4
4.5	76.6	78.0	78.6	77.5	82.1	83.3	86.1	89.0	91.7	94.3	94.1	91.4
5.0	73.4	76.5	78.3	81.0	81.5	85.2	86.2	92.5	91.1	90.1	89.6	90.2

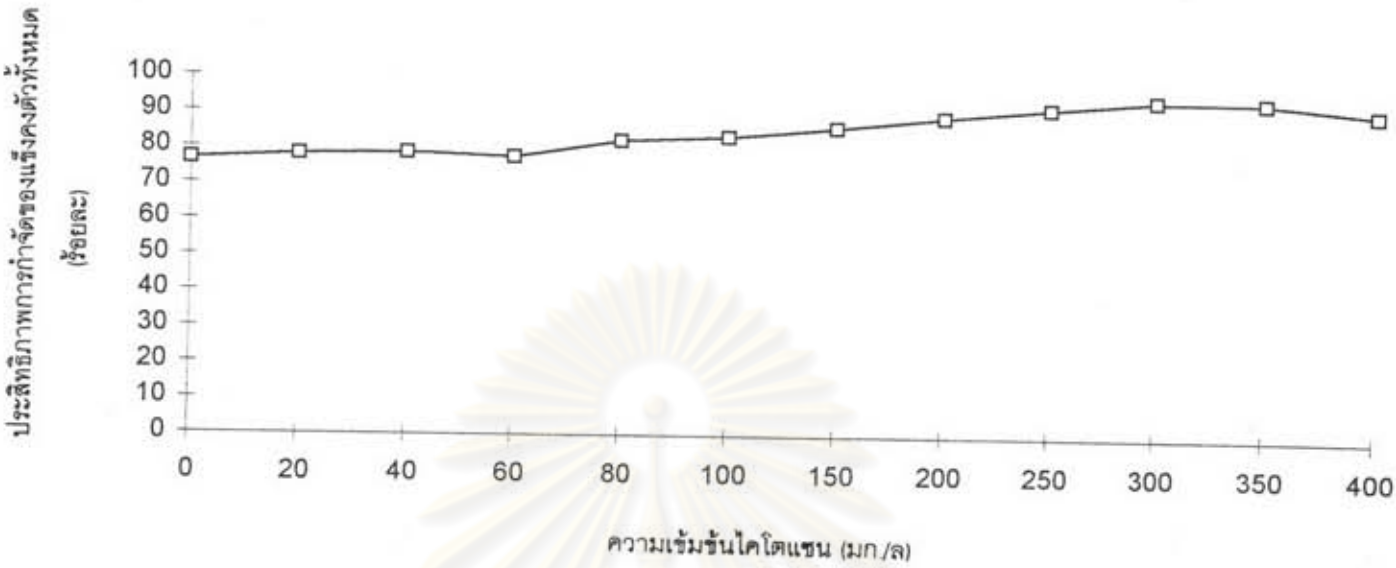
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.19 ส่วนรูปที่ 5.20 แสดงค่าของแข็งคงตัวคงเหลือทั้งหมดหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆ แล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

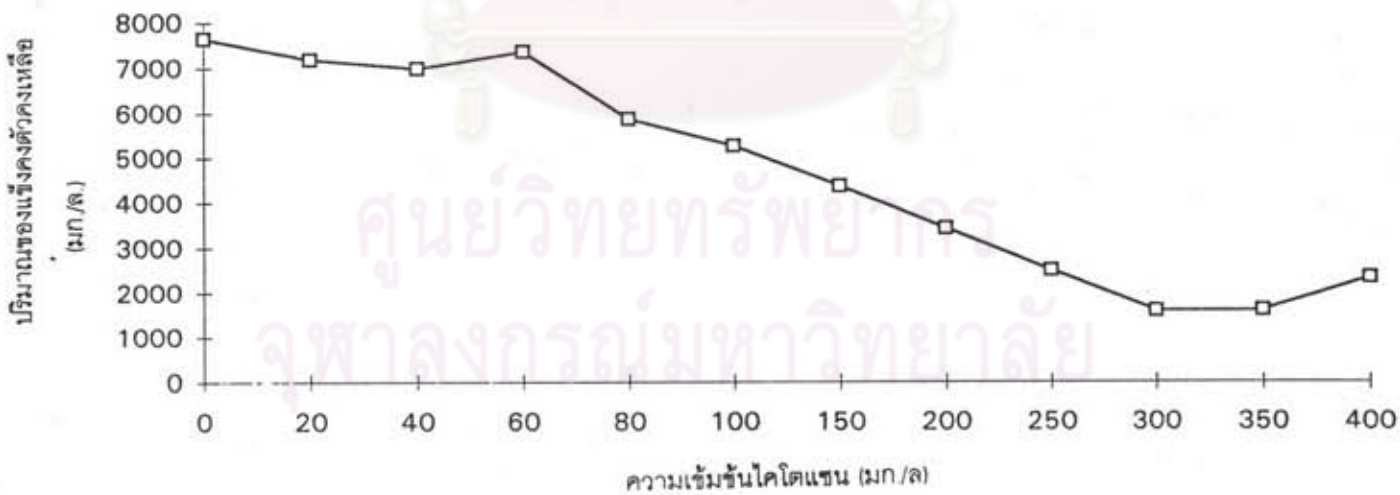


รูปที่ 5.19 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS)ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอชต่างๆ

รูปที่ 5.20 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวคงเหลือที่พีเอชต่างๆ

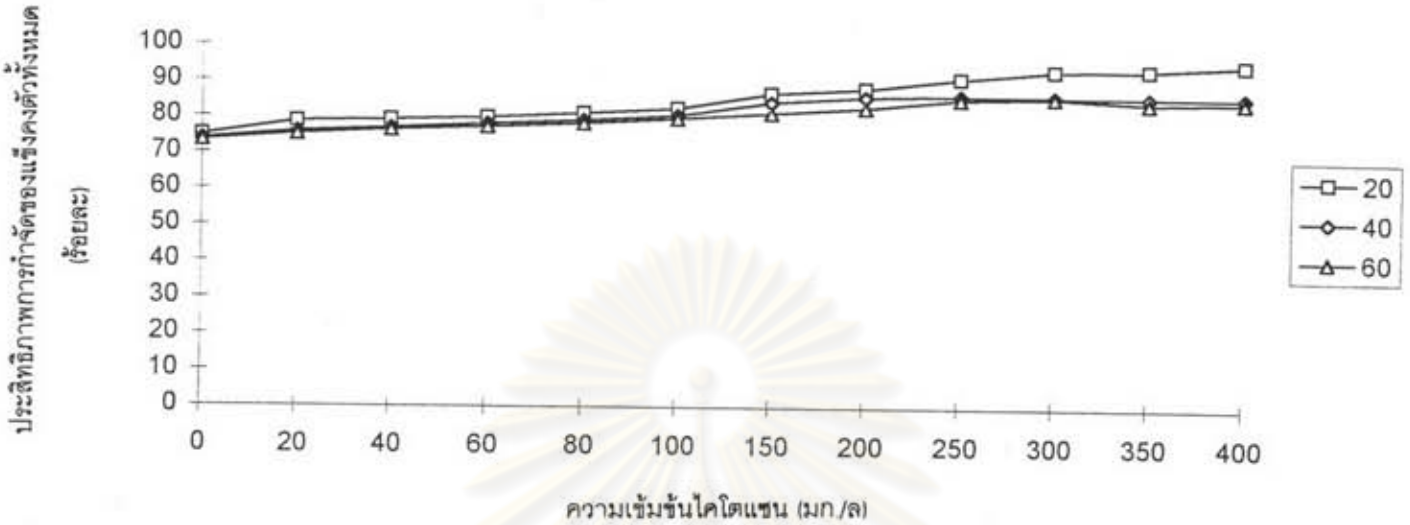


รูปที่ 5.21 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอช 4.5

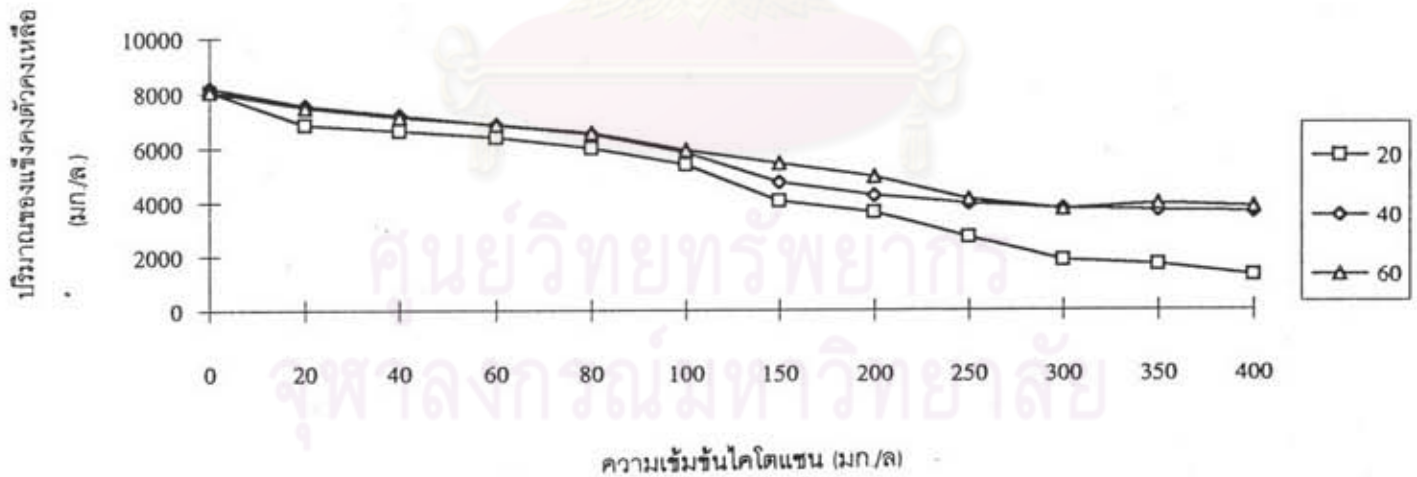


รูปที่ 5.22 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่5.23 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.24 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดเนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดของน้ำส่วนบนได้ดีกว่าพีเอชอื่น โดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดถึงร้อยละ 94.3 ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ 300 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.21 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด และรูปที่ 5.22 แสดงค่าปริมาณของแข็งคงเหลือทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

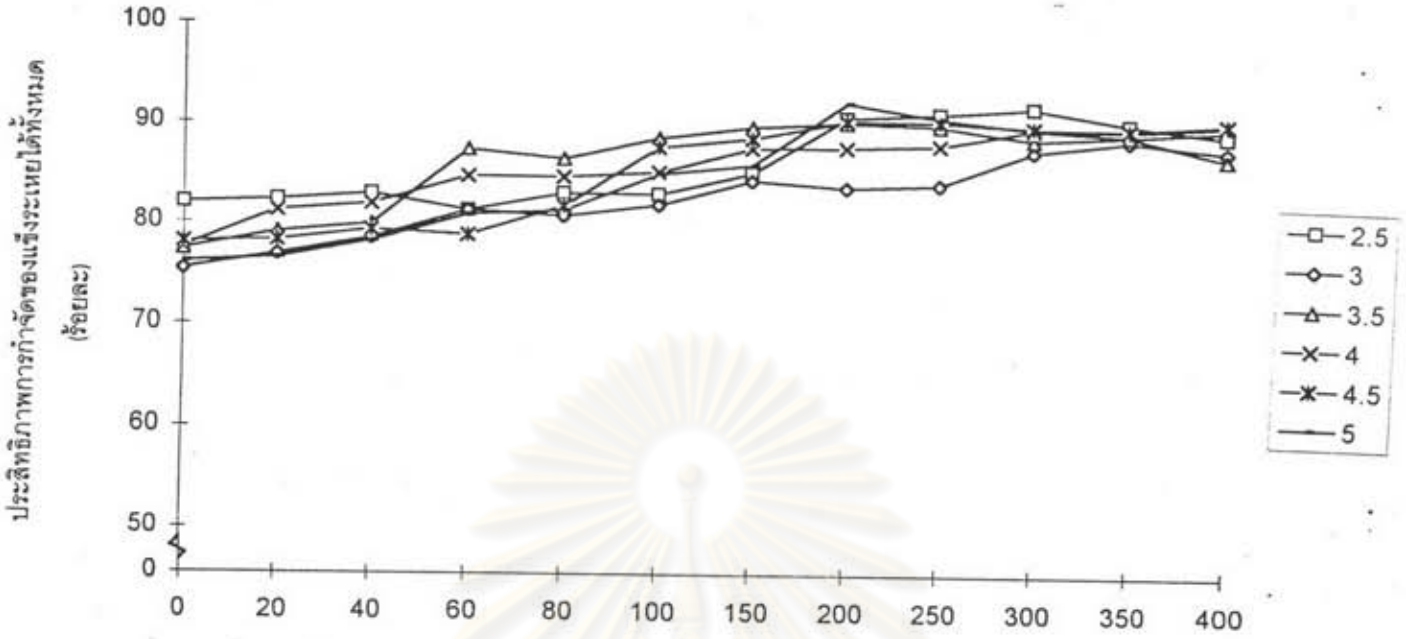
ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) อยู่ในช่วงร้อยละ73.3-95.2 ดังรูปที่ 5.23 และ 5.24

5.2.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (TVS)

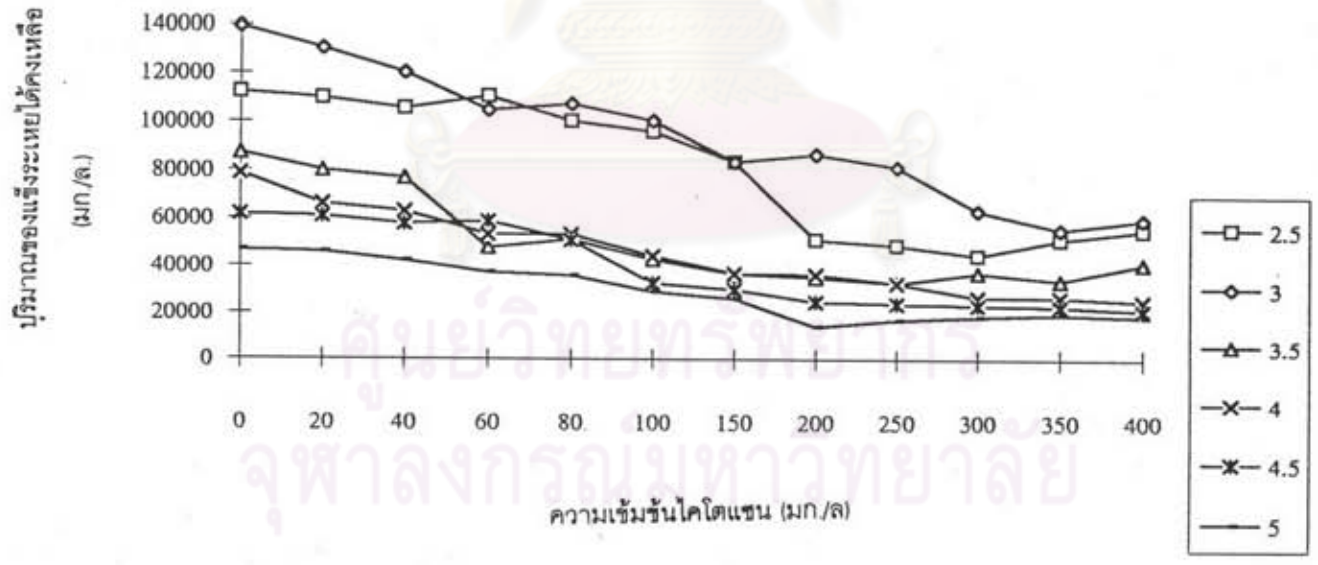
ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างแป้งถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	81.9	82.3	83.0	81.4	83.2	83.2	85.4	91.0	91.5	92.2	90.7	89.6
3.0	75.3	76.9	78.6	81.4	80.9	82.1	84.6	84.0	84.4	87.8	89.0	88.1
3.5	77.3	79.1	80.0	87.5	86.6	88.8	90.0	90.5	90.3	89.0	89.6	87.3
4.0	77.5	81.2	82.0	84.8	84.8	85.4	87.9	88.0	88.3	90.1	90.1	90.7
4.5	78.0	78.3	79.4	79.0	81.9	87.9	88.9	90.7	90.7	90.3	90.2	90.9
5.0	76.0	76.5	78.3	81.0	81.5	85.2	86.2	92.5	91.1	90.1	89.6	90.2

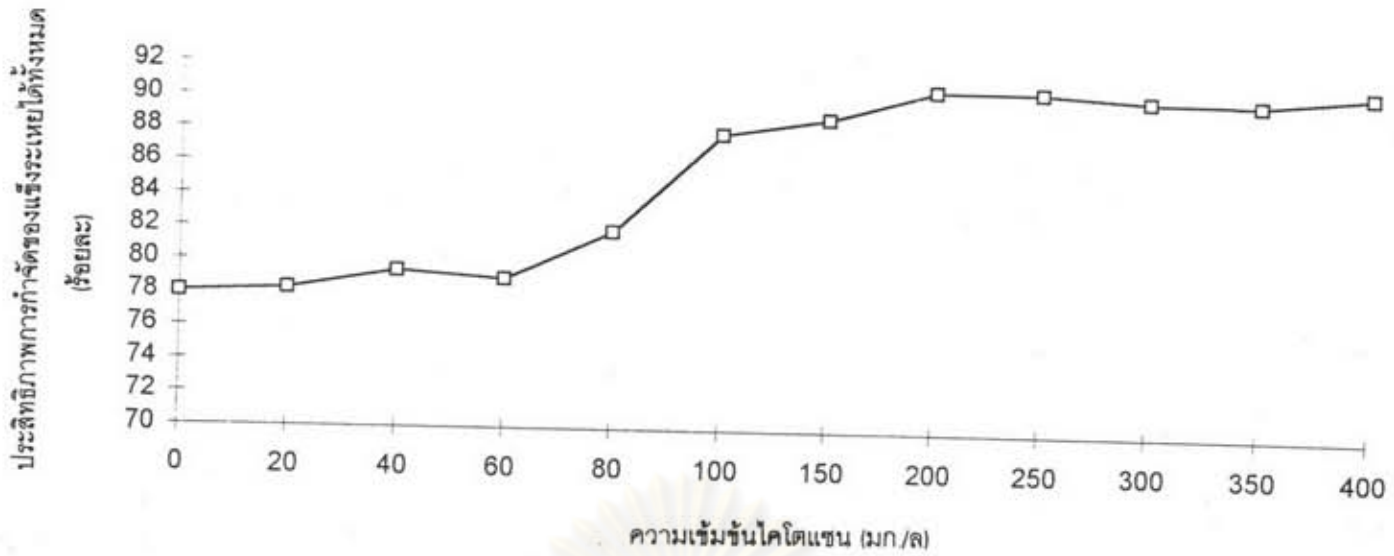


รูปที่ 5.25 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS)ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอชต่างๆ

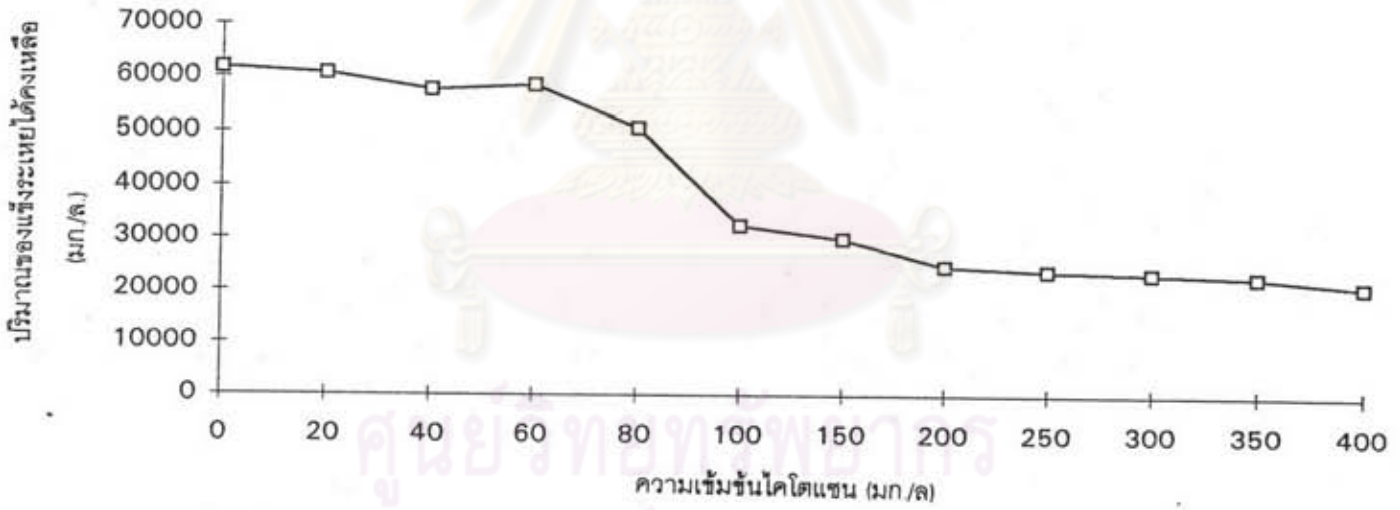


รูปที่ 5.26 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้คงเหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

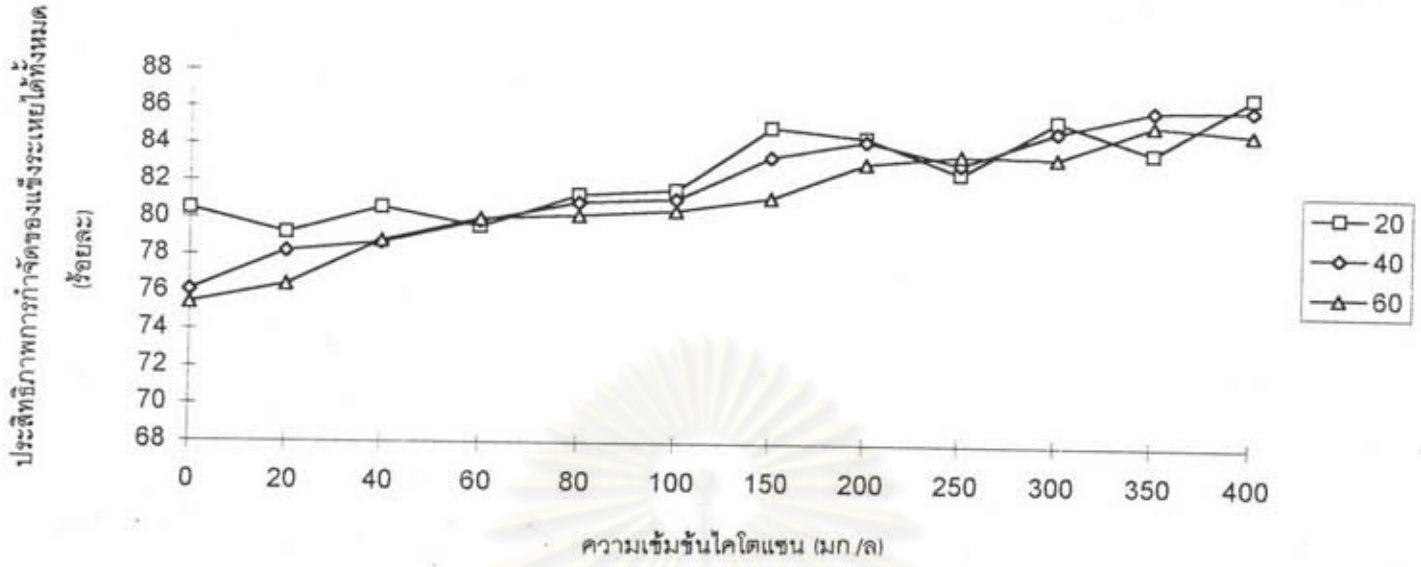


รูปที่5.27แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS)ในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว ที่พีเอช 4.5

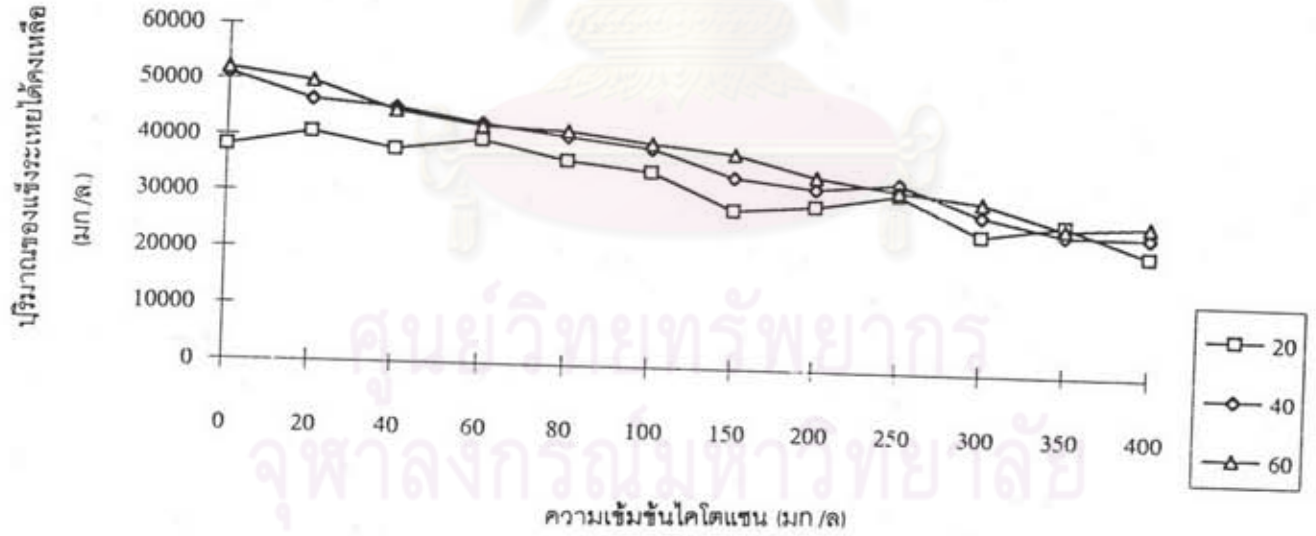


รูปที่ 5.28 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.29 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.30 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.25ส่วนรูปที่ 5.26 แสดงค่าของแข็งระเหยได้คงเหลือทั้งหมดหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆแล้ว

โดยที่พีเอช 5.0 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดเนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดของน้ำส่วนบนได้ดีกว่าพีเอชอื่น โดยที่พีเอช 5.0 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดถึงร้อยละ 92.5 ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ 200 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.27 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด และรูปที่ 5.28 แสดงค่าปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) อยู่ในช่วงร้อยละ75.4 ถึง 86.9 ดังรูปที่ 5.29 และ 5.30

5.2.6 สรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำล้างแป้งถั่วเขียวทั้งก่อนและหลังการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียคือ ที่พีเอช 4.5 และความเข้มข้นไคโตแซน 100 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการตกตะกอนทีเคเอ็นได้ร้อยละ 90.1 โดยมีทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 2,761 มก./ล. ซึ่งคิดเป็นปริมาณโปรตีนที่นำกลับได้ 45.9 ก./ล. ซึ่งที่สภาวะนี้จะสามารถกำจัดซีโอดี,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัวทั้งหมด และ ของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ร้อยละ 90.7 ,87.5 ,83.3 และ 87.9 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณซีโอดี ,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัวทั้งหมด และ ของแข็งระเหยได้ทั้งหมดเหลือในน้ำส่วนบนหลังการตกตะกอนเท่ากับ34991 37826,5274 และ 32552 มก./ล. ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนและสารอินทรีย์ในน้ำล้างวุ้นเส้น

การทดลองใช้โคแอกกูแลนท์จากสารสกัดจากเปลือกกุ้ง(ไคโตแซน)อย่างเดียว และ การใช้ไคโตแซนร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต ด้วยวิธีจาร์เทสต์ โดยนำสารเคมีดังกล่าวมาทดลองใช้ตกตะกอนโปรตีนจากน้ำเสียในน้ำล้างวุ้นเส้น ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

จากการทดลองตกตะกอนโปรตีนจากน้ำเสีย โดยใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ที่ความเข้มข้น 0,20,40,60,80,100,150,200,250,300,350 และ 400 มก./ล.ตามลำดับ พร้อมกับการปรับเปลี่ยนค่าพีเอช 6 ค่าคือ 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 ตามลำดับด้วยวิธีจาร์เทสต์ แล้วปล่อยทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำน้ำส่วนบนมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 5 ค่า ได้แก่ ซีโอดี,ทีเคเอ็น,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัว และ ของแข็งระเหยได้ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนรวมทั้งการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากการล้างวุ้นเส้นจากถั่วเขียว เพื่อการตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย ดังมีผลการทดลองดังต่อไปนี้คือ

5.3.1 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนในน้ำล้างวุ้นเส้น

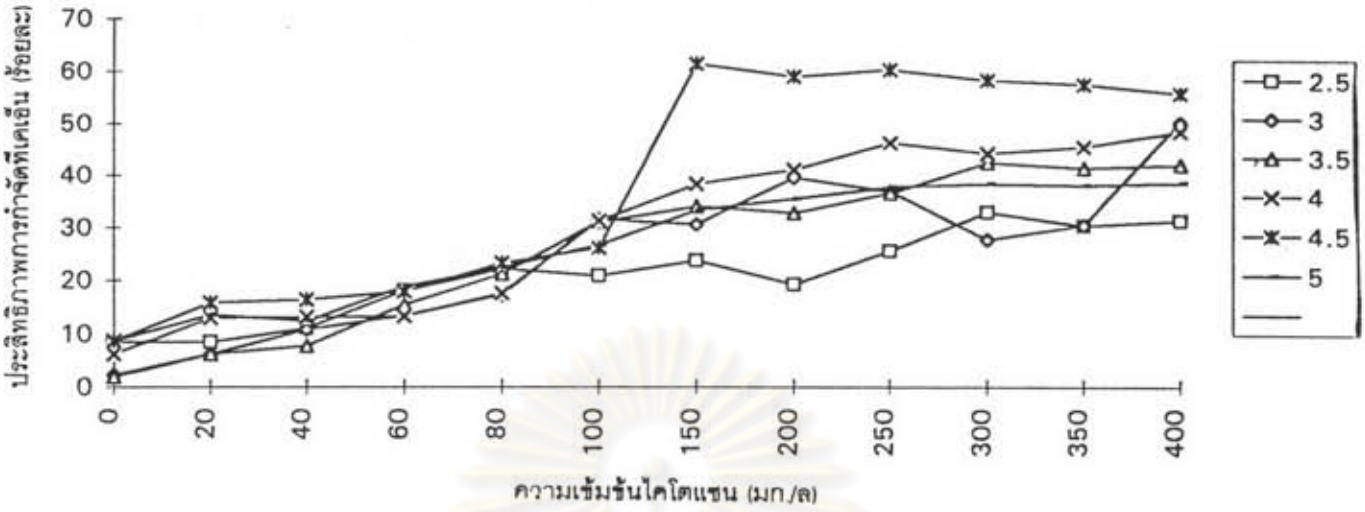
จากการทดลองตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย โดยการวิเคราะห์ค่าทีเคเอ็น ก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการตกตะกอนซึ่งวัดได้จากค่าทีเคเอ็นจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็นดังแสดงได้ดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น

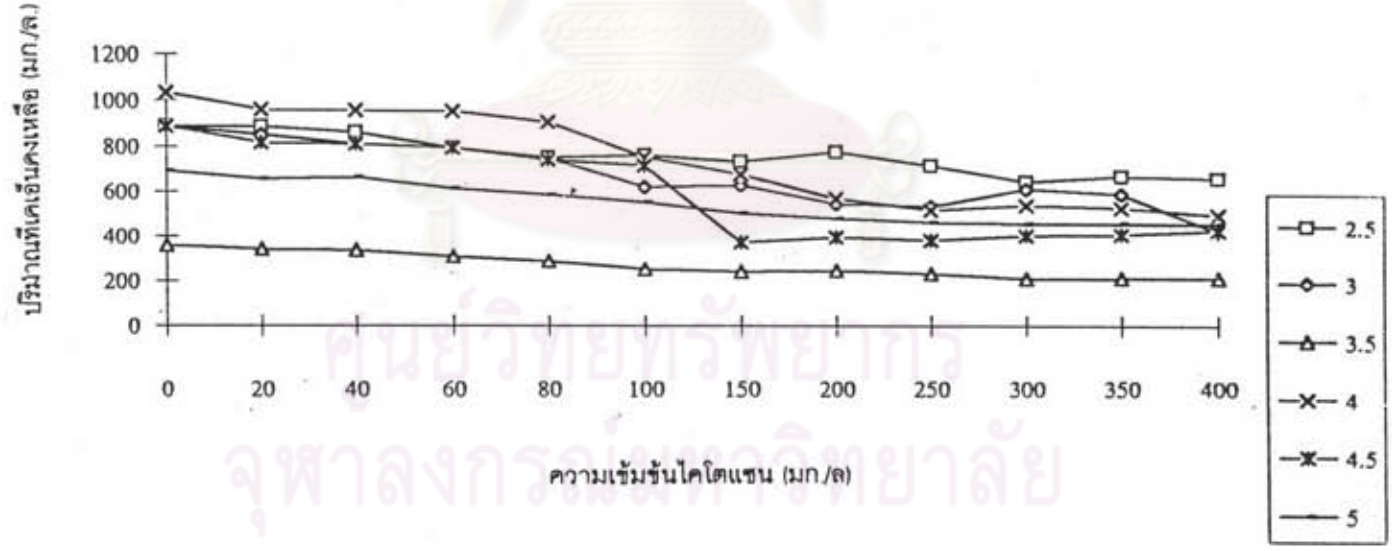
ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	8.4	8.4	11.0	18.0	22.1	20.8	23.7	19.2	25.5	32.8	30.2	31.1
3.0	2.3	6.1	10.8	13.4	17.3	31.5	30.5	39.5	36.8	27.6	30.3	50.0
3.5	1.9	6.2	7.7	15.4	21.2	31.0	34.0	32.7	36.5	42.3	41.2	41.8
4.0	6.2	12.9	13.2	13.3	17.5	31.3	38.2	41.0	46.1	44.1	45.3	48.2
4.5	8.7	15.8	16.4	17.9	23.2	26.0	61.4	58.9	60.2	58.1	57.3	55.6
5.0	8.7	13.5	12.3	18.8	22.4	26.7	33.3	35.4	37.7	38.3	37.9	38.4

โดยพบว่าประสิทธิภาพในการตกตะกอนโปรตีนจะเพิ่มมากในช่วงแรกของการเพิ่มความเข้มข้นของไคโตแซนระหว่าง 0 ถึง 250 มก./ล. จากนั้นประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนจะขึ้นช้าลง ซึ่งเมื่อพิจารณาแยกในแต่ละพีเอช พบว่าที่พีเอช2.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 32.8 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น300 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 649 มก./ล. ที่พีเอช 3.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 50.0 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 400 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 426 มก./ล. ที่พีเอช 3.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 42.0 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 300 มก./ล.โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 210 มก./ล. ที่พีเอช 4.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 48.0 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 400 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 502 มก./ล. ที่พีเอช 4.5 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 61.4 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 150 มก./ล. โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 373 มก./ล. ที่พีเอช 5.0 ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 38.0 เมื่อใช้ไคโตแซนความเข้มข้น 250 มก./ล.โดยมีปริมาณทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 467 มก./ล. ดังรูปที่ 5.31 และจากการวิเคราะห์น้ำหลังการตกตะกอนในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอช 4.5 ซึ่งเป็นพีเอชที่มีประสิทธิภาพในการตกตะกอนโปรตีนได้ดีที่สุดจะยังคงมีทีเคเอ็นเหลืออยู่ในช่วง 430-886มก./ล.ที่ความเข้มข้นไคโตแซนระหว่าง0-400 มก./ล. ดังรูปที่ 5.32 โดยที่พีเอช 4.5เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการตกตะกอน เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็นของน้ำส่วนบนดีกว่าพีเอชอื่นในเกือบทุกค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ โดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดไนโตรเจนถึงร้อยละ 61.4 ที่ระดับความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ 150 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.33และ 5.34 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น และปริมาณไนโตรเจนที่เหลือที่พีเอช 4.5 ตามลำดับ

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล. ที่พีเอช 4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนโตรเจน(TKN) อยู่ในช่วงร้อยละ 6.7 ถึง61.0ดังแสดงในรูปที่ 5.35 และ 5.36 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมฟอสเฟตขึ้นจาก 20 เป็น 40 และ 60 มก./ล. จะทำให้ประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนลดลง

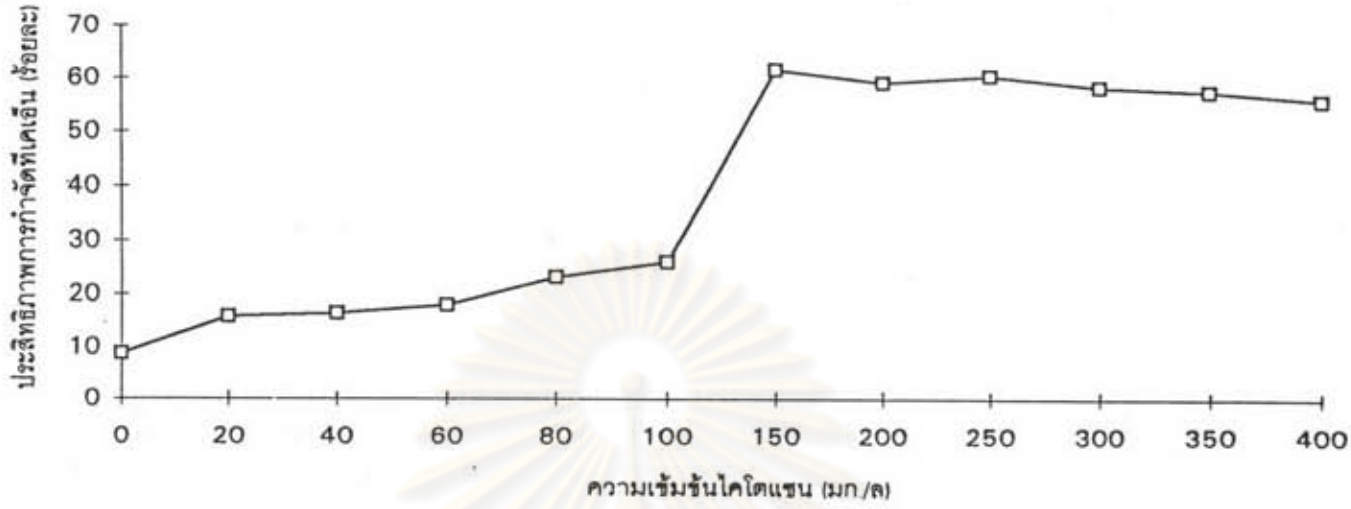


รูปที่ 5.31 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่พีเอชต่างๆ

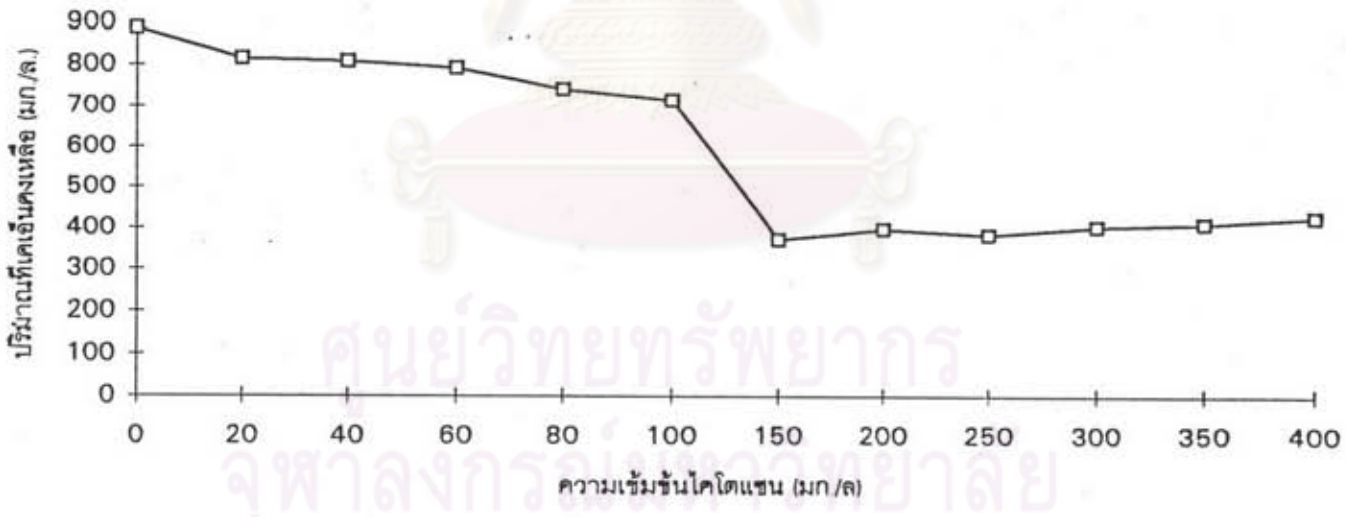


รูปที่ 5.32 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

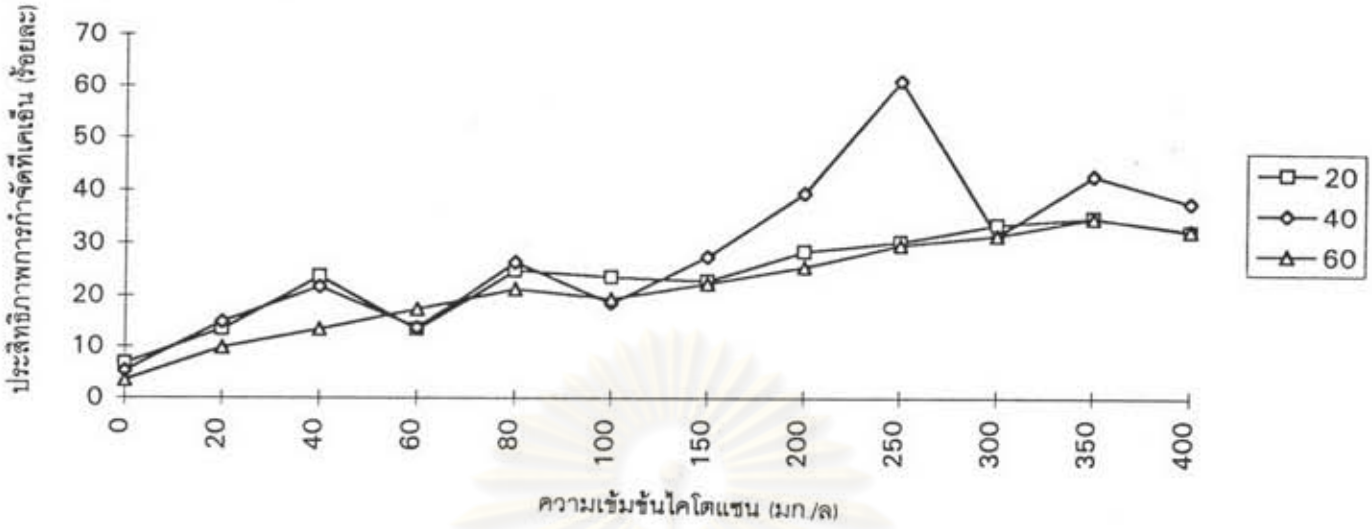


รูปที่ 5.33 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่พีเอช 4.5

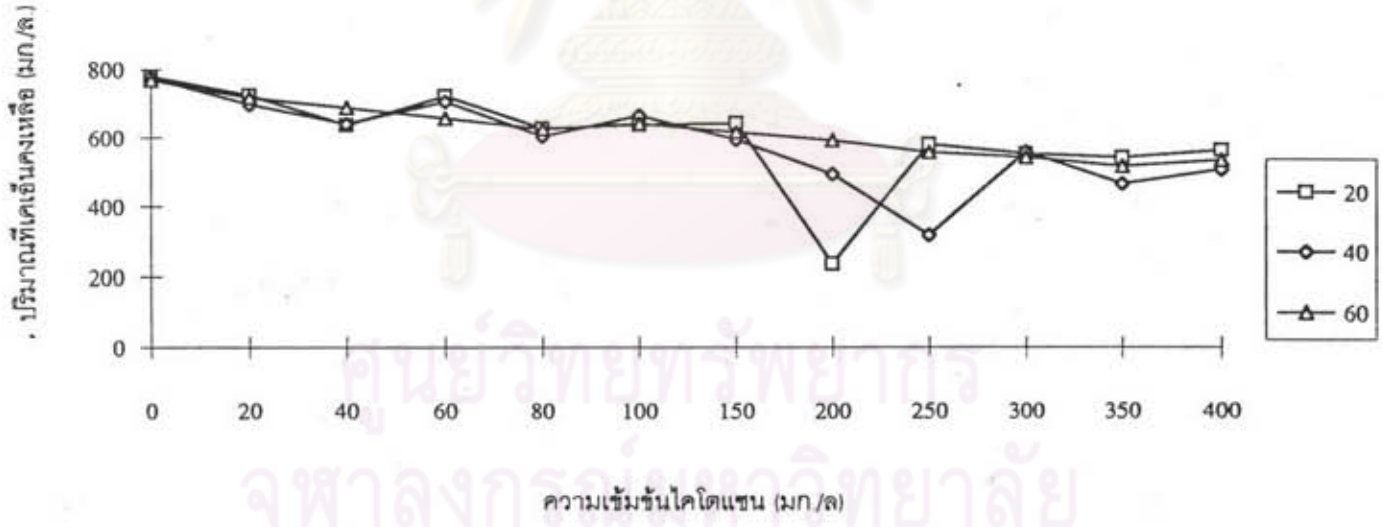


รูปที่ 5.34 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือที่พีเอช 4 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.35 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.36 แสดงปริมาณทีเคเอ็นที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในน้ำเสีย(COD)

จากการทดลองตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างวุ้นเส้น โดยการวิเคราะห์ค่าซีโอดีก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีซึ่งวัดได้จากค่าซีโอดีจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีดังแสดงได้ตามตารางที่ 5.9

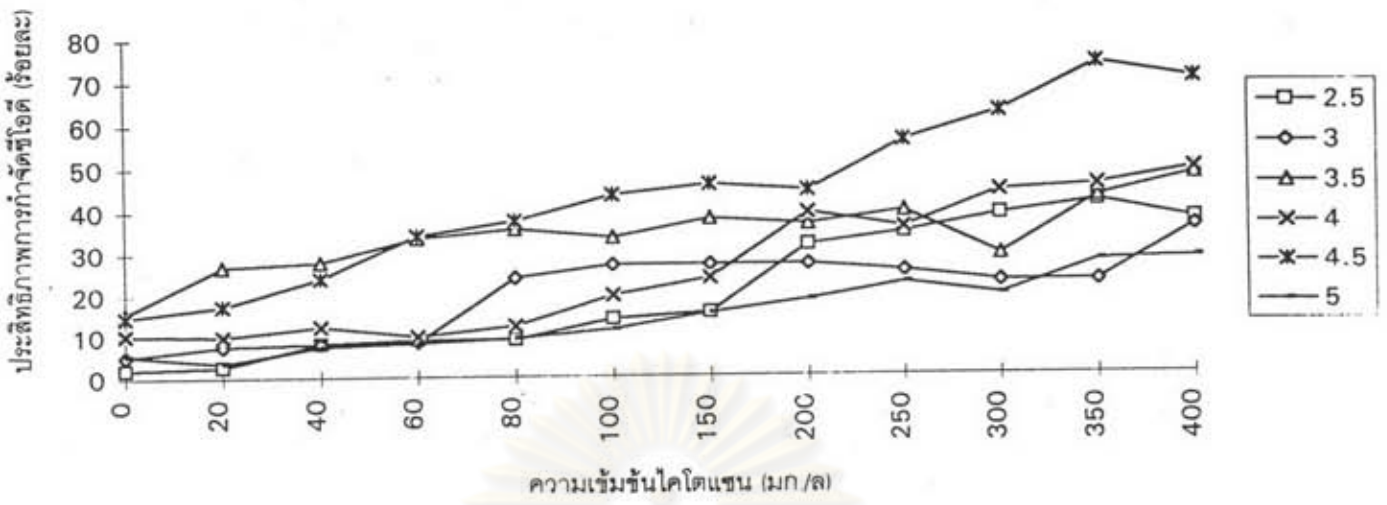
ตารางที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	1.9	2.6	8.0	9.0	9.0	13.8	15.4	31.4	34.2	38.5	41.4	37.1
3.0	5.1	7.4	8.1	8.3	23.8	26.8	26.8	26.8	25.1	22.5	22.5	35.5
3.5	15.5	26.6	27.7	33.3	35.5	33.3	37.7	36.4	39.4	28.9	42.5	47.5
4.0	10.3	9.8	12.2	9.8	12.2	19.5	23.5	39.0	35.4	43.9	45.1	48.8
4.5	14.6	17.3	23.8	33.9	37.4	43.3	45.8	44.3	55.7	62.3	73.4	69.8
5.0	5.3	3.4	7.3	8.1	9.2	11.3	15.2	18.3	22.2	19.4	27.3	27.8

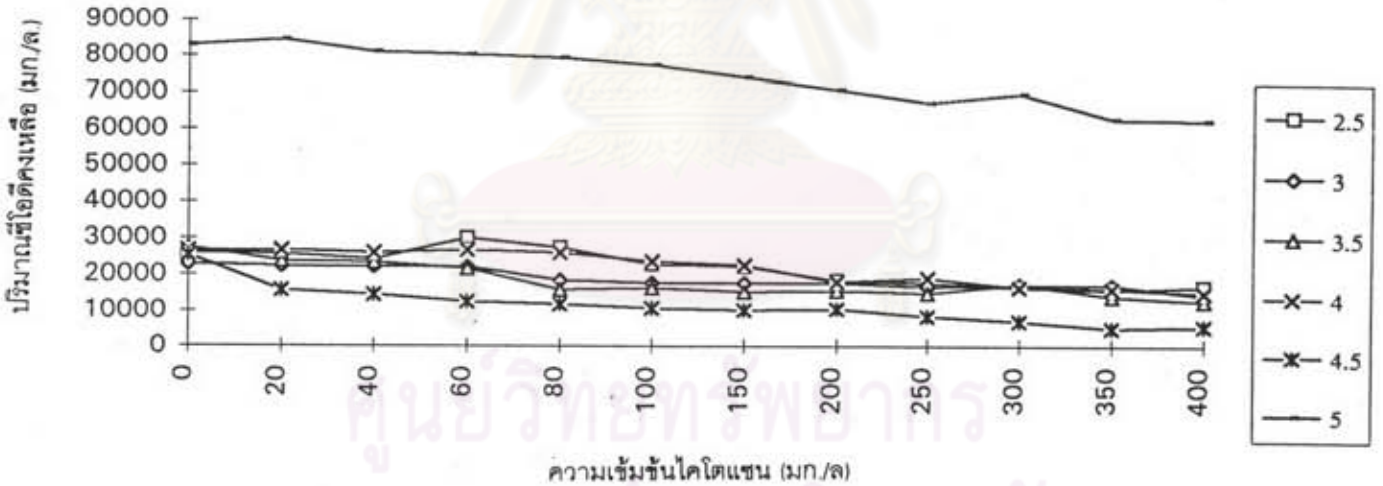
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในน้ำล้างวุ้นเส้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.37 ส่วนรูปที่ 5.38 แสดงค่าซีโอดีคงเหลือหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆแล้ว

โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดซีโอดี เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดซีโอดีของน้ำส่วนบนที่ความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ 350 มก./ล.ก็สามารถกำจัดซีโอดีได้ถึง 73.4 % โดยเฉพาะที่พีเอช 4.5 โดยมีรูปที่ 5.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและรูปที่ 5.10 แสดงค่าสารอินทรีย์(COD) คงเหลือที่พีเอช 4.5

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณซีโอดี(COD) อยู่ในช่วงร้อยละ 1.3 ถึง66.7 ดังรูปที่ 5.41 และ 5.42 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอนซีโอดีเนื่องจากเมื่อเพิ่มความเข้มข้นแคลเซียมฟอสเฟตจาก 20 เป็น 40 และ 60 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีกลับลดลงตามลำดับ

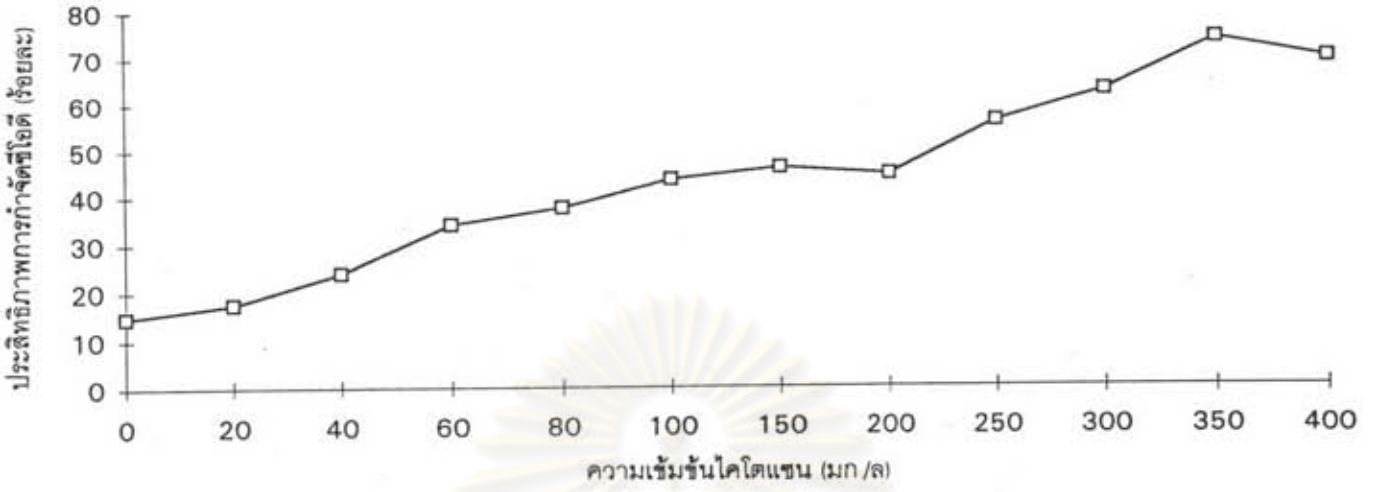


รูปที่ 5.37 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอชต่างๆ

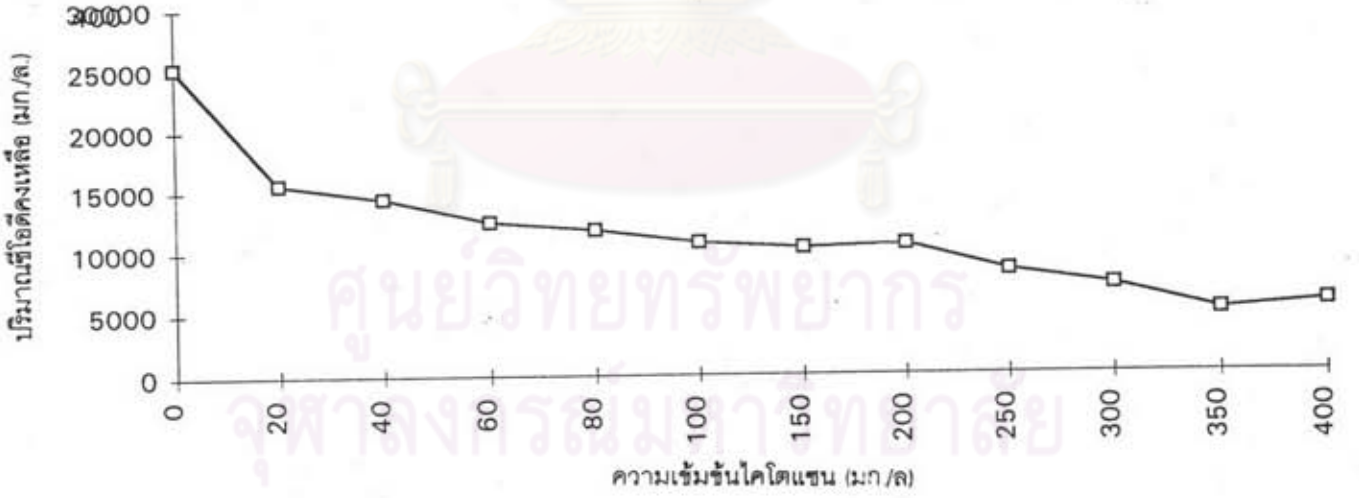


รูปที่ 5.38 แสดงปริมาณซีโอดีคงเหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

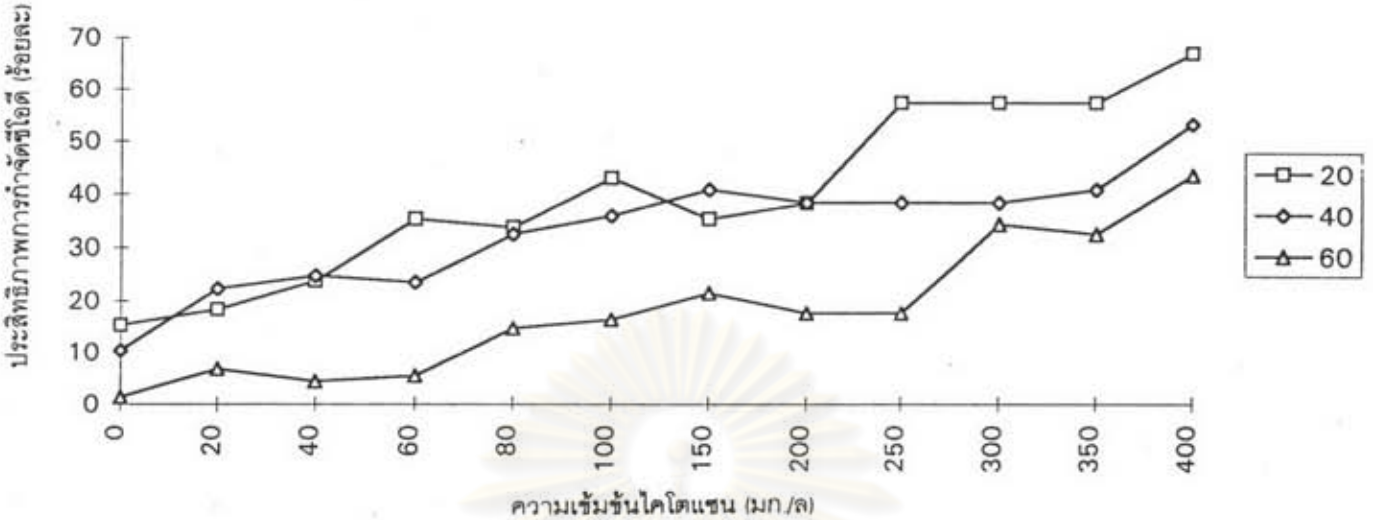


รูปที่ 5.39 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในน้ำล้างวุ้นเส้น ที่พีเอช 4.5

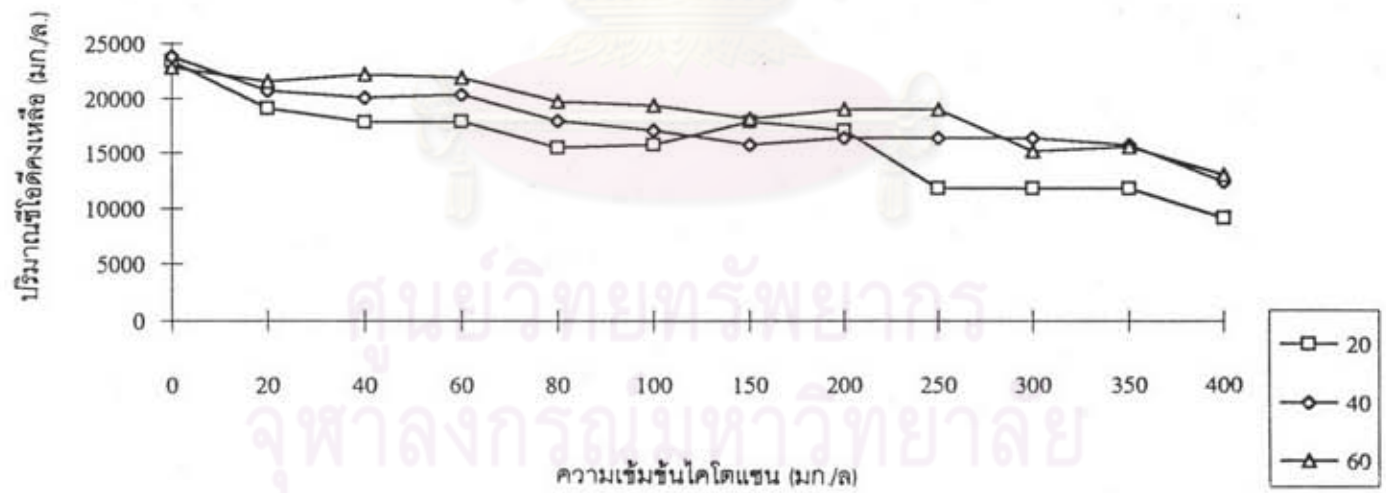


รูปที่ 5.40 แสดงซีโอดีคงเหลือ(COD) ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่5.41 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีโดยการเติมแคลเซียม ฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.42 แสดงปริมาณซีโอดีที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งทั้งหมด (TS)

ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างวุ้นเส้น โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งทั้งหมดดังแสดงได้ตามตารางที่ 5.10

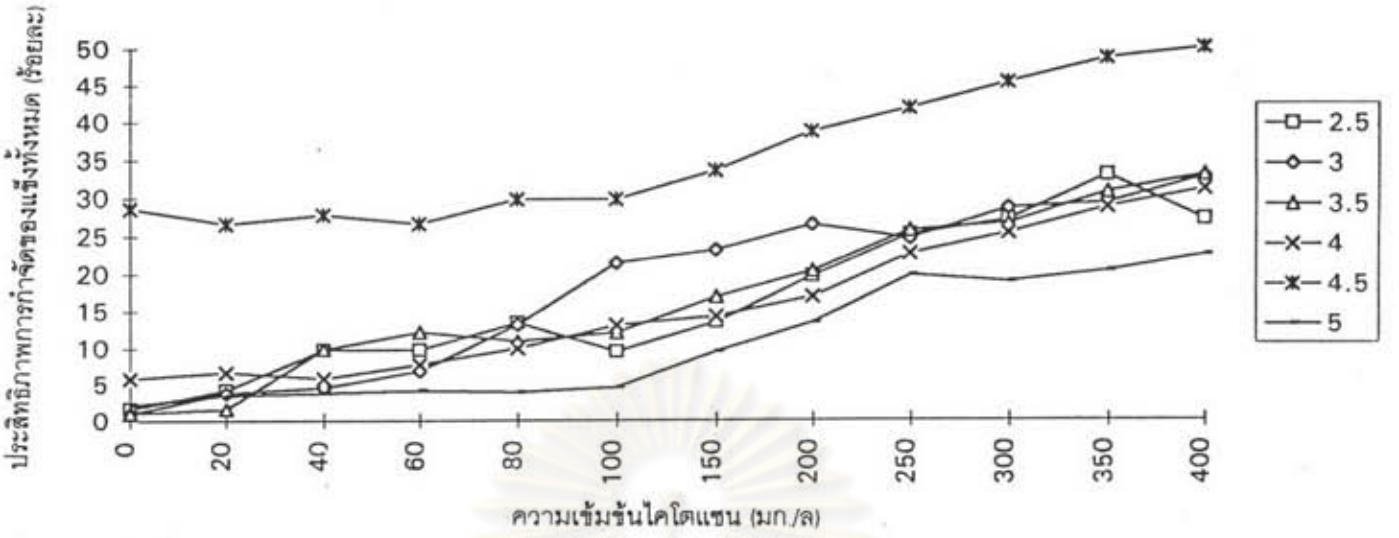
ตารางที่ 5.10 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	1.7	4.2	9.7	9.7	13.4	9.5	13.5	19.6	25.1	27.1	32.9	27.1
3.0	1.0	3.8	4.5	6.8	13.2	21.4	23.1	26.4	24.6	28.6	29.3	32.6
3.5	1.0	1.6	9.8	12.2	10.9	12.1	16.9	20.3	25.7	26.6	30.7	32.9
4.0	5.8	6.6	5.8	7.7	9.9	13.1	14.3	16.9	22.6	25.3	28.7	31.0
4.5	28.6	26.6	27.8	26.6	29.8	29.9	33.5	38.6	41.7	45.2	48.5	49.9
5.0	2.2	3.4	3.8	4.1	3.9	4.5	9.5	13.4	19.7	18.9	20.3	22.4

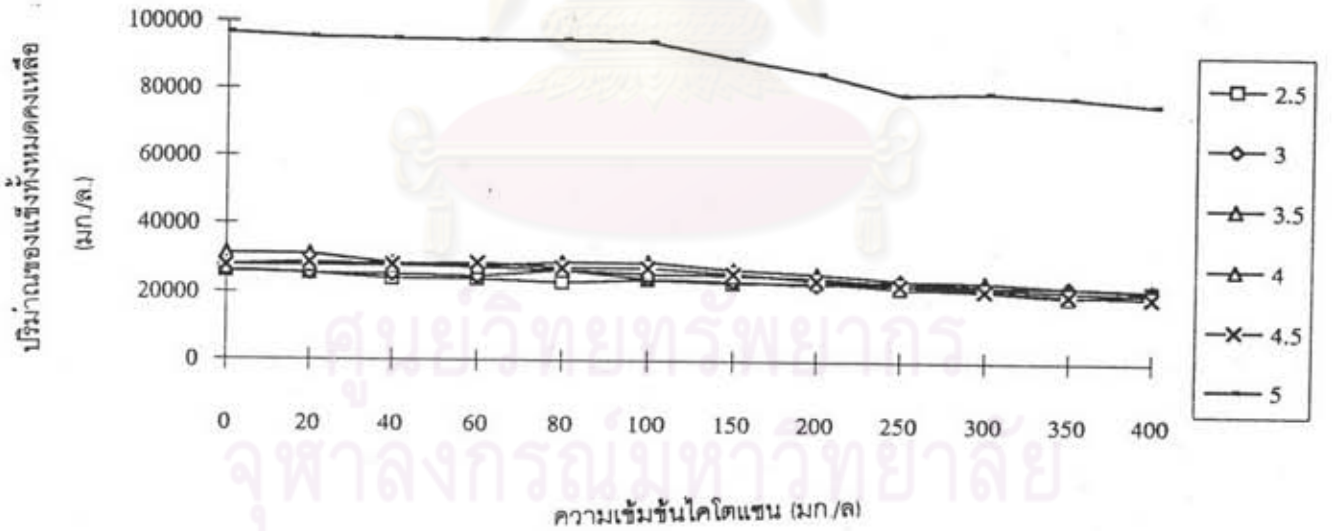
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งทั้งหมดในน้ำล้างวุ้นเส้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.43 ส่วนรูปที่ 5.44 แสดงค่าของแข็งคงเหลือทั้งหมดหลังจากการตกตะกอนที่พีเอชต่างๆแล้ว

โดยที่ความเข้มข้นไคโตแซนเท่ากับ 400 มก./ล. ในทุกค่าพีเอชจะสามารถตกตะกอนของแข็งทั้งหมดได้ประสิทธิภาพสูงสุดเพียงร้อยละ 27.1,32.6,32.9,31.0,49.9 และ22.4 ที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ 5.0 ตามลำดับ ซึ่งที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งทั้งหมดถึงร้อยละ 49.9ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้400 มก./ล.ส่วนที่ความเข้มข้น 250 มก./ล.สามารถกำจัดของแข็งทั้งหมดได้ร้อยละ 41.7 โดยมีรูปที่ 5.45 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมดและรูปที่ 5.46แสดงค่าปริมาณของแข็งคงเหลือทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล. ที่พีเอช 4.5 จะเพิ่มประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ที่ความเข้มข้นไคโตแซน 150 มก./ล.ให้สูงขึ้นถึงร้อยละ 37.1 ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.47 และ 5.48

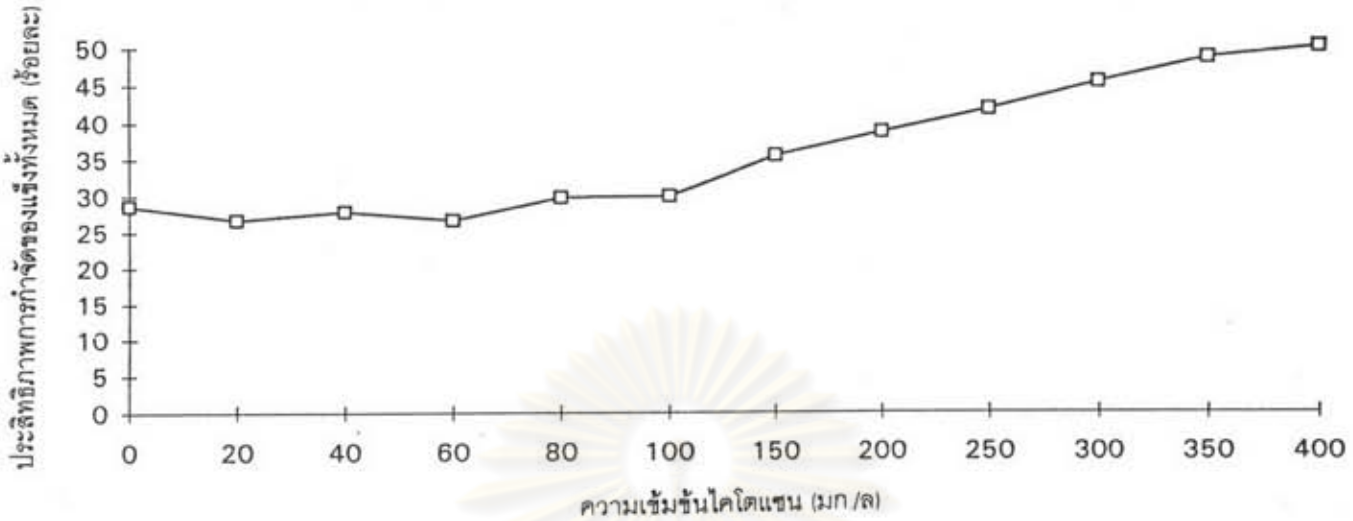


รูปที่ 5.43 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS) ในน้ำล้างวุ้นเส้น ที่พีเอชต่างๆ

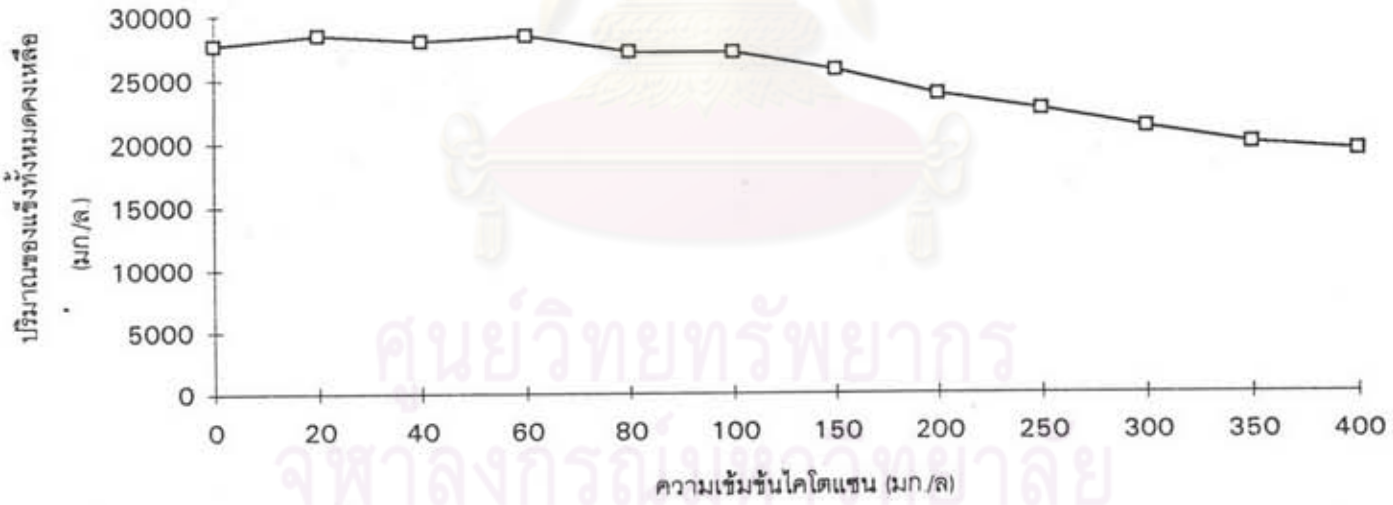


รูปที่ 5.44 แสดงปริมาณของแข็งคงเหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

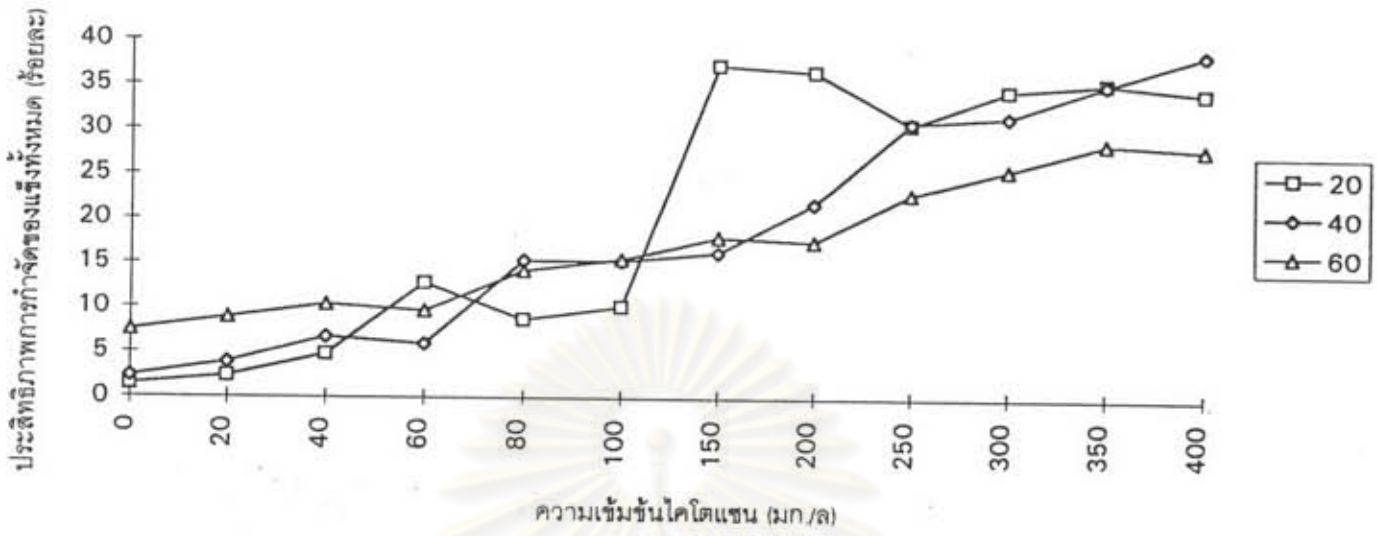


รูปที่ 5.45 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS) ในน้ำล้างวุ้นเส้น ที่พีเอช 4.5

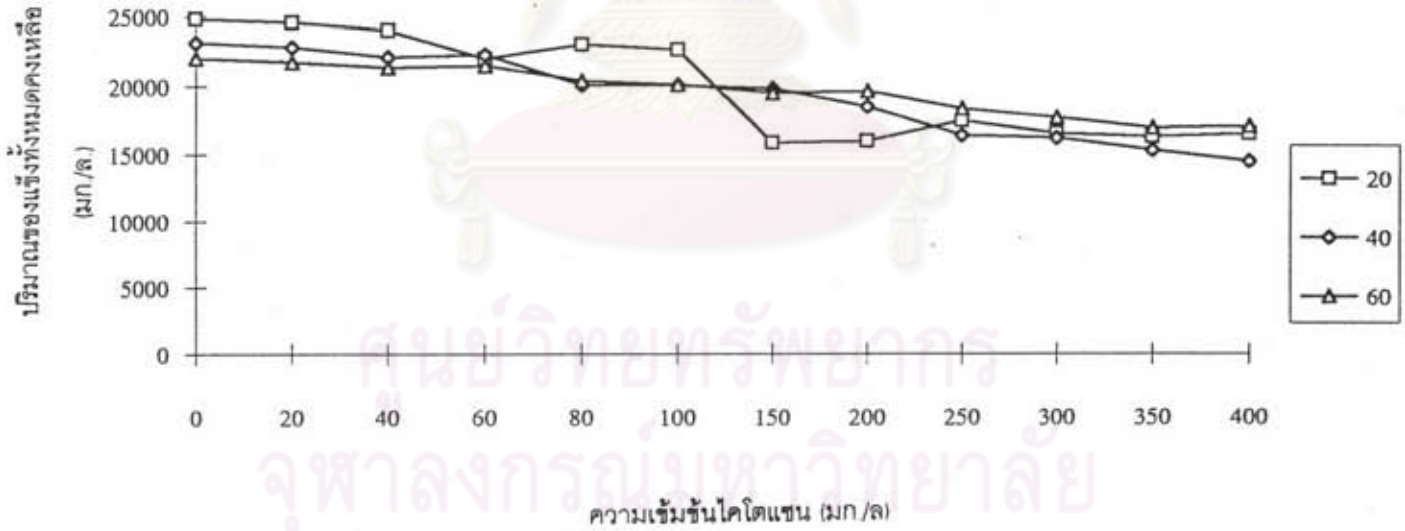


รูปที่ 5.46 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมด(TS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.47 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS) โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.48 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด (TFS)

ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างวุ้นเส้น โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งคงตัวทั้งหมด ก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช 2.5,3.0,3.5,4.0,4.5และ 5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดดังแสดงได้ตามตารางที่ 5.11

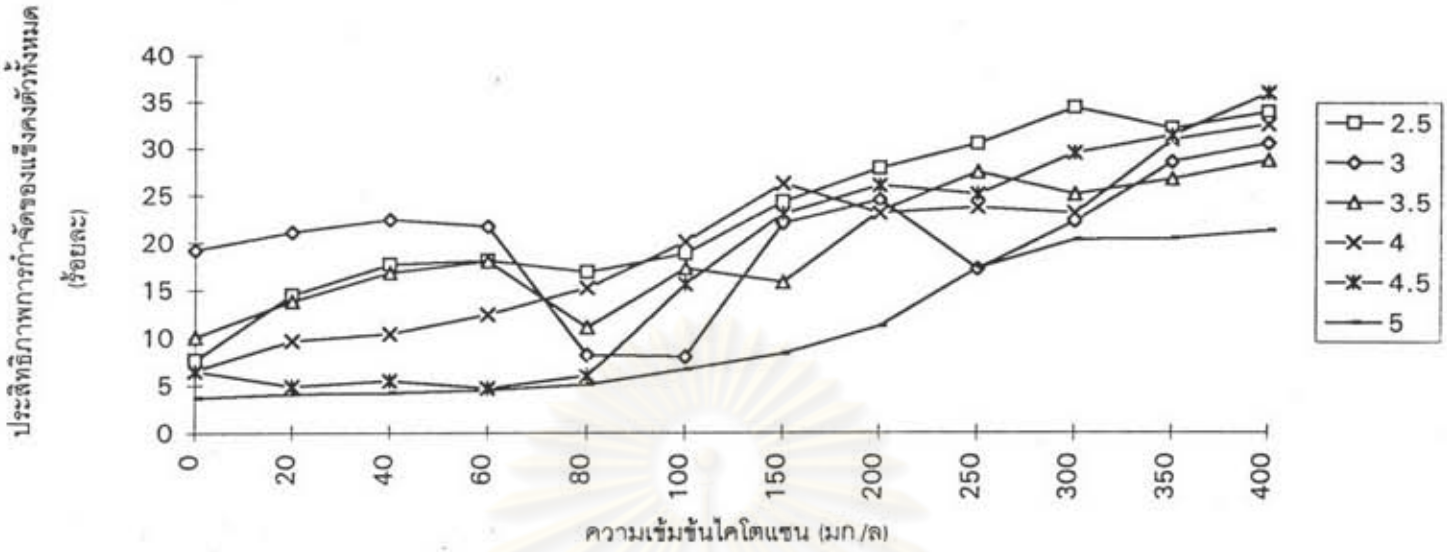
ตารางที่ 5.11 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	7.7	14.5	17.7	18.1	16.9	18.8	24.3	27.8	30.4	34.3	32.0	33.7
3.0	19.2	21.1	22.4	21.7	8.2	8.0	22.0	24.5	17.2	22.2	28.5	30.4
3.5	10.1	13.8	16.8	18.0	11.1	17.3	15.8	23.3	27.4	25.1	26.7	28.6
4.0	6.6	9.7	10.4	12.4	15.2	20.1	26.2	23.1	23.7	23.1	30.8	32.4
4.5	6.5	4.9	5.5	4.7	6.0	15.6	23.0	26.0	25.1	29.4	31.3	35.8
5.0	3.7	4.1	4.2	4.5	5.1	6.7	8.3	11.2	17.3	20.3	20.4	21.2

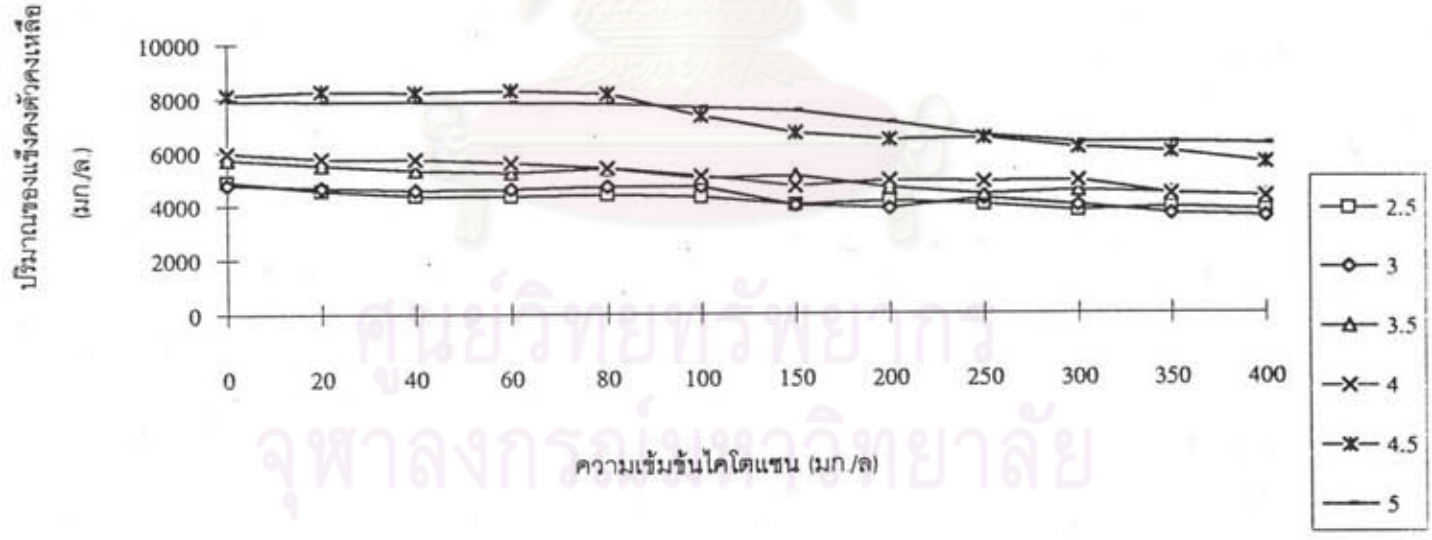
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดในน้ำล้างวุ้นเส้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.49 และรูปที่ 5.50

โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมดเนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดของน้ำส่วนบนได้ดีกว่าพีเอชอื่นโดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งคงตัวทั้งหมดถึงร้อยละ 35.8 ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ 400 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.51 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด และรูปที่ 5.52 แสดงค่าปริมาณของแข็งคงเหลือทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) เพิ่มขึ้นโดยอยู่ในช่วงร้อยละ2.1 ถึง44.9 ดังรูปที่ 5.53 และ 5.54

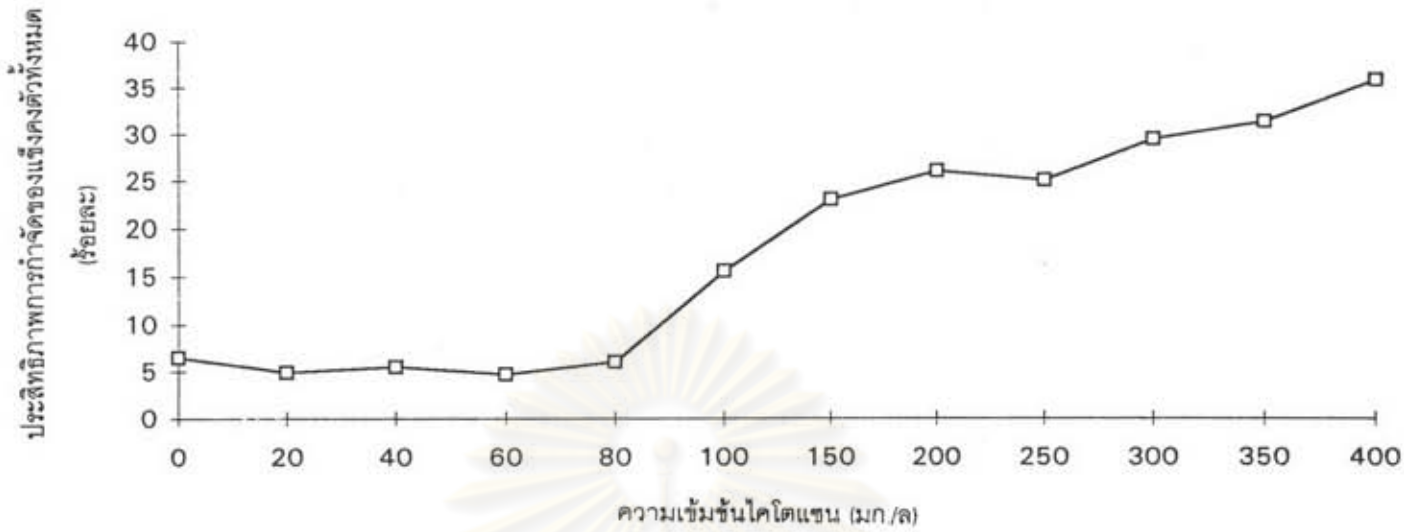


รูปที่5.49แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS)ในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอชต่างๆ

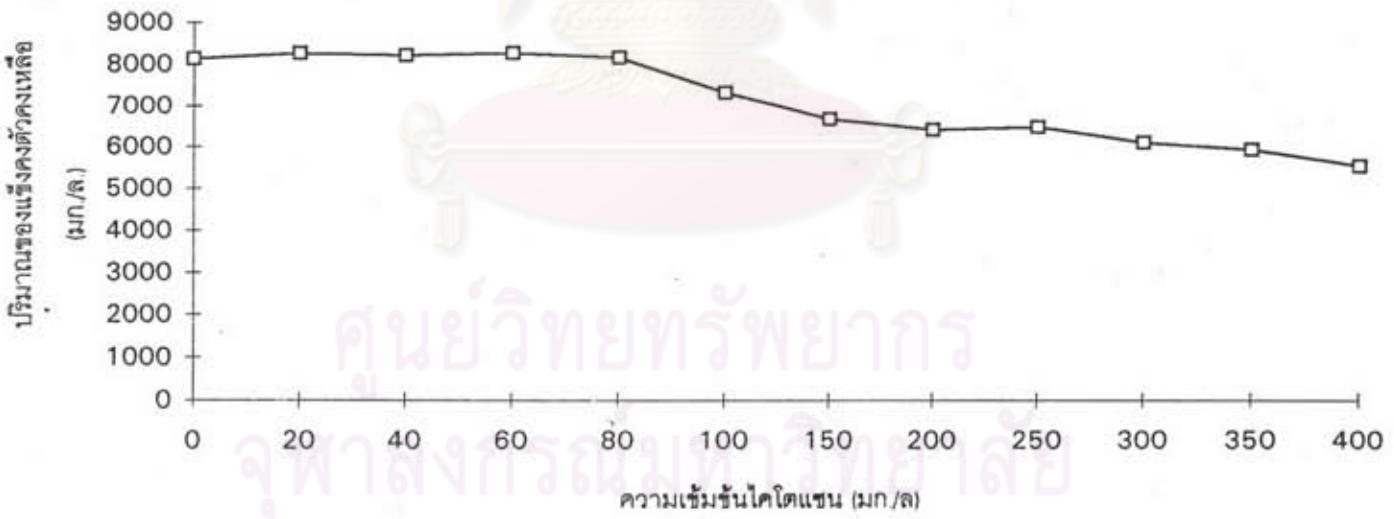


รูปที่ 5.50 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวคงเหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

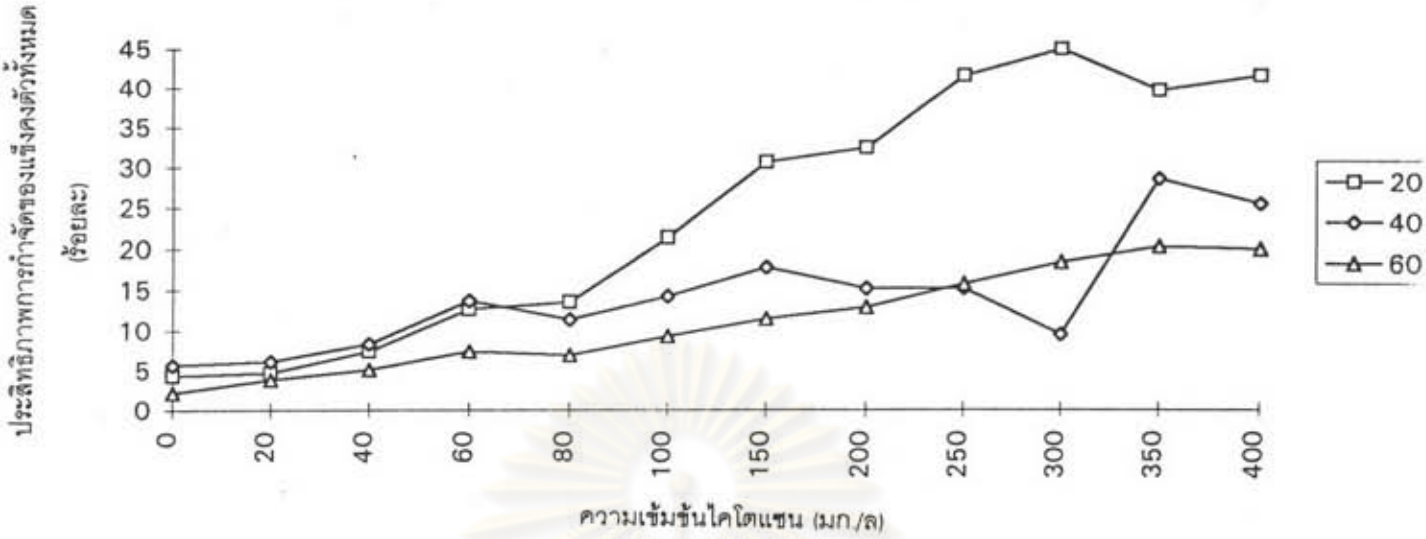


รูปที่ 5.51 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) ในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอช 4.5

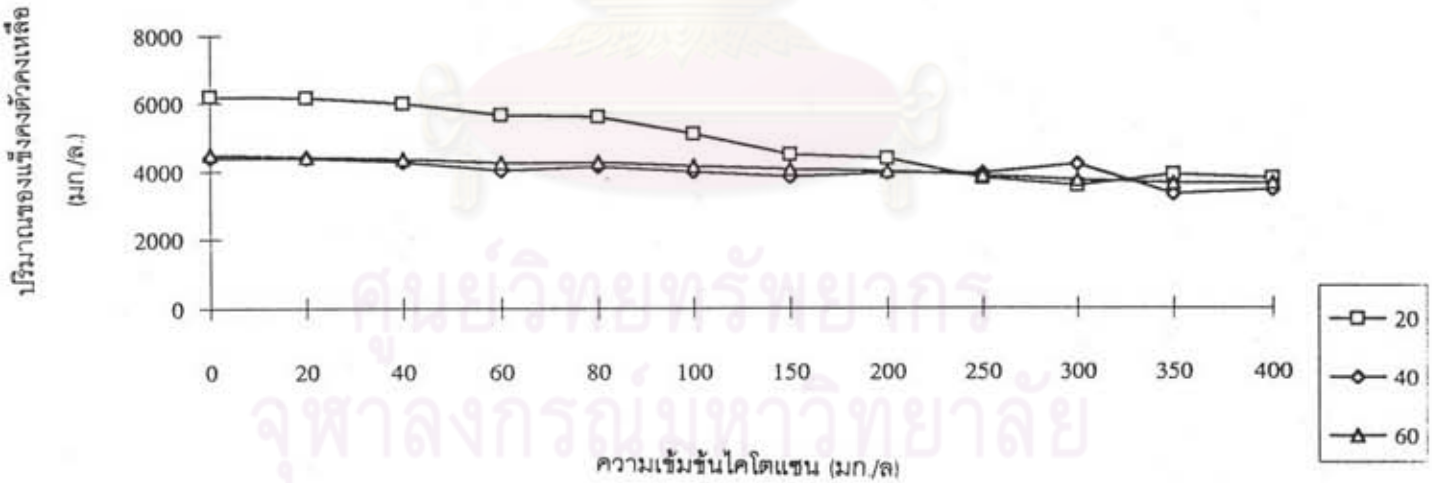


รูปที่ 5.52 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.53 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) โดยการเติมแคลเซียม ฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.54 แสดงปริมาณของแข็งคงตัวทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียม ฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (TVS)

ประสิทธิภาพในการตกตะกอนน้ำเสียจากน้ำล้างวุ้นเส้น โดยการวิเคราะห์ค่าของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ก่อนและหลังการตกตะกอนพบว่า แนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของไคโตแซนและค่าพีเอช โดยที่พีเอช2.5,3.0,3.5,4.0,4.5 และ5.0 จะมีประสิทธิภาพในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดดังแสดงได้ตามตารางที่ 5.12

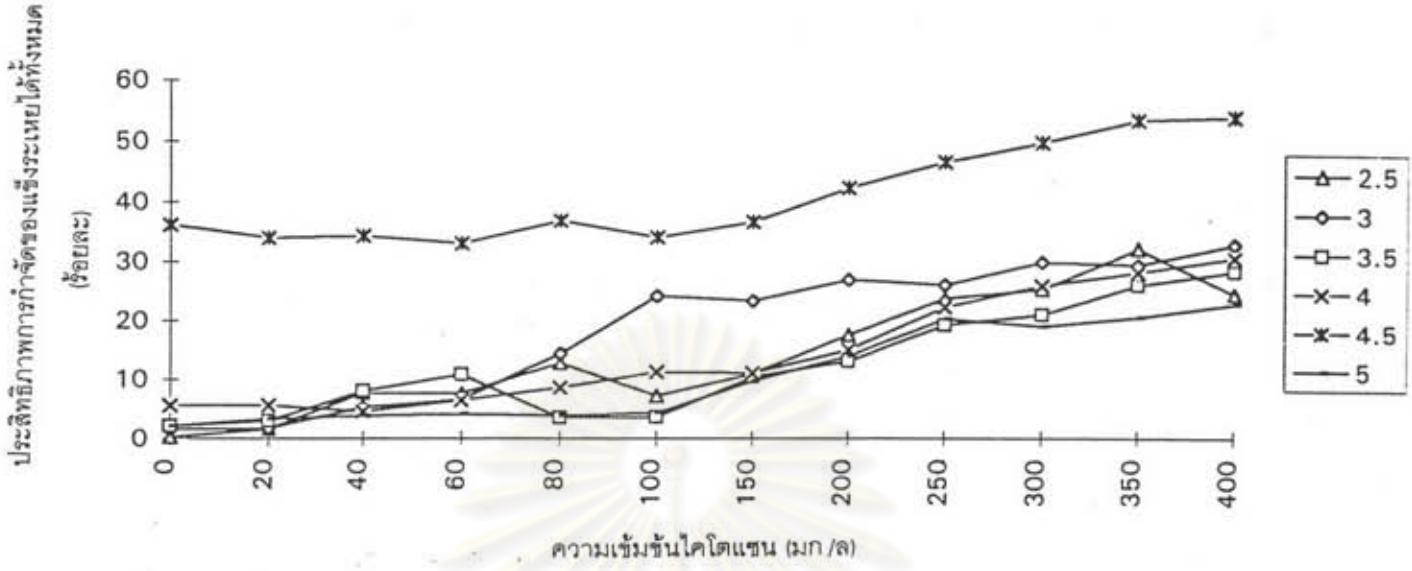
ตารางที่ 5.12 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด

ค่าพีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (ร้อยละ)											
	ค่าความเข้มข้นของไคโตแซนที่ใช้ (มก./ล.)											
	0	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400
2.5	0.2	1.6	7.7	7.6	12.6	7.2	10.8	17.5	23.7	25.3	32.2	24.5
3.0	1.6	1.7	5.3	6.5	14.3	24.1	23.3	26.8	26.0	29.9	29.5	33.0
3.5	2.1	2.9	8.0	10.7	3.5	3.6	10.3	12.9	19.2	20.9	26.0	28.4
4.0	5.6	5.6	4.5	6.4	8.5	11.2	11.0	15.0	22.2	25.9	28.2	30.7
4.5	36.1	33.9	34.2	33.0	36.7	34.0	36.5	42.2	46.5	49.8	53.5	54.0
5.0	2.1	3.3	3.8	4.1	3.8	4.3	9.6	13.9	20.2	19.0	20.5	22.8

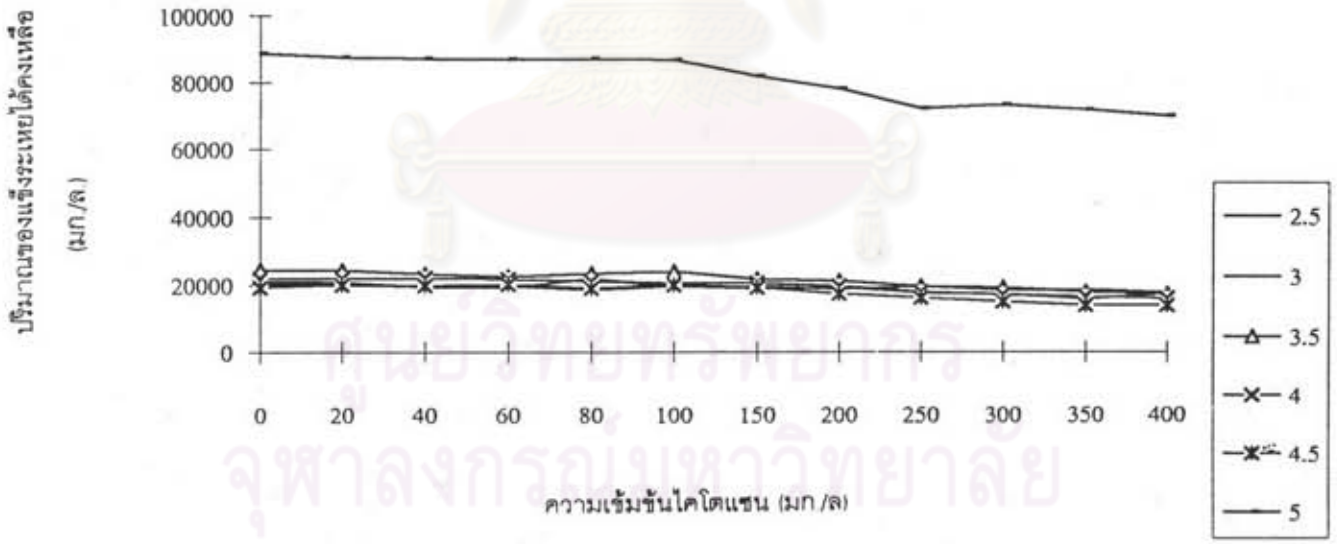
โดยพบว่าที่ทุกๆค่าพีเอช การเพิ่มค่าความเข้มข้นของไคโตแซนมากขึ้นจะเป็นผลให้ประสิทธภาพในการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดในน้ำล้างวุ้นเส้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.5 และรูปที่ 5.56

โดยที่พีเอช 4.5 เป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด เนื่องจากมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดของน้ำส่วนบนได้ดีกว่าพีเอชอื่น โดยที่พีเอช 4.5 นี้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดของแข็งระเหยได้ทั้งหมดถึงร้อยละ 54.0 ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ 400 มก./ล. โดยมีรูปที่ 5.57 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด และรูปที่ 5.58 แสดงค่าปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมดคงเหลือที่พีเอช 4.5

ส่วนการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต 20-60 มก./ล.ที่พีเอช4.5 จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) อยู่ในช่วงร้อยละ0.3 ถึง 41.7 ดังรูปที่ 5.29 และ 5.30 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด และ ปริมาณของแข็งระเหยได้คงเหลือทั้งหมด(TVS)

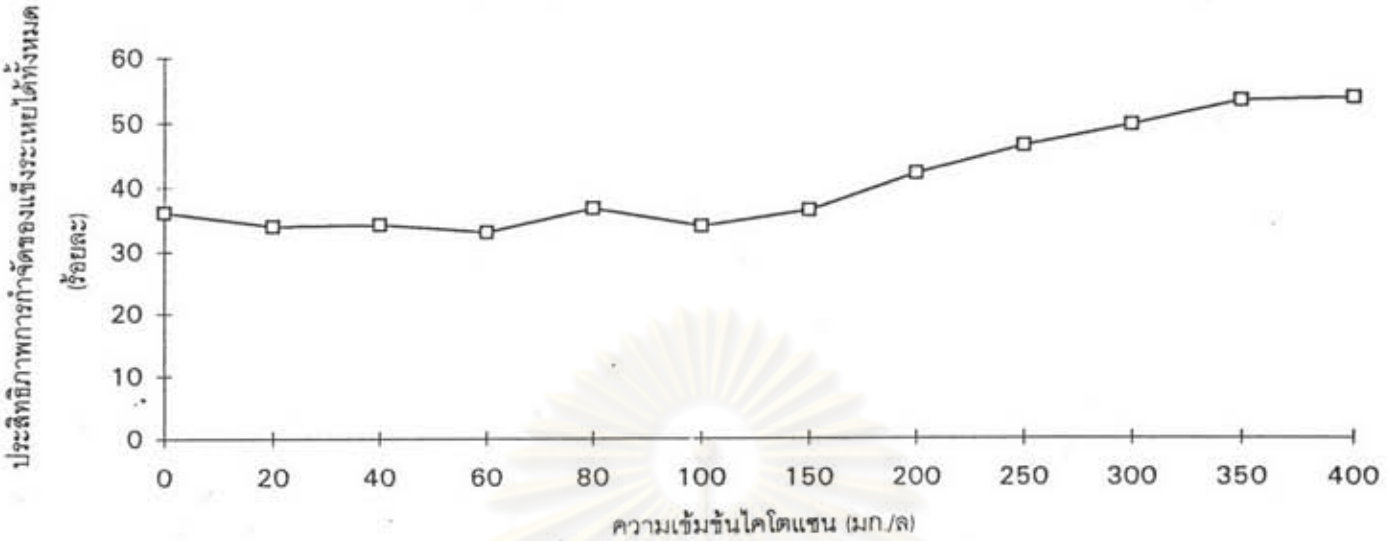


รูปที่ 5.55 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS)ในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอชต่างๆ

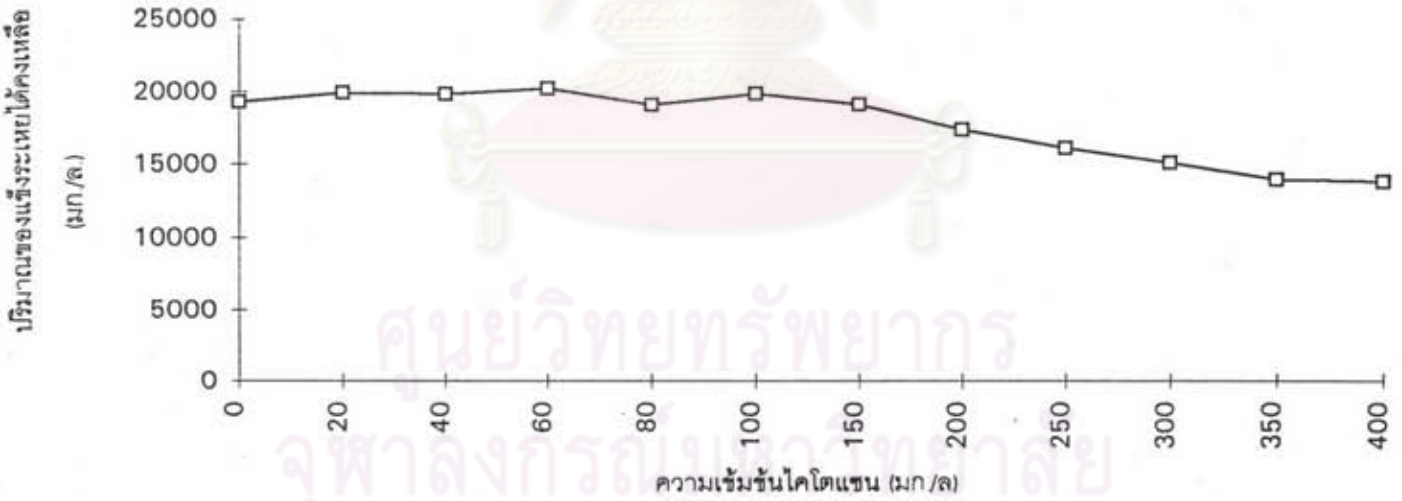


รูปที่ 5.56 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้คงเหลือที่พีเอชต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

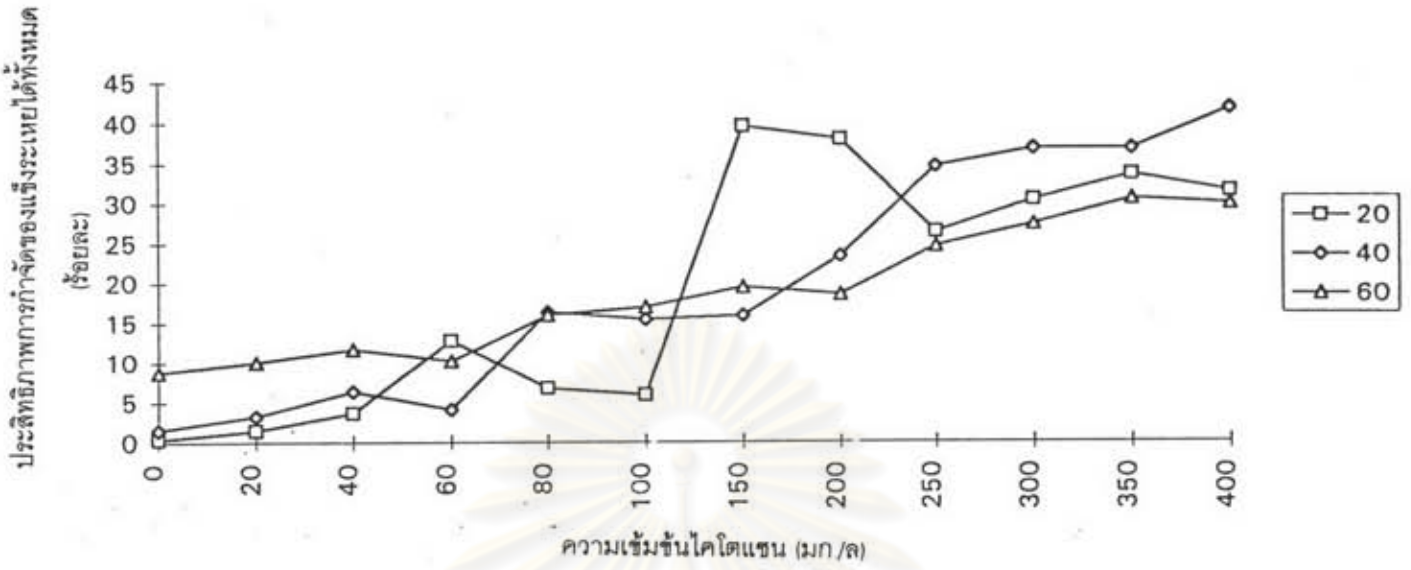


รูปที่ 5.57 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) ในน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอช 4.5

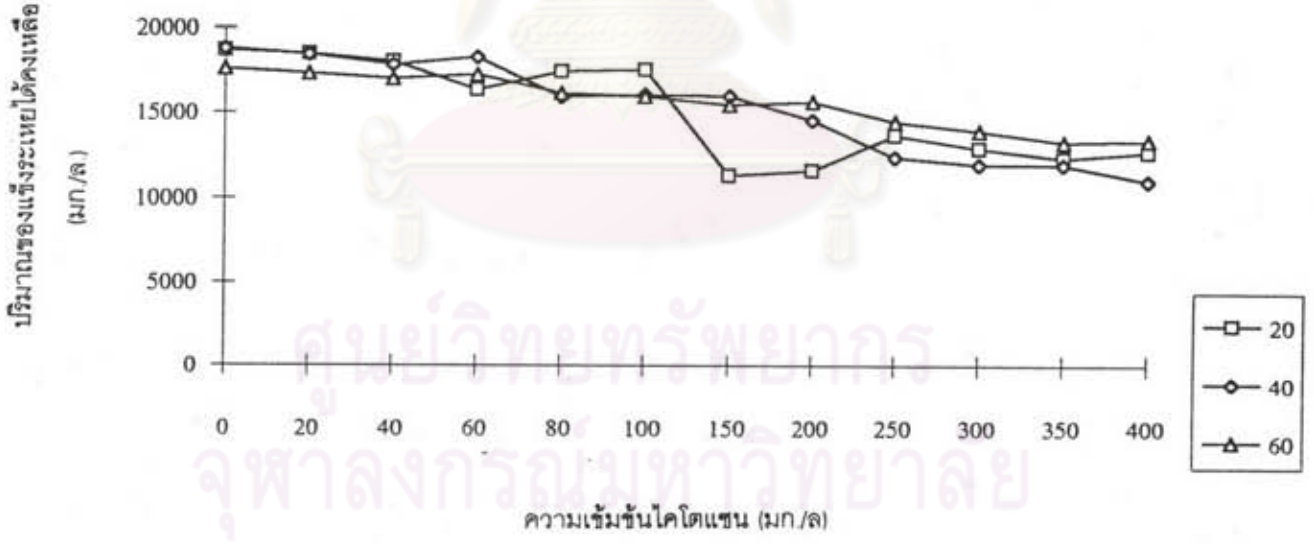


รูปที่ 5.58 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS) คงเหลือ ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่5.59 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(TVS)โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับไคโตแซน ที่พีเอช 4.5



รูปที่ 5.60 แสดงปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมดที่เหลือ โดยการเติมแคลเซียมฟอสเฟต ที่พีเอช 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.6 สรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนโปรตีนในน้ำล้างวุ้นเส้น

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำล้างวุ้นเส้นทั้งก่อนและหลังการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียคือ ที่พีเอช 4.5 และความเข้มข้นไคโตแซน 150 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการตกตะกอนทีเคเอ็นได้ร้อยละ 61.0 โดยมีทีเคเอ็นเหลือในน้ำส่วนบนเท่ากับ 373 มก./ล. ซึ่งคิดเป็นปริมาณโปรตีนที่นำกลับได้ 3.7 ก./ล. ซึ่งที่สภาวะนี้จะสามารถกำจัดซีโอดี,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัวทั้งหมด และ ของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ร้อยละ 45.8 ,33.5 ,23.0 และ 36.5 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณซีโอดี ,ของแข็งทั้งหมด,ของแข็งคงตัวทั้งหมด และของแข็งระเหยได้ทั้งหมดเหลือในน้ำส่วนบนหลังการตกตะกอนเท่ากับ10198 25810 6680 และ 19130 มก./ล. ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตะกอนโปรตีน

การวิเคราะห์ตะกอนโปรตีนแบ่งเป็นสองแหล่งคือ ตะกอนโปรตีนที่ได้จากการตกตะกอนน้ำล้างแป้งถั่วเขียว และ ตะกอนโปรตีนที่ได้จากการตกตะกอนน้ำล้างวุ้นเส้น โดยลักษณะทางกายภาพของตะกอนทั้งสองชนิดจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นฉุน ส่วนลักษณะสมบัติทางเคมีที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน (%) ความชื้นของตะกอน(%) และปริมาณเถ้า (%) โดยตะกอนที่จะทำการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติจะเลือกตะกอนที่ได้จากการตกตะกอนที่ความเข้มข้นของไคโตแซน และ พีเอชที่เหมาะสม จากนั้นจึงส่งไปวิเคราะห์ และ ประเมินราคา (บาทต่อกิโลกรัม) ที่บริษัท มิตรภาพอาหารสัตว์ โดยผลการวิเคราะห์ตะกอนของทางบริษัท มิตรภาพอาหารสัตว์ ได้กำหนดราคาตะกอนโปรตีนเท่ากับ 11.0 บาทต่อกิโลกรัม

5.4.1 ตะกอนโปรตีนจากน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

โดยทั่วไปแล้วโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่รับซื้อตะกอนโปรตีน จะมีองค์ประกอบในการพิจารณาที่สำคัญคือ ปริมาณไนโตรเจน (%) , ความชื้นของตะกอน(%) และ เถ้า การวิเคราะห์ตะกอนโปรตีนจะกระทำโดยการนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการล้างแป้งถั่วเขียวมาทำการตกตะกอน โดยใช้ความเข้มข้นของไคโตแซน และ พีเอชที่เหมาะสม กล่าวคือ ที่ความเข้มข้นไคโตแซน 100 มก./ล. และพีเอช 4.5

จากการตกตะกอนน้ำล้างแป้งถั่วเขียวที่พีเอช 4.5 และความเข้มข้นของไคโตแซนที่ 100 มก./ล. พบว่าสามารถนำกลับไนโตรเจนได้ร้อยละ 40.0 และจากการนำตะกอนไปย่อยเพื่อวิเคราะห์จะพบว่าประกอบไปด้วยปริมาณไนโตรเจน, ความชื้นตะกอน และ เถ้า ร้อยละ 72.5 , 15.3 , และ 3.10 ตามลำดับ

5.4.2 ตะกอนโปรตีนจากน้ำล้างวุ้นเส้น

การวิเคราะห์ตะกอนโปรตีนจะกระทำโดยการนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการล้างวุ้นเส้นมาทำการตกตะกอน โดยใช้ความเข้มข้นของไคโตแซน และ พีเอชที่เหมาะสม ในการตกตะกอนโปรตีนจากน้ำล้างวุ้นเส้นในที่นี้ ความเข้มข้นของไคโตแซนที่เหมาะสมคือ 150 มก./ล. ที่พีเอช 4.5

จากการตกตะกอนน้ำล้างวุ้นเส้นที่พีเอช 4.5 และความเข้มข้นของไคโตแซน 150 มก./ล. พบว่าสามารถนำกลับไนโตรเจนได้ร้อยละ 61.0 และจากการนำตะกอนไปย่อยเพื่อวิเคราะห์ จะพบว่าประกอบไปด้วยปริมาณไนโตรเจน , ความชื้นของตะกอน และ เถ้า ร้อยละ 63.7 ,16.7 และ 3.70 ตามลำดับ

5.5 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการใช้สารไคโตแซนเป็นสารตกตะกอนโปรตีน

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ต้นทุนในการตกตะกอนโปรตีน และถือเป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยนั้น จะคิดจากค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ 3 ประการ คือ

1) ค่าสารเคมี(Chemical) ที่ใช้ในการปรุงแต่งสภาพน้ำดิบ สารโคแอกกูแลนท์

2) ค่าพลังงาน(Power)ได้แก่ค่าไฟฟ้าและน้ำมันที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรใน ระ บบ ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบ

3) ค่าจ้างผู้ควบคุมระบบ(Salary)

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการประเมินค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนของค่าสารเคมีคือ สารโคแอกกูแลนท์ ได้แก่ ไคโตแซน และแคลเซียมฟอสเฟต สารที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำเสียได้แก่ กรดไฮโดรคลอริค เท่านั้น

5.5.1 ค่าใช้จ่ายในการใช้ไคโตแซนเป็นสารตกตะกอนโปรตีนในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว

จากการทดลองโดยการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์เพียงอย่างเดียว สามารถที่จะตกตะกอนโปรตีนได้ดี และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม จะพบว่าที่ปริมาณไคโตแซนเข้มข้น 100 มก./ล. จะมีประสิทธิภาพนำกลับไนโตรเจนได้ 5,385 มก./ล. หรือ ร้อยละ 66.1 ซึ่งคิดเป็นปริมาณโปรตีนได้ 41.5 กรัมต่อลิตร จะมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดเพียง 1.81 บาทต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม ในขณะที่ราคาขายเท่ากับ 11.0 บาท ต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม โดยจะมีส่วนต่าง 9.19 บาท โดยประมาณ ซึ่ง ณ.จุดนี้เป็นจุดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการนำกลับตะกอนโปรตีนโดยวิธีการตกตะกอน ดังแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการนำกลับโปรตีน ที่พีเอช 4.5 ในตารางที่ 5.13 ส่วนค่าใช้จ่ายที่พีเอชอื่นๆ แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข. นอกจากนี้ที่ความเข้มข้นไคโตแซน 100 มก./ล.ยังช่วยลดค่าสารอินทรีย์ในน้ำเสีย(COD),ค่าของแข็งทั้งหมด(TS), ของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) และ ของแข็งระเหยได้ทั้งหมดถึงร้อยละ 68.2,56.9,42.5 และ 58.6 ตามลำดับ

5.5.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้ไคโตแซนเป็นสารตกตะกอนโปรตีนในน้ำล้างวุ้นเส้น

จากการทดลองโดยการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์เพียงอย่างเดียว สามารถที่จะตกตะกอนโปรตีนได้ดี และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่า

ตารางที่ 5.13 แสดงค่าใช้จ่ายของการใช้ไคโตแซนเป็นสารตกตะกอนโปรตีน

ประเภทน้ำเสีย	ค่าพีเอช	ปริมาณไคโตแซน (มก./ล.)	ร้อยละของไนโตรเจนที่นำกลับได้(%)	ปริมาณโปรตีนนำกลับได้ (ก./ล.)	กรดไฮโดรคลอริค (บาท/ตะกอน 1 กก.)	ไคโตแซน (บาท/กก.)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ตะกอน 1 กก.)
น้ำล้างแป้งถั่วเขียว	4.5	0	75.4	38.4	0.75	0.0	0.75
		20	81.6	41.5	0.69	0.26	0.95
		40	83.5	42.5	0.67	0.51	1.18
		60	83.6	42.5	0.67	0.77	1.44
		80	82.6	42.0	0.68	1.04	1.72
		100	90.1	45.9	0.62	1.19	1.81
		150	90.5	46.1	0.62	1.78	2.40
		200	91.6	46.6	0.61	2.36	2.97
		250	94.5	47.3	0.61	2.90	3.51
		300	94.4	47.3	0.61	3.48	4.09
		350	94.4	47.3	0.61	4.06	4.67
		400	94.6	47.4	0.61	4.64	5.25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้จ่ายรวมต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม จะพบว่าที่ปริมาณไคโตแซนเข้มข้น 150 มก./ล. จะมีประสิทธิภาพนำกลับไนโตรเจนได้ 595 มก./ล. หรือ ร้อยละ 61.4 ซึ่งคิดเป็นปริมาณโปรตีนได้ 3.7 กรัมต่อลิตร จะมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดเพียง 24.5 บาทต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม ในขณะที่ราคาขายเท่ากับ 11.0 บาทต่อตะกอนโปรตีน 1 กิโลกรัม โดยจะมีส่วนต่าง -13.5 บาทโดยประมาณ ซึ่งจะไม่คุ้มทุนแต่ถ้าพิจาราณาในด้านช่วยลดภาระในการบำบัดน้ำเสียก็จะมีความเหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีนด้วย ซึ่ง ณ. จุดนี้เป็นจุดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการนำกลับตะกอนโปรตีนโดยวิธีการตกตะกอน ดังแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการนำกลับโปรตีน ที่พีเอช 4.5 ในตารางที่ 5.14 ส่วนค่าใช้จ่ายที่พีเอชอื่นๆแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข. นอกจากนี้ที่ความเข้มข้นไคโตแซน 150 มก./ล.ยังช่วยลดค่าสารอินทรีย์ในน้ำเสีย(COD),ค่าของแข็งทั้งหมด(TS), ของแข็งคงตัวทั้งหมด(TFS) และ ของแข็งระเหยได้ทั้งหมดถึงร้อยละ 45.8,33.5,23.0 และ 36.5 ตามลำดับ

5.5.3 ค่าใช้จ่ายในการใช้ไคโตแซนเป็นโคแอกกูแลนท์ร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต

จากการทดลองเมื่อใช้แคลเซียมฟอสเฟตร่วมกับการใช้ไคโตแซน พบว่าแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีส่วนช่วยในการตกตะกอนโปรตีน จึงไม่อาจพิจารณาค่าใช้จ่ายร่วมในการตกตะกอนน้ำเสียจากโรงงานผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าใช้จ่ายของการใช้ไคโตแซนเป็นสารตกตะกอนโปรตีน

ประเภทน้ำเสีย	ค่าพีเอช	ปริมาณไคโตแซน (มก./ล.)	ร้อยละของไนโตรเจนที่นำกลับได้(%)	ปริมาณโปรตีนนำกลับได้ (ก./ล.)	กรดไฮโดรคลอริค (บาท/ตะกอน 1 กก.)	ไคโตแซน (บาท/กก.)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ตะกอน 1 กก.)
น้ำล้างวุ้นเส้น	4.5	0	8.7	0.5	18.3	0.0	18.3
		20	15.8	0.9	10.1	11.5	21.6
		40	16.4	0.9	10.1	22.1	32.2
		60	17.9	1.0	9.1	30.5	39.5
		80	23.2	1.4	6.5	31.2	37.7
		100	26.0	1.5	6.1	35.1	41.2
		150	61.4	3.7	2.4	22.1	24.5
		200	58.9	3.5	2.6	30.8	33.4
		250	60.2	3.6	2.5	37.7	40.2
		300	58.1	3.5	2.6	46.9	49.5
		350	57.3	3.4	2.6	55.4	58.0
		400	55.6	3.3	2.7	65.4	68.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย