



## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เกตุอร ราชบุตร และสุกัญญา คูชัยสิทธิ์, การปลูกถั่วลิสง เอกสารวิชาการ เล่มที่ 5  
กรมส่งเสริมการเกษตร 2531.
- จุมพล คีนตัก, ธงชัย นิ่งรัมย์, นิภาพ วสุวานิช, ดิน เอกสารธรณีวิทยา เล่มที่ 19,  
กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี 2524.
- เต็ม สมิตินันท์, ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพื้นเมือง) กรมป่าไม้  
2528.
- ปรีชา แสงพิลสิทธิ์, "การประยุกต์ใช้ระบบการกรองโดยตรง" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชา  
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2531.
- ไพจิตร จันทรวงค์, คู่มือการใช้ประโยชน์และตรวจสอบคุณภาพของพืชน้ำมัน และน้ำมันพืช 52  
ชนิด, เอกสารวิชาการ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร 2530.
- ภูนาถ นนทรีย์, ถั่วลิสง โครงการหนังสือเกษตรชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2531.
- มันสิน ตันกุลเวศม์, วิศวกรรมการประปา เล่ม 1 ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526.
- สนิท กิตติกรรม, รายชื่อพืชทั่วไป เอกสารวิชาการ เล่มที่ 3, กองพืชไร่ กรม  
กรมวิชาการเกษตร 2523.
- สมพร ภูติยานันต์, สมุนไพรใกล้ตัว ตอนที่ 2 เอกสารวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2523.
- เสวลักษณ์ ภูมิวสันะ, ไม้ผลที่น่าสนใจ เอกสารวิชาการฉบับที่ 87, สำนักงานคณะ  
กรรมการวิจัยแห่งชาติ 2527.
- สุชาติ สติถย์มันน์ในธรรม, "เทคนิคการไตเตรทคอลลอยด์ในการควบคุมขบวนการโคแอกกูเลชัน"  
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย 2526.
- สุพจน์ แสงประทุม และคณะ, ถั่วต่าง ๆ เอกสารวิชาการเล่มที่ 28 กรมส่งเสริมการเกษตร  
2526.

ภาษาอังกฤษ

- Adin, A., Baumann, E.R. and Cleasby, J.E., "The Application of Filtration Theory to Pilot-Plant Design", J.AWWA. Vol. 71, pp.17, 1979.
- American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards Water and Environment Technology, Section II, ASTM, U.S.A., 1978.
- Bulusu K.R. and B.N. Pathak, "Seed of Red Sorella a Coagulant-Boon to Village", Indian J. Environm. health., Vol. 16, pp. 63-67, 1974.
- Clarl, R.N., "The Purification of Water on a Small Scale", Bull. WHO, Vol. 14, pp. 820-826, 1956.
- Cox, C.R., "Operation and Control of Water Treatment Processes", WHO-Monograph, Vol. 49, Geneva, 1964.
- Egbuniwe, Nnamdi, "Rural water supplies from laterite runoff", Water Resources Bulletin, Vol. 14 pp. 466-469, 1978.
- Feachem, R.C. Bradley, D.J., Garelick, H. and D. Mara, "Health Aspects of Wastewater and Excreta Management," World Bank/Johns Hopkins University Press, 1980.
- Hirohata, T., Masuda, Y., Horie.A. and Kuratsunne M., "Carcinogenicity of tar-containing skin drug," Animal Experiment and Chemical Analysis, Vol. 64, pp. 323-330, 1973.
- Hudson H.E., Lai R.J. and Signley J.E., "Velocity Gradient Calibration of Jar Test Equipment", J.AWWA., Vol. 67, pp. 553-557 1975.
- Ives. K.J., "A New Concept of Filterability," Water Research, Vol.10, pp. 123-127, 1978.
- Jähn, Samia Al Azharia, "Sudanese Native Methods for The Purification of Nile Water during the Flood Season," Biological Control of Water Pollution, chapt. 13, pp. 95-106, 1976.
- Jahn, Samia Al Azharia, Traditional Water Purification in Tropical Developing Countries, GTZ, Geneva, 1981.

- Kawamura S., Hanna G.p., "Conciderations on Improving Flocculation", J.AWWA., Vol. 14, pp. 328-336, 1976.
- Klute Rudolf and Uwe Nesis, "Stability of Colloidal Kaolinite Suspension in the Presence of Soluble Organic Compound", J. Colloid and Interface Science, Vol. 4, pp. 113-123, 1976.
- Louis, Leo, "Bentonite Clay as a Coagulant Aid in gray", J. Water and Sewage Works, Vol. 103, pp. 196-199, 1956.
- Nauroy, J., "Contribution a l' etude de la phamacopee marocaine traditionnelle," This. Pharm. Paris, 1954.
- Pressmann m., "Cationic Polyelectrolytes as Prime Coagulants in Natural Water Treatment", J.AWWA, Vol. 59, pp. 169-181, 1967.
- Schulz R., Okun A., Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries, John Wiley & Sons. Inc., U.S.A., 1984.
- Sen A.K. And K.R. Bulusu "Effectiveness of Nirmali Seed as a Coagulant and Coagulant Aid", J.Environmental Health, Vol. 4, pp. 223-224, 1962.
- Verma S., Chaudhuri M., "Colloid - Chemical Parameters for Coagulant Dose Control," J.AWWA, Vol. 70, pp. 102, 1978.
- Wang L.K. et.al., "Application and Determination of Organic Polymers," Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 9, pp. 337, 1978.













### ผลการทดลองชุดที่ 1

การทดสอบความสามารถในการเป็นโคแอกกูแลนต์ของวัสดุธรรมชาติ โดยวิธีจาร์เทสต์

ตารางที่ ก-1 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสมโดยการทดลองจาร์เทสต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)															
	ปริมาณสารส้ม (มก./ล)															
	20	30	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	130	135	140	150
50	5.9	3.4	1.6	2.4	2.6	2.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	3.9	2.4	2.1	2.0	2.0	2.8	3.2	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-
200	8.6	-	6.0	5.9	5.3	3.0	3.1	2.6	4.3	2.8	3.4	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	5.2	5.3	5.1	4.8	4.3	2.6	2.8	2.9	2.7

หมายเหตุ ค่าความขุ่นตกค้างวัดที่เวลาตกตะกอน 60 นาที

ตารางที่ ก-2 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองจาร์เทสต์  
เมื่อใช้ มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)															
	ปริมาณ มะรุม (มก./ล)															
	100	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	250	280	300	350
50	10	7.6	6.4	6.3	5.2	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	-	-	-	-
100	9.8	-	-	8.1	8.0	8.1	7.5	8.0	7.3	7.4	7.5	7.6	9.4	13	13	-
200	12	-	5.1	-	3.3	3.5	3.5	-	3.1	2.6	2.6	3.1	3.7	3.9	3.3	5.1
300	19	-	-	8.6	-	-	7.1	6.8	6.8	6.9	6.7	7.1	7.1	7.6	8.8	-

ตารางที่ ก-3 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองจาร์เทสต์  
เมื่อใช้ กระจับแดง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)													
	ปริมาณ กระจับแดง (มก./ล)													
	1	2.5	5	7.5	10	15	17.5	20	22.5	25	30	40	50	
50	16	13	14	15	12	16	-	18	-	-	22	-	-	
100	-	-	7.8	-	4.4	4.5	4.1	3.7	4.2	3.8	5.1	6.1	-	
200	-	-	-	-	4.8	4.1	3.8	3.2	3.4	3.7	4.5	4.1	4.3	
300	-	-	-	-	21	14	-	14	-	13	10	11	13	

ตารางที่ ก-4 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสมโดยการทดลองจาร์เทสต์  
เมื่อใช้ ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)					
	ปริมาณ ถั่วแดง (มก./ล)					
	2.5	5	7.5	10	15	20
50	25	17	27	29	35	39
100	13	11	13	17	24	28
200	15	12	15	15	14	15
300	12	11	9.4	10	11	10

ตารางที่ ก-5 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสมโดยการทดลองจาร์เทสต์  
เมื่อใช้ ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)					
	ปริมาณ ถั่วลิสง (มก./ล)					
	2.5	5	7.5	10	15	20
50	3.7	3.5	5.2	5.2	6.5	7.2
100	10	9.1	9.8	12	14	18
200	7.5	5.8	7.1	8.4	9.7	10
300	5.1	3.6	5.1	5.7	7.4	9.1

ตารางที่ ก-6 ผลการหาปริมาณโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองจาร์เทสต์  
เมื่อใช้ มะขาม เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ความขุ่นตกค้าง (NTU)					
	ปริมาณ มะขาม (มก./ล)					
	1	2.5	5	7.5	10	15
50	18	17	21	22	23	23
100	41	30	61	62	66	72
200	36	30	35	37	37	40
300	50	46	55	51	50	56

## ผลการทดลองชุดที่ 2

การทดสอบความสามารถในการเป็นโคแอกกูแลนต์ของวัสดุธรรมชาติ โดยวิธีการหาค่าดัชนีการกรอง

ตารางที่ ก-7 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรองเมื่อใช้ สารส้ม เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$									
	ปริมาณสารส้ม (มก./ล.)									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	25	30	35
50	290	19.6	9.6	7.4	6.4	5.9	5.8	5.1	5.6	
100	431	89.0	19.1	11.4	9.1	6.4	5.3	4.9	5.6	
200	507	-	27.0	-	10.6	6.1	7.2	6.1	3.9	5.1
300	739	-	30.4	-	27.2	17.7	12.4	9.3	6.4	9.7

ตารางที่ ก-8 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรอง เมื่อใช้ มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$										
	ปริมาณ มะรุม (มก./ล.)										
	0	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
50	290	98.1	49.5	15.8	25.7	61.8	106.1				
100	431	-	-	-	94.1	41.3	18.8	19.9	20.5	-	27.9
200	507	-	-	-	125	107	84.6	129	149	-	-
300	739	-	-	-	-	255	200	169	245	301	-

ตารางที่ ก-9 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรอง เมื่อใช้ กระจับแดง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$												
	ปริมาณ กระจับแดง (มก./ล.)												
	0	1	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5
50	290	79.2	73.2	43.6	34.4	49.3	60.6						
100	431	-	-	-	-	-	56.3	47.8	45.6	48.1	95.2		
200	507	-	-	-	-	166	114	91.3	85.5	155	188		
300	739	-	-	-	-	-	-	-	-	213	-	181	157

ตารางที่ ก-10 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรอง เมื่อใช้ ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$						
	ปริมาณ ถั่วแดง (มก./ล.)						
	0	1	2.5	5	7.5	10	15
50	290	95.0	33.0	83.2	107.1	128.3	-
100	431	104.7	68.0	84.6	107.6	120.1	-
200	507	200	162	71.6	80.7	104	-
300	739	-	204	59.7	74.5	88.5	144

ตารางที่ ก-11 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรอง เมื่อใช้ ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$					
	ปริมาณถั่วลิสง (มก./ล.)					
	0	2	4	6	8	10
50	290	31.4	23.0	54.1	67.9	126.4
100	431	75.4	50.8	78.5	94.0	112.1
200	507	132.1	75.5	77.9	108.5	117.0
300	739	138	87.9	109	130	153

ตารางที่ ก-12 ผลการคำนวณค่าดัชนีการกรอง เมื่อใช้ มะขาม เป็นโคแอกกูแลนต์

ระดับความขุ่น (NTU)	ค่าดัชนีการกรอง , $F * 10^4$					
	ปริมาณ มะขาม (มก./ล.)					
	0	0.5	1	2	4	6
50	290	139	82.0	110	139	220
100	431	115	82.1	126	142	152
200	507	90.7	70.6	86.3	124	152
300	739	87.3	72.4	78.1	95.7	114





ตารางที่ ก-15

น้ำดิบความขุ่น 200 NTU พีเอช 7.8  
 ใช้ สารส้ม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 6.8

ปริมาณสารส้ม ,มก./ล.	5	10	15	20	25	30	35
$C^\circ$ (NTU)	199	200	200	202	203	203	205
C (NTU)	5.8	2.2	1.8	1.7	1.6	1.3	1.5
$h_L$ (cm)	13.2	13.0	12.8	11.4	10.2	8.0	9.1
V ( $cm^3$ )	2165	2055	2010	2025	2007	1995	1990
$F \times 10^4$	27.0	10.6	8.1	7.2	6.1	3.9	5.1
pH	7.4	7.2	7.0	7.0	6.9	6.8	6.8

ตารางที่ ก-16

น้ำดิบความขุ่น 300 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ สารส้ม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 6.8

ปริมาณสารส้ม ,มก./ล.	5	10	15	20	25	30	35
$C^\circ$ (NTU)	300	302	303	305	305	305	306
C (NTU)	9.9	7.6	4.7	3.6	2.8	2.0	2.9
$h_L$ (cm)	9.2	10.8	11.3	10.5	10.2	9.8	10.4
V ( $cm^3$ )	1520	1518	1510	1525	1530	1535	1538
$F \times 10^4$	30.4	27.2	17.7	12.4	9.3	6.4	9.7
pH	7.1	7.2	7.0	6.8	6.8	6.6	6.6

ตารางที่ ก-17

น้ำดิบความขุ่น 50 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 5.9

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	130	140	150	160	170	180
$C^\circ$ (NTU)	77	59	74	71	82	77
C (NTU)	6.9	3.2	0.88	0.88	3.3	4.9
$h_L$ (cm)	8.5	7.5	8.3	10.1	10.3	12.5
V ( $cm^3$ )	1300	1250	950	742	1020	1140
$F \times 10^4$	89.1	49.5	15.8	25.7	61.8	106.1
pH	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3

ตารางที่ ก-18

น้ำดิบความขุ่น 100 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 5.9

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	160	170	180	190	200	220
$C^\circ$ (NTU)	120	120	120	120	150	130
C (NTU)	4.8	4.1	1.8	1.9	2.1	2.4
$h_L$ (cm)	16.7	9.5	9.5	9.0	9.0	9.5
V ( $cm^3$ )	1080	1195	1152	1090	935	897
$F \times 10^4$	94.1	41.3	18.8	19.9	20.5	27.9
pH	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3



ตารางที่ ก-21

น้ำดิบความขุ่น 50 NTU พีเอช 7.0  
 ใช้ กระเจียวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	100	12.5
C° (NTU)	51	37	37	47	48	48
C (NTU)	3.8	3.7	2.0	2.8	2.6	3.0
h <sub>L</sub> (cm)	5.0	5.8	5.0	5.7	5.3	5.8
V (cm <sup>3</sup> )	715	1205	943	1500	885	910
Fx10 <sup>4</sup>	79.2	73.2	43.6	34.4	49.3	60.6
pH	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	7.0

ตารางที่ ก-22

น้ำดิบความขุ่น 100 NTU พีเอช 7.2  
 ใช้ กระเจียวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	12.5	15	17.5	20	25
C° (NTU)	98	110	98	86	84
C (NTU)	5.0	5.6	4.6	6.6	8.6
h <sub>L</sub> (cm)	5.3	6.2	9.0	9.3	8.5
V (cm <sup>3</sup> )	731	1005	1410	1285	1390
Fx10 <sup>4</sup>	56.3	47.8	45.6	48.1	95.2
pH	7.2	7.2	7.1	7.2	7.1

## ตารางที่ ก-23

น้ำดิบความขุ่น 200 NTU พีเอช 7.0  
 ใช้ กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	10.1	12.5	15	17.5	200	22.5
$C^\circ$ (NTU)	190	170	170	200	180	170
C (NTU)	32	21	14	18	25	26
$h_L$ (cm)	8.0	5.7	5.7	5.9	8.5	9.0
V ( $cm^3$ )	1230	940	782	945	1153	1115
$F \times 10^4$	166.6	113.9	91.3	85.5	155.7	187.8
pH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

## ตารางที่ ก-24

น้ำดิบความขุ่น 300 NTU พีเอช 7.0  
 ใช้ กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	20	25	27.5	30	35
$C^\circ$ (NTU)	310	290	280	250	240
C (NTU)	50	45	44	44	42
$h_L$ (cm)	10.0	9.0	7.0	9.2	11.7
V ( $cm^3$ )	1147	1170	1065	1257	1237
$F \times 10^4$	213.8	181.6	157.1	195.9	251.8
pH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

ตารางที่ ก-25

น้ำดิบความขุ่น 50 NTU พีเอช 7.7  
 ไข่ ถ้าวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 7.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10
$C^\circ$ (NTU)	43	48	48	46	49
C (NTU)	4.9	2.1	4.8	5.7	8.6
$h_L$ (cm)	6.8	6.5	7.0	7.1	5.0
V ( $cm^3$ )	1240	1310	1280	1250	1040
$F \times 10^4$	95.0	33.0	83.2	107.1	128.3
pH	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6

ตารางที่ ก-26

น้ำดิบความขุ่น 100 NTU พีเอช 7.7  
 ไข่ ถ้าวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 7.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10
$C^\circ$ (NTU)	97	69	89	78	76
C (NTU)	9.4	5.7	8.6	8.4	8.3
$h_L$ (cm)	7.6	5.6	8.6	8.4	8.3
V ( $cm^3$ )	1070	1035	990	1050	1010
$F \times 10^4$	104.7	68.0	84.6	107.6	120.1
pH	7.7	7.7	7.7	7.6	7.7

ตารางที่ ก-27

น้ำดิบความขุ่น 200 NTU พีเอช 7.7  
 ไข่ ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 7.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10
$C^\circ$ (NTU)	190	180	195	210	210
C (NTU)	29	27	24	13	17
$h_L$ (cm)	6.1	9.9	5.7	9.0	9.1
V (cm <sup>3</sup> )	708	1389	1490	1050	1070
$F \times 10^4$	200.0	162.6	71.6	80.7	104.7
pH	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7

ตารางที่ ก-28

น้ำดิบความขุ่น 300 NTU พีเอช 7.7  
 ไข่ ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 7.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	2.5	5	7.5	10	15
$C^\circ$ (NTU)	320	180	230	280	330
C (NTU)	45	8.1	15	16	27
$h_L$ (cm)	8.4	8.0	6.8	8.5	9.8
V (cm <sup>3</sup> )	877	917	905	835	842
$F \times 10^4$	204.9	59.7	74.5	88.5	144.8
pH	7.7	7.7	7.8	7.8	7.7

ตารางที่ ก-29

น้ำดิบความขุ่น 50 NTU พีเอช 7.3  
 ใช้ ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.4

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	2	4	6	8	10
$C^\circ$ (NTU)	48	52	48	51	45
C (NTU)	2.5	1.5	3.6	3.8	7.6
$h_L$ (cm)	3.2	5.0	4.4	4.9	4.3
V (cm <sup>3</sup> )	807	953	927	818	897
$F \times 10^4$	31.4	23.0	54.1	67.9	126.4
pH	7.3	7.2	7.2	7.3	7.3

ตารางที่ ก-30

น้ำดิบความขุ่น 100 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.4

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	2	4	6	8	10
$C^\circ$ (NTU)	120	120	110	110	120
C (NTU)	12	11	12	13	15
$h_L$ (cm)	5.9	5.4	6.1	6.9	6.4
V (cm <sup>3</sup> )	1190	1285	1290	1320	1085
$F \times 10^4$	75.4	50.8	78.5	94.0	112.1
pH	7.4	7.3	7.4	7.4	7.4



ตารางที่ ก-31

น้ำดิบความขุ่น 200 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ ถ้าวลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.4

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	1	2	4	6	80	10
$C^\circ$ (NTU)	200	200	200	200	200	200
C (NTU)	38	21	15	12	17	18
$h_L$ (cm)	9.5	9.1	8.8	9.0	8.9	9.1
V ( $cm^3$ )	1080	1100	1330	1055	1060	1065
$F \times 10^4$	254.2	132.1	75.5	77.9	108.5	117.0
pH	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4

ตารางที่ ก-32

น้ำดิบความขุ่น 300 NTU พีเอช 7.6  
 ใช้ ถ้าวลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.4

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	2	4	6	8	10
$C^\circ$ (NTU)	290	310	300	340	320
C (NTU)	33	24	30	38	42
$h_L$ (cm)	7.5	8.4	9.3	8.8	9.2
V ( $cm^3$ )	940	1125	1315	1150	1200
$F \times 10^4$	138.1	87.9	109.9	130.1	153.0
pH	7.5	7.6	7.6	7.5	7.6



ตารางที่ ก-35

น้ำดิบความขุ่น 200 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ มะขาม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.6

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	0.5	1	2	4	6
$C^\circ$ (NTU)	310	320	320	320	320
C (NTU)	21	17	19	22	27
$h_L$ (cm)	9.7	6.0	6.4	8.1	9.2
V ( $cm^3$ )	1145	670	740	885	1030
$F \times 10^4$	87.3	72.4	78.1	95.7	114.6
pH	7.4	7.3	7.3	7.2	7.2

ตารางที่ ก-36

น้ำดิบความขุ่น 300 NTU พีเอช 7.4  
 ใช้ มะขาม เป็นโคแอกกูแลนต์ พีเอช 9.6

ปริมาณโคแอกกูแลนต์, มก./ล.	0.5	1	2	4	6
$C^\circ$ (NTU)	200	200	200	200	200
C (NTU)	14	10	16	26	21
$h_L$ (cm)	8.6	9.1	7.8	6.6	9.3
V ( $cm^3$ )	1010	980	1100	1050	975
$F \times 10^4$	90.7	70.6	86.3	124.3	152.3
pH	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4

## ผลการทดลองชุดที่ 3

การทดสอบความสามารถในการเป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ดของวัสดุธรรมชาติ โดยวิธีจาร์เทสต์

## ผลการทดลองจาร์เทสต์

## ตารางที่ ก-37

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช 7.7
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	มะรุ้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด	พีเอช 5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอ็ด, มก./ล.	5	10	15	20	30	40	60	80	100
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น									
- เวลา 5 นาที	15	12	13	14	17	22	21	20	23
- เวลา 10 นาที	4.9	4.5	4.5	5.9	6.5	5.1	5.5	5.5	6.6
- เวลา 20 นาที	2.0	1.9	2.1	2.7	2.4	2.3	2.8	2.7	3.1
- เวลา 60 นาที	1.1	0.98	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
พีเอช	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3	7.3	7.2

ตารางที่ ก-38

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.7
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะรุม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	10	15	20	25	30	40	80
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	10	10	10	10	10	10	10
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	14	14	12	14	14	22	28
- เวลา 10 นาที	8.3	8.6	7.6	9.4	9.4	10	11
- เวลา 20 นาที	5.1	4.8	2.8	5.0	5.6	6.9	7.1
- เวลา 40 นาที	2.6	2.4	1.7	2.6	2.3	3.2	2.8
- เวลา 60 นาที	1.8	1.5	1.3	1.9	1.6	1.7	1.9
พีเอช	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.2

ตารางที่ ก-39

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.7
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะรุม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	5	10	15	20	25	30
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	16	16	13	11	15	15
- เวลา 10 นาที	8.9	8.1	6.2	5.1	7.6	7.4
- เวลา 20 นาที	3.2	4.3	3.7	3.1	4.2	4.0
- เวลา 40 นาที	1.5	2.1	1.9	1.6	1.7	1.7
- เวลา 60 นาที	0.56	0.57	0.56	0.58	0.78	0.78
พีเอช	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3

## ตารางที่ ก-40

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.7
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะรุม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	5	10	15	20	30	35	40
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	32	28	32	28	26	21	22
- เวลา 10 นาที	10	9.1	8.7	9.0	9.4	6.6	8.9
- เวลา 20 นาที	4.5	3.4	3.3	4.3	4.6	3.0	3.9
- เวลา 40 นาที	2.6	1.7	1.5	1.9	1.8	1.4	2.0
- เวลา 60 นาที	2.1	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.9
พีเอช	7.1	7.0	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0

## ตารางที่ ก-40 (ต่อ)

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	50	55
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	11.25	11.25
ความขุ่น		
- เวลา 5 นาที	28	33
- เวลา 10 นาที	16	18
- เวลา 20 นาที	3.6	5.6
- เวลา 40 นาที	1.7	2.7
- เวลา 60 นาที	1.7	1.9
พีเอช	6.9	6.9

ตารางที่ ก-41

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช 7.8
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	มะรุม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอค	พีเอช 5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอค, มก./ล.	10	20	25	30	35	40	50
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	40	40	40	40	40	40	40
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	34	30	35	28	39	39	46
- เวลา 10 นาที	11	10	8.9	8.7	12	11	21
- เวลา 20 นาที	6.4	6.8	4.8	5.3	5.2	5.0	12
- เวลา 40 นาที	2.4	2.2	1.3	2.0	2.3	2.9	5.7
- เวลา 60 นาที	1.7	1.3	0.44	0.95	1.0	1.2	3.0
พีเอช	7.7	7.7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.6

ตารางที่ ก-41 (ต่อ)

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอค, มก./ล.	60	80	100
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	40	40	40
ความขุ่น			
- เวลา 5 นาที	47	59	59
- เวลา 10 นาที	23	26	35
- เวลา 20 นาที	12	15	17
- เวลา 40 นาที	6.3	6.8	7.5
- เวลา 60 นาที	3.8	4.5	4.2
พีเอช	7.6	7.7	7.7





## ตารางที่ ก-44

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.4
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะรุม	เป็น โคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	5.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	20	30	40	50	60	80	100	120
ปริมาณสารส้ม มก./ล.	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75
ความขุ่น								
- เวลา 5 นาที	31	31	29	31	28	33	38	41
- เวลา 10 นาที	7.6	6.9	6.4	9.2	7.7	9.7	10	12
- เวลา 20 นาที	3.1	2.9	2.7	3.0	2.9	3.6	3.5	4.4
- เวลา 40 นาที	1.7	1.7	1.3	1.6	1.5	1.8	1.8	2.5
- เวลา 60 นาที	0.96	0.94	0.91	0.96	0.95	1.20	1.10	1.5
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.6	6.6

## ตารางที่ ก-45

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.8
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียบแดง	เป็น โคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	9.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5.0	7.5	10	20
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	12	5.7	5.7	7.5	7.7	7.8
- เวลา 10 นาที	4.9	2.5	2.7	3.7	5.4	6.1
- เวลา 20 นาที	1.6	1.5	1.9	3.0	4.7	5.3
- เวลา 40 นาที	1.2	1.2	1.9	2.8	4.3	5.1
- เวลา 60 นาที	0.93	0.92	1.6	2.7	4.2	4.9
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6

## ตารางที่ ก-46

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.8
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียวแดง	เป็น โคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.8

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	5	7.5	10	12.5	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	10	10	10	10	10	10
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	14	12	10	9.1	9.8	9.6
- เวลา 10 นาที	8.6	6.9	5.4	4.8	4.7	5.3
- เวลา 20 นาที	4.3	3.8	2.9	2.4	2.6	3.1
- เวลา 40 นาที	2.1	1.9	1.4	1.2	1.3	1.6
- เวลา 60 นาที	1.0	0.98	0.74	0.62	0.69	0.73
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

## ตารางที่ ก-47

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.6
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียวแดง	เป็น โคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
ความขุ่น								
- เวลา 5 นาที	32	30	26	27	31	23	28	30
- เวลา 10 นาที	17	15	14	12	11	12	11	12
- เวลา 20 นาที	5.3	4.8	4.9	4.4	4.5	5.1	5.8	6.5
- เวลา 40 นาที	2.7	2.4	2.5	1.8	2.6	3.1	4.0	4.1
- เวลา 60 นาที	1.1	1.0	0.98	0.86	1.1	1.3	1.6	2.0
พีเอช	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0



## ตารางที่ ก-50

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช	7.0
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียบแดง	เป็น โคแอกกูแลนต์ เอ็ด	พีเอช	9.2

ปริมาณ โคแอกกูแลนต์ เอ็ด, มก./ล.	10	15	17.5	20	22.5	25	30
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	20	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	14	17	17	14	19	17	18
- เวลา 10 นาที	8.4	7.8	9.1	5.8	9.8	9.4	10
- เวลา 20 นาที	6.4	5.2	5.3	4.5	6.6	7.2	6.7
- เวลา 40 นาที	4.1	3.1	3.3	2.2	3.3	3.4	3.4
- เวลา 60 นาที	1.3	1.1	1.0	0.95	1.1	1.2	1.1
พีเอช	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

## ตารางที่ ก-51

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.6
ใช้	สารส้ม	เป็น โคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียบแดง	เป็น โคแอกกูแลนต์ เอ็ด	พีเอช	9.2

ปริมาณ โคแอกกูแลนต์ เอ็ด, มก./ล.	5	10	12.5	15	20	25
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	21	17	15	13	17	14
- เวลา 10 นาที	9.1	9.3	6.2	5.8	6.0	6.1
- เวลา 20 นาที	3.9	4.2	4.1	3.4	4.1	4.6
- เวลา 40 นาที	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.9
- เวลา 60 นาที	0.94	0.81	0.67	0.57	0.66	0.69
พีเอช	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2

ตารางที่ ก-52

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.6
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	กระเจียบแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	9.2

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	5	10	15	17.5	20	22.5	25
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	20	22	24	26	29	27	28
- เวลา 10 นาที	6.7	6.9	6.6	7.4	9.8	10	9.6
- เวลา 20 นาที	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.8	4.7
- เวลา 40 นาที	1.8	1.5	1.9	1.7	1.2	1.6	1.7
- เวลา 60 นาที	0.65	0.66	0.55	0.54	0.52	0.57	0.54
พีเอช	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8

ตารางที่ ก-53

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.5
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	23	21	17	17	17	18
- เวลา 10 นาที	12	5.5	4.4	4.8	3.9	5.0
- เวลา 20 นาที	3.0	2.8	2.4	2.7	2.6	2.9
- เวลา 40 นาที	1.6	1.6	1.6	2.0	2.1	2.4
- เวลา 60 นาที	1.1	1.3	1.5	1.8	1.8	2.1
พีเอช	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

ตารางที่ ก-54

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.5
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	12.5	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	10	10	10	10	10	10	10
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	23	26	26	17	17	16	17
- เวลา 10 นาที	18	19	17	13	12	11	17
- เวลา 20 นาที	6.6	7.3	5.3	5.4	3.4	5.4	11
- เวลา 40 นาที	2.3	2.6	2.4	3.1	1.8	4.7	7.8
- เวลา 60 นาที	1.7	1.9	2.1	2.9	1.6	2.6	4.5
พีเอช	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4

ตารางที่ ก-55

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.8
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	24	22	18	28	23	24
- เวลา 10 นาที	12	11	5.5	6.3	7.3	9.1
- เวลา 20 นาที	5.6	4.1	6.1	3.0	3.1	3.6
- เวลา 40 นาที	2.4	2.2	1.6	1.9	2.0	3.0
- เวลา 60 นาที	1.2	1.0	0.98	1.3	1.4	1.8
พีเอช	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

## ตารางที่ ก-56

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช 7.8
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช 7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	27	22	18	19	19	22
- เวลา 10 นาที	17	12	10	11	12	13
- เวลา 20 นาที	7.4	5.3	5.1	5.4	6.1	6.2
- เวลา 40 นาที	4.1	4.3	3.4	4.2	4.8	4.9
- เวลา 60 นาที	2.1	2.3	1.3	1.6	1.8	1.8
พีเอช	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

## ตารางที่ ก-57

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช 7.3
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช 7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	40	40	40	40	40	40
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	24	16	13	13	21	24
- เวลา 10 นาที	8.4	8.0	4.4	5.4	5.6	6.2
- เวลา 20 นาที	3.7	3.1	2.3	2.7	2.8	3.1
- เวลา 40 นาที	1.6	1.3	1.1	1.2	1.4	1.9
- เวลา 60 นาที	1.1	0.95	0.74	1.0	1.1	1.1
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

## ตารางที่ ก-58

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช	7.3
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	37	28	15	17	25	22
- เวลา 10 นาที	18	15	6.7	9.2	9.4	9.3
- เวลา 20 นาที	7.0	4.2	3.5	3.4	4.1	4.2
- เวลา 40 นาที	2.2	2.0	1.4	1.5	1.6	1.7
- เวลา 60 นาที	1.7	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6

## ตารางที่ ก-59

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.4
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	32	24	18	15	21	24
- เวลา 10 นาที	14	15	14	7.1	11	12
- เวลา 20 นาที	3.1	2.9	2.6	2.5	3.1	3.4
- เวลา 40 นาที	1.3	1.1	1.4	1.3	1.6	1.7
- เวลา 60 นาที	1.1	0.91	0.73	0.55	0.61	0.71
พีเอช	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9



## ตารางที่ ก-60

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.4
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วแดง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	7.0

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	29	24	26	32	31	29
- เวลา 10 นาที	11	12	13	14	14	15
- เวลา 20 นาที	3.8	4.4	4.9	4.2	4.5	4.5
- เวลา 40 นาที	1.9	1.7	1.6	1.6	1.8	1.9
- เวลา 60 นาที	0.91	0.73	0.73	0.51	0.59	0.68
พีเอช	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1

## ตารางที่ ก-61

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.1
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5.0	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	12	10	7.1	7.8	8.1	9.7
- เวลา 10 นาที	4.2	4.1	4.6	4.9	5.1	5.3
- เวลา 20 นาที	3.3	3.0	3.4	3.9	3.7	4.1
- เวลา 40 นาที	2.1	1.8	2.5	2.7	2.6	2.9
- เวลา 60 นาที	1.4	1.0	1.1	1.2	1.1	1.3
พีเอช	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5

ตารางที่ ก-62

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.1
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	10	10	10	10	10	10
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	16	9.7	9.3	11	13	15
- เวลา 10 นาที	8.2	6.1	6.8	7.2	7.7	7.6
- เวลา 20 นาที	5.3	4.1	4.6	4.9	5.2	5.4
- เวลา 40 นาที	3.3	2.1	2.6	2.7	2.8	2.8
- เวลา 60 นาที	1.3	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

ตารางที่ ก-63

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.2
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	9.4	6.7	10	11	11	12
- เวลา 10 นาที	5.7	3.6	5.6	7.0	7.1	7.3
- เวลา 20 นาที	3.8	2.6	3.6	3.4	3.7	3.8
- เวลา 40 นาที	1.9	1.4	1.5	1.3	1.6	1.9
- เวลา 60 นาที	1.0	0.67	1.1	0.97	1.2	1.4
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

ตารางที่ ก-64

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช 7.2
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	13	11	13	14	15	16
- เวลา 10 นาที	4.8	2.2	4.2	4.4	4.6	4.9
- เวลา 20 นาที	2.6	1.2	2.1	2.3	2.4	2.5
- เวลา 40 นาที	1.3	0.97	1.1	1.0	0.99	1.2
- เวลา 60 นาที	0.96	0.81	0.89	0.94	0.91	1.0
พีเอช	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9

ตารางที่ ก-65

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช 7.3
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช 9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	2.5	5	7.5	10	15	20
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	40	40	40	40	40	40
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	18	17	18	19	18	19
- เวลา 10 นาที	12	4.8	7.6	11	12	12
- เวลา 20 นาที	3.8	3.1	4.4	5.5	7.6	8.4
- เวลา 40 นาที	2.2	1.9	2.2	3.1	3.6	3.9
- เวลา 60 นาที	1.1	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7
พีเอช	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8

## ตารางที่ ก-66

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช	7.3
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	2.5	5	7.5	10	15	20
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	17	21	20	20	21	22
- เวลา 10 นาที	10	9.01	10	12	13	13
- เวลา 20 นาที	5.8	5.1	6.2	8.0	10	11
- เวลา 40 นาที	3.3	3.1	3.8	6.1	7.7	7.3
- เวลา 60 นาที	1.1	0.98	1.8	3.9	4.2	4.0
พีเอช	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

## ตารางที่ ก-67

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.5
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอต	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอต, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	21	16	12	14	15	17
- เวลา 10 นาที	11	7.2	5.6	6.9	6.3	6.8
- เวลา 20 นาที	4.4	3.3	2.3	3.1	3.2	3.4
- เวลา 40 นาที	1.7	1.6	1.6	1.9	2.1	2.3
- เวลา 60 นาที	0.71	0.62	0.58	0.60	0.69	0.73
พีเอช	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7

ตารางที่ ก-68

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.5
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	ถั่วลิสง	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.1

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	27	17	18	18	17	19
- เวลา 10 นาที	13	9.5	8.9	9.3	9.2	9.7
- เวลา 20 นาที	5.6	3.8	3.6	4.0	4.1	5.1
- เวลา 40 นาที	2.1	2.3	2.0	2.8	3.5	4.2
- เวลา 60 นาที	1.6	1.8	0.83	1.1	1.9	2.1
พีเอช	6.8	6.7	6.7	6.8	6.8	6.8

ตารางที่ ก-69

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.4
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.7

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	14	15	17	18	14	19
- เวลา 10 นาที	4.5	4.1	4.9	5.0	5.3	5.9
- เวลา 20 นาที	3.3	3.1	3.3	3.5	3.7	4.2
- เวลา 40 นาที	2.0	1.7	1.8	1.8	2.2	2.5
- เวลา 60 นาที	0.97	0.84	0.95	1.1	1.0	1.3
พีเอช	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

## ตารางที่ ก-70

น้ำดิบความขุ่น	50	NTU	พีเอช	7.4
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.7

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	10	10	10	10	10	10
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	10	10	12	14	17	19
- เวลา 10 นาที	7.3	6.9	7.9	8.6	12	11
- เวลา 20 นาที	4.8	4.2	5.0	5.2	5.1	6.1
- เวลา 40 นาที	3.1	2.6	2.8	2.7	2.9	3.1
- เวลา 60 นาที	1.4	1.2	1.4	1.3	1.6	1.9
พีเอช	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

## ตารางที่ ก-71

น้ำดิบความขุ่น	100	NTU	พีเอช	7.6
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.7

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	17	14	17	21	23	27
- เวลา 10 นาที	6.3	5.9	6.4	6.5	6.7	7.1
- เวลา 20 นาที	4.1	3.2	4.5	4.2	4.1	5.0
- เวลา 40 นาที	1.6	1.5	2.1	2.3	2.4	2.4
- เวลา 60 นาที	1.1	0.94	1.2	1.1	1.3	1.3
พีเอช	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1



## ตารางที่ ก-74

น้ำดิบความขุ่น	200	NTU	พีเอช 7.6
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช 9.6

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	1	2.5	5	7.5	10	15
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	20	20	20	20	20	20
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	18	17	15	19	21	23
- เวลา 10 นาที	12	12	10	13	14	17
- เวลา 20 นาที	6.4	5.8	5.4	6.3	6.7	6.8
- เวลา 40 นาที	5.1	6.1	4.8	5.1	5.8	6.3
- เวลา 60 นาที	0.74	0.72	0.73	0.69	0.82	0.98
พีเอช	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4

## ตารางที่ ก-75

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช 7.6
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช 6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช 9.6

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	0.5	1	2	4	6	8	10
ปริมาณสารส้ม, มก./ล.	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
ความขุ่น							
- เวลา 5 นาที	30	29	24	33	33	35	38
- เวลา 10 นาที	13	11	11	13	13	14	17
- เวลา 20 นาที	4.9	3.5	2.8	4.0	4.0	5.4	6.3
- เวลา 40 นาที	2.0	1.7	1.3	1.7	1.8	2.1	2.9
- เวลา 60 นาที	0.65	0.73	0.53	0.62	0.64	0.71	0.71
พีเอช	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1



## ตารางที่ ก-76

น้ำดิบความขุ่น	300	NTU	พีเอช	7.6
ใช้	สารส้ม	เป็นโคแอกกูแลนต์	พีเอช	6.8
ใช้	มะขาม	เป็นโคแอกกูแลนต์เอด	พีเอช	9.6

ปริมาณโคแอกกูแลนต์เอด, มก./ล.	0.5	1	2	4	6	8
ปริมาณสารส้ม , มก./ล.	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75
ความขุ่น						
- เวลา 5 นาที	31	33	23	26	21	31
- เวลา 10 นาที	15	13	13	11	8.9	12
- เวลา 20 นาที	3.6	3.5	3.2	3.2	2.1	3.6
- เวลา 40 นาที	1.6	1.6	1.2	1.3	0.91	1.3
- เวลา 60 นาที	0.87	0.84	0.70	0.63	0.61	0.61
พีเอช	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4

### กราฟสำหรับการทดลอง ชุดที่ 3

การทดสอบความสามารถในการเป็นโคแอกกูแลนต์เอดของวัสดุธรรมชาติ โดยวิธีจาร์เทสต์

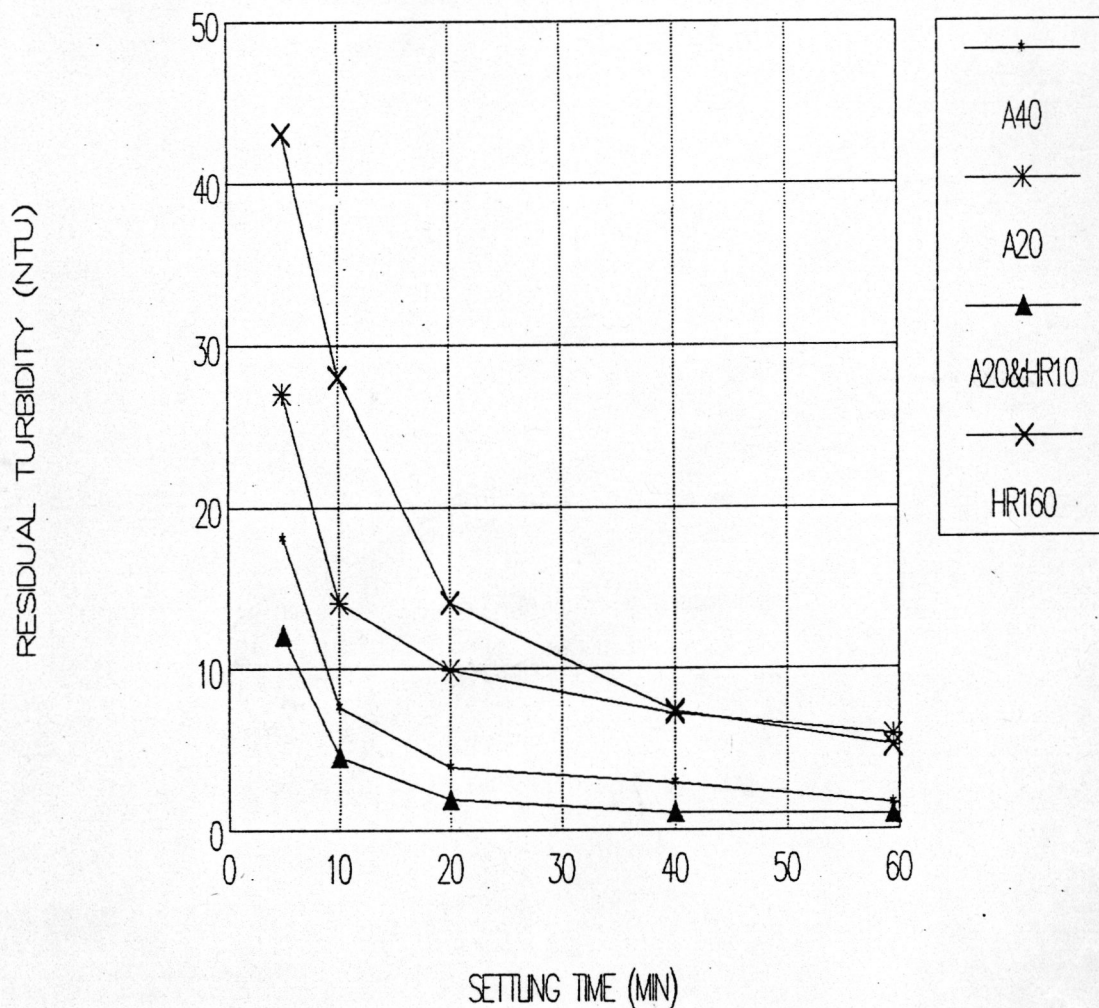
สัญลักษณ์ที่ใช้ในกราฟตั้งแต่รูปที่ ก-1 ถึง ก-40

- A = ALUM (สารส้ม)  
 HR = HORSE RADISH (มะรุม)  
 RR = ROSELLE (กระเจี๊ยบแดง)  
 L = LENTIL (ถั่วแดง)  
 GN = GROUND NUT (ถั่วลิสง)  
 T = TAMARIND (มะขาม)

#### ตัวอย่าง

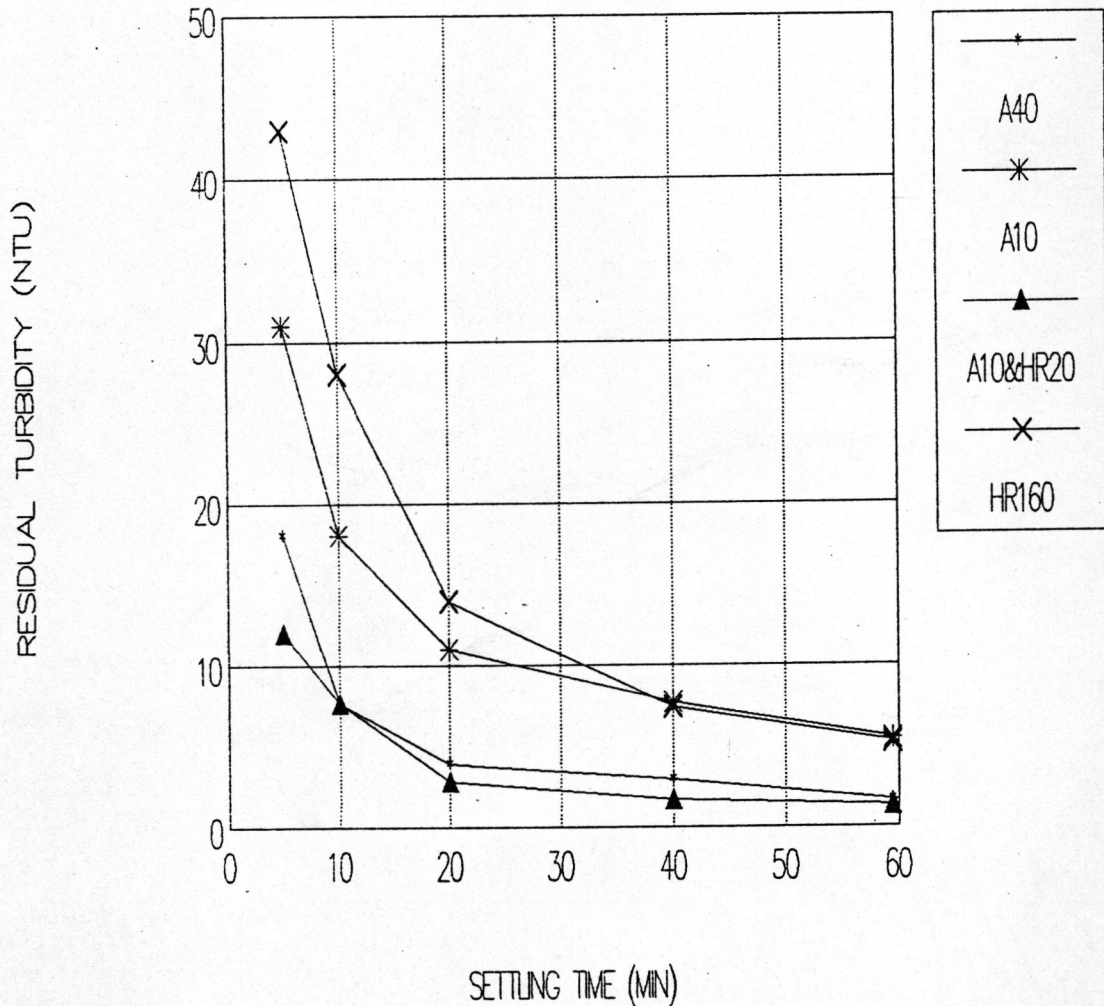
- A40 = Alum 40 mg/l  
 A20 = Alum 20 mg/l  
 A20&HR10 = Alum 40 mg/l + Horse radish 10 mg/l  
 HR160 = Horse radish 160 mg/l
-

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



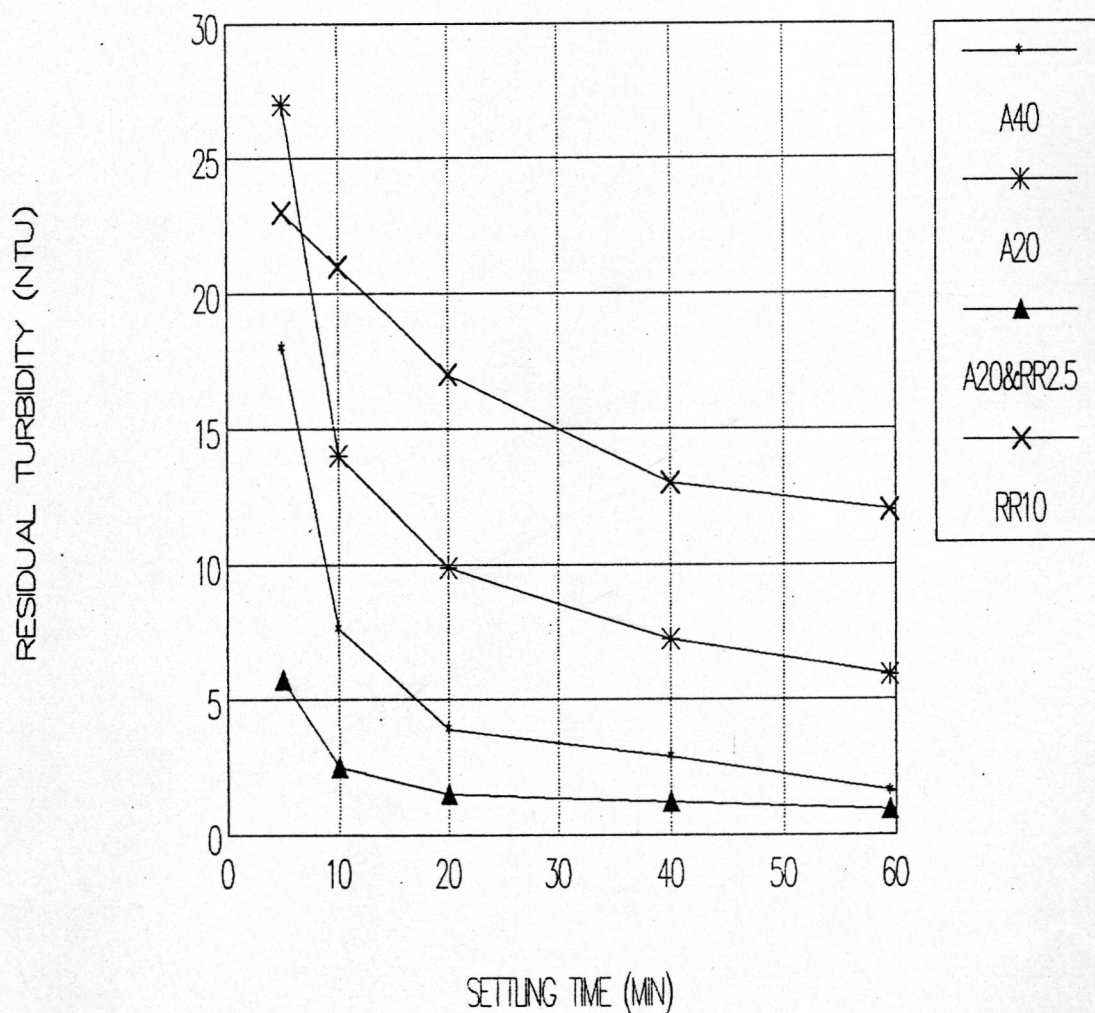
รูปที่ ก-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



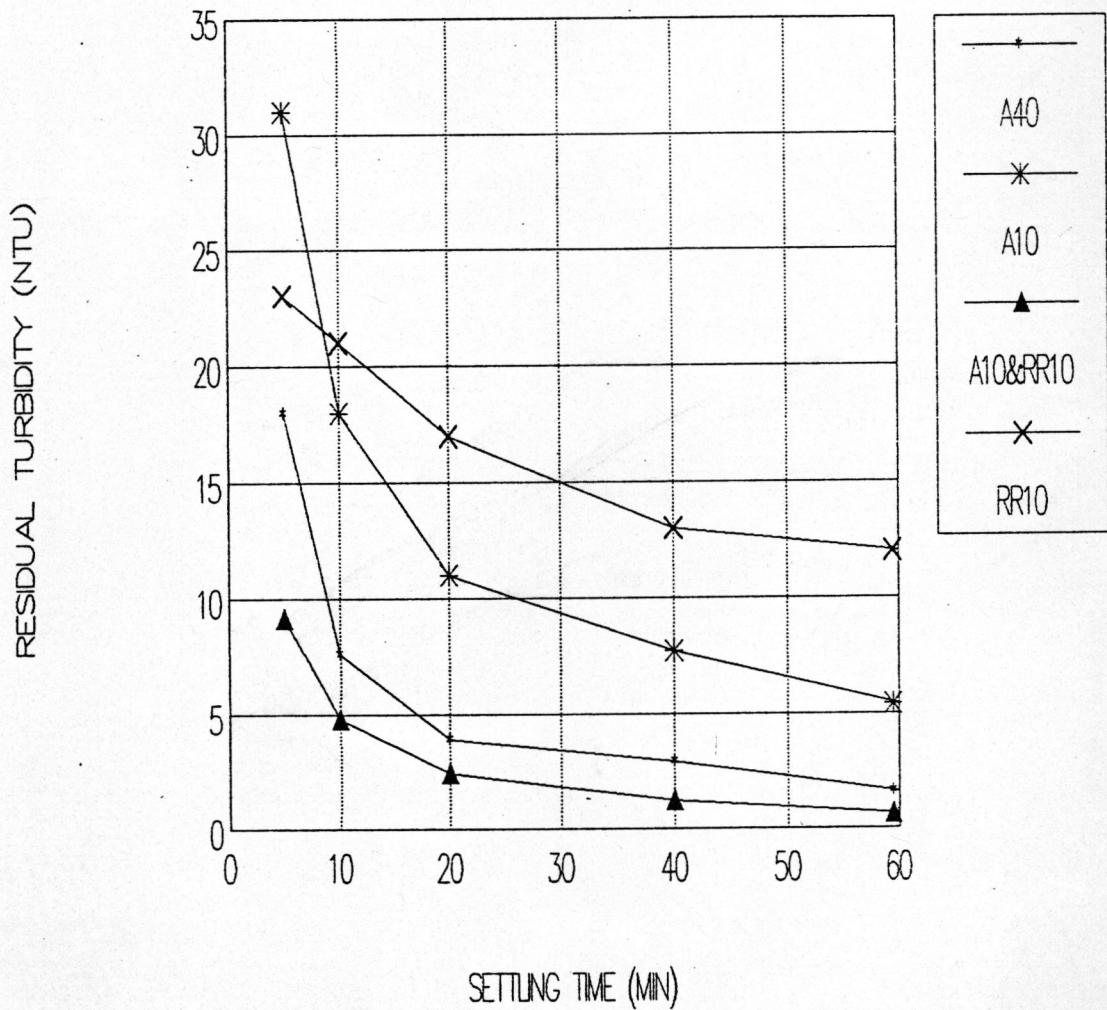
รูปที่ ก-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะรุม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



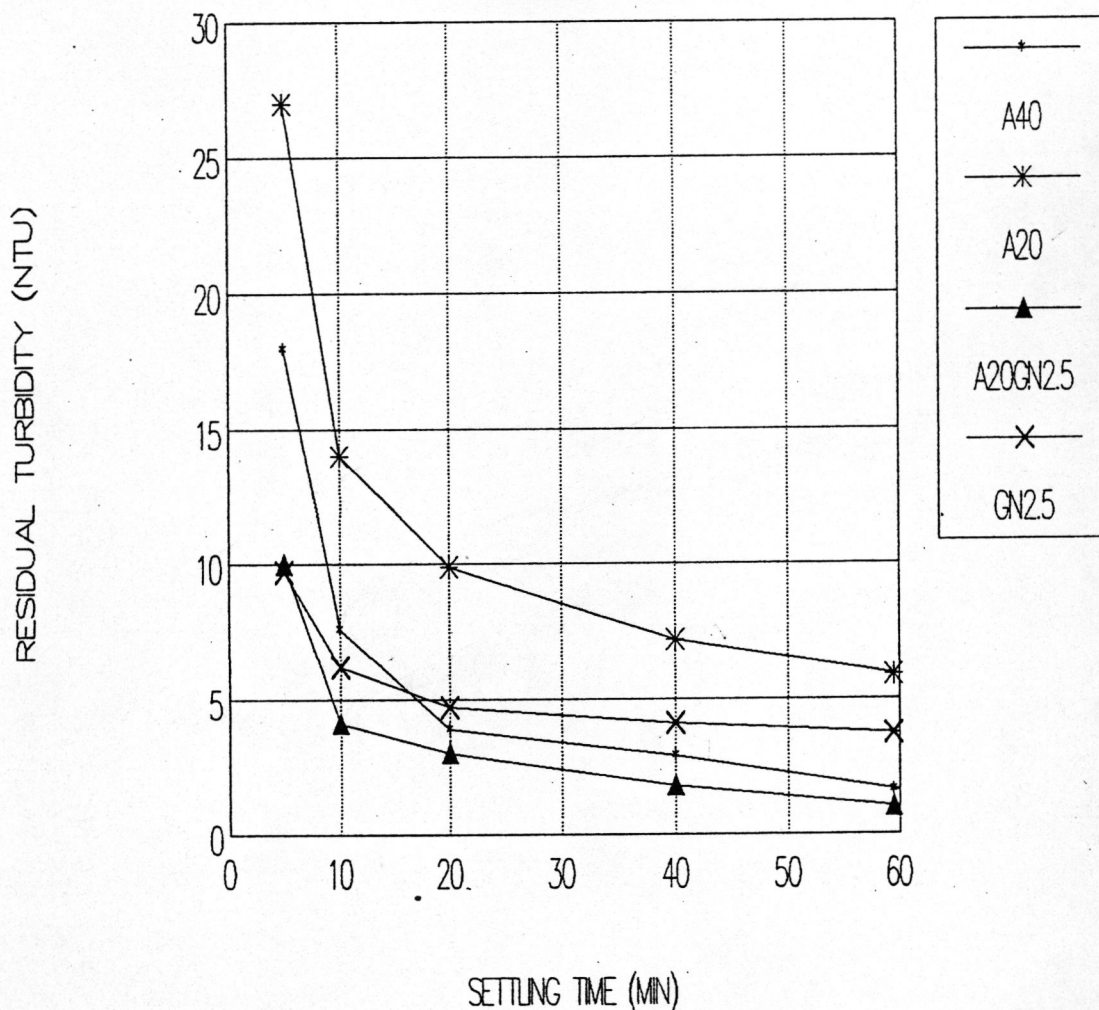
รูปที่ ก-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



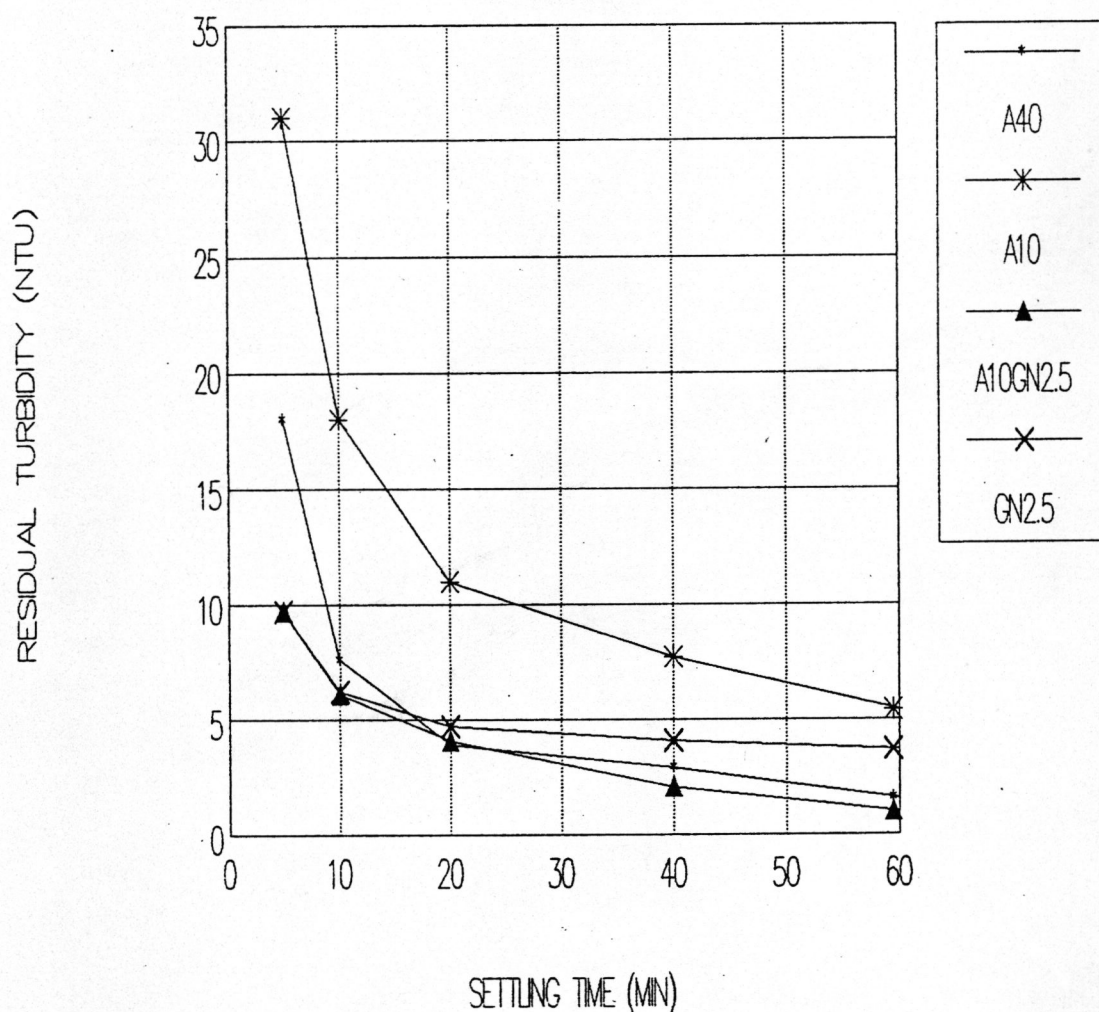
รูปที่ ก-4 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจี๊ยบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



รูปที่ ก-5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

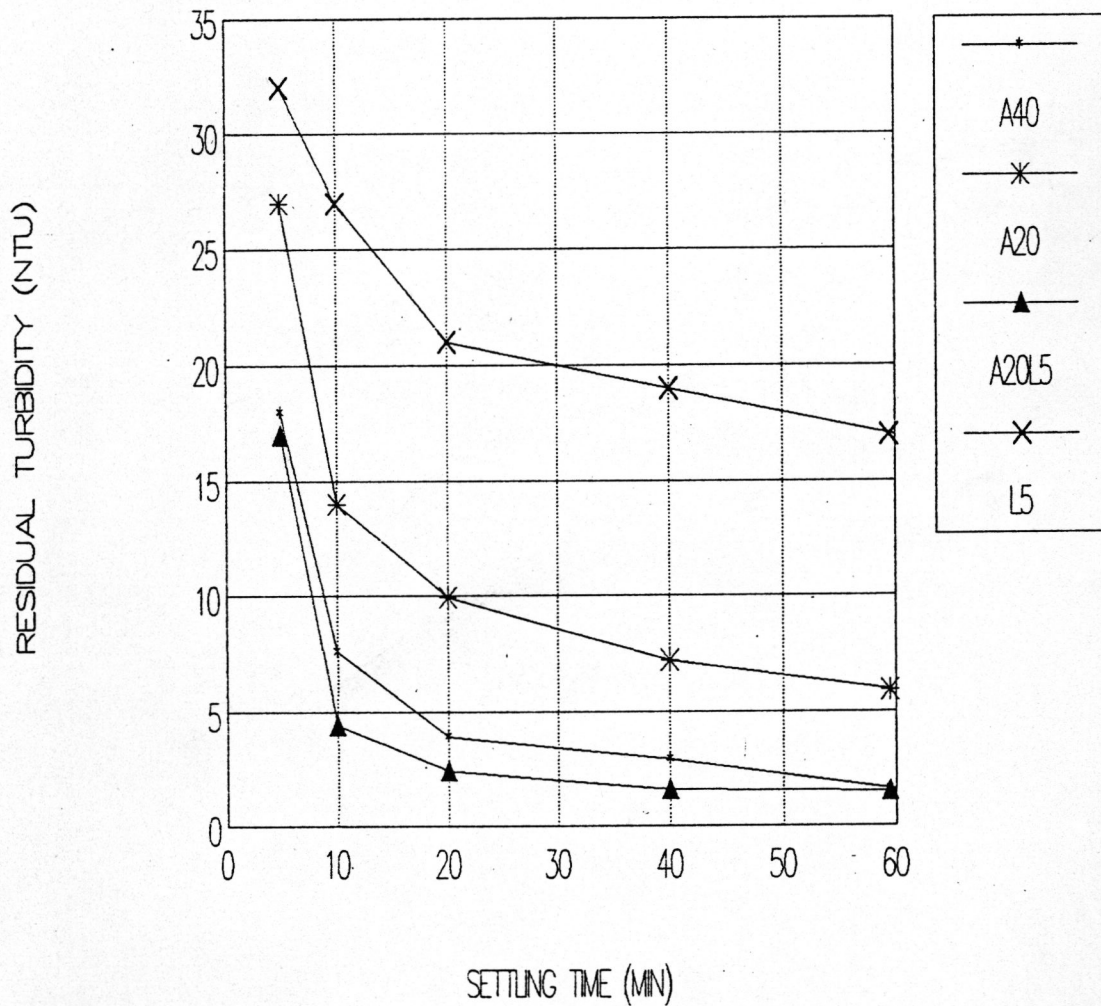
# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



รูปที่ ก-6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

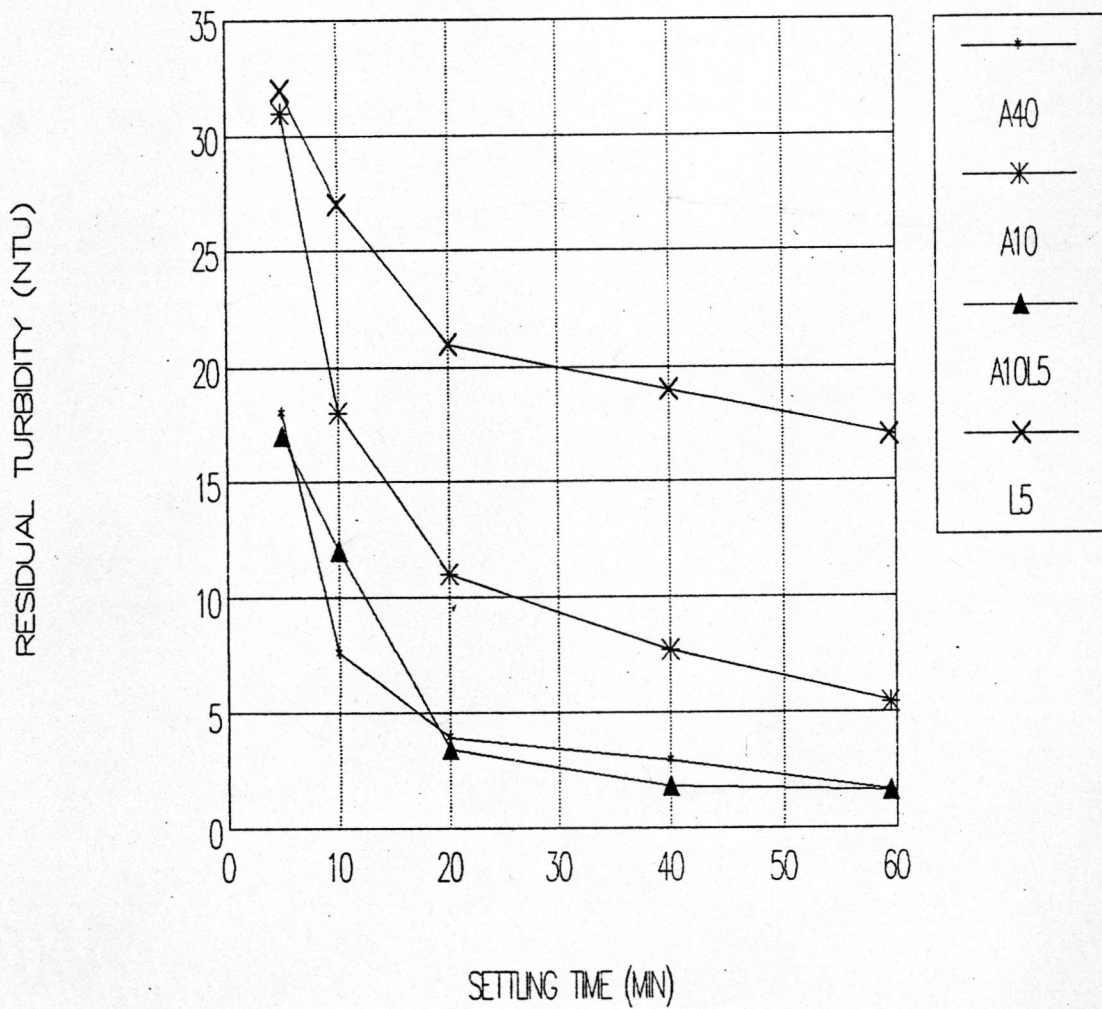


# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



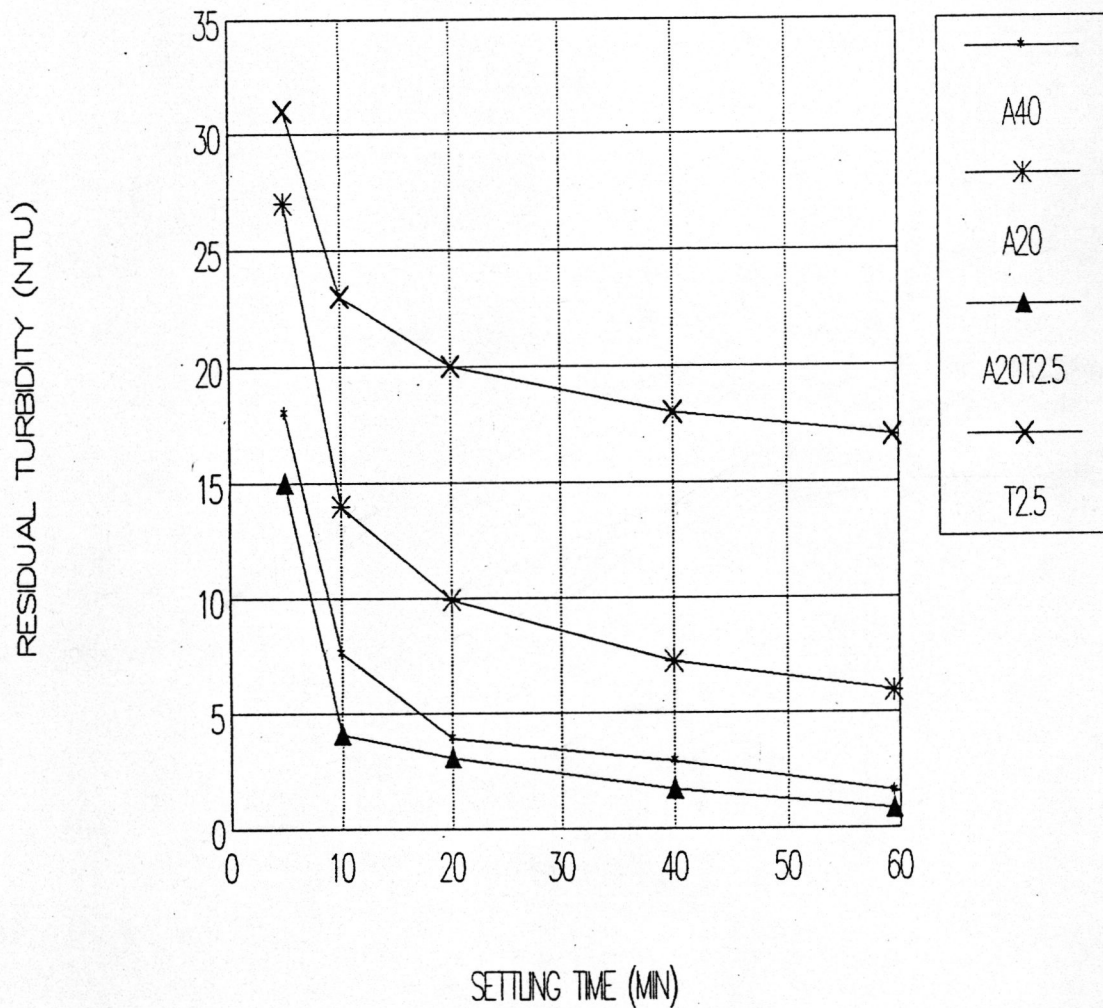
รูปที่ ก-7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้ถัวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



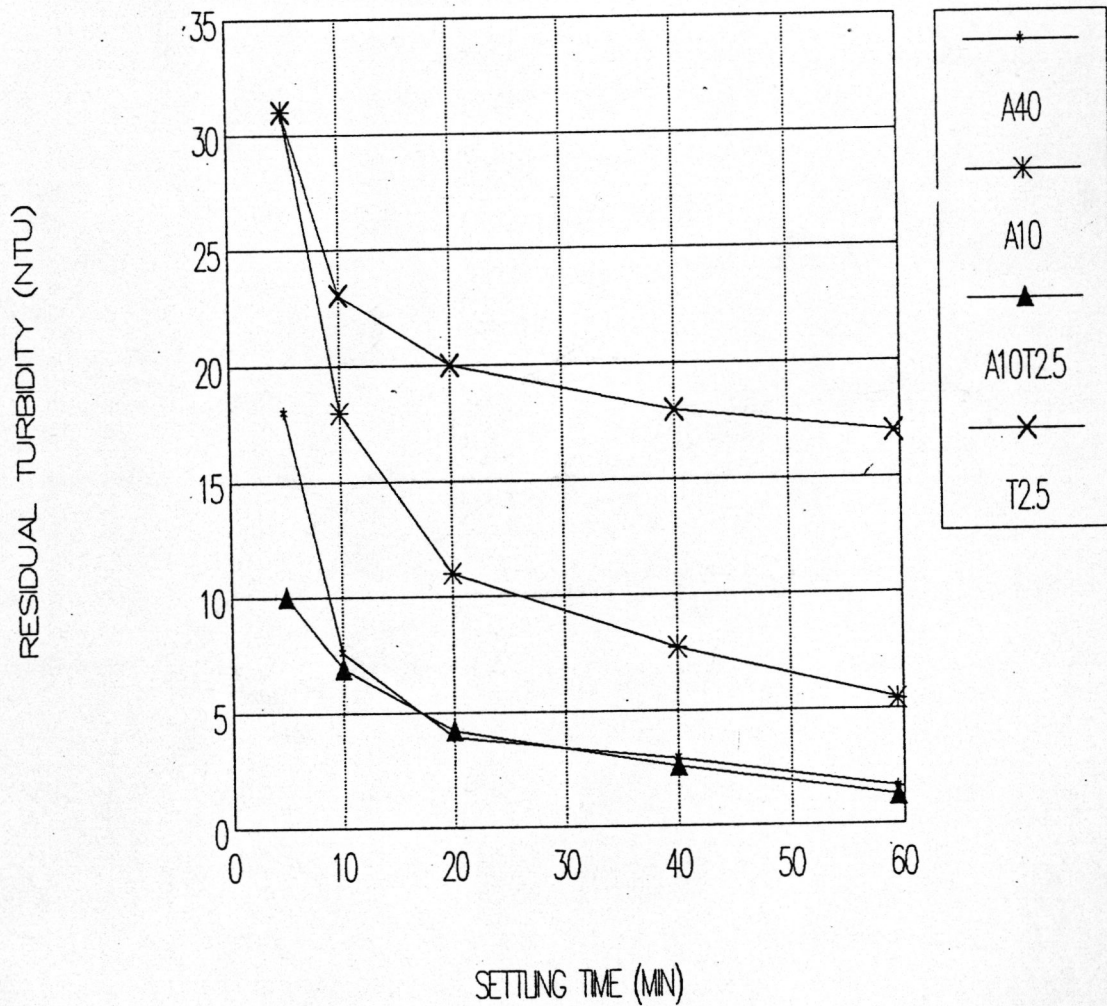
รูปที่ ก-8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



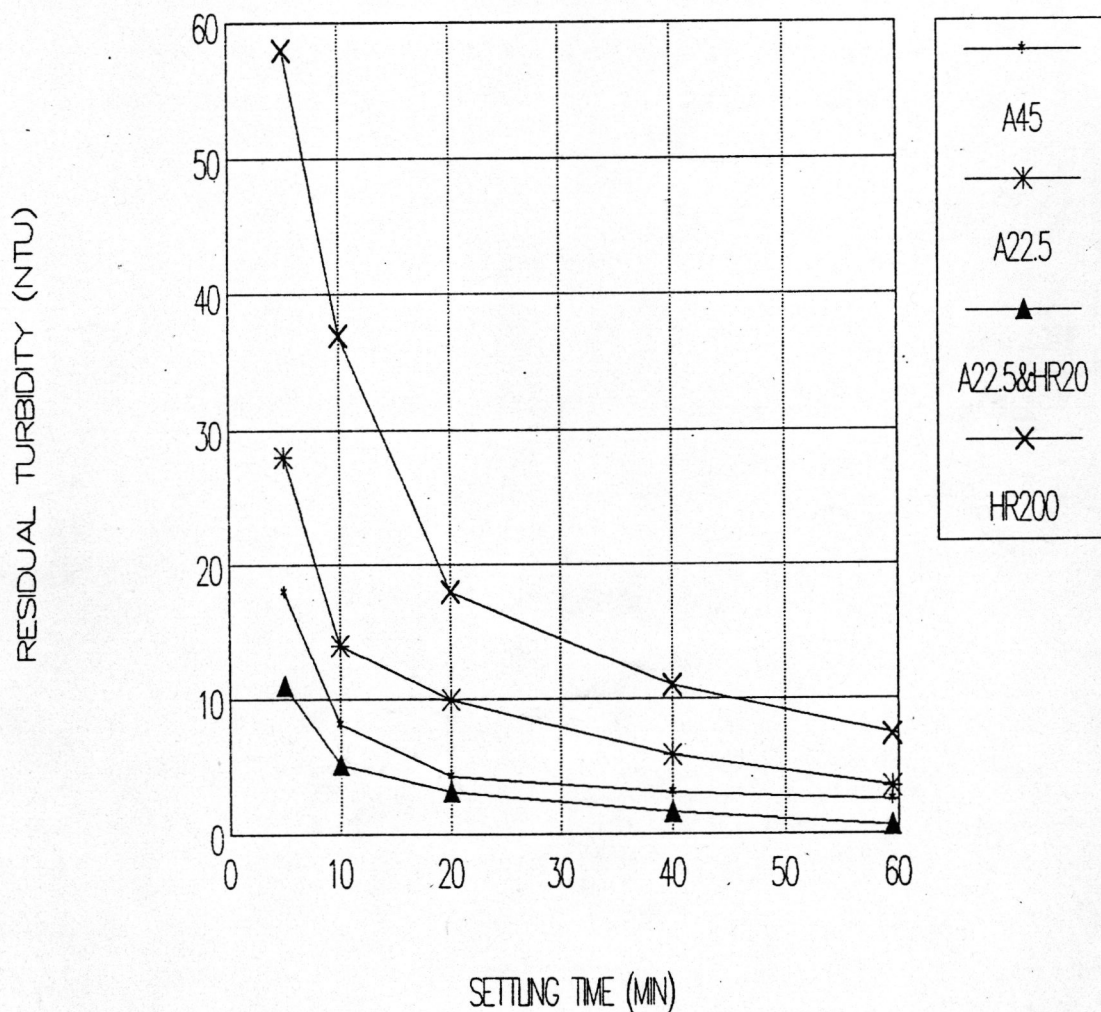
รูปที่ ก-9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 50 NTU



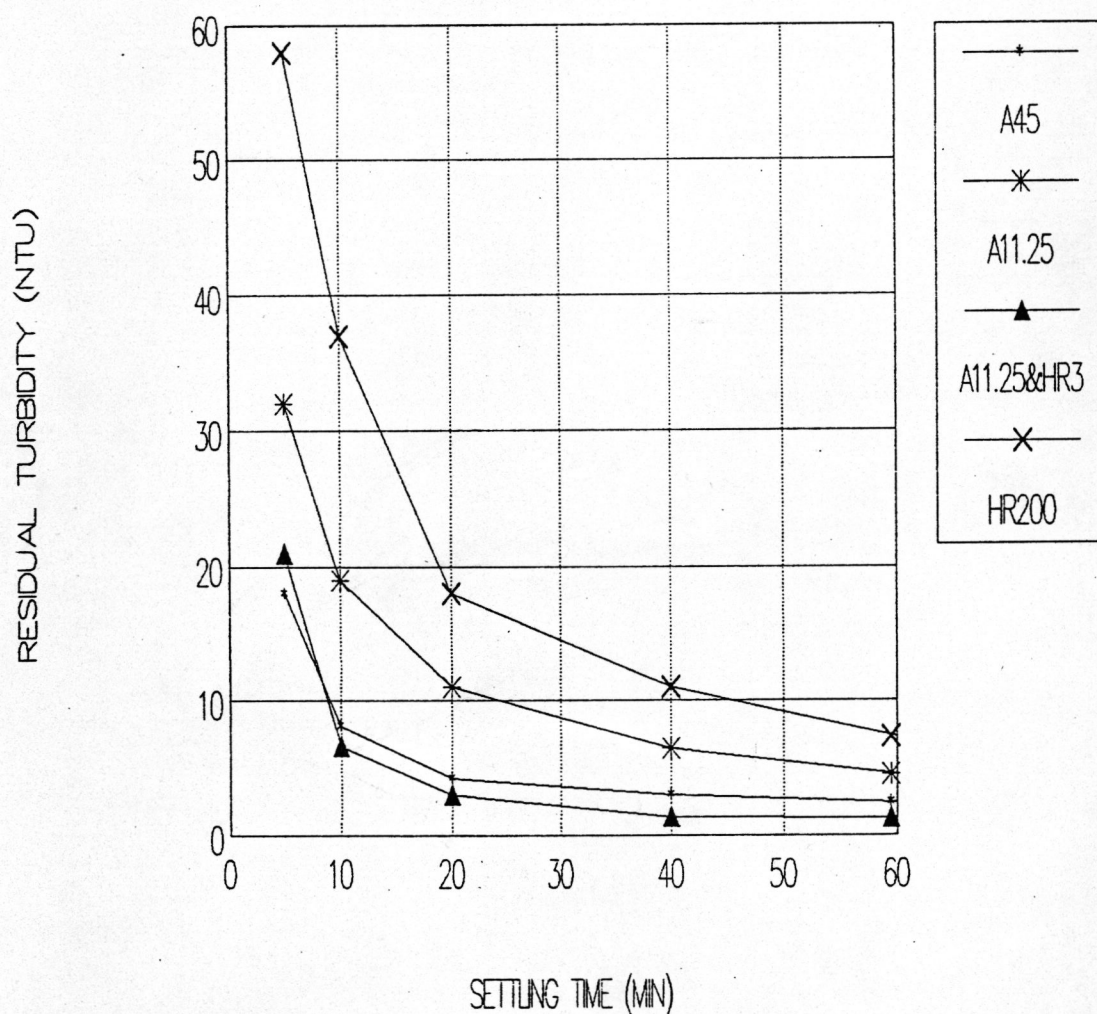
รูปที่ ก-10 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 50 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



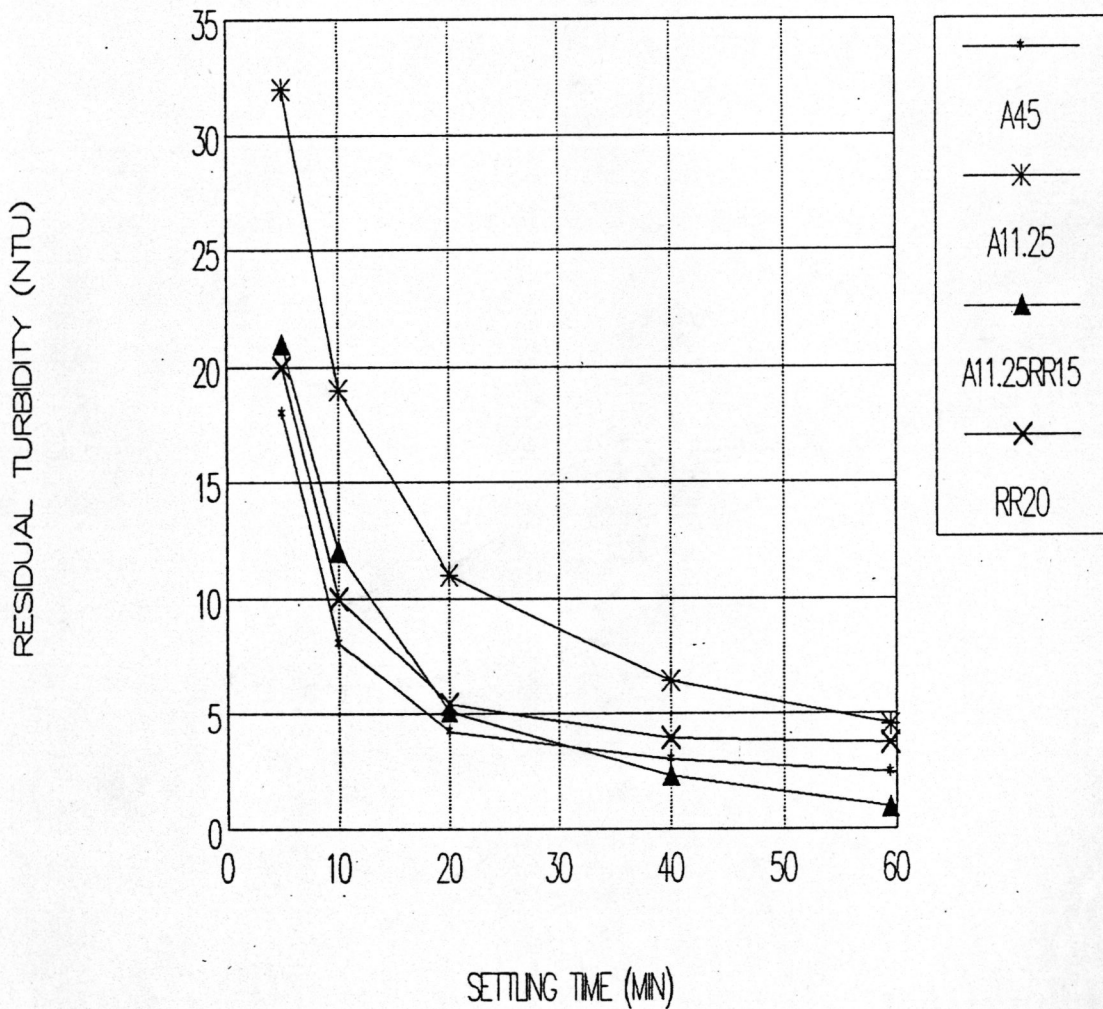
รูปที่ ก-11 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะรุม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



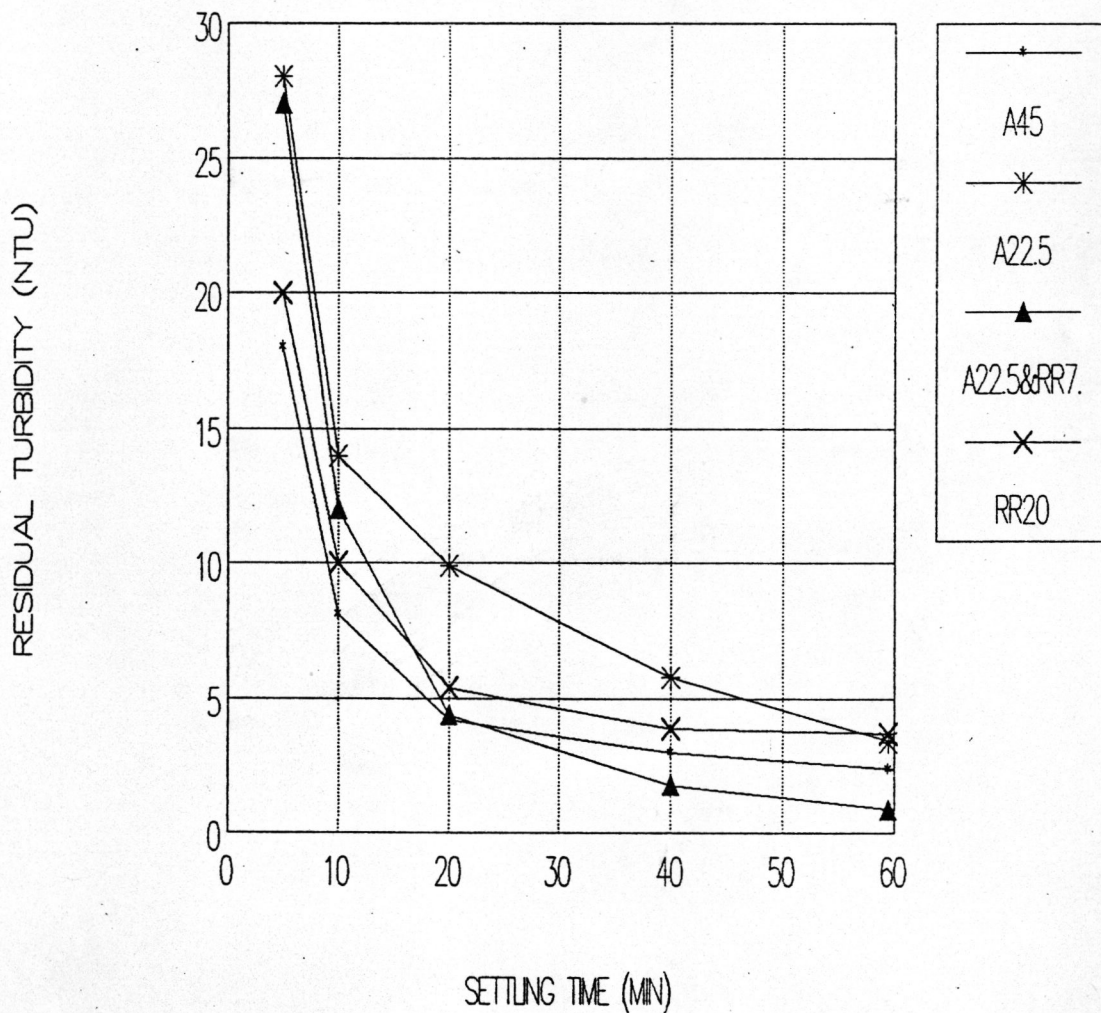
รูปที่ ก-12 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้เมรุ่ม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



รูปที่ ก-13 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจี๊ยบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

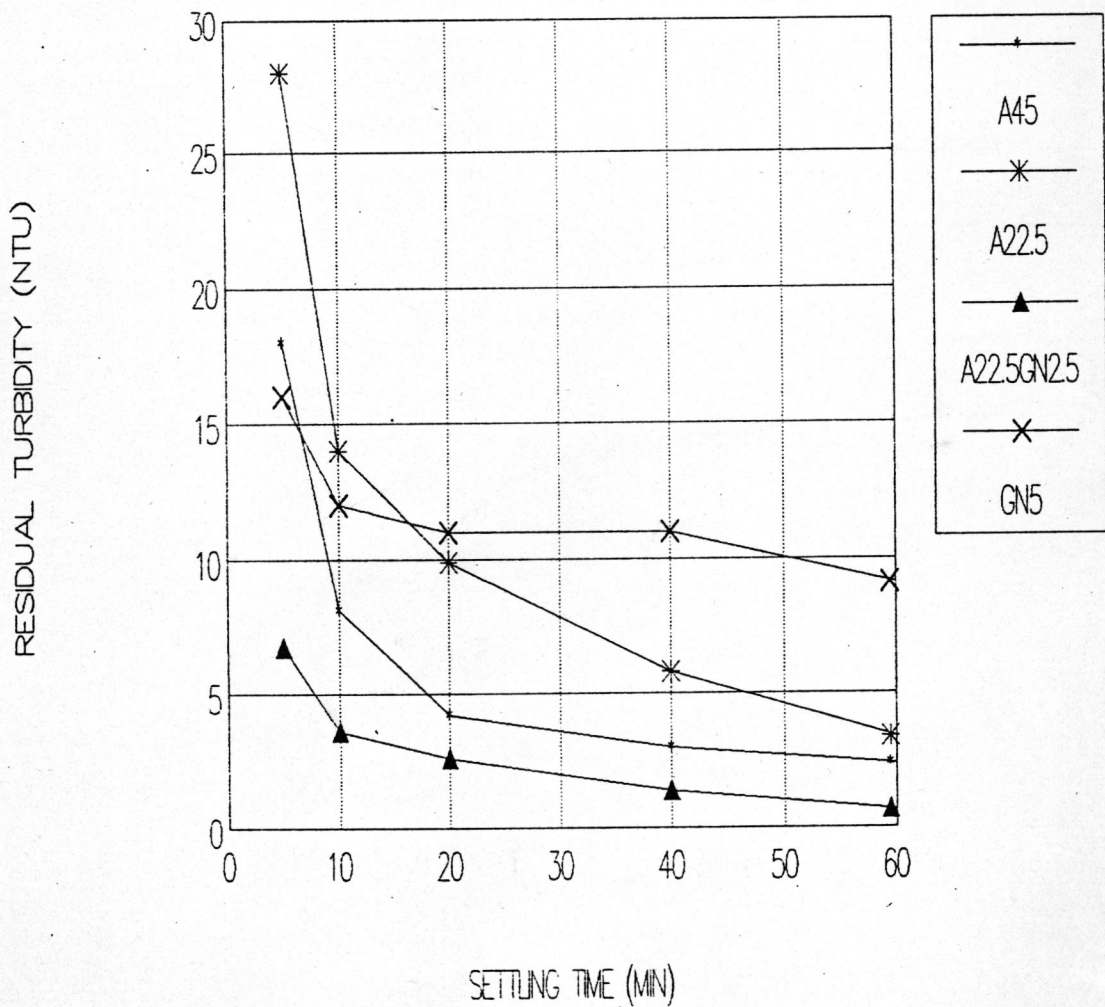
# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



รูปที่ ก-14 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจียวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

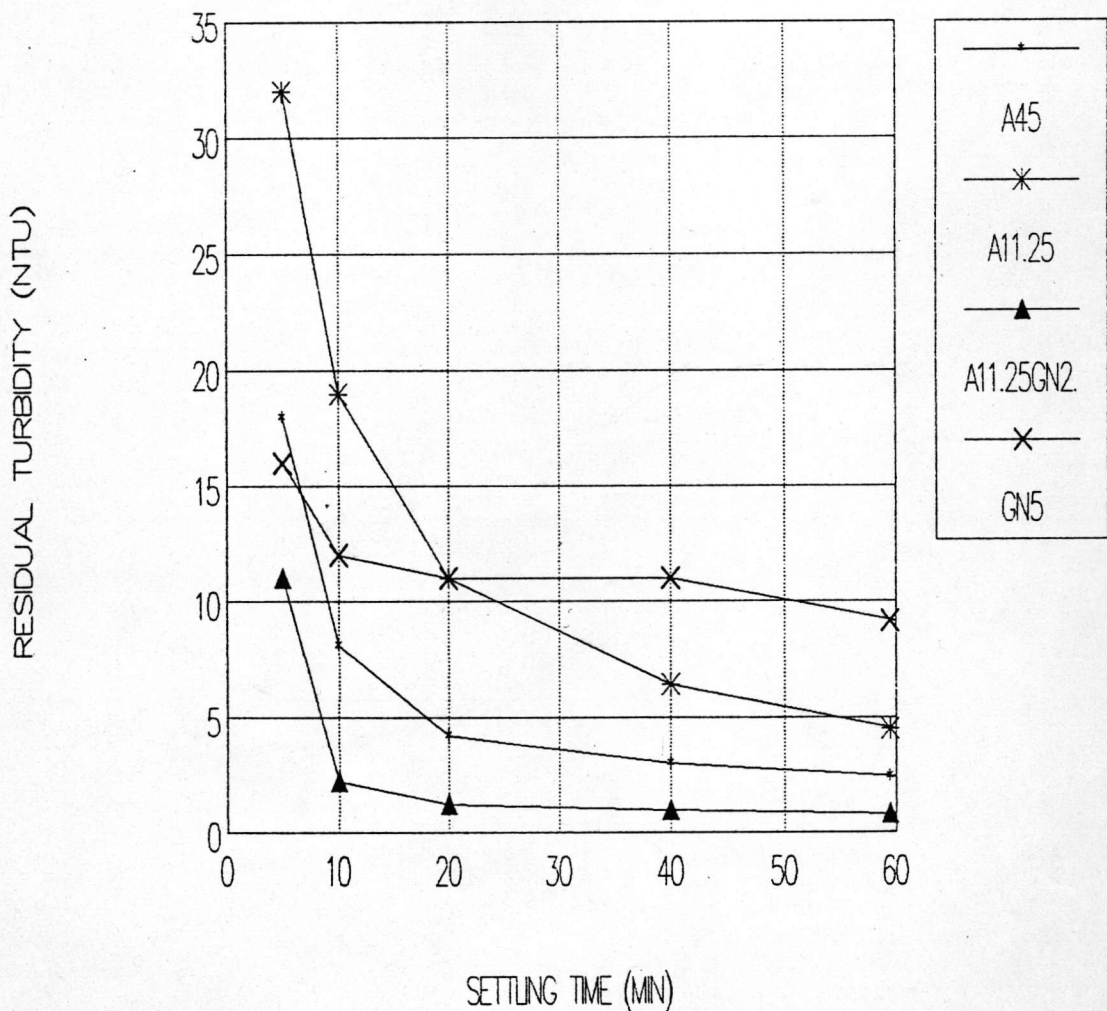


# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



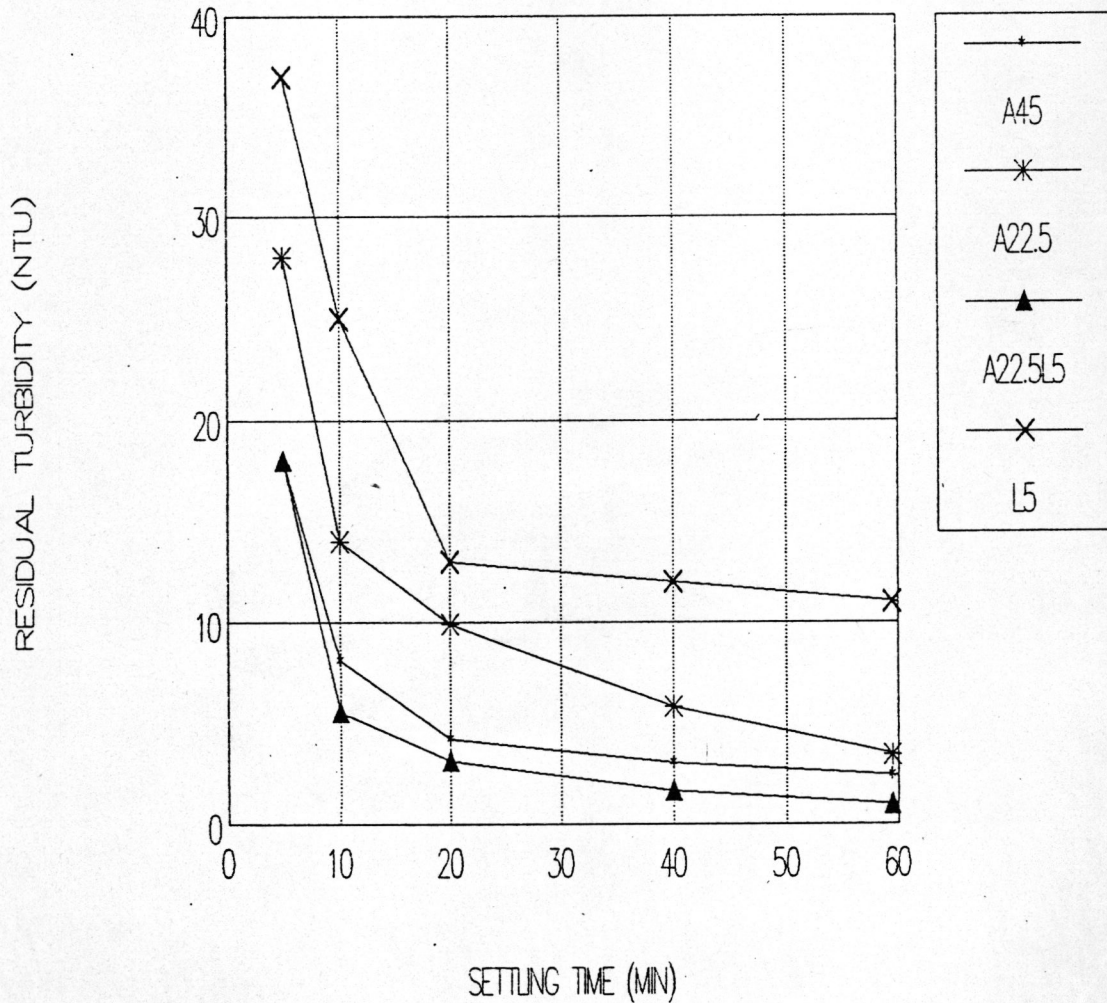
รูปที่ ก-15 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



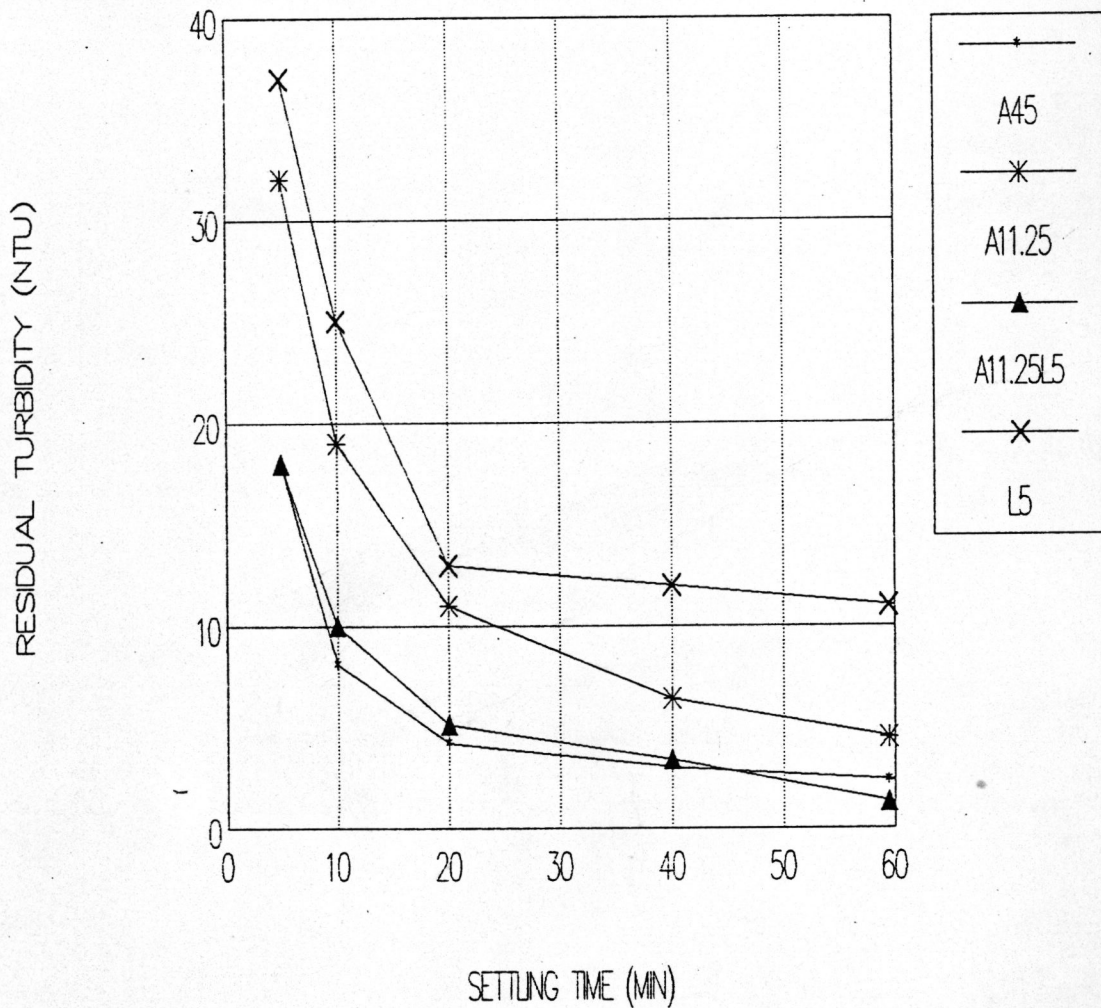
รูปที่ ก-16 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



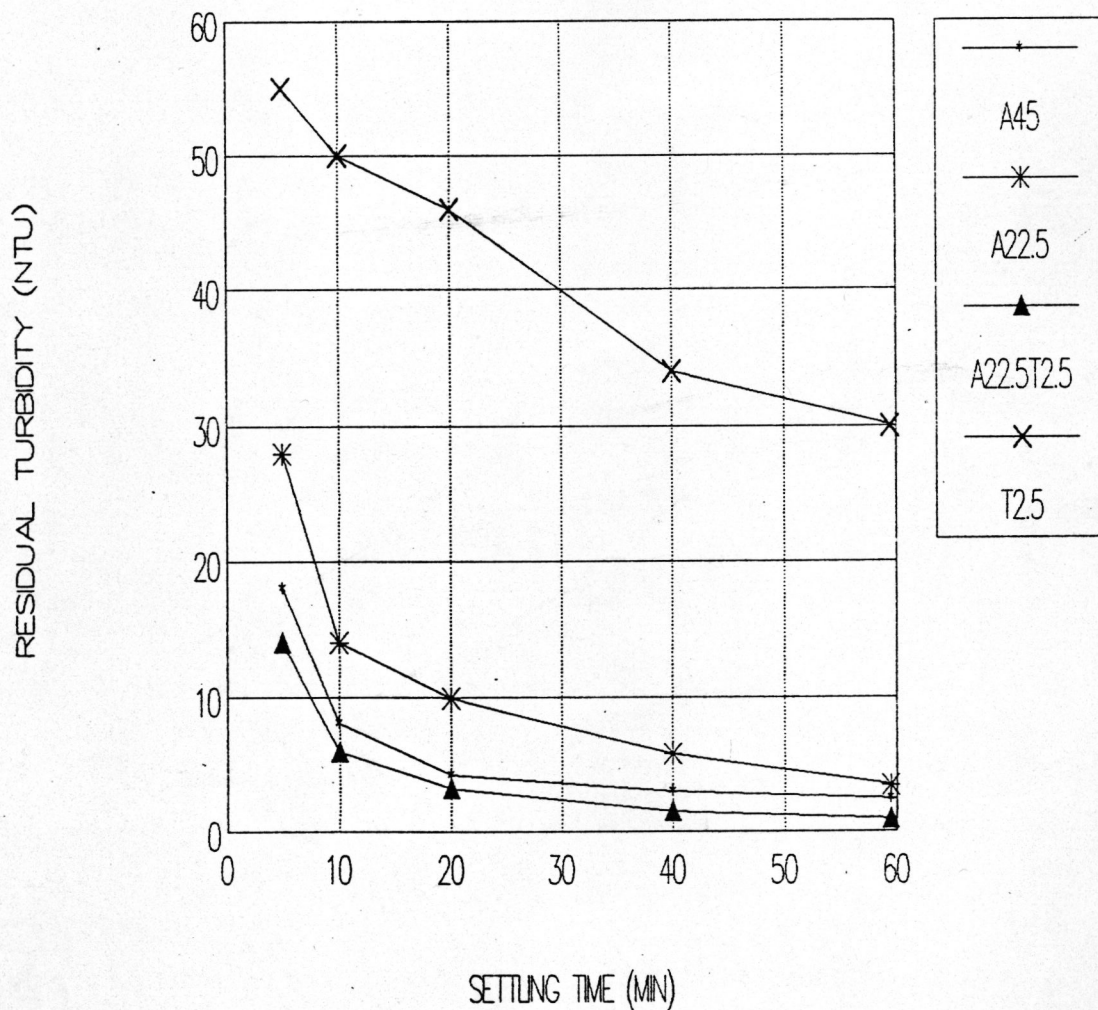
รูปที่ ก-17 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถัวแดง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



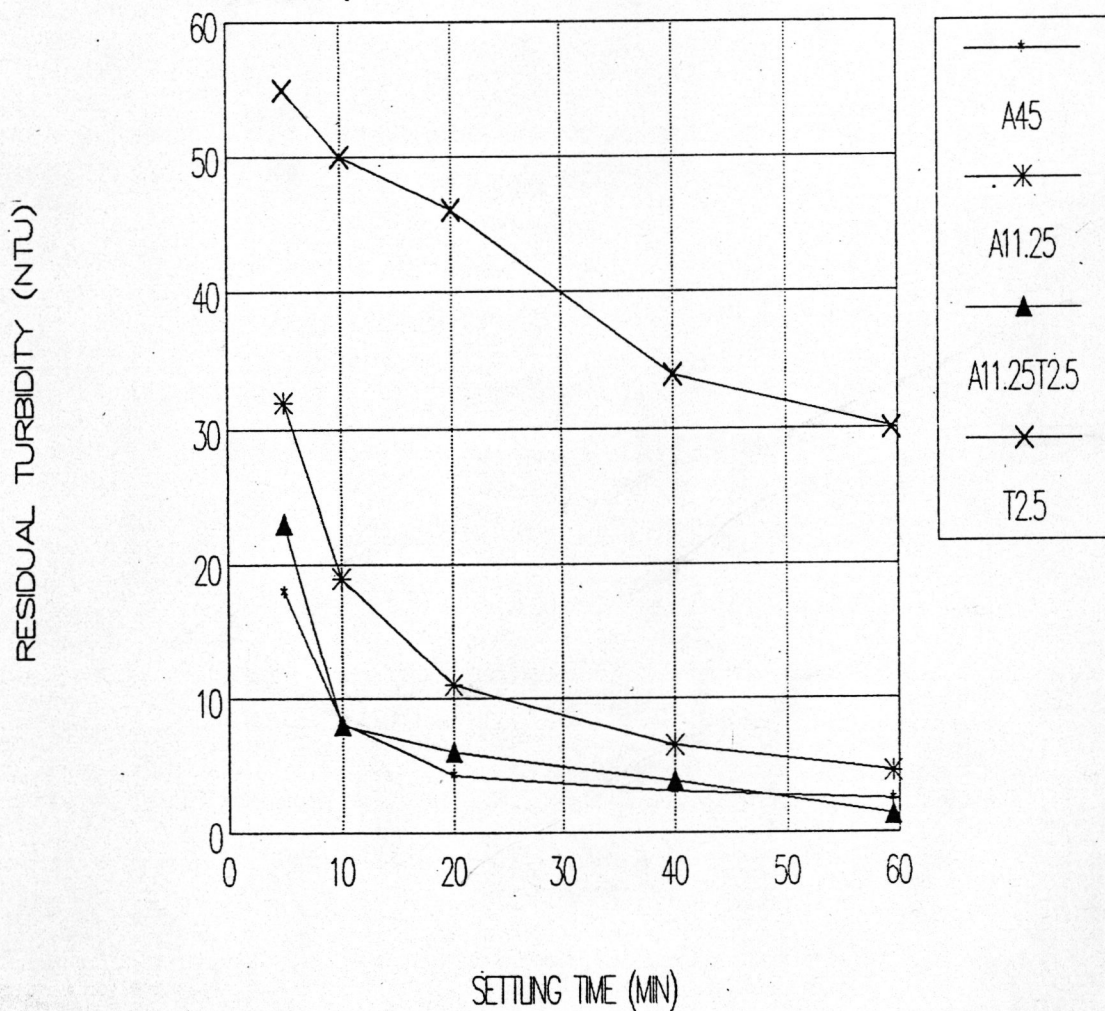
รูปที่ ก-18 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วแดง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



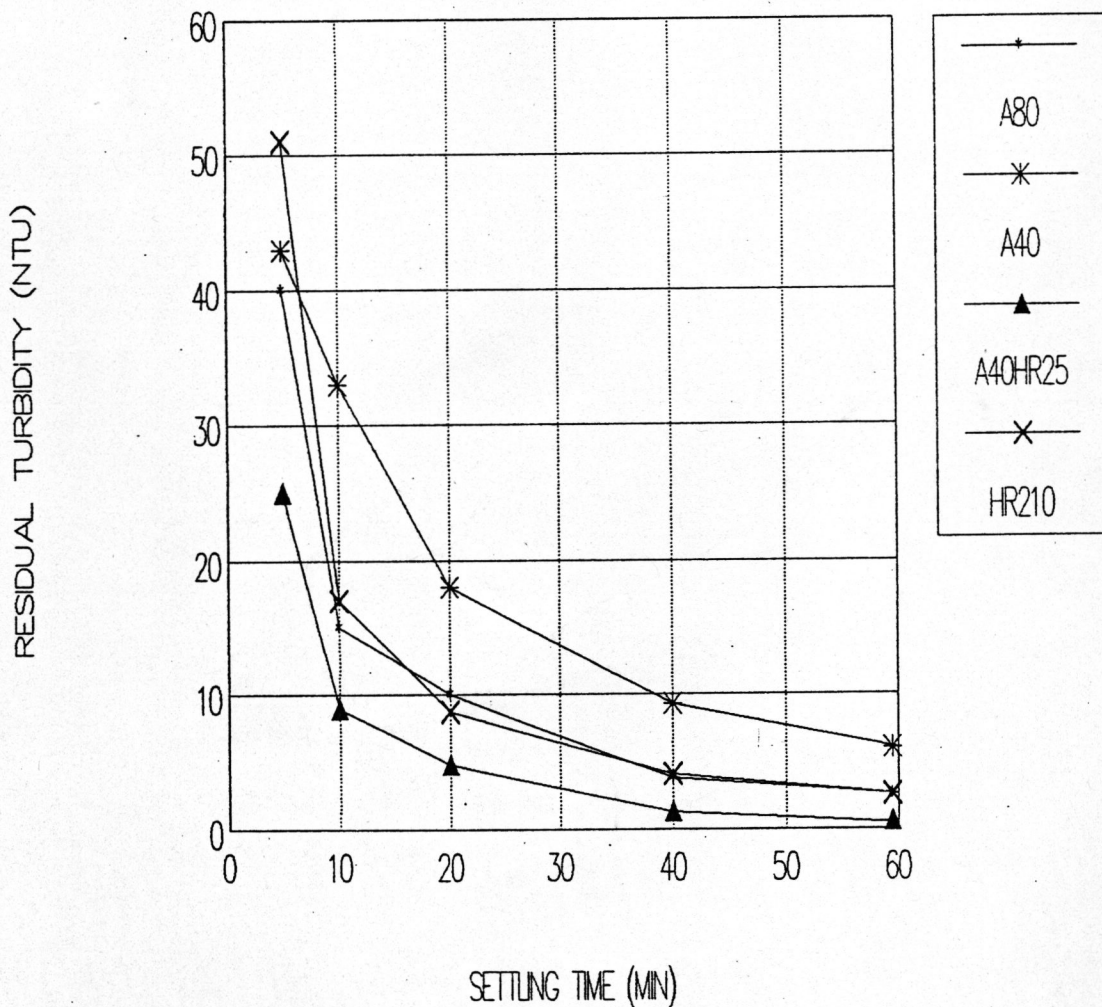
รูปที่ ก-19 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 100 NTU



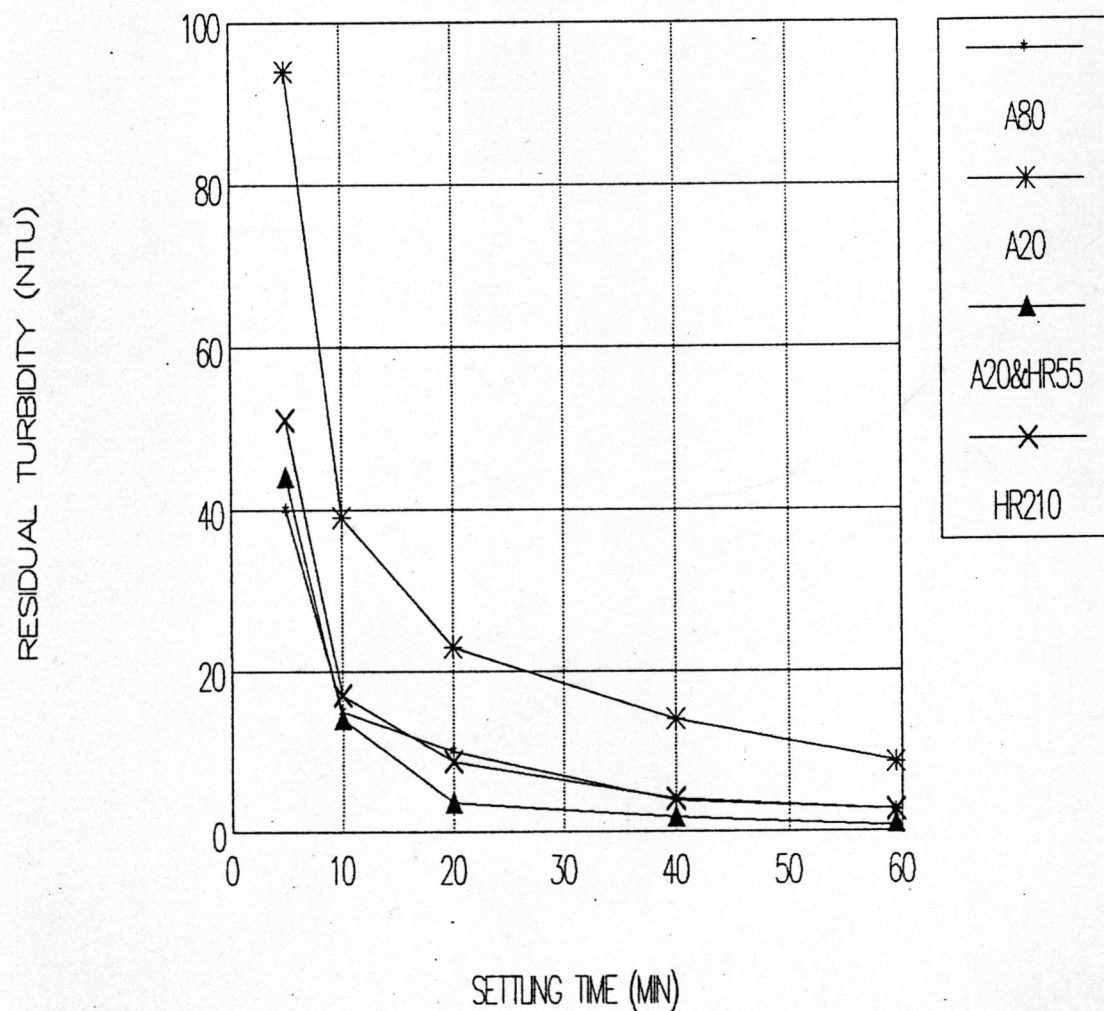
รูปที่ ก-20 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและ เวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 100 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



รูปที่ ก-21 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะรุม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

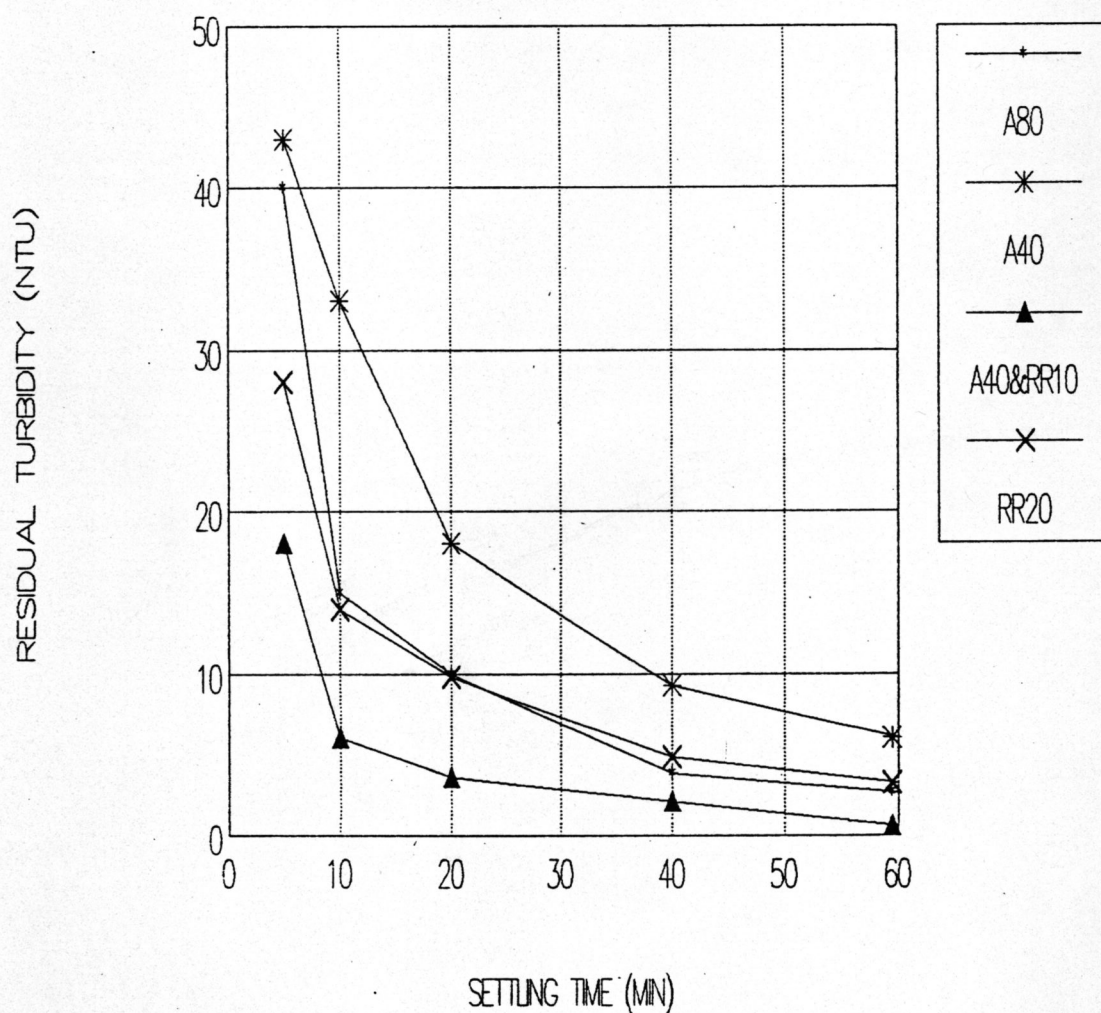
# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



รูปที่ ก-22 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะรุม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

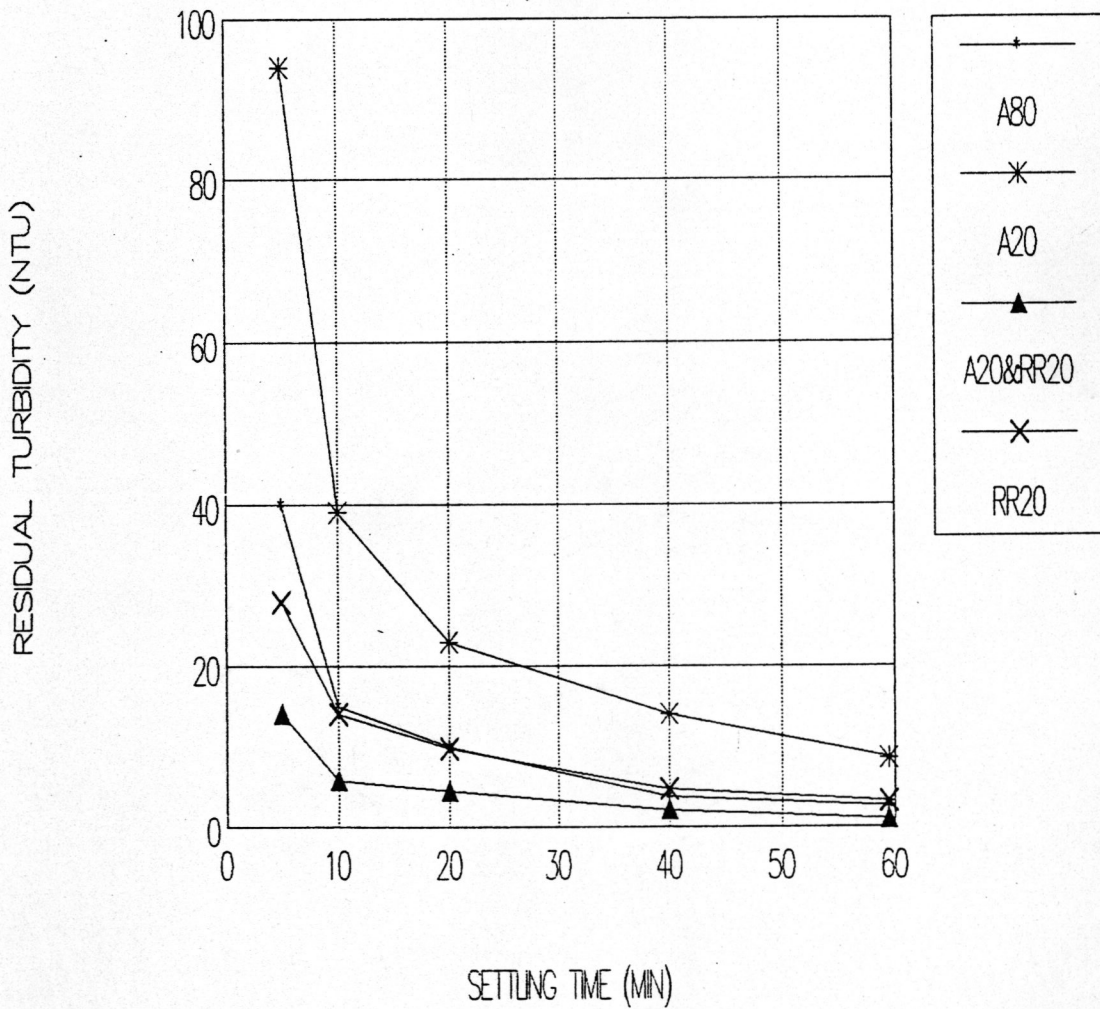


# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



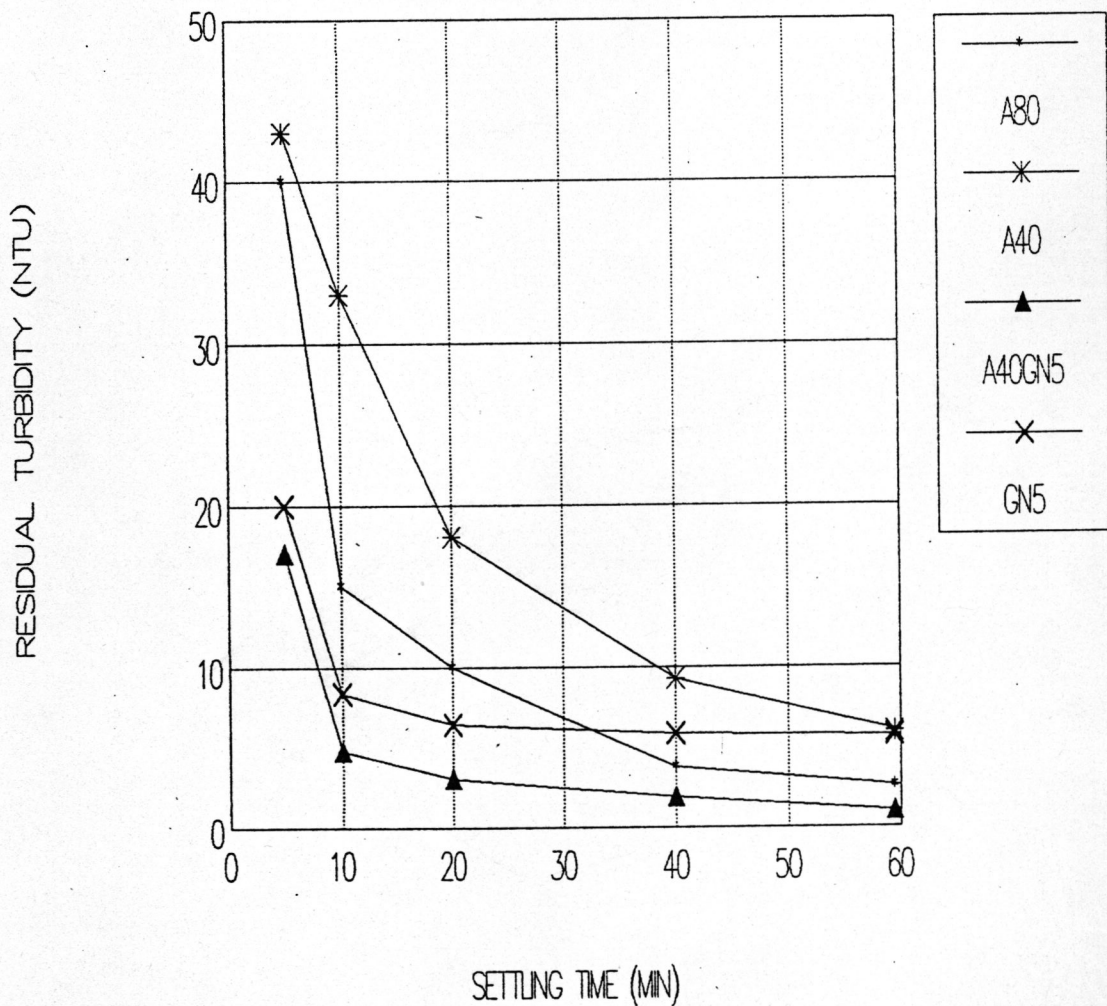
รูปที่ ก-23 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



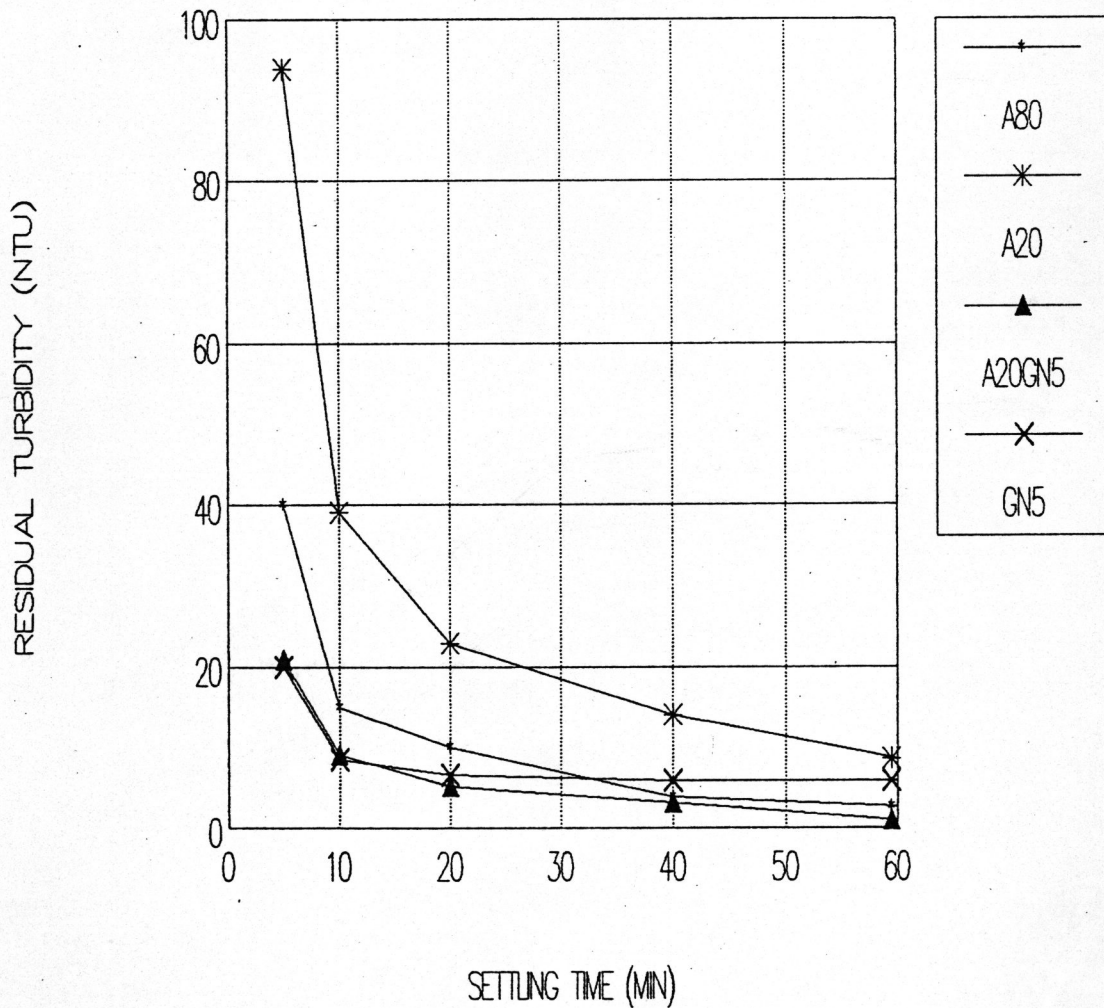
รูปที่ ก-24 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดตกตะกอน เมื่อใช้กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



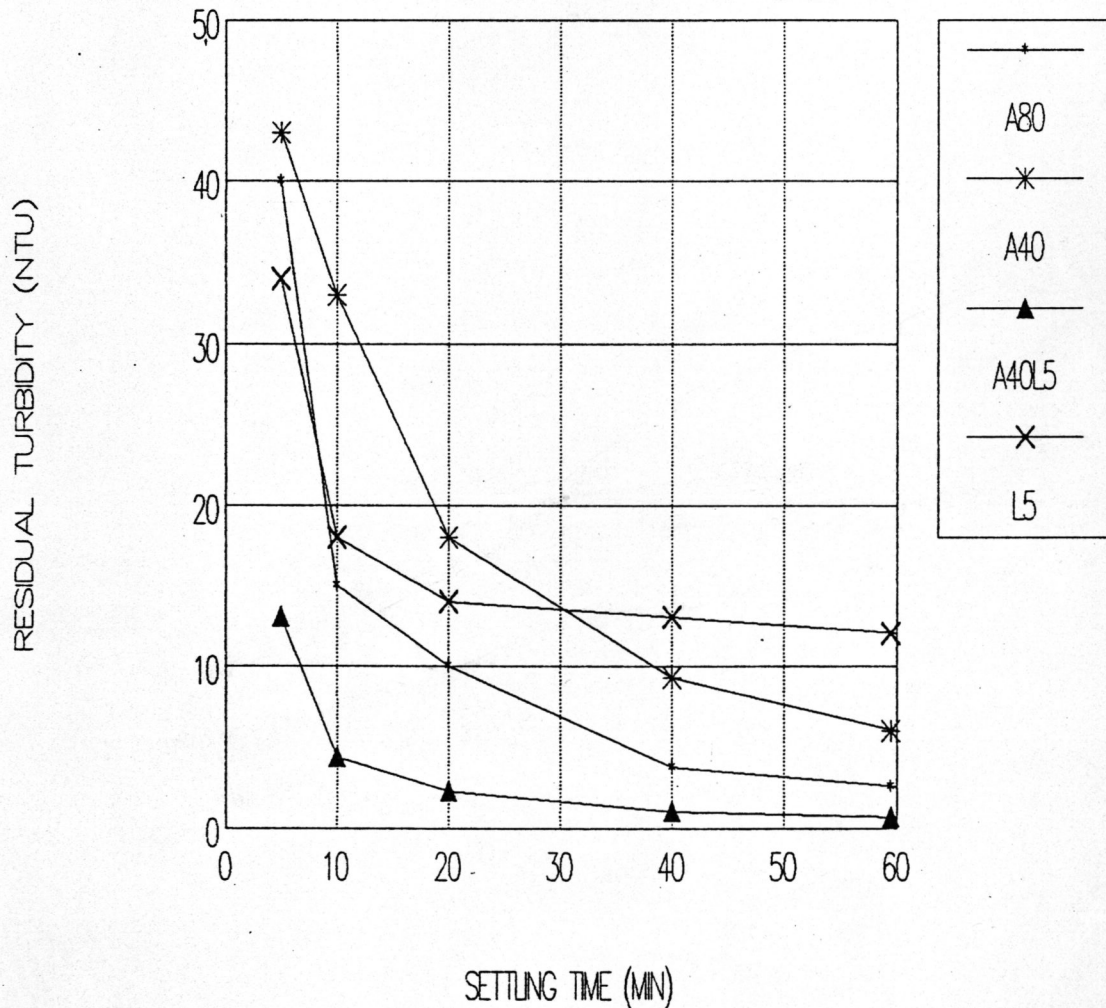
รูปที่ ก-25 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



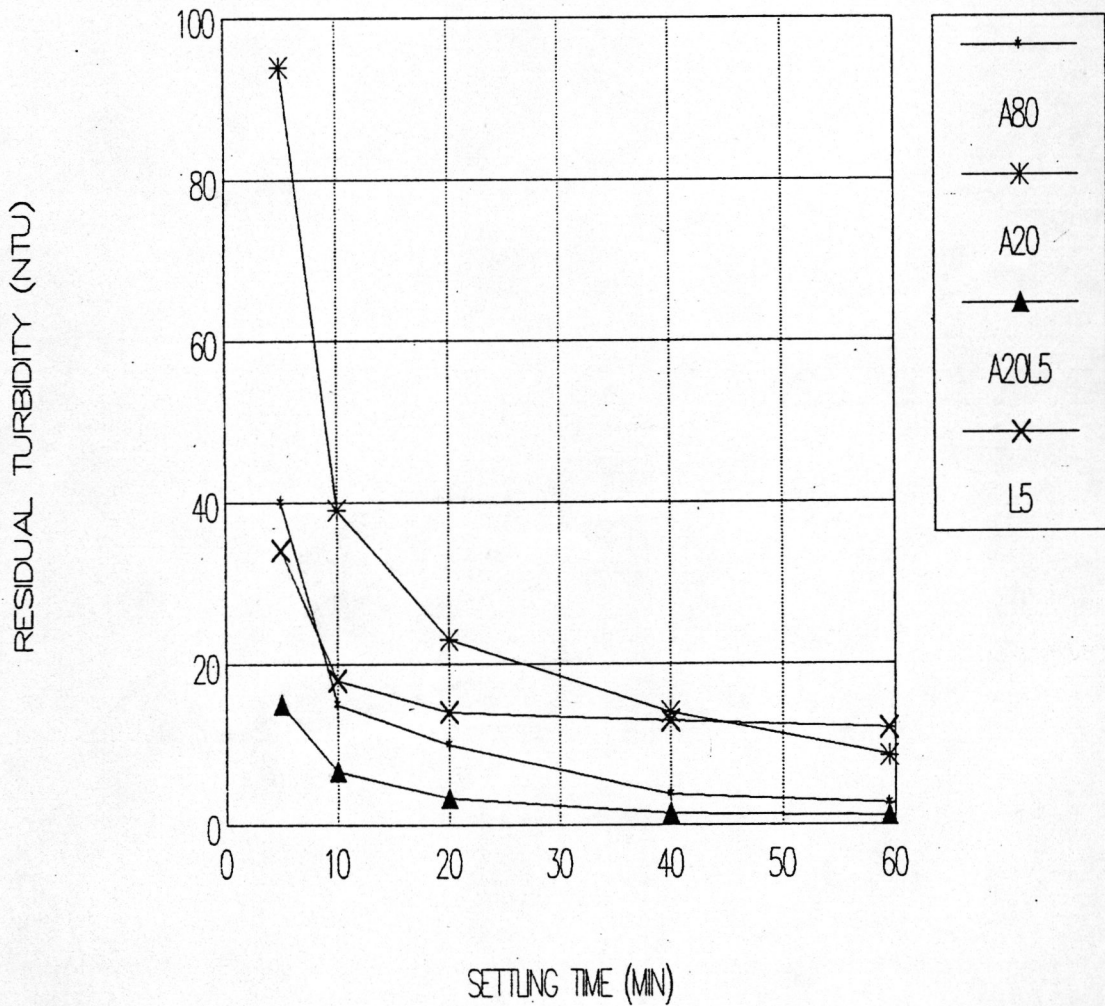
รูปที่ ก-26 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



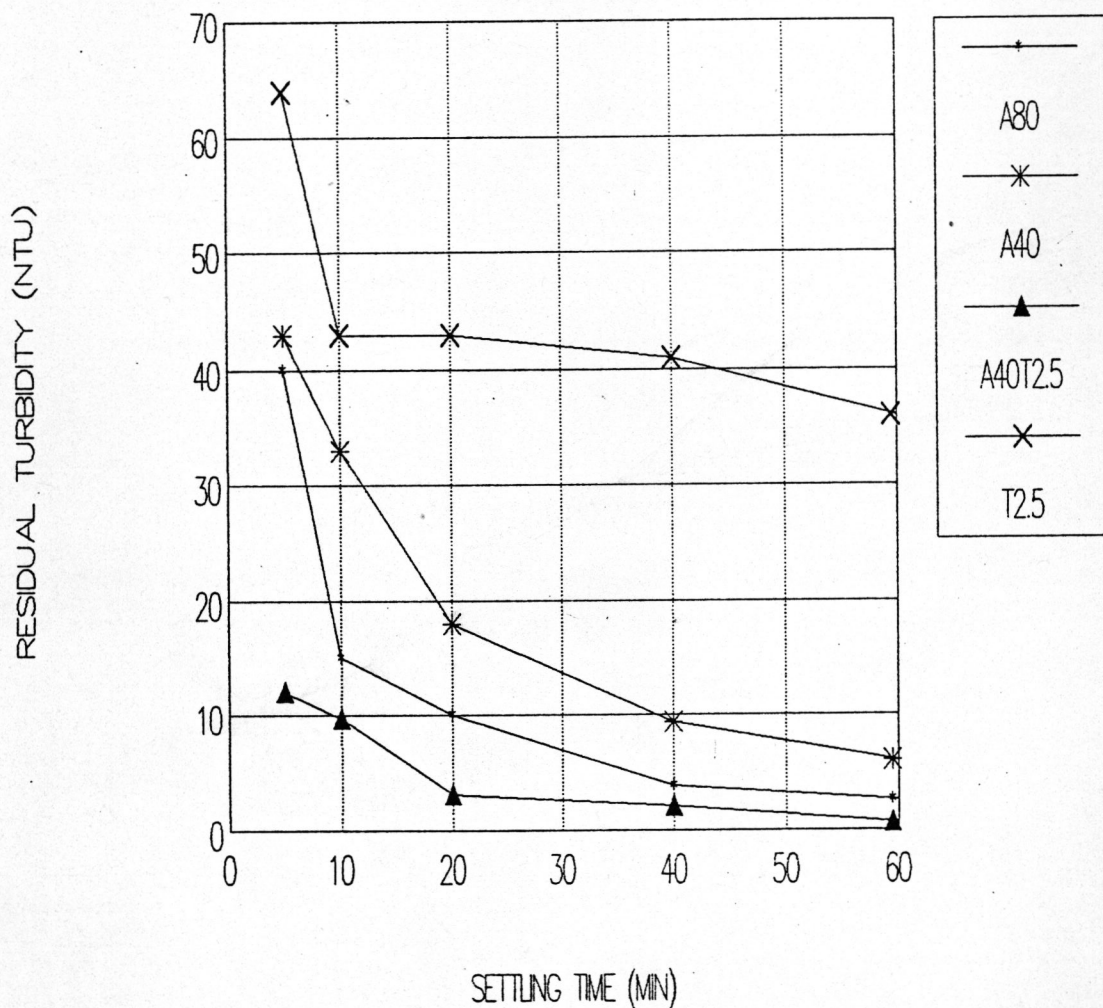
รูปที่ ก-27 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



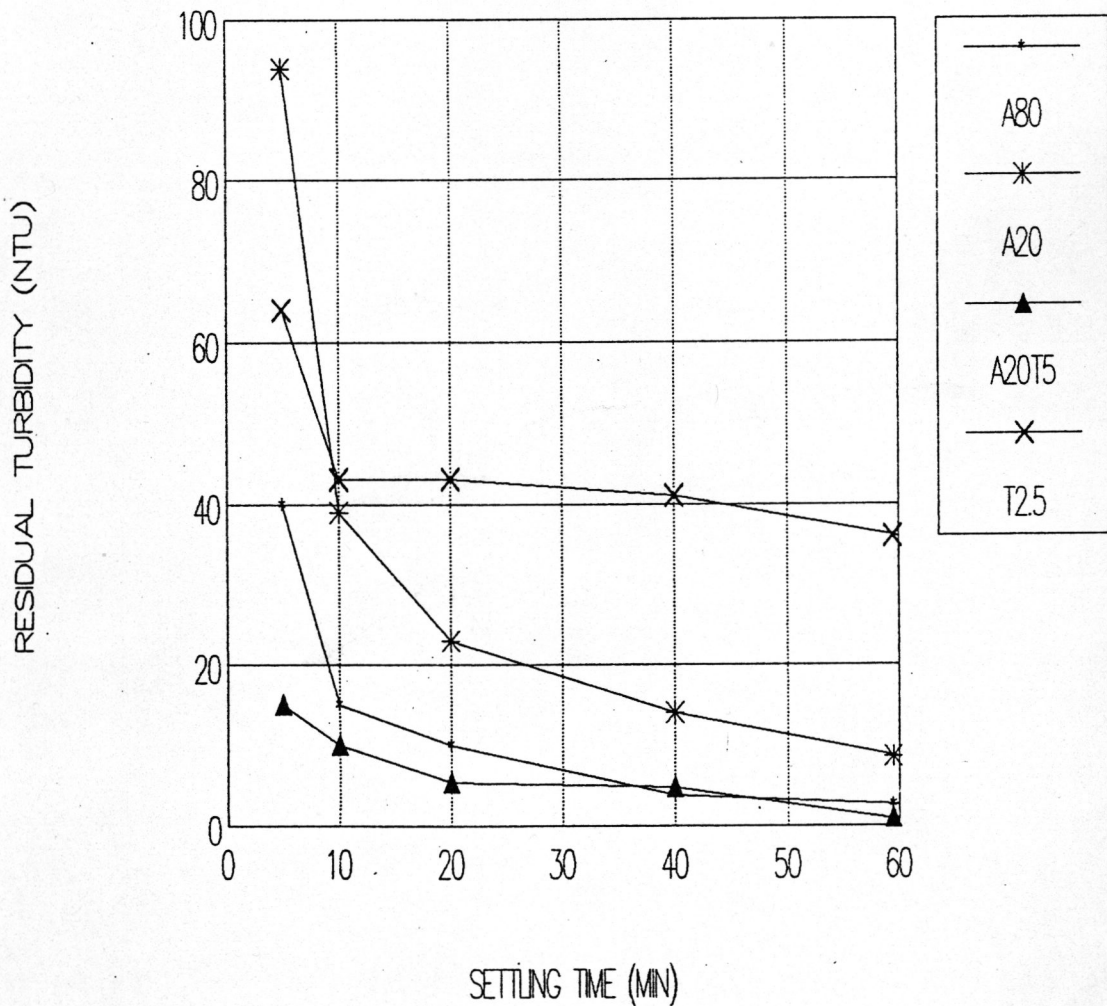
รูปที่ ก-28 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถัวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



รูปที่ ก-29 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

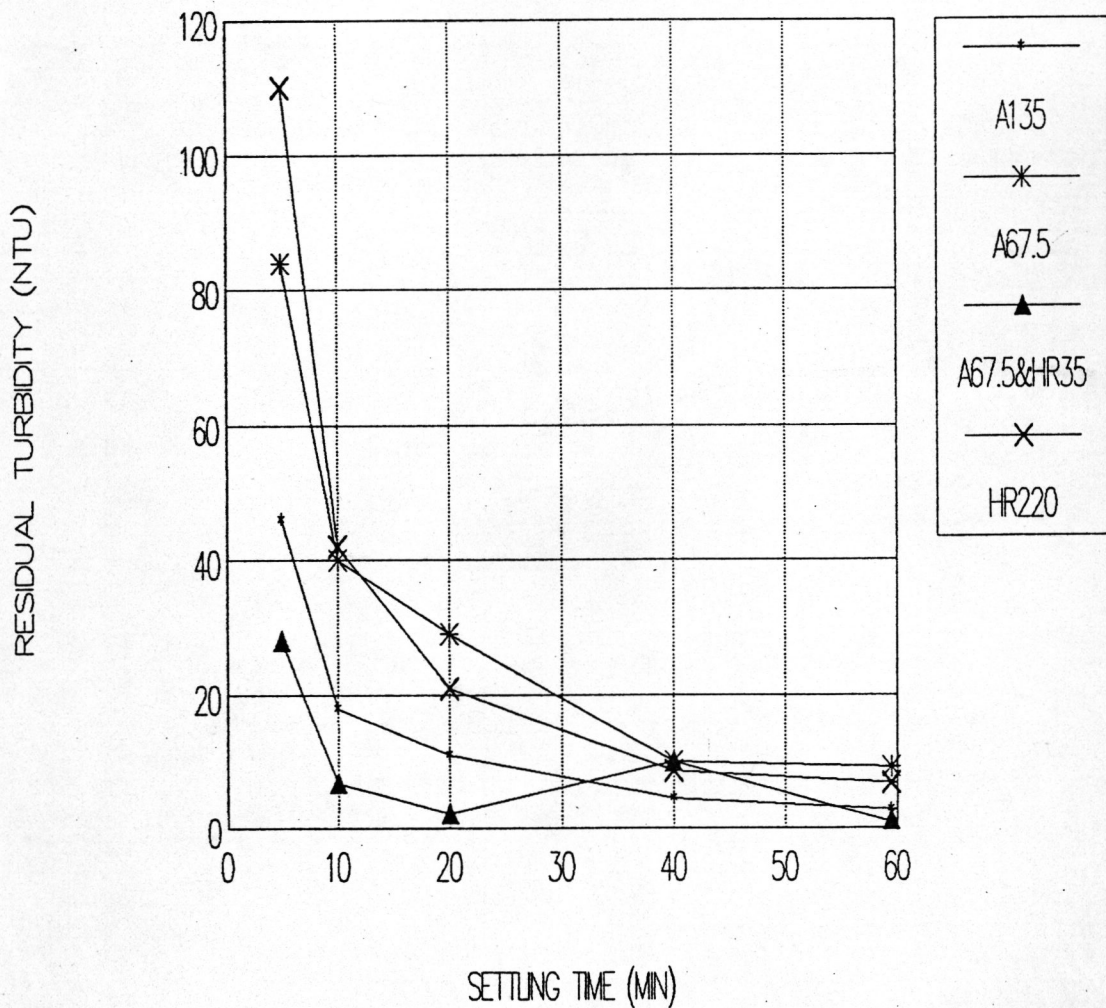
# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 200 NTU



รูปที่ ก-30 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 200 NTU

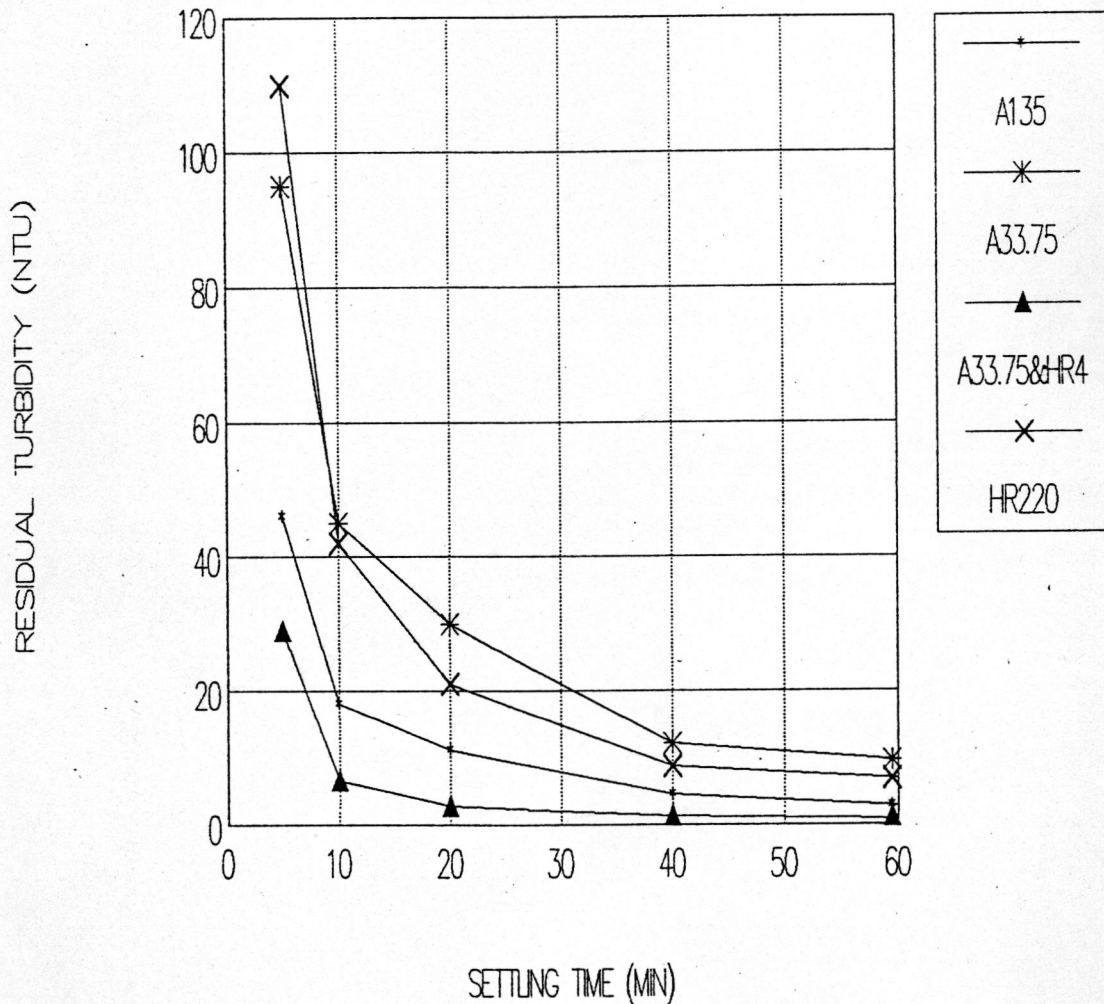


# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



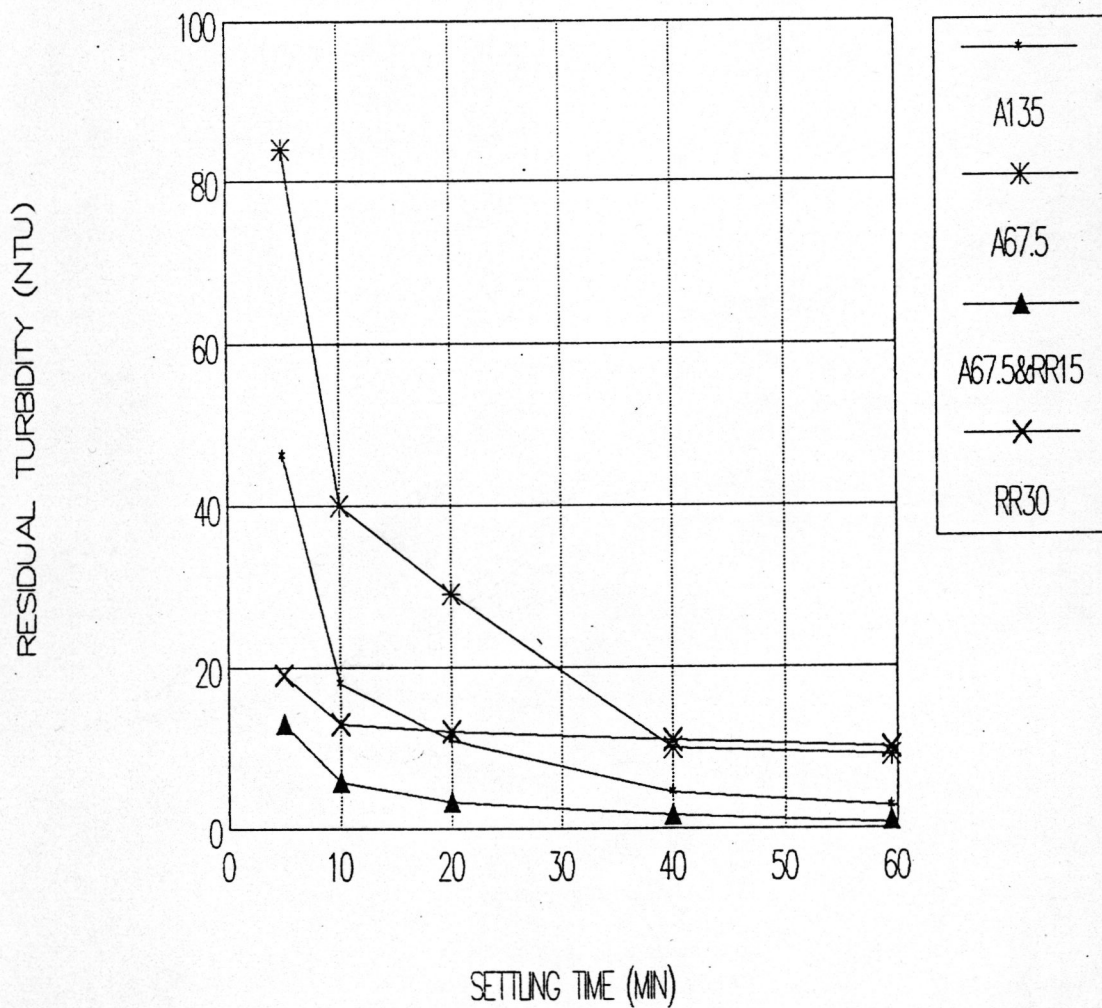
รูปที่ ก-31 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



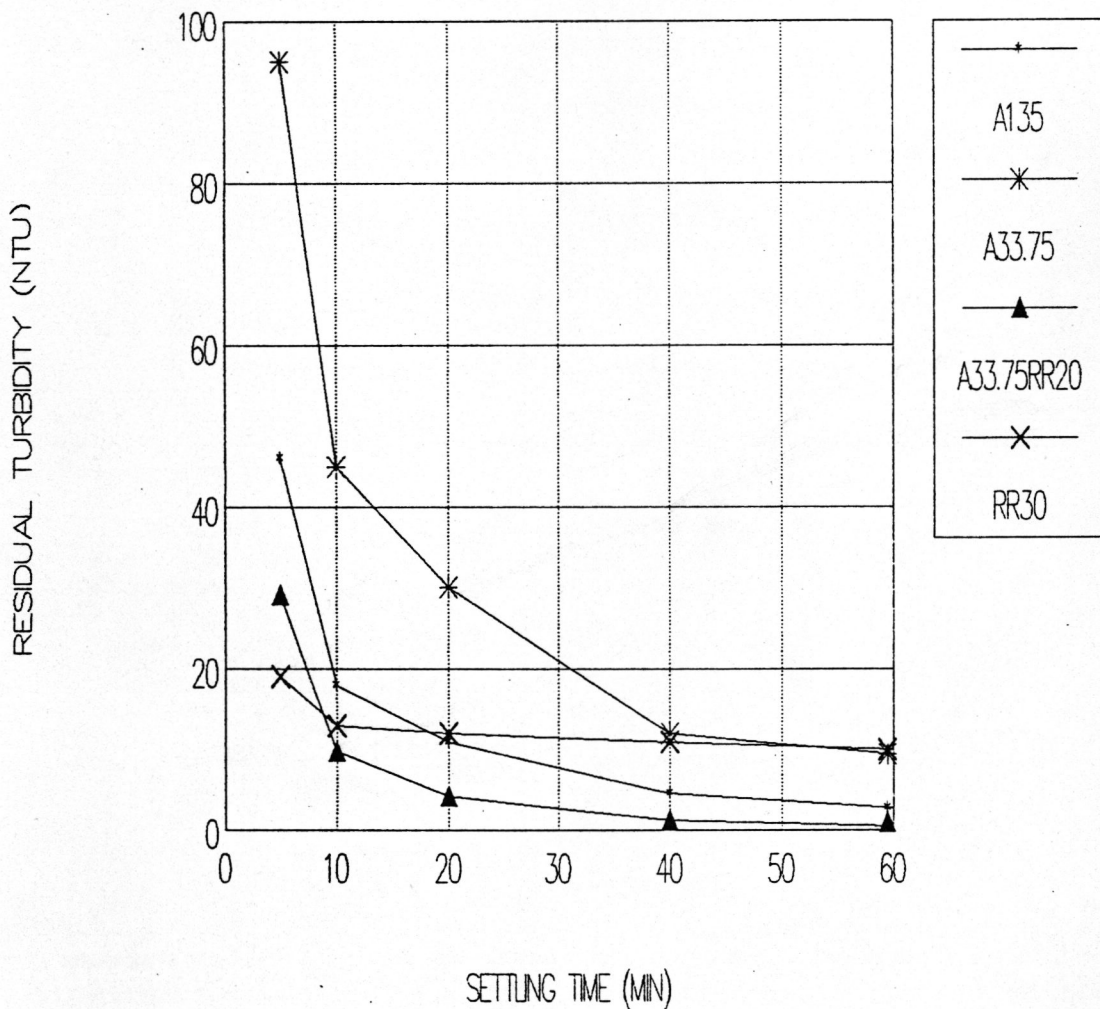
รูปที่ ก-32 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะรุม เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



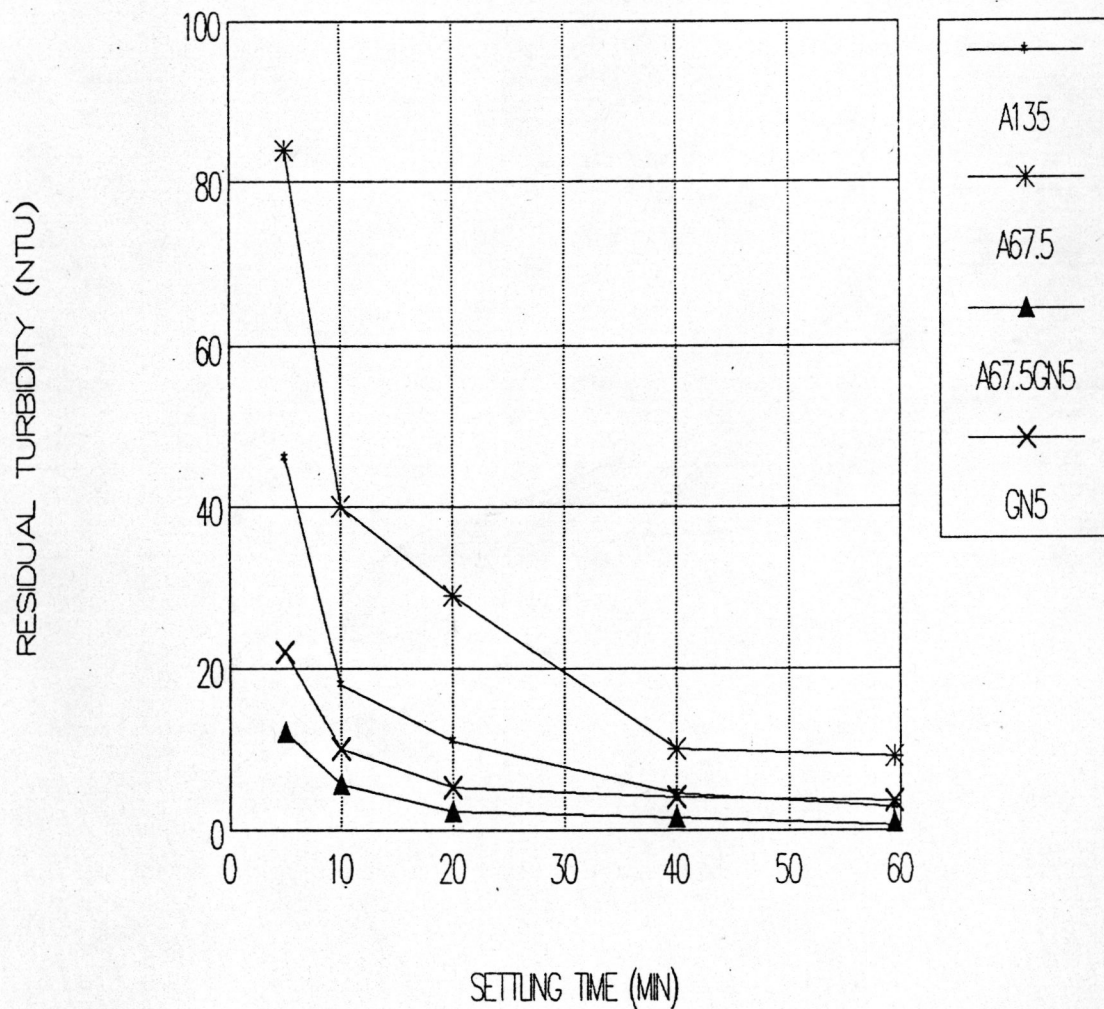
รูปที่ ก-33 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้กระเจียบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



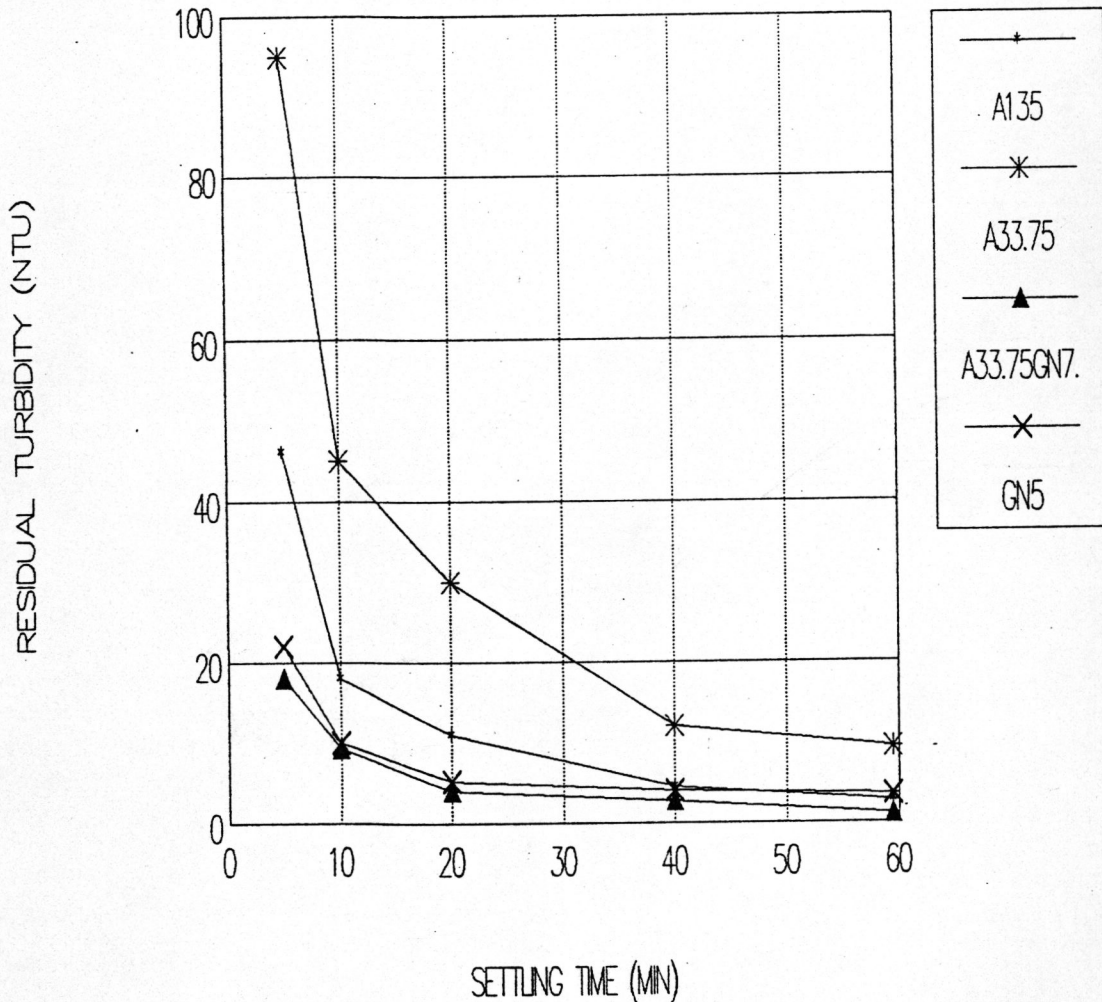
รูปที่ ก-34 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้กระเจี๊ยบแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



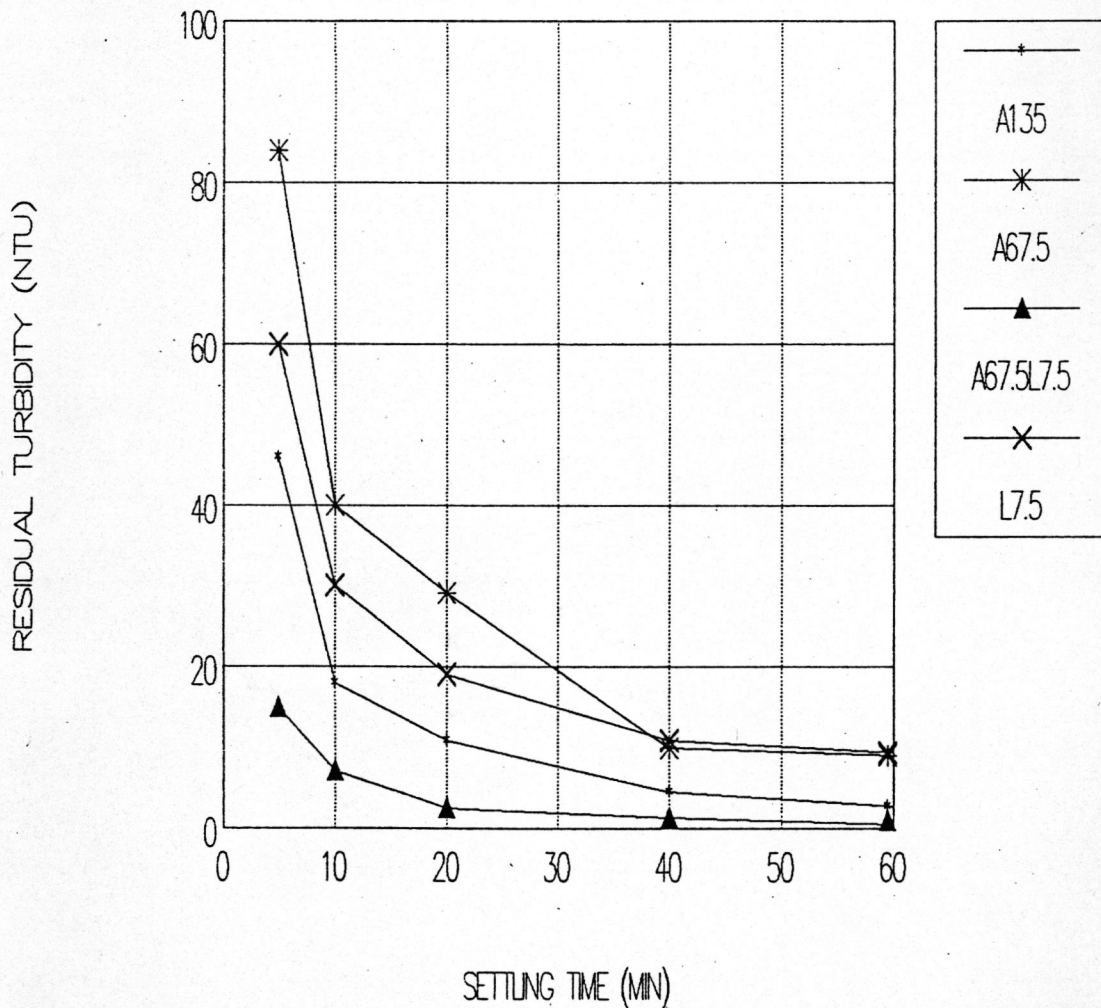
รูปที่ ก-35 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



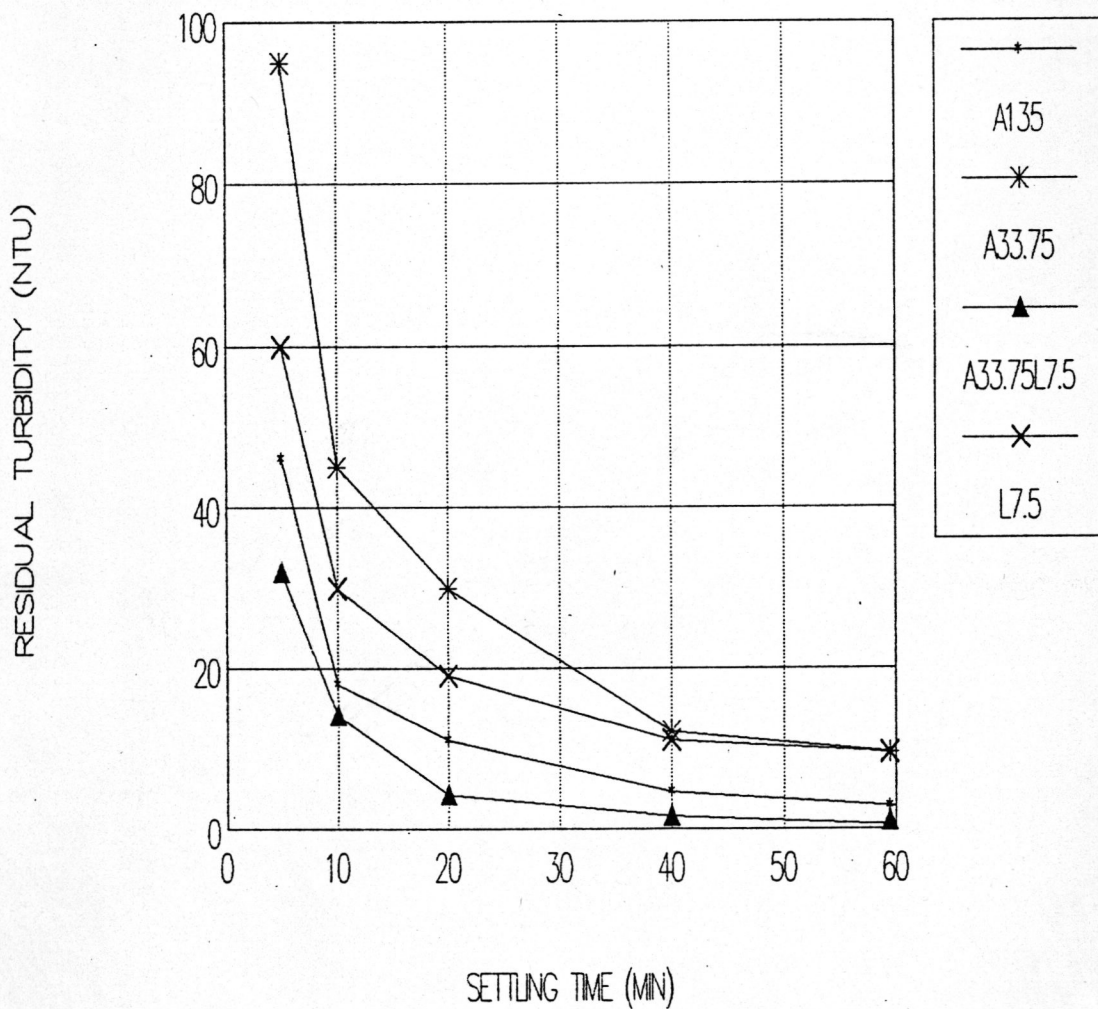
รูปที่ ก-36 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้ถั่วลิสง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



รูปที่ ก-37 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาตกตะกอน เมื่อใช้ถัวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

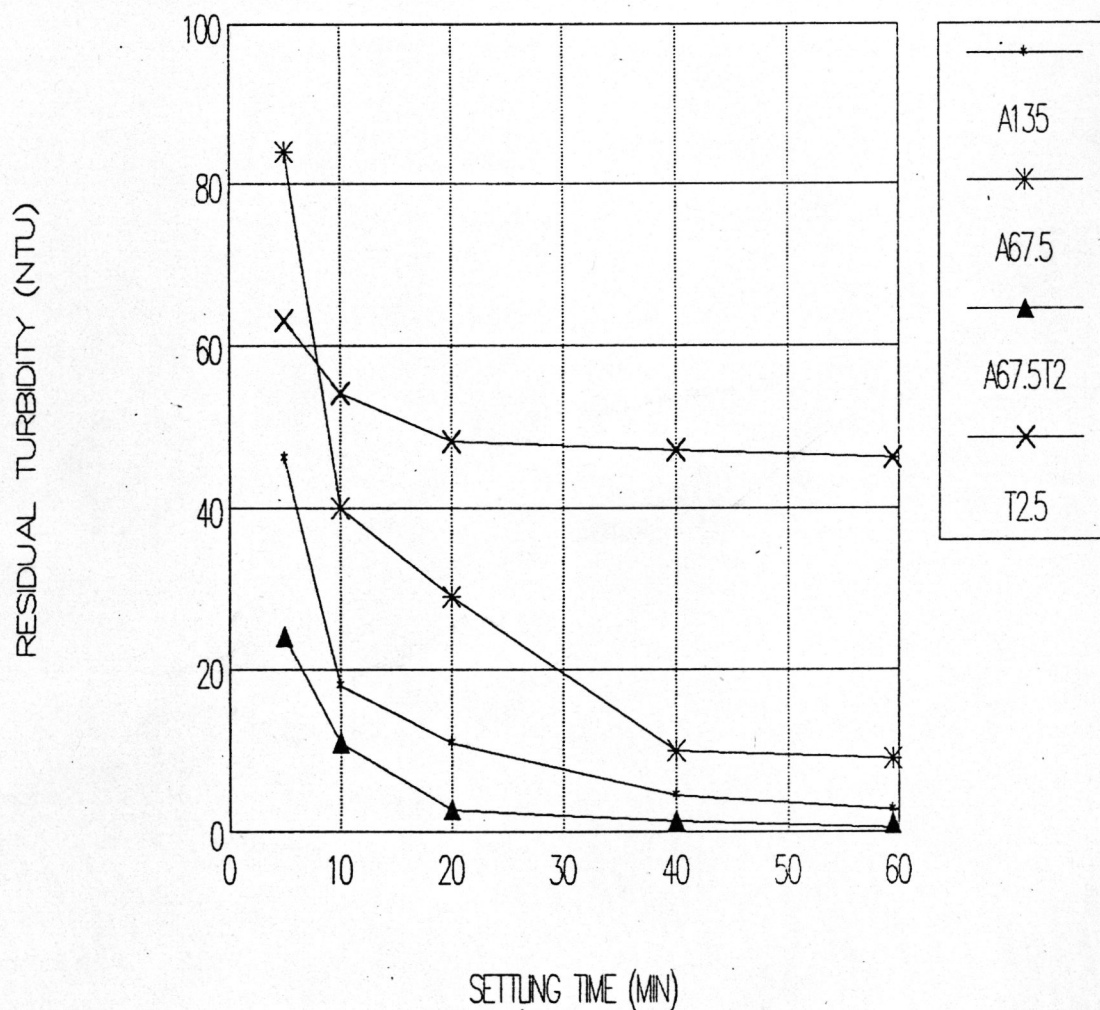
# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



รูปที่ ก-38 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้ถัวแดง เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

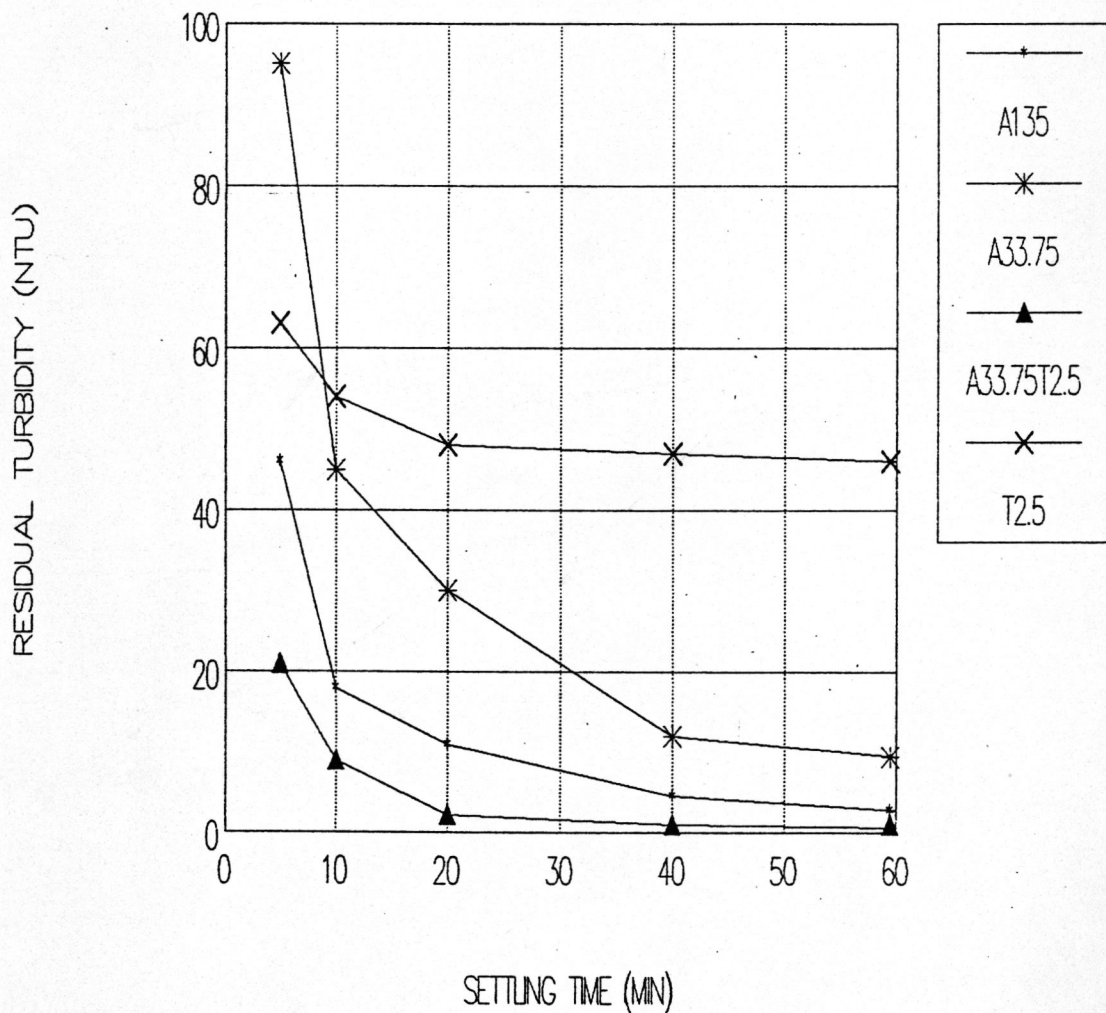


# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



รูปที่ ก-39 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและ เวลาตกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอ็ด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 50% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

# RELATIONSHIP OF RESIDUAL TURBIDITY AND SETTLING TIME AT RAW WATER 300 NTU



รูปที่ ก-40 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความขุ่นตกค้างและเวลาดกตะกอน เมื่อใช้มะขาม  
เป็นโคแอกกูแลนต์เอด ร่วมกับสารส้มในปริมาณ 25% ของปริมาณสารส้มที่เหมาะสม  
ที่ระดับความขุ่น 300 NTU

## ผลการทดลองชุดที่ 4

การตรวจสอบชนิดและวัดประจุคอลลอยด์ โดยใช้เทคนิคการไตเตรตคอลลอยด์

ตารางที่ ก-77 การวัดประจุของ สารละลายสารส้ม

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	ไตเตรตด้วย		ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
				เติม MGC มล.	PVSAK มล.		
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	ใช้ดัชนี ทึบ 2 หน่วย
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารละลาย</u>	2	4	100	2	2.65	+25.0	
<u>สารส้ม</u>	4	4	100	2	3.25	+55.0	
	6	4	100	2	3.85	+85.0	
	8	4	100	2	4.30	+107.5	
	10	4	100	2	4.95	+140.0	
	2	7	100	2	2.20	+2.5	
	4	7	100	2	2.35	+10	
	6	7	100	2	3.0	+42.5	
	8	7	100	2	3.95	+90.0	
	10	7	100	2	4.4	+112.5	
	2	9	100	2	2.15	+0	
	4	9	100	2	2.25	+5	
	6	9	100	2	2.50	+17.5	
	8	9	100	2	2.70	+27.5	
	10	9	100	2	3.10	+47.5	

ตารางที่ ก-78 การวัดประจุของ สารแขวนลอยรวม

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เดิม MGC มล.	ไตเตรทด้วย PVSAK มล.	ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	ใช้ดัชนี ทึบ 2 หยอด
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารแขวนลอย</u> <u>รวม</u>	2	4	100	2	2.90	+37.5	
	4	4	100	2	3.0	+42.5	
	6	4	100	2	3.10	+47.5	
	8	4	100	2	3.25	+55.0	
	10	4	100	2	3.50	+67.5	
	2	7	100	2	2.25	+5.0	
	4	7	100	2	2.35	+10.0	
	6	7	100	2	2.40	+12.5	
	8	7	100	2	2.45	+15.0	
	10	7	100	2	2.55	+20.0	
	2	9	100	2	2.15	0	
	4	9	100	2	2.20	+2.5	
	6	9	100	2	2.25	+5.0	
	8	9	100	2	2.30	+7.5	
	10	9	100	2	2.35	+10.0	

ตารางที่ ก-79 การวัดประจุ สารแขวนลอยกระเจียแดง

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เติม MGC มล.	โคเตรทด้วย PVSAK มล.	ประจุ meq/Lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	ใช้ดัชนี ที่ 2 หยด
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารแขวนลอย</u> <u>กระเจียแดง</u>	2	4	100	2	2.55	+17.5	
	4	4	100	2	2.65	+25.0	
	6	4	100	2	2.75	+30.0	
	8	4	100	2	2.85	+35.0	
	10	4	100	2	3.10	+47.5	
	2	7	100	2	2.35	+10.0	
	4	7	100	2	2.45	+15.0	
	6	7	100	2	2.50	+17.5	
	8	7	100	2	2.60	+22.5	
	10	7	100	2	2.75	+30.0	
	2	9	100	2	2.25	+5.0	
	4	9	100	2	2.35	+10.0	
	6	9	100	2	2.45	+15.0	
	8	9	100	2	2.60	+22.5	
	10	9	100	2	2.65	+25.0	

ตารางที่ ก-80 การวัดประจุของ สารแขวนลอยถั่วแดง

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เดิม MGC มล.	ไตเตรทด้วย PVSAK มล.	ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารแขวนลอย</u> <u>ถั่วแดง</u>	2	4	100	2	2.70	+27.5	ใช้ดัชนี ที่ 1 2 หยด
	4	4	100	2	2.90	+37.5	
	6	4	100	2	3.15	+50.0	
	8	4	100	2	3.40	+62.5	
	10	4	100	2	3.60	+72.5	
	2	7	100	2	2.35	+10.0	
	4	7	100	2	2.50	+17.0	
	6	7	100	2	2.65	+25.0	
	8	7	100	2	2.75	+30.0	
	10	7	100	2	3.0	+42.5	
	2	9	100	2	2.25	+5.0	
	4	9	100	2	2.35	+10.0	
	6	9	100	2	2.40	+12.5	
	8	9	100	2	2.50	+17.5	
	10	9	100	2	2.60	+22.5	

ตารางที่ ก-81 การวัดประจุของ สารแขวนลอยถั่วลิสง

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เติม MGC มล.	โคเตรกด้วย PVSAK มล.	ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	ใช้ดัชนี ที่บี 2 หยค
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารแขวนลอย</u> <u>ถั่วลิสง</u>	2	4	100	2	2.70	+27.5	
	4	4	100	2	2.80	+32.5	
	6	4	100	2	2.95	+40.0	
	8	4	100	2	3.05	+45.0	
	10	4	100	2	3.20	+52.5	
	2	7	100	2	2.40	+12.5	
	4	7	100	2	2.50	+17.5	
	6	7	100	2	2.70	+27.5	
	8	7	100	2	2.95	+40.0	
	10	7	100	2	3.10	+47.5	
	2	9	100	2	2.20	+2.5	
	4	9	100	2	2.30	+7.5	
	6	9	100	2	2.45	+15.0	
	8	9	100	2	2.70	+27.5	
	10	9	100	2	2.95	+40.0	

ตารางที่ ก-82 การวัดประจุของ สารแขวนลอยมะขาม

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เดิม MGC มล.	ไตเตรทด้วย PVSAC มล.	ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	100	2	2.15	0	ใช้ดัชนี ที่บี 2 หยอด
	-	-	100	2	2.15	0	
<u>สารแขวนลอย</u>							
<u>มะขาม</u>	2	4	100	2	2.60	+22.5	
	4	4	100	2	2.75	+30.0	
	6	4	100	2	2.85	+35.0	
	8	4	100	2	2.95	+40.0	
	10	4	100	2	3.10	+47.5	
	2	7	100	2	2.30	+ 7.50	
	4	7	100	2	2.35	+10.0	
	6	7	100	2	2.40	+12.5	
	8	7	100	2	2.55	+20.0	
	10	7	100	2	2.65	+25.0	
	2	9	100	2	2.20	+2.5	
	4	9	100	2	2.25	+5.0	
	6	9	100	2	2.35	+10.0	
	8	9	100	2	2.50	+17.5	
	10	9	100	2	2.60	+22.5	

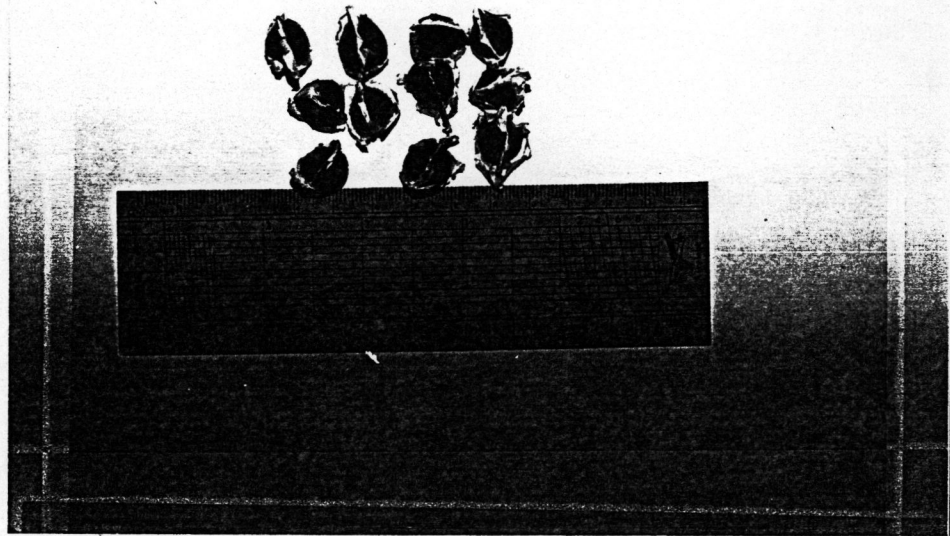


ตารางที่ ก-83 การวัดประจุของ น้ำล้างเคราะห์ดินคาโอลิน

ชนิดของ น้ำตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มก./ล.)	พีเอช	ปริมาณน้ำ ที่ใช้วัดประจุ (มล.)	เติม MGC มล.	โคเตรคด้วย PVSAK มล.	ประจุ meq/lx10 <sup>4</sup>	หมายเหตุ
น้ำกลั่น	-	-	25	4	5.5	0	ใช้คาน้ำ หนัก 4 หยด
<u>น้ำล้างเคราะห์</u> <u>ดินคาโอลิน</u> ความเข้มข้น							
50 ntu	-	7.0	25	4	4.5	-200	
100 ntu	-	7.0	25	4	4.3	-240	
200 ntu	-	7.0	25	4	4.0	-300	
300 ntu	-	7.0	25	4	3.7	-360	

ภาคผนวก ข  
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพืชที่นำมาศึกษา

มะรุม



รูปที่ ข-1 แสดงรูปร่าง และขนาดของเมล็ดมะรุม

มะรุมเป็นพืชสวนครัวชนิดไม้ยืนต้น มีชื่อสามัญว่า Horse Radish Tree หรือ Drumstick Tree มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* อยู่ในตระกูล (family) Moringaceae พบมากในประเทศเขตร้อนแถบเส้นศูนย์สูตร เช่น แอฟริกา ชูदान มาดากัสการ์ ซาอุดีอาระเบีย อินเดีย และอีกหลาย ๆ ประเทศในคาบสมุทรมาลาญ

## พันธุ์และการขยายพันธุ์

พืชในตระกูล Moringaceae มีทั้งหมด 14 species ด้วยกัน แต่ในประเทศไทย พบเพียงชนิดเดียวเท่านั้น คือ *Moringa Oleifera* หรือมะรุมที่เรารู้จักกันดี

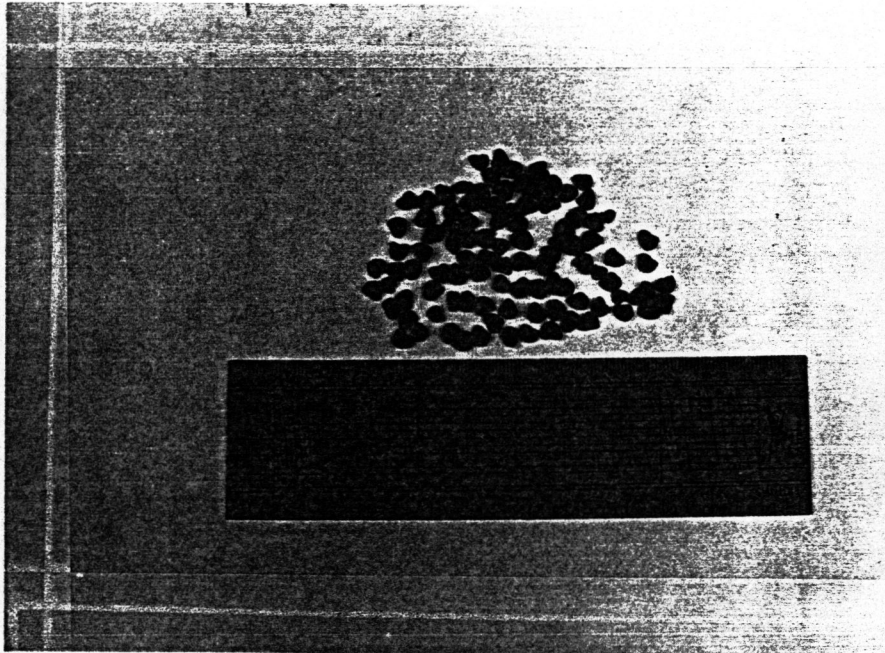
นอกเหนือจาก *M.oleifera* แล้วยังพบว่ามีสายพันธุ์ (species) อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติ เป็นโคแอกกูแลนต์เช่นกัน ได้แก่ *M.stenopetala*, *M.peragrina*, *M.longituba*, *M.ovalifolia* และ *M.concanensis* ซึ่งทั้งหมดนี้พบว่า *M.stenpetala* เป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติ ดีที่สุดในการเป็นโคแอกกูแลนต์ แต่ไม่ปรากฏว่าพบในประเทศไทย

ปัจจุบัน มะรุม เป็นพืชที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก ในทวีปอเมริกาพบได้ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ประเทศบราซิล และปรากวัย มะรุมเป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถทนต่อความแห้งแล้ง ได้สูง ปลูกได้ในสภาพดินเกือบทุกชนิด ทั้งในที่ราบลุ่มและที่ราบสูง หากปลูกด้วยเมล็ดจะพบว่า ใน 1 ปี ต้นจะสูงถึง 3-5 เมตร (10-16 ฟุต) และสามารถให้ผักได้ในปีแรก เมื่อต้น เจริญเติบโตเต็มที่ จะให้ผักประมาณ 350-400 ผักต่อ 1 ต้น โดยเฉลี่ยแล้ว 1 ผัก จะมีเมล็ด อยู่ใน 13-15 เมล็ด อัตราการให้ผลผลิตเฉลี่ยปีละ 3-4 ครั้ง มะรุมพันธุ์ที่พบในประเทศไทย จะมีความยาวของผักประมาณ 25-45 เซนติเมตร ปัจจุบันมีพันธุ์ที่ผสมขึ้นมาใหม่ใน ประเทศอินเดีย ซึ่งมีความยาวของผักถึง 90-120 เซนติเมตร ในการปลูกควรให้มีระยะห่าง ระหว่างต้น 2-5 เมตร โดยรอบ

## ประโยชน์ของมะรุม

ผักของมะรุม นอกจากใช้เป็นอาหารแล้ว ส่วนอื่นของลำต้นโดยเฉพาะใบมะรุม ยัง เป็นยาแผนโบราณที่รู้จักกันดีและใช้กันแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น ชีดาน ไนจีเรีย ซีเนกัล อินเดีย และไทย วิธีการใช้ จะคั้นเอาน้ำที่ได้จากใบสด ๆ มาผสมในน้ำดื่ม โดยสามารถใช้ เป็นยารักษาโรคท้องเดิน, เป็นไข้ และหลอดลมอักเสบได้ นับว่ามีประโยชน์หลายอย่าง นอกเหนือจากการใช้เมล็ดเป็นโคแอกกูแลนต์ ทำให้น้ำใสดั่งที่ได้กล่าวมาแล้ว

กระเจี๊ยบแดง



รูปที่ ข-2 แสดงรูปร่าง และขนาดของเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

"กระเจี๊ยบแดง" มีชื่อสามัญว่า Red Sorella หรือ Roselle มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus Sabdariffa*, Linn อยู่ในตระกูลมัลลวาทิ (Malvaceae) ทางเชียงใหม่เรียก "แกงแดง" (เนื่องจากสีจากกระเจี๊ยบละลายน้ำออกเป็นสีแดง) กระเจี๊ยบมีถิ่นกำเนิดแถวอินเดีย มาเลเซีย ถูกนำไปปลูกทั่วไปในเขตร้อน มีปลูกมากที่สุดในโลกแถวชูดานในแอฟริกา เดิมทีในประเทศไทยปลูกมากแถวสระบุรี ตามบ้านกั้นนิยมปลูกไว้ทำอาหารบริโภคได้หลายชนิด และต้นกระเจี๊ยบยังให้ความสวยงามแก่บ้านอีกด้วย เพราะทั้งต้นมีสีแดงสวยเพาะปลูกด้วยเมล็ดปลูกง่าย

กระเจี๊ยบแดงเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กสูงประมาณ 4-6 ฟุต ใบเป็นแฉกเว้าลึก ลำต้นกิ่งก้านตลอดจนผลมีสีแดง ดอกสีชมพูตรงกลางสีแดงเข้ม กลีบที่แผ่หุ้มเมล็ดมีสีแดงเข้มเนื่องจากมีสาร

พวกแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ดอกกระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว เนื่องจากมีกรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติลดไขมันในเส้นเลือด นำกลีบดอกกระเจี๊ยบมาปรุงเป็นเครื่องดื่มผสมน้ำหวานดื่มแก้กระหายน้ำช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกายแก้ร้อนใน นอกจากนี้ใช้ดอกกระเจี๊ยบทำเหล้าองุ่น เยลลี่ และทำขนมต่าง ๆ ที่ให้มีสีแดงตามธรรมชาติมารับประทานเหมือนสีสังเคราะห์ไม่ให้โทษ ยอดและใบอ่อนของกระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยวเล็กน้อยใช้ปรุงอาหาร เช่น แกงส้ม

ทางประเทศเยอรมันนิยมดื่มน้ำชาดอกกระเจี๊ยบตากแห้งมานานแล้ว เพราะเขาเชื่อว่าช่วยให้ระบบหายใจดีขึ้น แก้โรคเบาหวานและแก้เส้นโลหิตตีบตัน และยังเชื่อว่ารักษาโรคมะเร็งได้ด้วย

แพทย์ไทยโบราณที่รู้จักสรรพคุณของดอกและเมล็ดกระเจี๊ยบแดงมานานแล้วเช่นกัน โดยใช้เป็นยาช่วยแก้อ่อนเพลีย บำรุงธาตุ ขับปัสสาวะ และรักษาโรคไตพิการ ดอกกระเจี๊ยบมีสารเมือกมิวซิเลจ (Mucilage) ช่วยเคลือบแผลและรักษาแผลในกระเพาะลำไส้ได้ดี และประกอบด้วยกรดอินทรีย์ มีสรรพคุณลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิตสูง และช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย แก้ร้อนในกระหายน้ำและสามารถนำมาทำเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่า

เมล็ดกระเจี๊ยบมีน้ำมัน 20% น้ำมันที่สกัดได้จะมีสีเหลืองอ่อน เมื่อผ่านการกลั่นใสแล้วเกือบจะไม่มีสี มีส่วนประกอบของกรดไขมันคล้ายน้ำมัน ถั่วดำและน้ำมันงา จึงมีการนำเอาน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดกระเจี๊ยบลงในน้ำมันพืชที่บรรจุขวดขายในท้องตลาด เช่น ปั่นกันน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว หรือน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย

ถั่วแดง ถั่วเขียว



รูปที่ ๓-3 แสดงรูปร่าง และขนาดของเมล็ดถั่วแดง



รูปที่ ๓-4 แสดงรูปร่าง และขนาดของฝักถั่วแดง

ถั่วแดงหรือถั่วสีน้ำตาลแดง แม้จะเป็นพืชที่ไม่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและไม่เป็นพืชเศรษฐกิจในขณะนี้ แต่ก็ยังเป็นพืชที่มีการปลูกและส่งไปขายต่างประเทศ ปีหนึ่ง ๆ ไม่ต่ำกว่าสิบล้านบาท ถั่วแดงที่ปลูกในขณะนี้หลายชนิด แต่ชนิดที่ปลูกเป็นการค้าและปลูกมากเป็นถั่วแดงที่มีเมล็ดสีแดง ดอกสีเหลือง ฝักเล็กเท่า ๆ กับถั่วเขียว เมื่อฝักแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อนและสีดำ ฝักสีดำจะมีเมล็ดโตกว่าฝักสีน้ำตาลอ่อน ต้นเลื้อยเรียกว่าถั่วแดงเมืองเลย เป็นพันธุ์ที่นำมาจากประเทศศรีลังกา ซึ่งเป็นพวก *Phaseolus calcaratus* มีชื่อสามัญว่า Rice bean พวกนี้ถ้าเมล็ดสีแดงจะเรียก ถั่วแดงเหมือนกันหมด ถ้าเมล็ดมีสีเขียวอมเขียวเล็กน้อยจะเรียกชื่อแตกต่างกันไป แล้วแต่ท้องถิ่น เช่น ที่จังหวัดพิษณุโลก เรียกว่า ถั่วนา ที่จังหวัดอุดรธานี เรียกว่าถั่วเต็มกำหรือถั่วเล็บมือนาง สำหรับถั่วแดงพระราชทานนั้น ไม่รวมอยู่ในพวกนี้ แต่เป็นพวก *Phaseolus vulgaris* มีเมล็ดโตสีแดง ปลูกบนที่สูงในภาคเหนือมีปริมาณไม่มากนัก ส่วนถั่วแดงที่นำมาทดลองมีชื่อสามัญว่า Lentil หรือชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lens esculenta*

#### แหล่งกำเนิดและการแพร่กระจาย

ถั่วแดงมีแหล่งกำเนิดแถบเทือกเขาหิมาลัย ประเทศจีนตอนกลาง ไปจนกระทั่งแถบมาเลเซีย และต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของเอเชียเขตร้อน เป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ถั่วแดงสามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงและทนทานต่อสภาพพื้นที่ที่แห้งแล้งปานกลาง

#### ลักษณะโดยทั่วไป

ถั่วแดงเป็นพืชค้างปีอายุสั้น ใช้ปลูกเป็นพืชฤดูเดียว มีลักษณะการเจริญเติบโตหลายแบบ ตั้งแต่เป็นพุ่มตรง ถึงเป็นพุ่มหรือเป็นเถาเลื้อย

- ลำต้น (Stem) ลำต้นของถั่วแดงอ่อนเป็นร่องและมีขนสีขาว สามารถเลื้อยหรือพันกับค้างหรือต้นไม้ได้ มีความสูงประมาณ 33 เซนติเมตร แต่พวกที่เป็นเถาเลื้อยอาจจะยาว 1.5-3 เมตร

- ใบ (Leaves) ใบของถั่วแดงเป็นใบรวม กิ่งหนึ่งมีใบย่อย 3 ใบ ก้านใบยาว 5-10 เซนติเมตร มีหูใบแนบติดอยู่กับด้านล่างของก้านใบ ใบมี 3 แฉก

- ดอกและช่อดอก (Flower & Inflorescence) ดอกของถั่วแดงเป็นดอกช่อแบบ Raceme มีก้านดอกยาว 7.5-20 เซนติเมตร แต่ละช่อจะมี 5-20 ดอก มีดอกที่ช่อ ๆ ละ 2-3 ดอก ดอกมีสีเหลือง ดอกขนาดมาตรฐานมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร

- ฝักและเมล็ด (Pod and Seed) ฝักอ่อนมีสีเขียว คล้าย ๆ กับฝักถั่วเขียว ฝักแก่สีน้ำตาลกับดำ มีขนาด 0.5x6-12 เซนติเมตร แต่ละฝักมี 8-12 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมรี

เมล็ดมีความยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร มีสีแดง เหลือง น้ำตาล มีจุดกำเนิดสีขาว เมล็ดจำนวน 100 เมล็ด จะมีน้ำหนักประมาณ 8-12 กรัม

### แหล่งปลูก

ในประเทศไทยถั่วแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในแถบภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางจังหวัดในแถบที่สูงและที่ราบ แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเลย จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรธานี เป็นต้น

### ดิน

ถั่วแดงสามารถขึ้นได้ตั้งแต่ดินร่วนปนทราย ไปจนถึงดินเหนียวจัด ดินที่เหมาะสม คือ ดินที่มีอินทรียวัตถุมาก มีการระบายน้ำดี ถั่วแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความเป็นกรด เป็นด่างระหว่าง 5.3-6.3 ดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0 จะเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในปมรากถั่ว ซึ่งเป็นตัวดิงไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นปุ๋ยของถั่วแดง

### ฤดูปลูก

ถั่วแดงเป็นพืชที่ไวต่อช่วงแสง จะเริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นไป การปลูกถั่วแดงในประเทศไทยในปัจจุบันปลูกเป็นพืชแซมกับข้าวโพด หรือปลูกเป็นพืชแซมกับพืชอื่น เช่น ปลูกเป็นพืชแซมและคลุมดินในแปลงมะม่วงหิมพานต์ในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย การปลูกเป็นพืชแซมกับข้าวโพดมีปลูกอยู่ 2 ช่วง คือ

- 1) ปลูกเดือนมิถุนายน โดยปลูกพร้อมกับข้าวโพดในหลุมเดียวกัน ทั้งข้าวโพดรุ่นแรก และข้าวโพดรุ่นสอง
- 2) ปลูกหลังข้าวโพดออกแล้ว ในการปลูกข้าวโพดรุ่นแรก ซึ่งเริ่มปลูกข้าวโพดในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม แล้วทำการปลูกถั่วแดงในระยะทาย้ำครั้งแรก โดยปลูกระหว่างแถวข้าวโพด หลุมห่างกัน 20-25 เซนติเมตร

แต่ถ้าจะปลูกถั่วแดงอย่างเดียว ควรปลูกในระยะเดือนสิงหาคม สำหรับในประเทศไทยมักจะมีปลูกถั่วแดงเป็นพืชหมุนเวียนในมาข้าว



### การเตรียมดินปลูก

การเตรียมดินปลูกถั่วแดงเหมือนกับการเตรียมดินปลูกพืชไร่ทั่วไป คือ อาจจะใช้ 1 หรือ 2 ครั้ง แล้วขยอยดิน 1 ครั้ง การเตรียมดินจะช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินและป้องกันกำจัดวัชพืชไปในตัวด้วย

### วิธีการปลูกและระยะปลูก

การปลูกถั่วแดงรวมกับข้าวโพดหรือปลูกแซมกับข้าวโพด ระยะปลูกก็ใช้ระยะปลูกเดียวกับข้าวโพด โดยมีวิธีการปลูก 2 วิธีคือ

- 1) ใช้เมล็ดถั่วแดงผสมรวมกับข้าวโพดแล้วหยอดเมล็ดในหลุมเดียวกัน ซึ่งจะมีเมล็ดถั่วแดงปนอยู่หลุมละ 1-4 เมล็ด
- 2) หยอดถั่วแดงหลังจากตายหน้าข้าวโพดครั้งแรกแล้วหลุมละ 3-4 เมล็ด

เมื่อถั่วแดงงอกแล้วประมาณ 2 อาทิตย์ ควรจะถอนต้นทิ้งให้เหลือหลุมละ 2 ต้นถ้าจะปลูกถั่วแดงล้วน ๆ ในเดือนสิงหาคม หลังจากปลูกพืชต้นฤดูฝนแล้ว ควรปลูกระยะ 20x50 ซม. หยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด เมื่องอกแล้ว 2 อาทิตย์ ถอนให้เหลือหลุมละ 2 ต้น อัตราส่วนเมล็ดพันธุ์ใช้ 3-4 กิโลกรัมต่อไร่

### การดูแลรักษา

การดูแลรักษาถั่วแดงเหมือนกับการดูแลรักษาแปลงข้าวโพดทั่วไป แต่ไร่ที่ปลูกถั่วแดงล้วน ๆ ควรจะกำจัดวัชพืช โดยใช้มือหรือจอบอย่างน้อย 2 ครั้ง คือ หลังจากปลูกแล้ว 15 วันหนึ่งครั้ง และอีกครั้งหนึ่งประมาณ 1 เดือนครั้งต่อมา ทั้งนี้แล้วแต่ปริมาณวัชพืชที่ขึ้นอยู่ เมื่อต้นถั่วแดงเริ่มเล็ยก็จะขึ้นคลุมวัชพืชได้เอง การใช้ปุ๋ยอาจจะใช้ปุ๋ยอินทรีย์รวมด้วยก็เป็นการดี

### การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

ในระยะเริ่มออกดอกจะมีหนอนผีเสื้อกัดกินใบ หนอนม้วนใบ หนอนเจาะฝักเข้าทำลายบ้าง เมื่อพบว่าหนอนพวกนี้ระบาด ควรพ่นยาป้องกันและกำจัด เช่น อีซอดริน ฟอสโดริน เป็นต้น โดยใช้ยา 2 ช้อนแกง (30 ซีซี.) ต่อน้ำ 1 ปีบ (20 ลิตร)

## การเก็บเกี่ยวและการนวด

เนื่องจากถั่วแดงเป็นพืชที่ไวต่อช่วงแสง มีอายุการเก็บเกี่ยว 60-90 วัน หรือมีระยะเวลาเก็บเกี่ยวจำกัด คือ จะเริ่มเก็บเกี่ยวตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมเป็นต้นไป โดยจะใช้วิธีทยอยเก็บฝักที่แก่ ซึ่งมีน้ำตาล หรือสีดำ แล้วนำมาตากแดดให้แห้ง

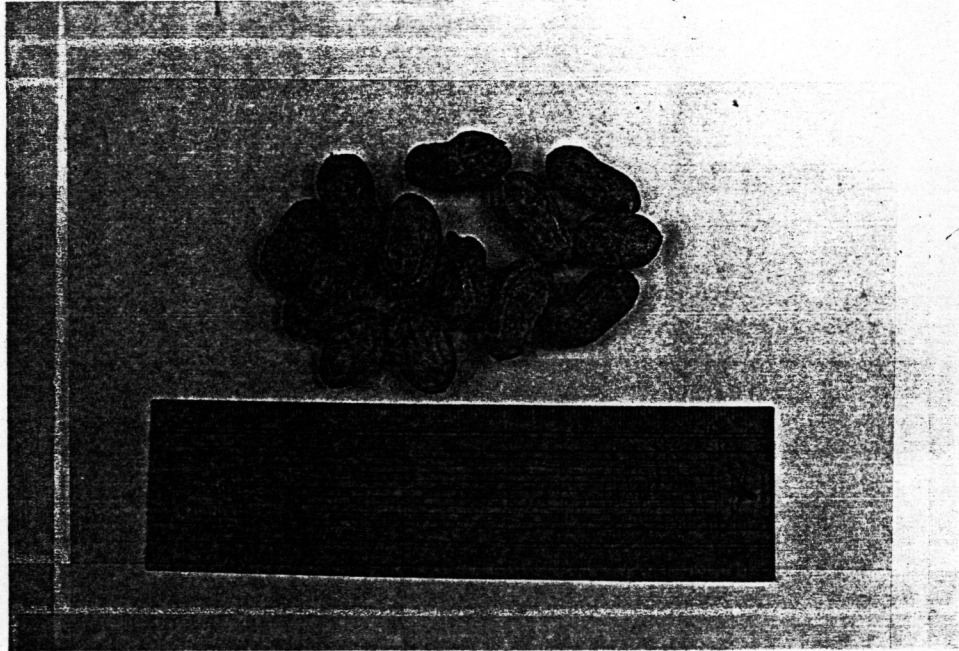
การเก็บเกี่ยวอีกวิธีหนึ่ง โดยรอให้ฝักแก่เกือบหมดแล้วใช้เคียวเกี่ยวนำมาตากบนลานให้แห้งแล้วนวดก็ได้ แต่วิธีนี้จะทำให้ผลผลิตเสียหายบ้าง เพราะเมล็ดจากฝักที่แห้งจัดแตกและร่วงหล่นลงดิน

การนวดหลังจากนำฝักที่เก็บเกี่ยวแล้ว หรือตัดต้นถั่วแดงมาตากแดดให้แห้งบนลานแล้ว ใช้ไม้ทุบหรือตีให้ฝักแตก หรือถ้ามีมาก อาจให้รถขนาดเล็กย่ำหรือใช้เครื่องนวดก็ได้ เมื่อนวดเสร็จแล้วก็นำมาผัดบรรจุเมล็ดใส่กระสอบ เตรียมส่งขายหรือเก็บไว้ทำพันธุ์ในปีต่อไป

## ผลผลิตถั่วแดง

การปลูกถั่วแดงในประเทศไทย ควรจะมีการส่งเสริมให้มีการปลูกมากขึ้นเพื่อเป็นพืชคลุมดิน เป็นพืชเสริมรายได้และเป็นอาหาร เช่น ใช้ทำถั่วต้ม น้ำตาล ถั่วกวน ซึ่งจะได้อาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และควรส่งเสริมได้ทุกแหล่งที่มีการปลูกข้าว ไร่นาอยู่แล้ว นอกจากนี้ จะใช้ถั่วแดงปลูกเป็นพืชคลุมในสวนผลไม้ขนาดเล็กก็ได้ ผลผลิตของถั่วแดงโดยประมาณ 180-200 กิโลกรัมต่อไร่

## ถั่วลิสง



รูปที่ ๗-5 แสดงรูปร่าง และขนาดของเมล็ดถั่วลิสง

ถั่วลิสง เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่มีชื่อสามัญว่า Ground nut หรือ Peanut มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Arachis hypogaea อยู่ในตระกูล (family) "Leguminoceae"

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดที่มีดอกอยู่บนต้นแต่มีฝักอยู่ในดิน ฝักคือเกสรตัวเมีย เมื่อได้รับการผสมพันธุ์แล้วจะแทงเข็มลงดิน เจริญเติบโตเป็นฝักในดิน ปัจจุบันถั่วลิสงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของเมืองไทย ปลูกกันอย่างแพร่หลาย โดยพบว่ามี การปลูกถั่วลิสงกันปีละประมาณ เกือบหนึ่งล้านไร่ และให้ผลผลิตถึงปีละ 200,000 ตัน

## ประวัติและถิ่นกำเนิด

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้แถบประเทศบราซิล ปารากวัย เปรู อูรุกวัย และอาร์เจนตินา ต่อมาได้แพร่ขยายเข้าไปปลูกในอเมริกา ซึ่งบรรดานักทาสที่ได้โดยสารไปกับเรือได้นำเมล็ดถั่วลิสงติดไปกับเรือด้วย โดยได้นำเมล็ดถั่วลิสงไปปลูกในแถบชายฝั่งตอนใต้ของอเมริกา ก่อน จากนั้นก็ได้แพร่กระจายออกไปอย่างกว้างขวางในส่วนต่าง ๆ ของโลก ทั้งอเมริกา ยุโรป แอฟริกา และเอเชีย

สำหรับในประเทศไทย มีการนำถั่วลิสงเข้ามาปลูกตั้งแต่เมื่อใดนั้น ไม่มีหลักฐานแน่ชัด แต่เข้าใจว่าชาวยุโรปเป็นชาติแรกที่นำเข้ามาปลูกในราวศตวรรษที่ 16 โดยผ่านเข้ามาทางประเทศฟิลิปปินส์ก่อน ต่อมาก็ขยายเข้าไปในแหลมอินโดจีน ญี่ปุ่น และจีน ตามลำดับ จากประเทศจีนถั่วลิสงก็แพร่กระจายไปสู่แหลมมลายูแล้วจึงเข้าประเทศไทย

ประเทศไทยมีการปลูกถั่วลิสงกันทุกภาค จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมาก ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง น่าน นครสวรรค์ แพร่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ สุรินทร์ อุบลราชธานี กาฬสินธุ์ กำแพงเพชร สุโขทัย อุดรดิตถ์ ระยอง สระบุรี เป็นต้น

## พันธุ์

พันธุ์ถั่วลิสงที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามรูปร่างลักษณะทางพฤกษศาสตร์ คือ

1) วาเลนเซีย เป็นถั่วลิสงประเภทที่มีลำต้น และกิ่งค่อนข้างโต และสูงตั้งตรง ส่วนมากมี 4-6 กิ่ง กิ่งมักจะสูงกว่าลำต้นมีสีม่วงใบใหญ่สีเขียว ฝักขนาดใหญ่ ลายที่ฝักเห็นได้ชัดเจนแต่รอยคอดระหว่างเมล็ดไม่เว้ามากนัก เมล็ดมีขนาดปานกลาง ฝักหนึ่งมีเมล็ดตั้งแต่ 3-4 เมล็ด เมล็ดมีขนาดปานกลาง อายุปานกลาง เมล็ดไม่มีระยะพักตัว ทนทานต่อความแห้งแล้งและดินที่อุดมสมบูรณ์ปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าชนิดอื่นๆ เช่น พันธุ์ลำปาง สุโขทัย 38 (สข.38) ขอนแก่น 60-1 (โมเกต) และขอนแก่น 60-2

2) สะแบนิช เป็นถั่วลิสงประเภทที่แตกกิ่งก้านสาขา และสูงปานกลาง ลำต้นและกิ่งสูงเท่ากัน ใบโตสีเขียว ฝักมี 1-2 เมล็ด และเมล็ดเล็กมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นในดินที่ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่มีระยะพักตัวทนทานต่อความแห้งแล้งและดินเลวได้ดี แต่มีข้อเสีย คือ ขนาดของเมล็ดเล็กไม่เป็นที่ยอมรับประทาน เก็บไว้ไม่ได้นานเพราะจะมีกลิ่นเหม็นเนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง (47-50%) อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120-135 วัน เช่น พันธุ์ระยอง

3) **เวอร์จีเนีย** เป็นถั่วลิสงอีกประเภทหนึ่งที่มีรูปร่างตรง ทรงต้นเลื้อย แตกกิ่งก้านสาขาได้มาก ฝักหนึ่งมี 2 เมล็ด ออกดอกและแก่ช้า (120-180 วัน) มีระยะพักตัว ลายบนฝักเรียบเห็นไม่ชัด เมล็ดมีขนาดโต แต่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ (38-47%) เป็นพันธุ์ที่ควรปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และอากาศค่อนข้างเย็น เช่น พันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทางราชการแนะนำให้ปลูก เนื่องจากสามารถปลูกได้ทุกฤดู ลำต้นเป็นพุ่ม แตกกิ่ง 4-6 กิ่ง ออกดอกเมื่ออายุได้ 30 วัน ฝักออกเป็นกระจุกที่โคนต้น ฝักหนึ่งมี 1-3 เมล็ด ส่วนมากมี 2 เมล็ด ลายเส้นที่ฝักเห็นไม่ชัด เปลือกของฝักค่อนข้างบาง จึงมีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะสูง เฉลี่ย 78 เปอร์เซ็นต์ เชื้อหุ้มเมล็ดสีชมพู เมล็ดมีขนาดใหญ่ เฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดหนัก 49 กรัม เมล็ดมีน้ำมันประมาณ 47 % มีโปรตีนประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ อายุเก็บเกี่ยว 110-130 วัน ให้ผลผลิตฝักแห้งทั้งเปลือกประมาณ 370-410 กิโลกรัมต่อไร่ และตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ

หมายเหตุ ลักษณะเด่นของถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร คือ ขอนแก่น 60-1 และขอนแก่น 60-2 มีดังนี้

#### พันธุ์ขอนแก่น 60-1 (โมเกต) (พันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้)

- 1) ขนาดเมล็ดและฝักโต สีของเชื้อหุ้มเมล็ดสีชมพู เหมาะสำหรับแกะเมล็ดขาย
- 2) ลักษณะเมล็ดและฝักสวย เส้นลายบนฝัก และจอยปากฝักเห็นได้ชัดเจน
- 3) ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับพันธุ์ไทนาน 9

#### พันธุ์ขอนแก่น 60-2

- 1) เมล็ดต่อฝักโดยเฉลี่ย 3 เมล็ด ฝักสวยเหมาะสำหรับทำถั่วต้มหรืออบทั้งฝัก
- 2) ผลผลิตฝักสดสูงกว่า พันธุ์ สข. 38 ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์
- 3) ทนทานต่อโรคโคนเน่า ดีกว่าพันธุ์ สข. 38
- 4) สีของเชื้อหุ้มเมล็ดสีชมพู เส้นลายบนฝักและจอยฝักเห็นได้ชัดเจน

## ถั่วลิสงพันธุ์ที่ควรปลูก

ตารางที่ ข-1

พันธุ์	ประเภท	อายุ ออกดอก (วัน)	อายุ เก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต เฉลี่ยต่อ ไร่(กก.)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน (%)	เปอร์เซ็นต์ โปรตีน (%)
1 ไททาน 9	เวอร์จิเนีย	41	110-130	413	49	47	34
2 สข. 38	วาเลนเซีย	37	100-110	360	46	48-52	24-25
3 ลำปาง	วาเลนเซีย	37	100-110	362	46	48-52	24-25
4 ขอนแก่น 60-1	วาเลนเซีย	27-30	95-110	274-335	45.92	49.86	26.97
5 ขอนแก่น 60-2	วาเลนเซีย	27-30	95-105	254	40.7	47.12	29.14

ที่มา 1-3 คำแนะนำที่ 5 เรื่อง การปลูกถั่วลิสง (2529) กรมส่งเสริมการเกษตร

4-5 จุลสารเล่มที่ 3 เรื่อง ลักษณะประจำพันธุ์พืชไร่พันธุ์ใหม่ (2530) กรมวิชาการเกษตร

### สภาพที่เหมาะสม

ดินที่ใช้ปลูกถั่วลิสงควรเป็นดินร่วนซุย หรือดินปนทราย เพื่อซึมจะสามารถแทงลงไปในดินได้สะดวก และเมื่อเก็บเกี่ยวก็สามารถดึงต้นถั่วและฝักขึ้นจากดินได้ง่าย ฝักไม่ขาดจากลำต้น การระบายน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินดี ถ้าดินแฉะจะทำให้ต้นถั่วเน่าเสียหาย

ดินที่เหมาะสมกับการปลูกถั่วลิสงไม่ควรเป็นดินที่เค็ม หรือเปรี้ยวมาก ควรเป็นดินที่เป็นกลางมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 ถ้าเป็นดินเปรี้ยวมากถั่วลิสงจะไม่เจริญงอกงาม แต่ถ้าเป็นดินเค็มมากก็จะทำให้ถั่วลิสงเกิดโรคใบด่างหรือใบเหลืองมาก

### การเตรียมดิน

เตรียมดินเช่นเดียวกับปลูกพืชไร่อื่น ๆ คือ ไถ และคราดให้ดินร่วนซุย เพื่อให้อุ้มน้ำและเก็บน้ำได้ดี เมล็ดสามารถงอกขึ้นมาได้ง่ายรากสามารถหยั่งลึกลงไปหาอาหารและน้ำได้ดี

และเป็นการทำจัดวัชพืช

การปลูกถั่วลิสงในนาข้าวในฤดูแล้งที่มีการชลประทานอาจไม่ต้องเตรียมดิน ถ้าดินมีความร่วนซุยพอสมควร และไม่มีปัญหาเรื่องวัชพืชมักนัก โดยใช้ไถเบีกร่องก่อนแล้วหยอดเมล็ดลงในร่อง กลบแล้วรดน้ำเข้าแปลงให้ชุ่ม หลังจากที่ดินถ่วงออกขึ้นมาสูงพอสมควร จึงพรวนดินกลบโคนต้นให้เป็นแถวภายหลัง

### ฤดูปลูกและวิธีการปลูก

ในปีหนึ่ง ๆ สามารถปลูกถั่วลิสงได้ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ในที่ ๆ มีการชลประทาน ช่วงเวลาการปลูกถั่วลิสงไม่มีความสำคัญเท่ากับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะช่วงของการเก็บเกี่ยวจะต้องมีความชื้นในดินพอสมควร จึงจะถอนถั่วลิสงขึ้นจากดินได้ง่าย โดยทั่วไปฤดูปลูกที่เหมาะสม คือ

ต้นฤดูฝน ปลูกในระหว่างเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน

ปลายฤดูฝน ปลูกในระหว่างเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม

ฤดูแล้ง ปลูกในระหว่างเดือน ธันวาคม - กุมภาพันธ์

การปลูกต้นฤดูฝน ควรปลูกเมื่อมีฝนตกลงมาพอสมควร เมื่อเตรียมดินและดายหญ้าเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มหยอดเมล็ด ระยะระหว่างแถวประมาณ 30-50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ทั้งนี้ต้องแล้วแต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห่งด้วย ถ้าดินสมบูรณ์มากต้องเว้นระยะให้ห่างไว้ มิฉะนั้นต้นถั่วจะเบียดชิดกันเกินไปทำให้เจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร การหยอดควรทำให้เป็นแถวยาว ใช้หยอดหลุมละ 2-3 เมล็ด ให้เมล็ดอยู่ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร กลบและเหยียบดินให้แน่น ในดินที่มีความชุ่มชื้นพอ ถั่วจะงอกภายใน 5-7 วัน อนึ่ง ในกาปลูกทั้งฝักจะเจริญเติบโตช้า ในพื้นที่ 1 ไร่ จะต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่กะเทาะแล้วประมาณ 15-18 กิโลกรัม (หรือใช้ถั่วลิสงทั้งเปลือกประมาณ 20-25 กิโลกรัม)

เมล็ดที่ใช้ทำพันธุ์ควรเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลงรบกวน ก่อนปลูกควรทำการหาเปอร์เซ็นต์ความงอกเสียก่อน เพื่อจะได้กะจำนวนเมล็ดพันธุ์ได้ถูก วิธีหาโดยใช้เมล็ดที่กะเทาะเปลือกออกแล้วประมาณ 100 เมล็ด นำไปเพาะในทรายที่ชุ่มชื้น หรือกระดาษฟางที่ซ้อนทับกัน 2-3 ชั้น ควรทำ 4 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ย เมื่อถั่วงอกขึ้นมาเท่าไร ก็คิดออกมาเป็นร้อยละ เพื่อใช้เป็นแนวทางคิดว่าควรหยอดหลุมละกี่เมล็ดและใช้เมล็ดพันธุ์เท่าไร เมล็ดถั่วที่ใช้ทำพันธุ์ควรมีความงอก 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และต้องไม่เป็นถั่วที่กะเทาะออกจากฝักนานเกินกว่า 2 เดือน เมล็ดถั่วที่กะเทาะออกจากฝักนาน ๆ จะมีความงอกต่ำเมล็ดที่ใช้ทำพันธุ์ปลูกควรกะเทาะด้วยมือ

การปลูกปลายฤดูฝน ควรเริ่มปลูกประมาณเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม ซึ่งเป็นระยะ

ที่ดินยังมีความชุ่มชื้นเพียงพอ การปลูกในปลายฤดูฝนนี้ ต้องคำนึงถึงความชุ่มชื้นในดินว่ามีเพียงพอแก่การเติบโตของถั่วหรือไม่ ถ้าหากมีความชุ่มชื้นน้อยไปจะทำให้ผลผลิตตกต่ำลงและมีเมล็ดลีบมาก ดังนั้นการปลูกถั่วลิสงปลายฤดูฝนจึงอาจจะปลูกบริเวณทำยออ่างเก็บน้ำ ห้วย ริมน้ำซึ่งดินมีความชุ่มชื้น หรือบริเวณที่สามารถจะใช้น้ำจากชลประทานได้

การปลูกในฤดูแล้ง เริ่มปลูกประมาณเดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์ หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าว ปลูกได้เฉพาะในเขตชลประทานเพื่อจะทดน้ำเข้าในแปลงถั่วลิสงได้

### การปฏิบัติดูแลรักษา

หลังจากต้นถั่วงอกแล้ว 15 วัน ควรพรวนดินตายหญ้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อต้นถั่วอายุได้ 30 วัน เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีวัชพืชรบกวนเมื่อถั่วเริ่มแทงเข็ม เมื่อถั่วอายุประมาณ 45 วัน ก็เลิกพรวนดินได้ เพราะจะกระทบกระเทือนต่อการแทงเข็ม และฝักถั่วลิสงที่กำลังเจริญในที่มีน้ำซึ่งควรหาทางระบายน้ำออกให้หมด

### การเก็บเกี่ยว

สำหรับพันธุ์เบา ซึ่งนิยมปลูกทั่ว ๆ ไปนั้น จะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 100 วัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพของท้องที่ด้วยมีข้อสังเกตได้ง่ายคือ ในระยะนี้ เกิดโรคใบจุดขึ้นโดยทั่วไป ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถั่วลิสงเริ่มจะทำการเก็บเกี่ยวได้แล้ว และเมื่อใบร่วงไปประมาณ 3-4 ส่วนของต้นก็แสดงว่าถั่วลิสงแก่พอที่จะถอนได้ หรืออีกประการหนึ่งก็คือ ลองสูมถอนต้นถั่วขึ้นมาแกะดูเมล็ดภายใน ถ้าเยื่อด้านในของฝักเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล และเยื่อหุ้มเมล็ดแห้ง ต้นหนึ่ง ๆ ถ้าหากฝักที่มีลักษณะเช่นนี้ประมาณครึ่งหนึ่งก็แสดงว่าถั่วพร้อมจะเก็บใบได้แล้ว ถ้าทิ้งไว้นานเมล็ดแก่จะงอกเสียก่อนเก็บ

การเก็บถั่วมักจะใช้มือถอน เมื่อถอนต้นถั่วลิสงขึ้นจากดินแล้วควรระวังต้นถั่วเป็นแถวฝังแดดไว้ราว 1-2 วันก่อน จึงจะปลิดฝักออกจากต้นและระยะนี้ต้องอย่าให้เมล็ดได้รับความชื้น เพราะจะทำให้เมล็ดงอกได้ เวลาปลิดฝักต้องพยายามให้หัวหลุดจากฝักให้หมด มิฉะนั้นจะขายได้ราคาต่ำ นำฝักถั่วที่ได้ไปตากแดดจัด ๆ ราว 7-10 วัน จนแห้งสนิทก่อนเก็บเข้ายุ้ง ฉาง ถ้าเมล็ดไม่แห้งสนิทแล้วจะทำให้เกิดราขึ้นได้ ดังนั้น ก่อนเก็บต้องแน่ใจว่าแห้งสนิทจริง ๆ

### ข้อระมัดระวังในการเก็บถั่วลิสง

ในถั่วลิสงมีเชื้อราที่มีชื่อว่า แอสเพอร์จิลลัส ฟลาวัส ซึ่งสามารถผลิตสารพิษที่เรียกว่า แอฟลาทอกซิน เชื้อพิษนี้ทำให้เกิดอันตรายแก่ตับของสัตว์เลี้ยงหลายชนิด เช่น เป็ด ไก่ สุกร



และวิว ทำให้สัตว์เหล่านี้ถึงแก่ความตายได้ เชื้อราดังกล่าวนี้เจริญเติบโตในที่ซึ่งมีความชื้นในอากาศสูง คือประมาณ 80-85 ใน 100 ส่วน และต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเติบโตระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตของเชื้อราและการผลิตเชื้อพิษนี้ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้านำถั่วลิสงที่ยังตากไม่แห้งสนิทมาเก็บรวบรวมไว้อย่างเช่นสภาพของบ้านเรา เมล็ดถั่วลิสงที่มีเชื้อราชนิดนี้จะมีเมล็ดสีดำ สีเหลือง และสีขีดผิดปกติโดยเฉพาะเมล็ดถั่วลิสงที่มีสีเหลืองขีดจะมีเชื้อราดังกล่าวอยู่มาก

เพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจากเชื้อพิษดังกล่าว จึงขอแนะนำให้ระมัดระวังในการเก็บถั่วลิสงดังต่อไปนี้

- 1) ในการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง ให้เก็บเกี่ยวให้ถูกต้องตามฤดูกาล และตากแดดให้เมล็ดแห้งสนิท มีความชื้นต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์
- 2) ถ้าไม่สามารถทำให้เมล็ดถั่วลิสง มีความชื้นต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ก็ให้เก็บรักษาถั่วลิสงทั้งเปลือก โดยไม่ให้เปลือกของฝักแตก เพื่อเป็นเกราะป้องกันไม่ให้เมล็ดเกิดเชื้อราได้ง่าย
- 3) ในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสง หรือถั่วลิสงป่นอัดเป็นก้อนแล้วต้องให้ความชื้นไม่สูงกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และให้อุณหภูมิของอากาศต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส

### การเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์

สำหรับเมล็ดที่คัดไว้ทำพันธุ์ควรคลุกสารเคมีป้องกันแมลงก่อนเก็บ เช่น ใช้ไพรีโธอ อัตรา 1 กรัม ต่อถั่ว 10 กิโลกรัม โดยน้ำหนัก หรือมาลาไซออน ชนิดผง 50 กรัม ต่อเมล็ดพันธุ์ 100 กิโลกรัม เมล็ดที่คลุกยานี้จะใช้เป็นอาหารแก่มนุษย์หรือสัตว์ไม่ได้เพราะเป็นอันตรายต้องใช้ปลูกอย่างเดียวเท่านั้น สำหรับต้นถั่วเมื่อปลิดฝักออกหมดแล้ว ควรจะทิ้งไว้ในไร่เพื่อไถกลบลงในดินจะเป็นประโยชน์ดีไม่ควรเผาทิ้ง

การปลูกถั่วลิสงซ้ำที่เดิมติดกัน 3 ปี จะทำให้ผลผลิตของถั่วลดลงมาก แม้ว่าจะใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเพียงพอแล้วก็ตาม ควรปลูกถั่วลิสงตามพืชอื่นที่ใส่ปุ๋ยมาก่อน ซึ่งถั่วลิสงสามารถใช้ปุ๋ยที่เหลือนั้นได้ควรรีใส่ปุ๋ย พวกโปแตสเซียมลงไปบ้างจะทำให้ผลผลิตถั่วสูงขึ้น นอกจากนี้การปลูกพืชหมุนเวียนสลับกับถั่วลิสง จะช่วยลดอันตรายจากโรคแมลงได้มาก ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ได้ผลผลิตดี การจะเก็บฝักถั่วลิสงไว้ทำพันธุ์ให้ได้นาน 8-9 เดือน ควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- 1) การเก็บเกี่ยว โดยเลือกจากฝักที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะสมบูรณ์ดี ปราศจากเชื้อรา

และแมลงรบกวน ฝึกแก่เต็มที่ เมื่อถอนต้นควรปลิดฝักด้วยความระมัดระวัง ไม่ควรพาดต้นถั่วกับไม้ เพราะจะทำให้ฝักเสียหาย ทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดได้ง่าย

2) การตาก ควรตากแดดเพื่อลดความชื้นโดยเร็วหลังจากปลิดฝักตากให้แห้งสนิท 3-5 แดด การใช้แผ่นสังกะสีตากโดยตรง เมล็ดพันธุ์จะเสื่อมความงอกได้รวดเร็ว การใช้ตาข่ายมารองตากถั่วลิสงอยู่แล้วมักจะวางบนพื้นดิน การยกให้สูงขึ้นจากพื้นจะทำให้น้ำระเหยออกโดยรอบช่วยให้ความชื้นลดลงได้รวดเร็วขึ้น และการใช้ตาข่ายสะดวกในการเขย่าให้เศษดินที่ติดมากับเมล็ดหลุดร่วงโดยง่าย

ขณะตากควรพลิกกลับฝักถั่วให้ได้รับแสงแดดอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง ควรตากให้แห้งสนิทก่อนนำไปเก็บ ถั่วที่แห้งดีแล้วเมื่อขยี้เมล็ดดู ส่วนของเปลือกจะหลุดล่อนได้ง่ายกว่า ถั่วที่มีความชื้นสูง

3) การเก็บรักษา ควรเก็บทั้งฝัก เลือกเฉพาะฝักที่สมบูรณ์และแห้งสนิท บรรจุถุงพลาสติก 1-2 ชั้นมัดปากถุงและนำไปบรรจุกระสอบ และปิดปากกระสอบให้แน่นป้องกันความชื้นจากภายนอก เก็บในที่ถ่ายเทอากาศได้ดี ไม่ถูกแดดส่องหรือฝนสาด การวางกระสอบถั่วไว้ติดพื้นดินจะทำให้ความชื้นของถั่วที่อยู่ส่วนล่างสูงขึ้นได้อีก

ถ้าไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในบริเวณบ้านได้ อาจปรับปรุงยุ้งฉางเก็บข้างที่มีอยู่ให้ดีขึ้น โดยทำความสะอาดยุ้งและบริเวณที่อยู่โดยรอบ ได้ถุนยุ้งฉางไม่ควรเลี้ยงสัตว์ เพราะจะทำให้ชื้นและมีเชื้อราหรือแมลงมารบกวนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ในยุ้ง ปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือหนูชอบกินถั่วลิสงมาก อาจแก้ไขโดยเอาแผ่นสังกะสีล้อมยุ้งฉางเพื่อป้องกันหนู และต้องระวังไม่ให้มีเศษไม้และวัสดุอื่น ๆ วางพาดยุ้งเพราะจะทำให้หนูไต่ขึ้นได้เช่นกัน

การเก็บถั่วลิสงทั้งฝักตามวิธีการดังกล่าว แล้วเก็บไว้ในสภาพอากาศธรรมดา ก็จะสามารถเก็บได้นาน 7-8 เดือน การปฏิบัติที่ถูกต้องจะชะลอการเสื่อมความงอกให้น้อยลงได้ในเวลาที่ขาดแคลนเมล็ดพันธุ์จะได้มีเมล็ดพันธุ์ที่ดีไว้ใช้

### การใช้ประโยชน์ถั่วลิสง

ถั่วลิสงมีความสำคัญต่อประเทศ ทั้งในด้านส่งเป็นสินค้าออกและเป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืช สำหรับทางด้านคุณค่าทางอาหารนั้น ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง ถึงแม้ว่าโปรตีนจากพืชจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าโปรตีนจากสัตว์ แต่ในท้องที่ซึ่งไม่มีอาหารบริบูรณ์นั้นถั่วลิสงก็นับว่าเป็นพืชที่ให้ประโยชน์ทางด้านคุณค่าทางอาหารเป็นอย่างมาก

น้ำมันพืชที่สกัดจากเมล็ดถั่วลิสง ใช้ประกอบอาหารและใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายชนิด กากที่เหลือจากการสกัดเอาน้ำมันก็ยังใช้เป็นอาหารสัตว์และทำปุ๋ยได้อีกด้วย

ปัญหาการขาดวัตถุดิบเสริม โปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์ จะทวีความรุนแรงมากขึ้นตามแนวโน้มการผลิตสัตว์ในประเทศที่เพิ่มมากขึ้น การใช้กากถั่วลิสงเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์จะลดต้นทุนได้

การใช้บริโภคภายในประเทศ ใช้ในรูปของ ถั่วต้ม ถั่วอบ ถั่วคั่วและขนมต่าง ๆ ซึ่งใช้กันมาก ส่วนการส่งออกจะส่งออกในรูปถั่วลิสงกะเทาะเปลือก ถั่วต้มอบแห้ง ถั่วลิสงคั่ว น้ำมันถั่วลิสง และกากถั่วลิสง ตลาดที่สำคัญได้แก่ มาเลเซีย ยองกง สิงคโปร์ ซึ่งเป็นตลาดประจำ

ถั่วลิสงยังเป็นพืชที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้เกิดขึ้นได้อีกด้วย กล่าวคือ ลำต้น และเปลือกใช้บำรุงดินได้ และเชื้อโรโซเบียม จากปมรากถั่วให้ธาตุไนโตรเจนเกิดขึ้นด้วย

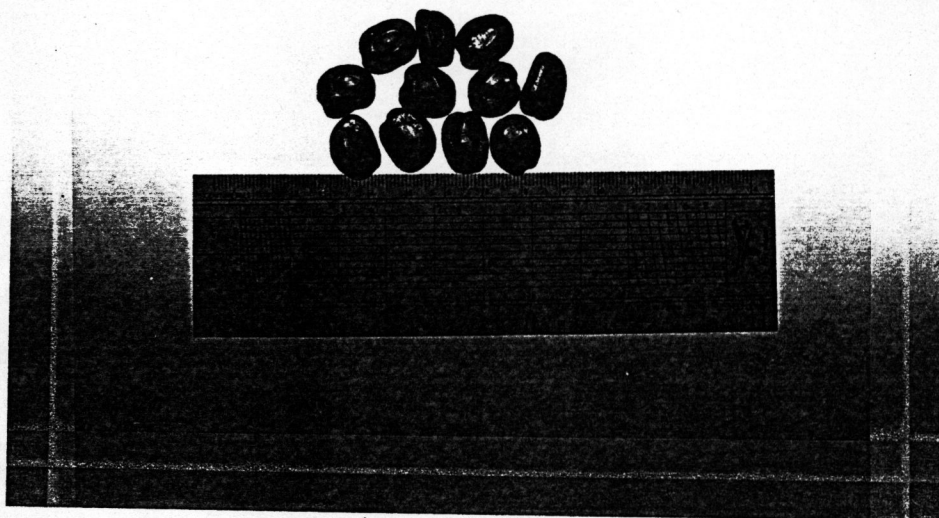
นอกจากคุณค่าทางอาหารดังกล่าวมาแล้ว ยังมีธาตุอาหารอีกหลายชนิด เช่น สารซีสตีโนโรโบฟลาวิน วิตามินบี-2 และวิตามินจี ซึ่งมีประโยชน์ต่อความเจริญเติบโตของร่างกาย นอกจากนี้ยังมีธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุที่มีความสำคัญในด้านความเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน

ตารางที่ ข-2 คุณค่าทางโภชนาของเมล็ดถั่วลิสง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหมูและเนื้อวัว  
ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ (0.45 กก.)

โภชนา	หน่วย	เมล็ดถั่วลิสงคั่ว	เนื้อวัวย่าง	หมูแฮมสด
พลังงาน	แคลอรี	1,961.00	789.00	1,726.00
โปรตีน	กรัม	88.00	78.00	59.3
ไขมัน	กรัม	144.5	53.00	121.00
แป้ง	กรัม	77.2	-	-
แคลเซียม	มิลลิกรัม	242.00	44.00	35.00
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	1,285.00	840.00	640.00
เหล็ก	มิลลิกรัม	6.2	11.7	9.00
ไทอามิน	มิลลิกรัม	0.96	0.48	3.75
โรโบฟลาวิน	มิลลิกรัม	0.52	0.63	0.73
ไนอาซิน	มิลลิกรัม	53.00	21.00	16.00

ที่มา : จากเอกสารของกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา

มะขาม



รูปที่ ๒-6 แสดงรูปร่าง และขนาดของเมล็ดมะขาม

มะขามเป็นพืชในอันดับ Legaminales ตระกูล Caesalpinaceae ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ จัดเป็นพืชชนิดเดียวที่อยู่ในสกุล Tamarindus มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างไป เช่น *T.officinalis* Hook, *T.occidentalis* Gartn. หรือ *T.indica* Linn. จัดว่าเป็นไม้ที่เจริญเติบโตช้า ถ้าได้รับน้ำสม่ำเสมอจะมีทรงพุ่มสีเขียวสวยงามตลอดปี (evergreen tree) แต่ถ้าขึ้นในที่แห้งแล้วหรือหลังเก็บเกี่ยวผลแล้วไม่มีการให้น้ำชลประทานจะเริ่มทิ้งใบบ้างในราวปลายฤดูหนาว ใบใหม่จะเริ่มเจริญขึ้นมาในระหว่างต้นฤดูฝน ส่วนฝักมะขามจะแก่และเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนเมษายนถึงกุมภาพันธ์ ทั้งนี้อาจเร็วหรือช้ากว่านี้ก็ได้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม

มะขามเป็นพืชที่ให้ประโยชน์หลายอย่าง คือ นอกจากให้ประโยชน์ทางด้านอาหารและยารักษาโรคบางอย่างแล้ว ยังใช้ปลูกเป็นไม้ประดับที่สวยงามชนิดหนึ่งอีกด้วย

ที่มาของคำว่า Tamarind ซึ่งเป็นชื่อสามัญของมะขามยังไม่ทราบชัดเจนว่าจะมาจากภาษาอาหรับ คือ tarmar-u'l-Hind ซึ่งแปลว่า อินทผลัมอินเดีย (date of India) หรือภาษาเปอร์เซีย คือ tarmar-i-Hindi ก็ได้ เป็นที่เข้าใจกันว่าแรกเริ่มคงไม่ได้ใช้คำว่า tamar (แปลว่า อินทผลัม) แต่น่าจะมีกำเนิดจากคำว่า thamar (แปลว่า ผล) มากกว่า

### ถิ่นกำเนิดและบริเวณปลูก

มะขามเจริญเติบโตเป็นไม้ป่าในที่ราบแห้งในเขตร้อนของแอฟริกาตะวันออก ระหว่างอบิสซีเนีย ลงมาทางใต้จนถึงแถบลุ่มแม่น้ำแซมบีสี ทางตอนใต้ของประเทศอินเดียมีมะขามขึ้นเป็นป่า ซึ่งคาดว่าเคยมีผู้นำเอามะขามเข้าไปปลูกในอินเดีย แต่ไม่มีหลักฐานแสดงว่ามีการปลูกมาตั้งแต่เมื่อใด นักปราชญ์ชาวกรีกได้กล่าวไว้ว่ามีการปลูกมะขามกันแพร่หลายในประเทศอียิปต์ ตั้งแต่สมัยคริสต์ศตวรรษที่ 4 จึงคาดว่ามนุษย์เราเริ่มปลูกมะขามกันมาก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 4 ประเทศที่มีการปลูกมะขามกัน คือ ประเทศอินเดีย บังคลาเทศ ศรีลังกา อินโดนีเซีย พม่า ไทย อียิปต์ ชูदान ไต้หวัน มาเลเซีย และประเทศอื่น ๆ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ในประเทศไทยมีการปลูกทั้งมะขามเปรี้ยว และมะขามหวานตามจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ ลำปาง เพชรบูรณ์ เลย นครพนม สกลนคร อุบลราชธานี และกรุงเทพฯ

### นิเวศน์วิทยา

ต้นมะขามสามารถปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศในเขตกึ่งร้อนได้ดี สามารถขึ้นได้ในเขตร่มชื้นที่มีดินที่ระบายน้ำได้ดี ไม่ชอบที่ชื้นแฉะทนทานต่อดินที่มีธาตุอาหารต่ำได้ ในประเทศแอฟริกา มักจะพบมะขามขึ้นอยู่ตามดินข้างจอมปลวก

ในประเทศไทยนั้นสามารถปลูกมะขามได้ทุกภาค สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่จะเจริญได้ดีที่สุดในดินน้ำไหลทรายมูล หรือดินร่วนปนดินเหนียว แต่ดินที่มีลูกรังและกรวดก็สามารถปลูกมะขามเป็นการค้าได้

เมื่อย่างเข้าเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ มะขามจะเริ่มสลัดใบทิ้งบางส่วนและแตกใบอ่อนประมาณกลางเดือนเมษายน พอเริ่มฤดูฝนก็จะเริ่มออกดอกออกฝัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงฝน ถ้าหากปีไหนฝนตกล่าช้าไป การออกดอกออกฝักก็จะล่าช้าไปด้วย

### ส่วนประกอบทางเคมี

เนื้อมะขามจากฝักดิบจนกระทั่งฝักสุกของมะขามเปรี้ยว จะมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันออกไป จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของมะขามเปรี้ยวโดย Hooper พบว่ามะขามฝักดิบมีน้ำอยู่ร้อยละ 63.3 ถึง 68.6 และมีเนื้ออยู่ร้อยละ 31.3-31.6 ส่วนมะขามฝักสุกจะมีเนื้อถึงร้อยละ 55.0 เมล็ด ร้อยละ 33.9 และเปลือกกับรอกอีกร้อยละ 11.1

เฉพาะส่วนเนื้อของมะขามนั้น ได้มีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเนื้อ โดยเฉพาะมะขามสุก พบว่าส่วนประกอบแตกต่างกันไป เนื่องจากตัวที่ใช้ในการทดสอบ เช่น ถ้านำมะขามเปียกมาวิเคราะห์ครั้งที่ 1 แล้วเก็บไว้ระยะหนึ่งและนำมะขามร่วนเดียวกันนี้มาวิเคราะห์ครั้งที่ 2 พบว่าปริมาณส่วนประกอบที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไป จากการวิเคราะห์เนื้อมะขามในอินเดีย โดย Central Food Technological Research Institute แห่งรัฐไมซอร์ พบว่า เนื้อมะขามมีความชื้นร้อยละ 20-30 มีกรดทาร์ทาริก (รวมถึง โปแตสเซียม ไบคาร์บอเนต) ร้อยละ 10-20 น้ำตาล (reducing sugar) ร้อยละ 25-30 สารละลายอื่น ๆ ร้อยละ 3-4 ส่วนที่เหลือเป็นสารจำพวกเซลลูโลสที่สามารถละลายน้ำได้ นอกจากนี้ในกาลต่อมาสถาบันนี้ก็ยังได้พบว่าในเนื้อของมะขามมีเปกติน\* ที่มีคุณภาพดีอีกประมาณร้อยละ 3

ในประเทศไทยเรานั้น ไม่ได้มีการวิเคราะห์เนื้อมะขามเปียกกันอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่จะทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากมะขาม เช่น น้ำมะขาม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เคยทำการทดลองเกี่ยวกับมะขามไว้บ้าง และได้เคยวิเคราะห์เนื้อมะขามไว้ ซึ่งปรากฏว่าตัวเลขที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันกับที่ทางอินเดียได้วิเคราะห์ไว้ คือ มะขามเปียกจะมีเนื้อมะขามอยู่ร้อยละ 57.36 มีความชื้นร้อยละ 28.88 กรด (เช่น กรดทาร์ทาริก) ร้อยละ 13.65 และน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 34.73

ทางมลรัฐฮาวายได้มีรายงานเกี่ยวกับมะขามที่แก่จัดว่ามี แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบี และไรโบฟลาวินอยู่มาก และเป็นแหล่งที่ให้ไนอะซีน และไทอามีนที่ดีด้วย

หมายเหตุ \* เปกติน

ลักษณะของสารที่ทำให้เกิดวุ้นมีชื่อเรียกอยู่หลายชื่อ คือ เปกติน โพลีไฮส โพลีแซกคาไรด์ เฮกไซ-เพนโตแซน เฮลโลส และมีวชิเลจ แต่ที่นิยมเรียกกันคือ "เปกติน"

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นที่คุ้นกันดีโดยเฉพาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศอินเดีย

**เมล็ดมะขาม** เมล็ดมะขามมีส่วนที่แยกออกได้คือ เปลือกหุ้มเมล็ดร้อยละ 30.10 ส่วนที่เป็นแป้งร้อยละ 51.47 ของน้ำหนักเมล็ด นอกนั้นเป็นความชื้นที่มีอยู่ในเมล็ด แป้งในเมล็ดมะขามนี้บางที่ใช้ชื่อเรียกว่า ทีเคพี (TKP = tamarind kernel powder) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบแล้วพบว่ามีความชื้นร้อยละ 18-12 มีโพลีแซ็กคาไรด์อยู่รวม 3 ชนิดรวมร้อยละ 42-53 เก๋าร้อยละ 2-4 อัลบูมินอยร้อยละ 18-20 วัตถุไขมันร้อยละ 7-8 และสารประกอบอินทรีย์ร้อยละ 6-10

ตารางที่ ข-3 การวิเคราะห์แป้งจากเมล็ดมะขาม

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	8-12
โพลีแซ็กคาไรด์*	
โพลีโอส P <sub>1</sub>	2-3
โพลีโอส P <sub>2</sub>	20-25
โพลีโอส P <sub>3</sub>	20-25
เก๋า	2-4
อัลบูมินอย	18-20
วัตถุไขมัน	7-8
ส่วนประกอบอินทรีย์	6-10

หมายเหตุ \* โพลีแซ็กคาไรด์ในแป้งมะขามนี้คุณสมบัติให้สารที่ทำให้เกิดวุ้นที่ละเอียด จึงมักจะนำมากแยกเพื่อให้ได้วุ้นที่เรียกว่า เปกติน หรือ เจลโลส ซึ่งบางที่ใช้ชื่อเรียกว่า ทีเอสเจ (TSJ = tamarind seed jellose) สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (ดังจะได้กล่าวในเรื่องประโยชน์ของมะขาม)

## ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะขาม

อาจกล่าวได้ว่าแทบทุกส่วนของมะขามสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

**เนื้อ** เนื้อมะขามเริ่มใช้เป็นประโยชน์ได้ตั้งแต่เริ่มเป็นฝักอ่อน ๆ โดยนำมาใช้ปรุงอาหาร เช่น ทำน้ำพริกมะขามอ่อนหรือใช้บริโภคนสด ๆ ร่วมกับพริกเกลือหรือกะปิหวาน ฝักสดที่แก่จัดเมล็ดเริ่มเปลี่ยนสีแต่เปลือกยังไม่ล่อน นิยมใช้ทำมะขามแช่อิ่ม บางครั้งก็นิยมนำมาเผาไฟจนเกรียมหรือหมกในขี้เถ้าคั่วไฟแล้ว แกะเปลือกออกมารับประทานได้ เมื่อฝักมะขามแก่จัดเมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื้อมีสีขาวหรือบริเวณผิวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนบ้างแล้ว เปลือกแยกออกจากเนื้อ เรียกกันว่า "ฝักคาบหมู" ฝักคาบหมูของมะขามหวานจะมีรสหวานอมเปรี้ยวซึ่งกล่าวกันว่า มีรสชาติอร่อยมาก ประโยชน์ของฝักมะขามมีมากมาย (ดังแสดงในแผนภาพ) ในที่นี้จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะมะขามเปรี้ยว เท่านั้น

ฝักมะขามเปรี้ยวที่แก่จัดและเปลือกหุ้มเปราะดีแล้ว เมื่อแกะเอาเปลือกออกเนื้อภายในเรียกว่ามะขามเปียก มะขามเปียกนอกจากใช้ใส่ในแกงต่าง ๆ เพื่อปรุงรสแล้ว ยังใช้ทำน้ำมะขาม มะขามกวน มะขามแก้ว ทางประเทศอินเดียและบริเวณใกล้เคียง ใช้ทำจัตนีใช้มะขามดองปลาเพื่อดับกลิ่นคาวและใช้ใส่ในแกงกะหรี่ ทางประเทศอังกฤษและประเทศต่าง ๆ ในยุโรป ใช้ทำซอสส่วนในอเมริกาใช้ทำเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ นอกจากนี้เนื้อมะขามยังมีประโยชน์ในด้านทำความสะอาดภาชนะที่เป็นทองแดงและทองเหลืองได้ดีอีกด้วย

เนื้อมะขามมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน ในประเทศมอริเชียสใช้เนื้อมะขามผสมเกลือรักษาโรคปวดตามข้อและตามกล้ามเนื้อ ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้เป็นยาระบาย ยาถ่ายพยาธิของสัตว์โดยผสมกับน้ำเกลืออ่อน ๆ จัดสวนเข้าทางทวารของสัตว์ ส่วนประเทศไทยมักใช้เนื้อมะขามผสมในยาแผนโบราณต่าง ๆ ใช้แก้เสมหะ แก้วหวัด และผสมกับปูนแดงปิดพอกฝี

**เปลือกฝัก** เปลือกของฝักมะขามแก่ที่แกะแยกเนื้อออกไปแล้วอาจนำมาใช้เป็นยาฝาดสมาน ทางภาคเหนือของประเทศไทยใช้เปลือกที่ทุบให้แตกเป็นเกล็ดเล็ก ๆ ผสมกับยาสูบพื้นเมืองช่วยทำให้รสชาตียาสูบกลมกล่อมดียิ่งขึ้น

**เมล็ด** เมล็ดมะขามที่คั่วหรือต้มแล้วใช้บริโภคได้ ในแถบอ่าวเบงกอล ใช้รักษาโรคบิดน้ำต้ม เมล็ดรักษาฝี เมล็ดมะขามคั่วแล้วและกะเทาะเอาเปลือกออกใช้รับประทานแก้โรคท้องร่วง โรคบิด อาเจียน และเป็นยาถ่ายพยาธิ เนื้อในเมล็ดมะขามนี้เป็นแหล่งที่ให้แป้งที่มีคุณภาพดีอีกด้วย ในประเทศอินเดียนำเนื้อนี้มาบดให้ละเอียดใช้สำหรับทำกาวยซึ่งมีคุณภาพสูง แทนการใช้แป้งข้าวเจ้า ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้แป้งข้าวเจ้า และแป้งจากสาหร่ายที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ



เครื่องทอ และทำกระสอบปานลงได้ ทำให้อินเดียส่งวนข้าวไว้สำหรับการบริโภคได้ถึงปีละ 40 ล้านบาท นอกจากนี้แป้งดังกล่าวยังนำมาใช้ทำอาหารชนิด และทำโรตี เนื่องจากแป้งในเมล็ดมะขามมีคาร์โบไฮเดรตที่เรียกว่า เจลโลส (Jellose) ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวุ้น ฉะนั้นเมื่อผสมเข้ากับสารละลาย บอแรกซ์ และจะใช้ทำแป้งกาวได้อย่างดีเลิศเพราะมีความเหนียวดี มาก แป้งชนิดนี้ยังใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทำผ้าดอก เพื่อใช้พิมพ์ลวดลายลงบนแผ่นยางอีกด้วย นอกจากนี้น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดยังนำมาใช้ประกอบอาหารใช้เป็นน้ำมันขัดเงา หรือผสมสีทาบ้าน ใช้เป็นน้ำมันตะเกียง ในประเทศอินโดนีเซียใช้เป็นยารักษาเส้นผม

**เปลือกเมล็ด** เปลือกสีน้ำตาลที่หุ้มเมล็ดนั้นเมื่อกะเทาะเอาเนื้อสีขาวข้างในออกไปแล้วอาจนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือนำมาผสมกับสารส้ม และยางสนเพื่อใช้ทำสีย้อมผ้า และขนแกะก็ได้

## ใบ

ใบอ่อน ใบหรือยอดมะขามอ่อนนิยมใช้ปรุงอาหารไทย เช่น ใช้แกงส้ม ใส่ต้มส้มปลาเค็ม ต้มปลาสด

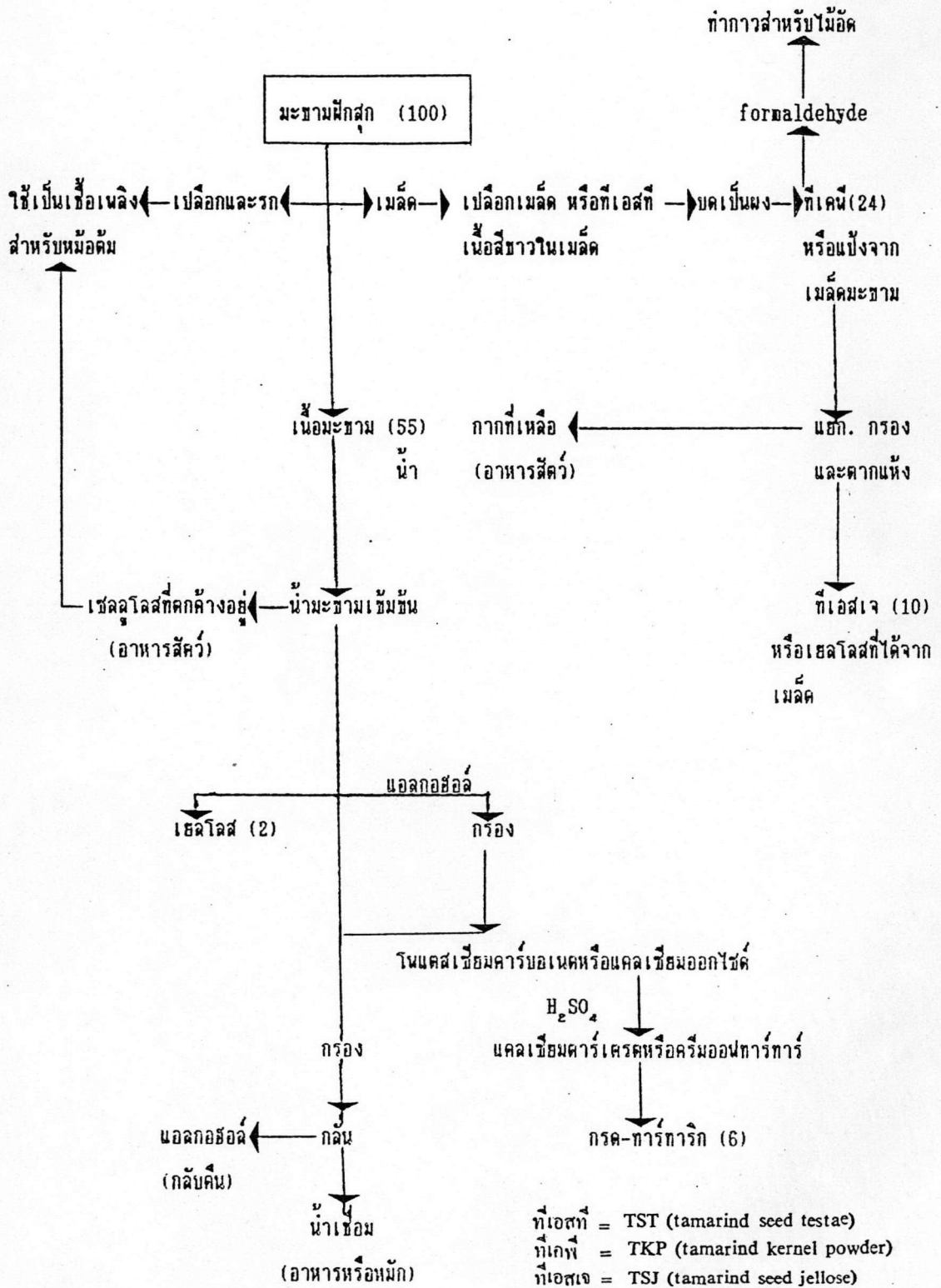
ใบแก่ ใบในประเทศอินเดียใช้ใบแก่มาสกัดสีออกเพื่อทำสีย้อมผ้าในประเทศมาลากาซี (เดิมมาดากัสการ์) ใช้เป็นยาขับพยาธิ และช่วยให้ระบบย่อยอาหารทำงานดีขึ้น ในแอฟริกาตะวันตกใช้ใบมะขามแห้งมาบดรักษาแผล และโรคพิษสุราเรื้อรัง ขับเสมหะ แก้บิด แก้ไอ นอกจากนี้ยังมีผู้เคยนำใบมะขามมาเคี้ยวแล้วนำไปวางบนแผลที่ถูกกัดเพื่อดูดพิษ ในประเทศไทยเราใช้ใบมะขามแก่กับใบส้มป่อยต้มน้ำร้อนสระผม หรืออาบน้ำเด็ก เพื่อทำให้ศีรษะ และเนื้อตัวสะอาด เด็กที่กำลังเป็นหวัดหากใช้น้ำใบมะขามสระผมทุกเช้าจะทำให้หายหวัดเร็วขึ้น ใบมะขามต้มกับหัวหอมยังใช้อาบให้คนไข้ในระยะฟื้นไข้และรักษาโรคหวัดได้อีกด้วย

**ลำต้น** ไม้มะขามเป็นไม้เนื้อแข็ง มีลายละเอียดสวยงามมาก นำมาใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้ได้หลายอย่าง เช่น โต๊ะ ตู เตียง ด้ามจอบ ด้ามเสียม ทำเขียงและเผาเป็นถ่านจะให้ถ่านที่มีคุณภาพดี

**ราก** ในตอนเหนือของประเทศไนจีเรีย ใช้ส่วนของรากมะขามรักษาโรคเรื้อน

**เปลือกและรก** เปลือกและรกของมะขามมีสรรพคุณเป็นยา ในประเทศแทนซาเนีย (เดิมทังกันยิกา) ใช้รกและเนื้อทำความสะอาดเครื่องทองแดงและทองเหลือง และยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อีกด้วย

การใช้ประโยชน์จากมะขาม



## การขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์มะขามมี 2 แบบ คือ

ก. แบบอาศัยเพศ คือการปลุกจากเมล็ด ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กับการปลุกมะขามเปรี้ยว แต่ในการปลุกมะขามหวานนั้นนิยมนำต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดใช้เป็นต้นตอเพื่อการทาบกิ่ง ติดตา หรือต่อกิ่งต่อไป ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดนี้มีลักษณะแตกต่างกันมากทั้งคุณภาพและขนาดของฝัก นอกจากนี้การออกดอกออกฝักจะช้ากว่าต้นที่ได้จากการทาบกิ่ง หรือการติดตา

ข. แบบไม่อาศัยเพศ คือ การปลุกจากต้นที่ได้ทาบกิ่งติดตาหรือต่อกิ่งต้นมะขามที่ปลุกจากการขยายพันธุ์แบบนี้จะให้ดอกเร็วกว่าจากต้นที่ปลุกจากเมล็ดโดยตรง และได้ลักษณะตรงตามพันธุ์ที่ต้องการ

สำหรับการปลุกมะขามเปรี้ยวในประเทศไทย นิยมปลุกจากเมล็ดเท่านั้น โดยไม่มีการคัดเลือกว่าต้นพ่อแม่พันธุ์เป็นอย่างไร เพราะคงให้รสเปรี้ยวจนกระทั่งปัจจุบันนี้ เรายังมีชื่อพันธุ์มะขามเปรี้ยวน้อยมาก ส่วนทางด้านมะขามหวานนั้นนิยมปลุกจากต้นที่มีการทาบกิ่ง ติดตาหรือต่อกิ่ง โดยใช้มะขามเพาะเมล็ดเป็นต้นตอ และนำไปทาบกิ่งพันธุ์ดีของมะขามหวานที่ต้องการ หรือนำพันธุ์ดีมาติดตาหรือต่อกิ่ง เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นพันธุ์มะขามหวานและมีกำเนิดมาจากต้นพันธุ์มะขามหวานพันธุ์ที่ต้องการ

มะขามหวานมีมากมายหลายพันธุ์ ทั้งนี้มีการขยายพันธุ์โดยอาศัยต้นพ่อแม่จากแหล่งต่าง ๆ ดังได้กล่าวไว้ในเรื่องพันธุ์มะขาม และสันนิษฐานว่ามะขามหวานนั้นเกิดขึ้นในประเทศไทย โดยเกิดจากการกลายพันธุ์จากเมล็ดมะขามเปรี้ยว เพราะยังไม่พบว่ามีมะขามหวานเกิดขึ้นในประเทศอื่น

## การดูแลรักษา

มะขามเป็นพืชที่ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี สามารถปลูกได้ในที่ดอนในระยะแรกปลูกควรหมั่นดายหญ้าไม่ให้ขึ้นคลุมต้น ในดินที่เป็นทราย ควรจะคลุมโคนต้นด้วยเศษหญ้า ฟาง ฯลฯ เพื่อให้ความชุ่มชื้นจนกว่าต้นจะโตแข็งแรงดี มะขามที่ปลุกจากเมล็ดจะเริ่มออกดอกออกฝักเมื่ออายุได้ 4 ปี โดยจะเริ่มออกดอกประมาณเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม

การปลุกมะขามโดยทั่วไปอาศัยแต่น้ำฝนเพียงอย่างเดียว ส่วนการใส่ปุ๋ยนั้นเริ่มใส่เมื่อเตรียมหลุมปลูก โดยขุดหลุมลึก 50 เซนติเมตร กว้าง-ยาว 50 เซนติเมตรแล้วใส่วัสดุจำพวกเศษใบไม้ หญ้า และปุ๋ยคอกไว้ที่ก้นหลุมกลบด้วยดินบนและดินล่างที่ขุดขึ้นมาตามลำดับแล้วจึงปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยหลังปลูกนั้นไม่มีรายงานไว้ แต่ทั้งนี้ควรจะได้นิยามตามความเหมาะสม หากดินที่ปลูกอุดมสมบูรณ์ดีก็อาจไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ถ้าเป็นดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ เช่นเป็นดินลูกรัง ดินทราย

หรือมีกรวดปน ก็ควรเพิ่มปุ๋ยให้

โดยเหตุที่มะขามเป็น ไม้ยืนต้นที่ปลูกกัน โดยไม่มีความมุ่งหมายที่จะปลูกเพื่อผลิตฝักจำหน่ายกันเป็นล่ำเป็นสัน เช่น ไม้ผลชนิดอื่นในประเทศไทยเรา ฉะนั้นเท่าที่ผ่านมากการศึกษาเรื่องการให้ปุ๋ยจึงยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดได้ทำการศึกษาไว้

### การเก็บฝัก และการบรรจุจำหน่าย

การเก็บฝักมะขามเปรี้ยวมักจะใช้วิธีขึ้นต้น และเขย่าให้ฝักหล่นลงมาบนพื้นดิน ในประเทศอินเดีย เมื่อแกะเปลือกและเมล็ดออกแล้วจะคลุกกับน้ำตาลทรายบรรจุใส่ถังอัดจนแน่น แล้วส่งไปขายในประเทศยุโรป หรือ อาจคลุกกับเกลือเข้มข้นร้อยละ 10 ขึ้นเป็นก้อนกลมแล้วนำไปผึ่งแดดและน้ำค้างประมาณ 1 สัปดาห์ นอกจากนี้ก็มีการบรรจุใส่กระสอบ ซึ่งด้วยเส้นที่ทำจากใบอินทผลัม หรือใบตาลโตนดโดยค่อย ๆ บรรจุเป็นชั้น ๆ อัดให้แน่น โดยใช้ไม้ทุบไล่อากาศออกจนเต็มกระสอบ

ในประเทศไทยก็มีการบรรจุมะขามในทำนองเดียวกัน แต่อัดใส่ในลังไม้ หรือเอามะขามที่แกะเมล็ดหรือยังไม่ได้แกะเมล็ดบรรจุลงในถุงขนาด 1 ปอนด์ (ประมาณ 1/2 กิโลกรัม) แล้วนำถุงนี้มาบรรจุลงในลังไม้ที่จุลึงละ 112 ปอนด์ (ประมาณ 50 กิโลกรัม) อีกทีหนึ่ง

ราคาของมะขามเปียกตามจังหวัดต่าง ๆ นั้นแตกต่างกันมาก ราคาที่สูงที่สุด คือที่ตลาดกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นตลาดใหญ่ที่สุด ราคามะขามเปียกที่แกะเมล็ดออกแล้วจะถึงกิโลกรัมละ 35 บาท (ราคาขายปลีกตามท้องตลาดปี 2533) ส่วนมะขามเปียกที่ยังไม่ได้แกะเมล็ดมีราคา กิโลกรัมละ 2-10 บาท

ประเทศที่รับซื้อมะขามเปียกจากไทย ได้แก่ มาเลเซีย สิงคโปร์ บาห์เรน อิรัก อิหร่าน คูเวต กลุ่มประเทศในอ่าวเปอร์เซีย ซาอุดีอาระเบีย อังกฤษ ศรีลังกา ปากีสถาน แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย มีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 50 ล้านบาท ต่อปี ซึ่งมากกว่ามูลค่าส่งออกของผลไม้ชนิดอื่น ๆ ยกเว้นผลไม้ที่สืบประรดกระป๋องเท่านั้น



### ประวัติผู้ศึกษา

นางสาว จิราพร สมนาวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2509 ที่จังหวัด  
เชียงใหม่ สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สภาวะแวดล้อม) จากคณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2530 จากนั้นจึงเข้ารับราชการในกรมโยธาธิการ  
กระทรวงมหาดไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จนถึงปัจจุบัน