รายการอ้างอิง

1. Michael K., Neil Goldberg, Richard E., O. J. Scullen, and James C. C., Rapid Hot Dog Surface Pasteurization Using Cycles of Vacuum and Steam to Kill Listeria Innocua, Journal of Food Protection, 63(4), 457-461, 2000.
2. A. Castillo, L. M. Lucia, K. J. Goodson, J. W. Savell, and G. R. Acuff, Decontamination of Beef Carcass Surface Tissue by Steam Vacuuming Alone and Combined with Hot Water and Lactic Acid Sprays, Journal of Food Protection, 62(2), 146-151, 1999.
3. Randall K. P.,Abbey L. N. ,David E. S. ,R. Craig W. ,M. James R. ,Jerome D. L. ,Curtis L. K., John R. W. and Ram K. P., Comparison of Steam Pasteurization and Other Methods For Reduction of Pathogens on Surfaces of Freshly Slaughtered Beef, Journal of Food Protection, 60(5), 476-484, 1997.
4. Abbey L. N., Randall K. P., M. James R., David E. S., J. E. Boyer, JR., R. Craig W., Jerome D. L. and Curtis L. K., Evaluation of a Steam Pasteurization Process in a Commercial Beef Processing Facility, Journal of Food Protection, 60(5), 485-492, 1997.
5. Arthur I. Morgan, E. Richard Radewonuk, and O. Joseph Scullen, Ultra High Temperature, Ultra Short Time Surface Pasteurization of Meat, Journal of Food Science, 61(6), 1216-1218, 1996.
6. Pilar M., Rafael P., Javier R., Francisco J. S., and Santiago C., Inactivation of Salmonella Enteritidis , Salmonella Typhimurium, and Salmonella Senftenberg by Ultrasonic Waves under Pressure, , Journal of Food Protection, 63(4), 451-456, 2000.
7. Kathleen T. Rajkowski, Donald W. Thayer, Reduction of Salmonella Spp. and Strains of Escherichia coli O157:H7 by Gamma Radiation of In0culated Sprouts, Journal of Food Protection, 63(7), 871-875, 2000.
8. Christopher S., Michael K., Xuetong F. and Richard R., Use of Vacuum-Steam-Vacuum and Ionizing Radiation To Eliminate Listeria Innocua from Ham, Journal of Food Protection, 65(12), 1981-1983, 2000.
9. สิทธิพงษ์ ไข่มุก , การพัฒนาระบบทำลายเชื้อจุลินทรีย์แบบฉีดไอน้ำโดยตรง, วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2534.

10. Michael P. Doyle, Larry R. Beuchat, Thomas J. Montuille, Food Microbiology and Fronties 2nd Edition, ASM Press, 141-178, 2001

11. Robert F. Morrissey, and G. Briggs Phillips, Sterilization Technology: A Practical Guide for Manufacturers and Users of Health Care Product, VAN NOSTRAND REINHOLD, 120-151, 1993.

12. Michael P. Doyle, Foodborne Bacteria Pathogens, Marcel Dakker,Inc., 328-406,1989.

13. สุมาลี เหลืองสุวรรณ, จุลชีววิทยาทางอาหาร, กรุงเทพ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 122-161, 2527.

14. พนิดา นัยเนตร และคณะ, ซาลโมเนลลิสในประเทศไทย : จุลชีววิทยาและระบาดวิทยา, รามาธิบดีเวชสาร, 2531.

15. Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Unit Operation of Chemical Engineering, Fifth Edition, 1086-1087, 1993.

16. Yunus A. Cengel, Michael A. Bales, Thermodynamics an Engineering Approach, Third Edition, 1995.

17. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, ศ.ดร, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, คู่มืออุปกรณ์การผลิตในอุตสาหกรรมเคมี, 2536.

18. Robert H. Perry and Don Green, Perry' Chemical Engineers' Handbook 6th ed., McGraw-Hill International editions, 1950.

19. ปริญญา พนาไพศาล, การพัฒนาและออกแบบเครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่องผลิตภัณฑ์ของขบเคี้ยวของสุนัข, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

20. จุณจันทร์ เมนะพันธุ์, ขั้นตอนการวินิจฉัยแบคทีเรียในลำไส้, สัมมนาเชิงวิชาการปฏิบัติการ การวินิจฉัยแบคทีเรียก่อโรคลำไส้, คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

21. นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, ผศ.ดร., แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค, ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีครินทรวิโรฒ, 82-100, 2544.

22. สุวิมล กีรติพินิจ, ผศ.ดร., สุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร(เบื้องต้น) เล่ม 2 : การควบคุมจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 38-74, 2545.

23. ตระการ ก้าวกสิกรรม, นาวาอากาศโท, คู่มือถังรับแรงดัน เรียบเรียงจาก Pressure Vessel Handbook 10th, 32-51, 2538.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางไอน้ำอิ่มตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ตารางไอน้ำอิ่มตัว (ตามความดัน)

$P_{abs.}$ (Kg/cm^3)	$T_{sat.}$ (^0C)	Latent heat (kcal/kg)	Spec. Vol. (dry sat.) (m^3/kg)	$P_{abs.}$ (Kg/cm^3)	$T_{sat.}$ (^0C)	Latent heat (kcal/kg)	Spec. Vol. (dry sat.) (m^3/kg)
0.01	6.6	591.4	131.6	1.6	112.7	531.4	1.113
0.015	12.7	588.2	89.64	1.8	116.3	529.1	0.997
0.02	17.1	585.8	68.27	2.0	119.6	527.0	0.903
0.025	20.7	583.9	55.28	2.2	122.6	525.0	0.826
0.03	23.7	582.3	46.53	2.4	125.5	523.1	0.7616
0.04	28.6	579.6	35.46	2.6	128.1	521.4	0.7066
0.05	32.5	577.5	28.73	2.8	130.5	519.7	0.6592
0.06	35.8	575.8	24.19	3.0	132.9	518.1	0.6180
0.08	41.1	572.8	18.45	3.2	135.1	516.6	0.5817
0.10	45.4	570.5	14.96	3.4	137.2	515.2	0.5495
0.12	49.0	568.5	12.60	3.6	139.2	513.8	0.5208
0.15	53.6	566.0	10.22	3.8	141.1	512.4	0.4951
0.20	59.7	562.7	7.797	4.0	142.9	511.1	0.4718
0.25	64.6	559.9	6.325	4.5	147.2	508.0	0.4224
0.30	68.7	557.6	5.331	5.0	151.1	505.2	0.3825
0.35	72.3	555.6	4.614	5.5	154.7	502.5	0.3497
0.40	75.4	553.8	4.072	6.0	158.1	499.9	0.3222
0.50	80.9	550.6	3.304	6.5	161.2	497.5	0.2987
0.60	85.5	548.0	2.785	7.0	164.2	495.2	0.2785
0.70	89.5	545.6	2.411	7.5	167.0	493.0	0.2609
0.80	93.0	543.6	2.128	8.0	169.6	490.9	0.2454
0.90	96.2	541.7	1.906	8.5	172.1	488.8	0.2317
1.0	99.1	539.9	1.727	9.0	174.5	486.8	0.2195
1.1	101.8	538.3	1.580	9.5	176.8	484.9	0.2085
1.2	104.2	536.7	1.457	10	179.0	483.1	0.1985
1.3	106.6	535.3	1.352	11	183.2	479.5	0.1813
1.4	108.7	533.9	1.261	12	187.1	476.1	0.1668
1.5	110.8	532.7	1.182	13	190.7	472.8	0.1545

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

$P_{abs.}$ (Kg/cm^3)	$T_{sat.}$ (^0C)	Latent heat (kcal/kg)	Spec. Vol. (dry sat.) (m^3/kg)	$P_{abs.}$ (Kg/cm^3)	$T_{sat.}$ (^0C)	Latent heat (kcal/kg)	Spec. Vol. (dry sat.) (m^3/kg)
14	194.1	469.7	0.1438	46	257.6	397.9	0.04378
15	197.4	466.7	0.1346	48	260.2	394.3	0.04185
16	200.4	463.8	0.1264	50	262.7	390.7	0.04007
17	203.4	460.9	0.1192	55	268.7	381.9	0.03616
18	206.2	458.2	0.1128	60	274.3	373.5	0.03289
19	208.8	455.5	0.1070	65	279.6	365.3	0.03009
20	211.4	452.9	0.1017	70	284.5	357.3	0.02769
22	216.2	447.9	0.0927	75	289.2	349.5	0.02559
24	220.8	443.0	0.0850	80	293.6	341.8	0.02374
26	225.0	438.4	0.0785	85	297.9	334.2	0.02210
28	229.0	433.9	0.0729	90	301.9	326.7	0.02064
30	232.8	429.5	0.06802	95	305.8	319.2	0.01933
32	236.4	425.2	0.06372	100	309.8	311.8	0.01815
34	246.2	421.1	0.05991	120	323.1	282.4	0.01437
36	239.8	417.0	0.05651	140	335.0	253.3	0.01164
38	246.2	413.0	0.05345	160	345.7	222.8	0.00956
40	249.2	409.2	0.05069	180	355.4	190.7	0.00782
42	252.1	405.3	0.04817	200	364.2	147.3	0.00614
44	254.9	401.6	0.04588	225	374	0.0	0.00310

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ความดันไออิ่มตัวของน้ำ (mmHg)

อุณหภูมิ (^{0}C)	1/10 ^{0}C									
	0.0	**0.1**	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
0	4.579	4.613	4.647	4.681	4.715	4.750	4.785	4.820	4.855	4.890
1	4.926	4.962	4.998	5.034	5.070	5.107	5.144	5.181	5.219	5.256
2	5.294	5.332	5.370	5.408	5.447	5.486	5.525	5.565	5.605	5.645
3	5.685	5.725	5.766	5.807	5.848	5.889	5.931	5.973	6.015	6.058
4	6.101	6.144	6.187	6.230	6.274	6.318	6.363	6.408	6.453	6.498
5	6.543	6.589	6.635	6.681	6.728	6.775	6.822	6.869	6.917	6.965
6	7.013	7.062	7.111	7.160	7.209	7.259	7.309	7.360	7.411	7.462
7	7.513	7.565	7.617	7.669	7.722	7.775	7.828	7.882	7.936	7.990
8	8.045	8.100	8.155	8.211	8.267	8.323	8.380	8.437	8.494	8.551
9	8.609	8.668	8.727	8.786	8.845	8.905	8.965	9.025	9.086	9.147
10	9.209	9.271	9.333	9.395	9.458	9.521	9.585	9.649	9.714	9.779
11	9.844	9.910	9.976	10.042	10.109	10.176	10.244	10.312	10.380	10.449
12	10.518	10.588	10.658	10.728	10.799	10.870	10.941	11.013	11.085	10.158
13	11.231	11.305	11.379	11.453	11.528	11.604	11.680	11.756	11.833	11.910
14	11.987	12.065	12.144	12.223	12.302	12.382	12.462	12.543	12.624	12.706
15	12.788	12.870	12.953	13.037	13.121	13.205	13.290	13.375	13.461	13.547
16	13.634	13.721	13.809	13.898	13.987	14.076	14.166	14.256	14.347	14.438
17	14.530	14.622	14.715	14.809	14.903	14.997	15.092	15.188	15.284	15.380
18	15.477	15.575	15.673	15.772	15.871	15.971	16.071	16.171	16.272	16.374
19	16.477	16.581	16.685	16.789	16.894	16.999	17.105	17.212	17.319	17.427
20	17.535	17.644	17.753	17.863	17.974	18.085	18.197	18.309	18.422	18.536
21	18.650	18.765	18.880	18.996	19.113	19.231	19.349	19.468	19.587	19.707
22	19.827	19.948	20.070	20.193	20.316	20.440	20.565	20.690	20.815	20.941
23	21.068	21.196	21.324	21.453	21.583	21.714	21.845	21.977	22.110	22.243
24	22.377	22.512	22.648	22.785	22.922	23.060	23.198	23.337	23.476	23.616
25	23.756	23.897	24.039	24.182	24.326	24.471	24.617	24.764	24.912	25.060

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

อุณหภูมิ (^{0}C)	1/10 ^{0}C									
	0.0	**0.1**	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
26	25.209	25.359	25.509	25.660	25.812	25.964	26.117	26.271	26.426	26.582
27	26.739	26.897	27.055	27.214	27.374	27.535	27.696	27.858	28.021	28.185
28	28.349	28.514	28.680	28.847	29.015	29.184	29.354	29.525	29.697	29.870
29	30.043	30.217	30.392	30.568	30.745	30.923	31.102	31.281	31.461	31.642
30	31.824	32.007	32.191	32.376	32.561	32.747	32.934	33.122	33.312	33.503
31	33.695	33.888	34.082	34.276	34.471	34.667	34.864	35.062	35.261	35.462
32	35.663	35.865	36.068	36.272	36.477	36.683	36.891	37.099	37.308	37.518
33	37.729	37.942	38.155	38.369	38.584	38.801	39.018	39.237	39.457	39.677
34	39.898	40.121	40.344	40.569	40.796	41.023	41.251	41.480	41.710	41.942
35	42.175	42.409	42.644	42.880	43.117	43.355	43.595	43.836	44.078	44.320
36	44.563	44.808	45.054	45.301	45.549	45.799	46.050	46.302	46.556	46.811
37	47.067	47.324	47.582	47.841	48.102	48.364	48.627	48.891	49.157	49.424
38	49.692	49.961	50.231	50.502	50.774	51.048	51.323	51.600	51.879	52.160
39	52.442	52.725	53.009	53.294	53.580	53.867	54.156	54.446	54.737	55.030
40	55.324	55.61	55.91	56.21	56.51	56.81	57.11	57.41	57.72	58.03
41	58.34	58.65	58.96	59.27	59.58	59.90	60.22	60.54	60.86	61.18
42	61.50	61.82	62.14	62.47	62.80	63.13	63.46	63.79	64.12	64.46
43	64.80	65.14	65.48	65.82	66.16	66.51	66.86	67.21	67.56	67.91
44	68.26	68.61	68.97	69.33	69.69	70.05	70.41	70.77	71.14	71.51
45	71.88	72.25	72.62	72.99	73.36	73.74	74.12	74.50	74.88	75.26
46	75.65	76.04	76.43	76.82	77.21	77.60	78.00	78.40	78.80	79.20
47	79.60	80.00	80.41	80.82	81.23	81.64	82.05	82.46	82.87	83.29
48	83.71	84.13	84.56	84.99	85.42	85.85	86.28	86.71	87.14	87.58
49	88.02	88.46	88.90	89.34	89.79	90.24	90.69	91.14	91.59	92.05
50	92.51	92.97	93.43	93.89	94.36	94.82	95.29	95.77	96.24	96.72
51	97.20	97.68	98.16	98.64	99.13	99.62	100.11	100.60	101.10	101.59
52	102.09	102.59	103.10	103.60	104.11	104.62	105.13	105.64	106.16	106.68

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

อุณหภูมิ (^{0}C)	1/10 ^{0}C									
	0.0	**0.1**	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
53	107.20	107.72	108.24	108.76	109.29	109.82	110.35	110.89	111.43	111.97
54	112.51	113.05	113.59	114.14	114.69	115.24	115.80	116.36	116.92	117.48
55	118.04	118.60	119.16	119.73	120.31	120.89	121.47	122.05	122.63	123.21
56	123.80	124.40	124.99	125.58	126.18	126.78	127.38	127.99	128.60	129.21
57	129.82	130.44	131.06	131.68	132.30	132.92	133.55	134.18	134.81	135.45
58	136.08	136.72	137.36	138.01	138.66	139.31	139.96	140.62	141.28	141.94
59	142.60	143.27	143.94	144.61	145.28	145.96	146.64	147.32	148.00	148.69
60	149.38	150.07	150.77	151.47	152.17	152.87	153.58	154.29	155.00	155.71
61	156.43	157.15	157.87	158.59	159.32	160.06	160.80	161.58	162.28	163.02
62	163.77	164.52	165.27	166.02	166.78	167.54	168.30	169.07	169.84	170.61
63	171.38	172.16	172.94	173.73	174.52	175.31	176.10	176.90	177.70	178.50
64	179.31	180.11	180.92	181.74	182.56	183.38	184.20	185.03	185.86	186.70
65	187.54	188.38	189.22	190.06	190.91	191.77	192.63	193.49	194.53	195.42
66	196.09	196.96	197.84	198.72	199.60	200.48	201.37	202.26	203.16	204.06
67	204.96	205.87	206.78	207.69	208.61	209.53	210.45	211.37	212.30	213.23
68	214.17	215.11	216.06	217.01	217.96	218.91	219.87	220.83	221.79	222.76
69	223.73	224.71	225.69	226.67	227.66	228.65	229.65	230.65	231.65	232.65
70	233.7	234.7	235.7	236.7	237.8	238.8	239.8	240.9	241.9	242.9
71	243.9	245.0	246.0	247.1	248.1	249.2	250.3	251.4	252.4	253.5
72	254.6	255.7	256.8	257.9	259.0	260.1	261.2	262.3	263.5	264.6
73	265.7	266.8	268.0	269.1	270.3	271.4	272.6	273.7	274.9	276.0
74	277.2	278.4	279.5	280.7	281.9	283.1	284.3	285.5	286.7	287.9
75	289.1	290.3	291.5	292.8	294.0	295.2	296.5	297.7	298.9	300.2
76	301.4	302.7	303.9	305.2	306.5	307.7	309.0	310.3	311.6	312.9
77	314.1	315.4	316.7	318.0	319.3	320.7	322.0	323.3	324.7	326.0
78	327.3	328.7	330.0	331.4	332.7	334.1	335.5	336.8	338.2	339.6
79	341.0	342.4	343.8	345.2	346.6	348.0	349.4	350.8	352.2	353.7

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

อุณหภูมิ (^{0}C)	1/10 ^{0}C									
	0.0	**0.1**	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
80	355.1	356.5	358.0	359.4	360.9	362.4	363.8	365.3	366.8	368.3
81	369.7	371.2	372.7	374.2	376.7	377.3	379.8	380.3	381.8	383.4
82	384.9	386.4	388.0	389.5	391.1	392.7	394.2	395.8	397.4	399.0
83	400.6	402.2	403.8	405.4	407.0	408.6	410.3	411.9	413.5	415.2
84	416.8	418.4	420.1	421.7	423.4	425.1	426.8	428.5	430.2	431.9
85	433.6	435.3	437.0	438.7	440.5	442.2	443.9	445.7	447.4	449.2
86	450.9	452.6	454.4	456.2	458.0	459.7	461.5	463.3	465.1	466.9
87	468.7	470.5	472.3	474.1	476.0	477.8	479.7	481.5	483.4	485.2
88	487.1	489.0	490.9	492.7	494.6	496.5	498.4	500.3	502.3	504.2
89	506.1	508.0	510.0	511.9	513.9	515.9	517.8	519.8	521.8	522.8
90	525.76	527.76	529.77	531.78	533.80	535.82	537.86	539.90	541.95	544.00
91	546.05	548.11	550.18	552.26	554.35	556.44	558.53	560.64	562.75	564.87
92	566.99	569.12	571.26	573.40	575.55	577.71	579.87	582.04	584.22	586.41
93	588.60	590.80	593.00	595.21	597.43	599.66	601.89	604.13	606.38	608.64
94	610.90	613.17	615.44	617.72	620.01	622.31	624.61	626.92	629.24	631.57
95	633.90	636.24	638.59	640.94	643.30	645.67	648.05	650.43	652.82	655.22
96	657.62	660.03	662.45	664.88	667.31	669.75	672.20	674.66	677.12	679.59
97	682.07	684.55	687.04	689.54	692.05	694.57	697.10	699.63	702.17	704.71
98	707.27	709.83	712.40	714.98	717.56	720.15	722.75	725.36	727.98	730.61
99	733.24	735.88	738.53	741.18	743.85	746.52	749.20	751.89	754.58	757.29
100	760.00	762.72	765.45	768.19	770.93	773.68	776.44	779.22	782.00	784.78
101	787.57	790.37	793.18	796.00	798.82	801.66	804.50	807.35	810.21	813.08

ภาคผนวก ข

วิธีการเพาะเลี้ยงและตรวจเชื้อ Salmonella

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการเพาะเลี้ยงและตรวจเชื้อ Salmonella

สูตรเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อ Salmonella

1. Alkaline Peptone Water

Peptone	10.0	g
Sodium Chloride	10.0	g

pH 9.0-9.2

นำส่วนผสม 20 กรัมละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ปรับpH กรอกใส่หลอด นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 121^{0}C นาน 15 นาที

2. Acetate Differential Agar

Sodium Acetate	2.0	g
Magnesium Sulfate	0.1	g
Sodium Chloride	5.0	g
Mono Ammonium Phosphate	1.0	g
Dipotassium Phosphate	1.0	g
Bacto-Brom Thymol Blue	0.08	g
Bacto-Agar	20.0	g

pH 6.7

นำส่วนผสม 29.2 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลาย กรอกใส่หลอดๆละ 2.5 ml นึ่งฆ่าเชื้อ 121^{0}C นาน 15 นาที นำมาวางตะแคงให้ได้ส่วนก้นหลอด 10 ml และส่วนยาวประมาณ 30 ml ทิ้งให้เย็น

3. Chritensen Agar

Bacto-Yeast Extract	0.5	g
Cysteine Hydrochloride	0.1	g
Sodium Citrate	3.0	g
Bacto-Dextrose	0.2	g
Monopotassium Phosphate	1.0	g

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sodium Chloride	5.0	g
Bacto-Agar	15.0	g
Bacto-Phenol Red	0.12	g

นำส่วนผสม 24.8 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลาย กรอกใส่หลอดๆละ 2.5 ml
นึ่งฆ่าเชื้อ 121^{0}C นาน 15 นาที นำมาวางตะแคงให้มีส่วนก้นหลอดลึก ทิ้งไว้ให้เย็น

4. Endo Agar

Peptone	10.0	g
Lactose	10.0	g
Dipotassium Phasphate	3.5	g
Sodium Sulfite	2.5	g
Basic Fuchsin	0.4	g

pH 7.5

นำส่วนผสม 41.5 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลาย นึ่งฆ่าเชื้อ 121^{0}C นาน 15 นาที

5. GN Broth(Hajna 1955)

Glucose	1.0	g
d-Mannitol	2.0	g
Sodium Citrate	5.0	g
Sodium desoxycholate	0.5	g
K_2HPO_4	4.0	g
KH_2PO_4	1.5	g
NaCl	5.0	g
Tryptose	20.0	g

pH 7

นำส่วนผสม 39 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลาย บรรจุใส่หลอดแก้ว ฆ่าเชื้อในหม้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นึ่ง 117^{0}C นาน 15 นาที

6. Selenite Broth

Tryptone	5.0	g
Lactose	4.0	g
Disodium Phosphate	10.0	g
Sodium Selenite	4.0	g

pH 7

นำส่วนผสม 23 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลายบรรจุใส่หลอดแก้ว ปราศจาก
เชื้อ ให้ความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อไม่น้อย 2 นิ้ว

7. Stock Culture Agar

Proteose Peptone	10.0	g
Yeast Extract	5.0	g
Meat Extract	5.0	g
NaCl	5.0	g
Disodium Hydrogen Phosphate	0.8	g
Agar	10.0	g

pH 7.2-7.4

นำส่วนผสม 33.8 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml บรรจุใส่หลอดแก้วขนาด 13*100 ml จำนวนหลอดละ 4 ml นึ่งฆ่าเชื้อ 121^{0}C นาน 15 นาที ไม่ต้องทำ slant ปิดปากหลอดด้วยจุกยาง เบอร์ 3 ให้แน่น เพื่อป้องกันอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง วิธีเก็บเชื้อใช้เชื้อจิ้มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อถึงก้นหลอด นำเข้าตู้ 37^{0}C 24 ชั่งโมง อาหารเลี้ยงเชื้อนี้สามารถเก็บเชื้อ Salmonella ได้เป็นเวลานานหลายปี ในที่มืด อุณหภูมิห้อง

8. Swarm Agar(Weak Agar)

Peptone	5.0	g
Tryptone	5.0	g

Beef Extract	3.0	g
Dextrose	1.0	g
Sodium Chloride	5.0	g
Dipotassium Phosphate	2.5	g
Agar	7.0	g

pH 7.2

นำส่วนผสม 21.5 g ละลายในน้ำกลั่น 1000 ml ต้มให้ละลาย ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดัน 117^{0}C นาน 15 นาที

9. Stock Culture Media

Proteose Peptone	10.0	g
Meat Extract	5.0	g
Yeast Extract	3.0	g
NaCl	5.0	g
Disodium Hydrogen Phosphate Anhydrous	0.8	g
Distilled Water	1000	ml

Ph 7.2-7.4

บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 3-4 ml ในหลอดแก้วขนาด 13*100 mm นึ่งฆ่าเชื้อ 121^{0}C นาน 15 นาที ไม่ต้องทำ slant วิธีเก็บเชื้อ ใช้เชื้อที่เพาะเลี้ยงใหม่ๆ stab ถึงก้นหลอด 1 ถึง 2 ครั้ง ปิดหลอดให้แน่นด้วยจุกยาง เบอร์ 3 เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง นำเข้า Incubator 37^{0}C 18 ชั่วโมง และเก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้อง การเก็บวิธีนี้สามารถเก็บเชื้อ Salmonella ได้นานกว่า 1 ปี

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจหาเชื้อ Salmonella</u>

BS Agar = Bismuth Sulfite Agar

BG Agar = Brilliant Green Agar

MSRV media = Modified semi-solid Rappaport-Vassiliadis

Rm Agar = Rambach Agar

HE Agar = Herton Enteric Agar

SS Agar = Salmonella & Shigella Agar

DHL Agar = Desoxcholate Hydrogen Sulfide Lactose Agar

XLD Agar = Xylose Lysine Desoxycholate Agar

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

TSI Agar = Triple Sugar Iron Agar

LIM = Lysine Indole Motility Medium

SIM = Semisolid Indole Motility Medium

LDC = Lysine Decarboxylase

LDA = Lysine Deaminase

Enrichment Media

SF Broth = Selenite F Broth

RV Broth = Rappaport Vasilladis Broth

TT Broth = Tetrathionate Broth

BPW Broth = Buffer Peptone Water

วิธีการตรวจหาเชื้อ Salmonella

1. นำตัวอย่างมาเพาะลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD Agar (Xylose Lysine Desoxycholate Agar) หรือ BS Agar (Bismuth Sulfite Agar) หรือ SS Agar (Salmonella & Shigella Agar) หรือ DHL Agar (Desoxcholate Hydrogen Sulfide Lactose Agar) หรือ BG Agar (Brilliant Green Agar) หรือ Rambach Agar

และนำมาเพาะลงใน Enrichment Media SF (Selenite F Broth) หรือ RV Broth (Rappaport Vasilladis Broth) หรือ TT Broth (Tetrathionate Broth) และBPW (Buffer Peptone Water) นำทั้งหมดเข้าตู้อบเพาะเชื้อ 37^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง

2. อ่านลักษณะโคโลนี XLD และ BS เลือกโคโลนีที่สงสัยซึ่งมีลักษณะบน XLD มีลักษณะโคโลนีกลมขนาดปานกลาง มีสีแดงและสีดำอยู่ตรงกลาง บนBSมีลักษณะโคโลนีสีดำเงาวาว เมื่อตักโคโลนีขึ้นพื้นอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีสีดำ การเลือกลักษณะโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดที่มี

ลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น Salmonella ควรเลือกไม่น้อยกว่า 3-5 โคโลนี นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อ37^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง

3. จาก SF Broth หรือ RV Broth หรือ TT Broth นำมาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ BS และ SS หรือ BG หรือ DHL Agar นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อ37^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเลือกโคโลนีที่สงสัยใส่อาหารแต่ละชนิดไม่น้อยกว่า 3-5 โคโลนี ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI และ LIM นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อ37^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง

4. จาก BPW นำมาเพาะลงใน MSRV โดยใช้ Loop ตัก BPW มาหยดบนผิว MSRV 3 หยด ให้แต่ละหยดอยู่ห่างกันพอสมควร นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 42^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเลือกเชื้อ Salmonella ใน MSRV ให้พิจารณาที่สีของ MSRV จะเปลี่ยนจากสีเขียวแกมน้ำเงินใสเป็นสีขาวขุ่น รอบๆจุดที่หยดเชื้อลงไปเป็นวงกว้าง เนื่องจากเชื้อ Salmonella ที่มี flagella จะเคลื่อนออกไปรอบๆจุดที่หยดเชื้อ จากนั้นใช้ wire แตะเชื้อที่แผ่ไปไกลที่สุดจากตำแหน่งที่หยดเชื้อ นำไปเพาะใน TSI และ LIM นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อ37^{0}C นาน 18-24 ชั่วโมง

<u>ลักษณะโคโลนีของ Salmonella บนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด</u>

1. DHL Agar (Desoxcholate Hydrogen Sulfide Lactose Agar) ลักษณะโคโลนีของ Salmonella

บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกัน คือมีรูปร่างขนาดเล็ก โปร่งแสง ไม่มีสีหรือสีเหลืองซีด ขอบเรียบ สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์สีดำตรงกลางโคโลนี

2. XLD Agar (Xylose Lysine Desoxycholate Agar) ลักษณะโคโลนีของ Salmonella

บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้มีลักษณะกลม ขนาดปานกลาง มีสีแดง สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์สีดำตรงกลางโคโลนี

3. BG Agar (Brilliant Green Agar) ลักษณะโคโลนีของ Salmonella บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้มี

ลักษณะกลม สีชมพูขาวทึบแสง อาหารรอบๆโคโลนีมีสีแดง เนื่องจากเชื้อ Salmonella เป็นเชื้อที่ไม่สลายน้ำตาลแลคโตสและซูโครส ส่วนเชื้อที่สลายน้ำตาลแลคโตสและซูโครสโคโลนีจะเป็นสีเหลืองเขียวและอาหารรอบๆโคโลนีจะเป็นสีเหลืองเขียวด้วย

4. MSRV Agar (Modified semi-solid Rappaport-Vassiliadis Agar) ลักษณะของ Salmonella ที่

ขึ้นบน MSRV ให้พิจารณาจากสีของ MSRV จะเปลี่ยนจากสีเขียงแกมน้ำเงินใสเป็นสีขาวขุ่นรอบๆจุดที่หยดเชื้อลงไป

5. BS Agar (Bismuth Sulfite Agar) ลักษณะโคโลนีของ Salmonella บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้มี

ลักษณะสีดำเงาวาว อาหารที่อยู่ใต้โคโลนีก็จะดำ การสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำให้มีสารประกอบซัลเฟอร์อยู่ในโมเลกุลและเมื่อเหล็กมีการตกตะกอนจึงทำให้ลักษณะของโคโลนีเป็นสีน้ำตาลเป็นเงาวาว

6. Rambach Agar ลักษณะขอโคโลนีของ Salmonella ทั่วๆไปจะให้สีแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อถ้า

เป็น Salmonella Typhi, Salmonella Paratyphi A โคโลนีจะใสมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-4 mm

7. HE Agar (Herton Enteric Agar) ลักษณะโคโลนีของ Salmonella บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้ที่สร้าง H_2S จะมีสีน้ำเงินเขียวและตรงกลางมีสีดำ กลม นูน ผิวเรียบเป็นมัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 mm ส่วน Salmonella ที่ไม่สร้าง H_2Sจะมีสีน้ำเงินเขียว กลม นูน ผิวเรียบเป็นมัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-3 mm

การอ่านปฏิกิริยาของ TSI และ LIM ที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ Salmonella

ปฏิกิริยาของเชื้อ Salmonella ใน TSI และ LIM ควรจะอ่านคู่กันซึ่งแบ่งได้ 5 ลักษณะดังนี้

1. TSI = K/A, gas+, H_2S(+)-

   LIM = Lysin+, Indol-, Motility+, หรือ Lysin+, Indol-, Motility-

เป็นปฏิกิริยาของSalmonella Serovars ต่างๆที่ทำให้เกิดอาการ Gastroenteridis

2. TSI = K/A, gas+, H_2S-

   LIM = Lysin-, Indol-, Motility+

ให้สงสัยว่าเป็น Salmonella Paratyphi A (Group A) ทำให้เกิดอาการ Enteric Fever

3. TSI = K/A, gas+, H_2S-(+)

   LIM = Lysin+, Indol-, Motility+

ให้สงสัยว่าเป็น Salmonella Choleraesuis (Group C) ทำให้เกิดอาการ Septicemia

4. TSI = K/A, gas-, $H_2S^{+}_{-}$

   LIM = Lysin+, Indol-, Motility+

ให้สงสัยว่าเป็น Salmonella typhi (Group D) ทำให้เกิดอาการ Enteric Fever

5. TSI = K/A, gas+/-, H_2S-

LIM = Lysin+, Indol-, Motility-

ให้สงสัยว่าเป็น Salmonella Gllinarum

<u>หมายเหตุ</u> K = Alkaline A = Acid

<u>การทดสอบทางซีโรวิทยา (Serological Test)</u>

หลังจากผ่านการทดสอบทางชีวเคมีเบื้องต้นโดย TSI และ LIM ได้เชื้อที่สงสัยว่าเป็น Salmonella แล้วให้มาทำการทดสอบทางซีโรวิทยาโดยวิธี Slide Agglutination โดยทำการทดสอบระหว่างเชื้อกับแอนติซีรัม (Antiserum) จำเพาะมีขั้นตอนดังนี้

1. หยด 0.85%NNS (น้ำเกลือ) ลงบน Slide 1 หยด เขี่ยเชื้อจาก TSI มาละลายใน 0.85%NNS กวนให้เข้ากัน แล้วสังเกตว่าเกิดการจับกลุ่มภายใน 30 วินาทีหรือไม่ หากเกิดการตกตะกอนแสดงว่าไม่สามารถทดสอบซีโรไทป์ได้เนื่องจากเชื้อ rough (เชื้อมีลักษณะโคโลนีไม่เรียบ และจะตกตะกอนกับ0.85%NNS และก็จะตกตะกอนกับแอนติซีรัมทุกชนิด จะไม่สามารถที่จะวินิจฉัยได้ว่าเป็นเชื้อชนิดไหน) ถ้าไม่ตกตะกอนกับ0.85%NNS จึงทดสอบต่อได้

2. หยด Antiserum Salmonella Polyvalent A-67 และ Salmonella Polyvalent A-I บน Slide อย่างละ 1 หยดและเขี่ยเชื้อจาก TSI มาทดสอบกับ Antiserum ทั้งสองชนิดกวนให้เข้ากันเอียง Slide ไปมาหลายๆครั้ง สังเกตปฏิกิริยาการจับกลุ่มที่เกิดขึ้นจะเห็นภายใน 30-60 วินาที ถ้าตกตะกอนต่อ Antiserum ใดก็แสดงว่าเชื้อมี Antigen ต่อ Antiserum นั้น แต่เนื่องจากในขั้นตอนที่ใช้ Antiserum รวมหลายชนิดจึงยังไม่สามารถบอกว่าเป็นGroupใด อาจเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งระหว่าง Salmonella Group A ถึง Salmonella Group I กรณีที่ให้ผลบวก (+) Salmonella Polyvalent A-I แต่ถ้าให้ผลบวก(+)ต่อ Salmonella Polyvalent A-67 แสดงว่าเชื้อนี้จะอยู่ระหว่าง Salmonella Group J และ Salmonella O-67

3. หลังจากนั้นให้ทดสอบกับ Antiserum เดี่ยวแต่ละ Group คือ Salmonella Group A, B,

C, D, E, ถึง I ถ้าให้ผล Group ใดบวกให้รายงานว่าเป็น Salmonella Group นั้นๆ

4. เมื่อวินิจฉัยในเบื้องต้นได้แล้วว่าเป็น Salmonella Group ใดให้ส่งมาทดสอบที่ WHO

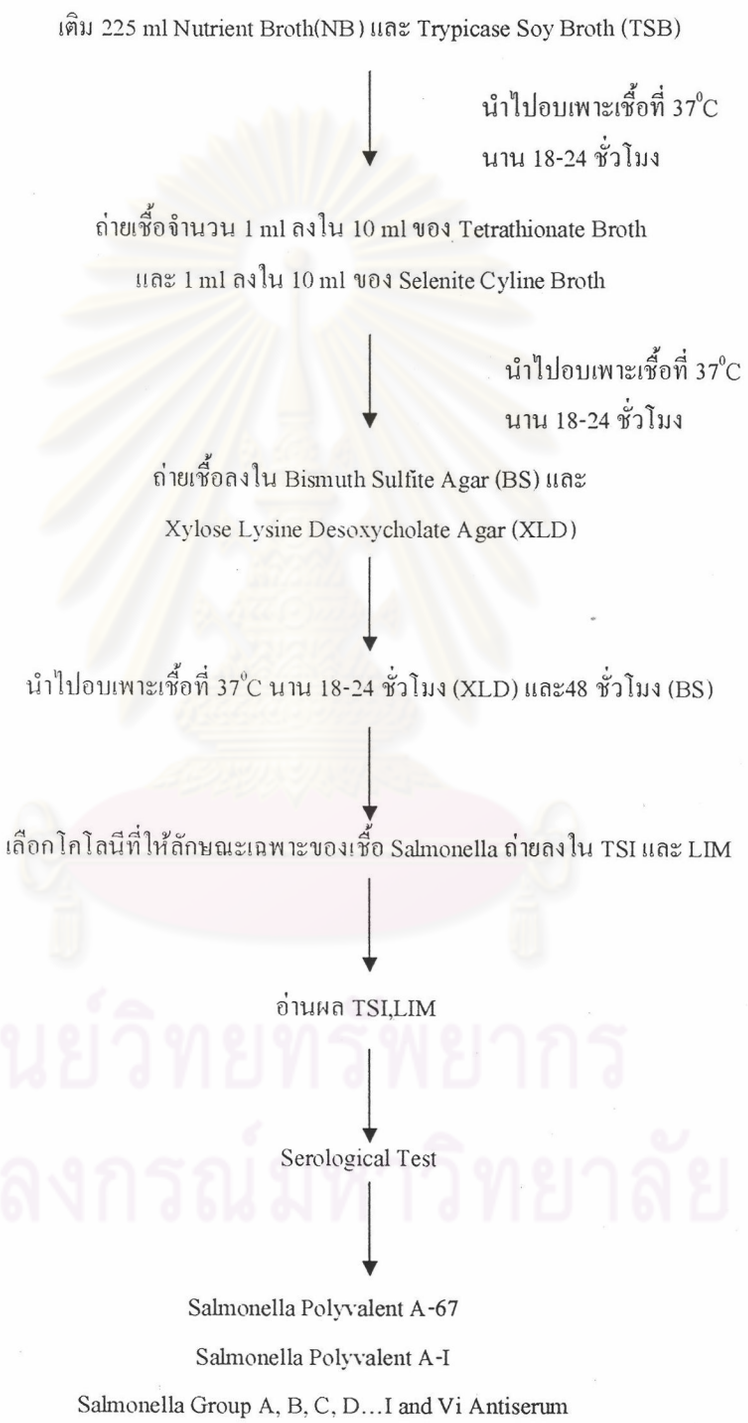
National Salmonella and Shigella Center สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

วิธีการตรวจหาเชื้อ Salmonella ในอาหาร

วิธีการตรวจหาเชื้อ Salmonella ในอาหารนั้นมีวิธีการตรวจอยู่ 5 วิธีแล้วแต่ความสะดวกดังต่อไปนี้

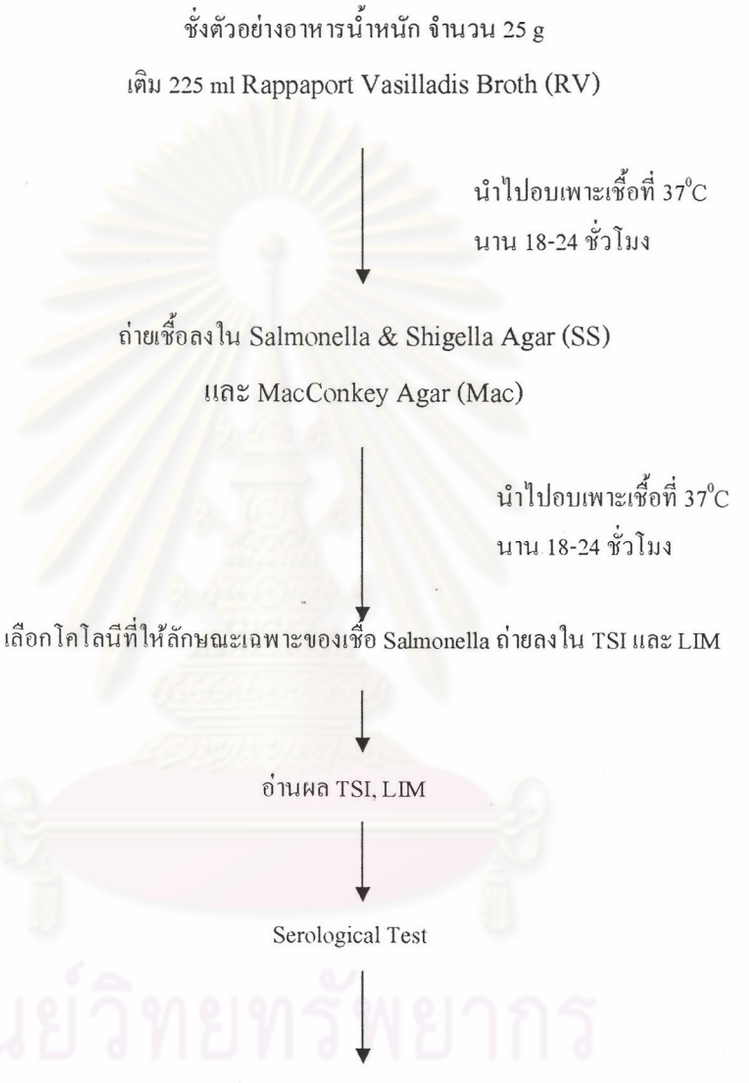
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 1 การตรวจหาเชื้อ Salmonella โดยวิธี Standard Conventional Method (BAM/AOAC/Canada/ISO)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 2 การตรวจหาเชื้อ Salmonella โดยวิธี Standard Conventional Method (Japan)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 3 การตรวจหาเชื้อ Salmonella โดยวิธี Standard Conventional Method (ICMSF)

ชั่งตัวอย่างอาหารน้ำหนัก จำนวน 25 g

เติม 225 ml Buffer Peptone Water Broth (BPW)

↓ นำไปอบเพาะเชื้อที่ 37°C นาน 18-24 ชั่วโมง

ถ่ายเชื้อจำนวน 1 ml ลงใน 10 ml ของ Tetrathionate Broth (TT)

และ 1 ml ลงใน 10 ml ของ Selenite Cyline Broth (SC)

↓ นำไปอบเพาะเชื้อที่ 37°C นาน 18-24 ชั่วโมง

ถ่ายเชื้อลงใน Desoxcholate Hydrogen Sulfide Lactose Agar (DHL)

และ Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD)

↓

เลือกโคโลนีที่ให้ลักษณะเฉพาะของเชื้อ Salmonella ถ่ายลงใน TSI และ LIM

↓

อ่านผล TSI,LIM

↓

Serological Test

↓

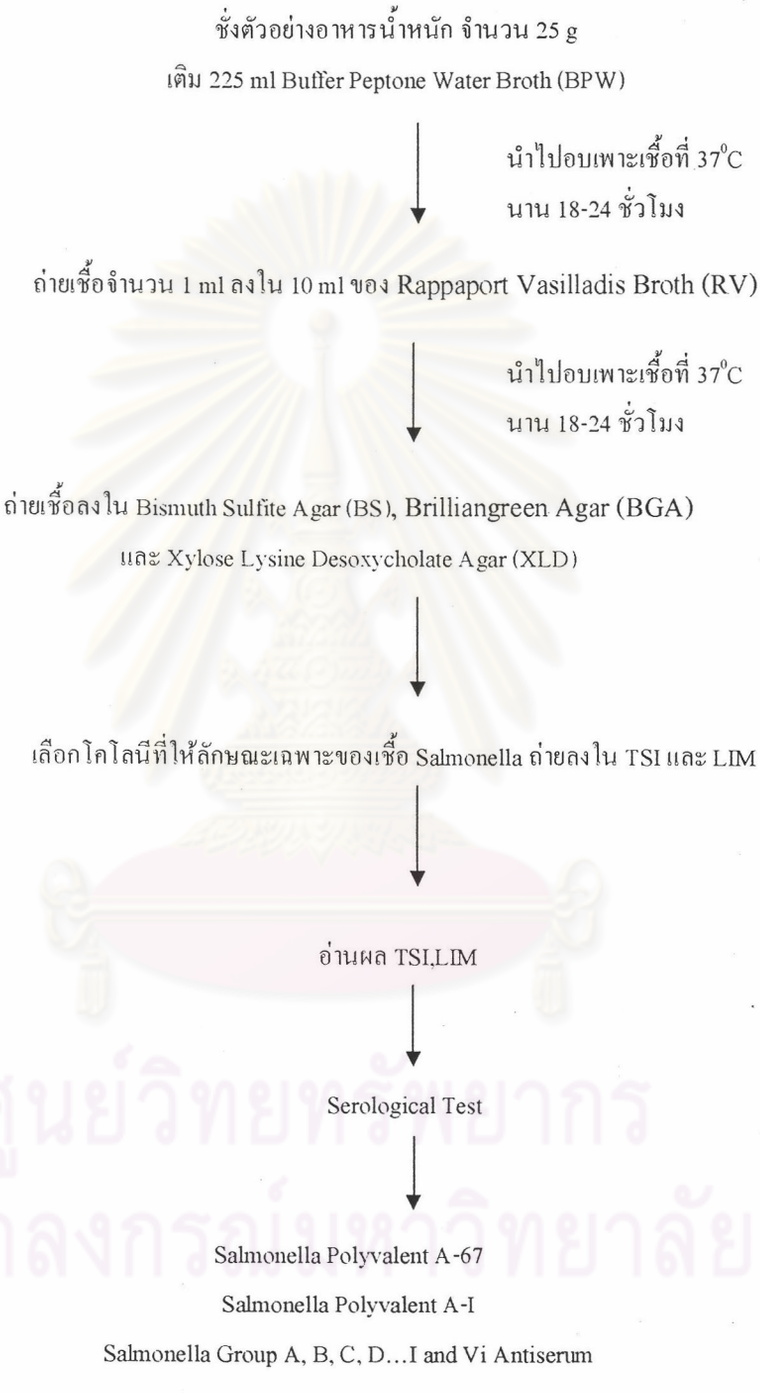
Salmonella Polyvalent A-67

Salmonella Polyvalent A-I

Salmonella Group A, B, C, D...I and Vi Antiserum

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 4 การตรวจหาเชื้อ Salmonella โดยวิธี Standard Conventional Method (Australia, ISO)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 5 การตรวจหาเชื้อ Salmonella โดยวิธี Modify Method (De Smedt and Bolderdjk)

ชั่งตัวอย่างอาหารน้ำหนัก จำนวน 25 g

เติม 225 ml Buffer Peptone Water Broth (BPW)

↓ นำไปอบเพาะเชื้อที่ 37°C นาน 18-24 ชั่วโมง

ถ่ายเชื้อโดยใช้ Auto pipette ดูดจาก BPW จำนวน 20µl หยดลงใน MSRV โดยใช้ 5 หยดต่อ 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้ง Steak เชื้อบน XLD ด้วย เพื่อตรวจหาเชื้อที่เป็น Non-motile

↓ นำไปอบเพาะเชื้อที่42°C(MSRV), 37°C (XLD) นาน 18-24 ชั่วโมง

เลือกโคโลนีที่ให้ลักษณะเฉพาะของเชื้อ Salmonella ถ่ายลงใน TSI และ LIM

↓

อ่านผล TSI,LIM

↓

Serological Test

↓

Salmonella Polyvalent A-67

Salmonella Polyvalent A-I

Salmonella Group A, B, C, D…I and Vi Antiserum

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การคำนวณออกแบบเครื่องระดับนำร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การคำนวณออกแบบเครื่องระดับนำร่อง</u>

1. ส่วนของระบบจ่ายไอน้ำความดันต่ำกว่าบรรยากาศ (Subatmospheric Steam Supply Unit)

การคำนวณออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

Pressure Reducing Valve

ลักษณะเป็นแบบ Isentraphic (Joule-Thomson Expansion)

$$H_{s1} = H_{s2}$$

ที่ Steam ขาเข้า P = 7 bar G (8 bar Abs.)

T_s = 171.1 °C

h_{g1} = 1190.3 Btu/lb

h_{fg} = 879.2 Btu/lb

ที่ Steam ขาออก P = 1 bar G (2 bar Abs.)

ที่ Enthalpy ไม่เปลี่ยน T ~ 300 °F เป็น Superheat h ~1189.2 Btu/lb

T_s = 250.34 °F (121.3 °C) $T_{superheat}$ = 49.7 °F(9.83 °C)

h_{sat} = 1164.0 Btu/lb

h_{fg} = 945.3 Btu/lb

hใกล้เคียงกับ h_{sat} ลักษณะของไอน้ำที่ออก เป็น Superheat ไม่มากนัก (enthalpy ต่างกันไม่มาก) จึง assume Steam ขาออก Saturated Steam เพื่อให้ง่ายในการคำนวณต่อไป

ดังนั้น ที่ Stream ขาออก P = 1 bar G (2 bar Abs.)

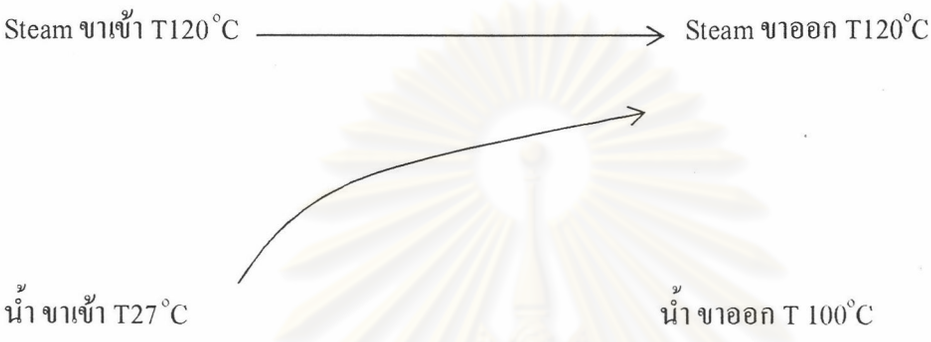
T_s = 119.6 °C

h_{sat} = 527Kcal/kg

Assumption - Steady State

- อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและน้ำเริ่มต้น ≅ 27°C

กรณีที่ 1 Operate ที่ความดันภายในเครื่องฆ่าเชื้อ เท่ากับ 760 mmHg



พลังงานที่ต้องใช้ทั้งหมด = พลังงานที่ต้องใช้ในการอุ่นผนังท่อ + พลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้กระดูกมีอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนด

$$H_{total} = m_{metal}Cp_{metal}\Delta T + m_{dogchew}Cp_{dogchew}\Delta T$$

Property of Stainless Steel [4] :

Stainless steel ID 3/8 inches OD 0.675 inches ID 0.423 inches pipe weight 0.74 Lb/ft

Stainless steel ID 5 inches OD 5.563 inches ID 4.813 inches pipe weight 20.78Lb/ft

ท่อ ขนาด ID 3/8 นิ้ว ใช้ยาวประมาณ 20 นิ้ว ดังนั้นจะหนักประมาณ 0.561 Kg

ท่อ ขนาด ID 5 นิ้ว ใช้ยาวประมาณ 60 นิ้ว ดังนั้นจะหนักประมาณ 47.227 Kg

∴ น้ำหนักเหล็กรวม 47.788 Kg

จาก[5] Cpmetal = 0.5 KJ/Kg^{0}C จาก [7] $Cp_{dogchew}$ = 0.3 Kcal/ Kg^{0}C

ต้องการอุ่นเหล็กมวล 47.788 Kg ให้มีอุณหภูมิจาก 27^{0}C ถึง 100^{0}C

∴ ต้องใช้พลังงาน = $m_{metal}Cp_{metal}\Delta T$

= 47.788*0.5*(100-27)

= 1744.262 KJ

ต้องการให้ความร้อนกับชิ้นกระดูกมวลรวม 1.5 Kg (3*0.5Kg) ให้มีอุณหภูมิจาก 27^0 ถึง 70^{0}C

∴ ต้องใช้พลังงาน = $m_{dogchew}Cp_{dogchew}\Delta T$

= 1.5*0.3*(70-27) = 19.35 Kcal

= 81.27 KJ

∴ พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ทั้งหมด = 1744.262+81.27

= 1825.532 KJ

กำหนด Flow rate ของ subatmospheric steam = 2 Kg/hr

Steam ที่ความดัน 1 bar Abs. มี latent heat = 539.9 Kcal/Kg

∴ พลังงานความร้อนของSteam นี้ = 539.9*2

= 1079.8 Kcal/hr

= 1259.77 w

∴ เวลาที่จะใช้ในการอุ่นผนังท่อและชิ้นกระดูก = 4825.532*1000/1259.77 sec

= 1449.10 sec ≅ 25 min

หาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนจาก

$$Q = UA\Delta T_{ln}$$

$$\Delta T_{ln} = \frac{(120-27)-(120-100)}{\ln(\frac{120-27}{120-100})}$$

$$= 47.5^{0}C$$

$$Q = 1259.77 \text{ w} = 1079.8 \text{ Kcal/hr}$$

จาก[6] $U = 1250 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^{0}\text{C}$

$$A = Q/U\Delta T_{ln}$$

$$= 1079.8/(1250*47.5)$$

$$= 0.018 \text{ m}^2$$

กรณีที่ใช้ Coil tube ขนาด ID 2/8 นิ้ว ในการถ่ายเทความร้อน

ฉะนั้นจะต้องใช้ท่อยาวประมาณ = $A/\pi D$

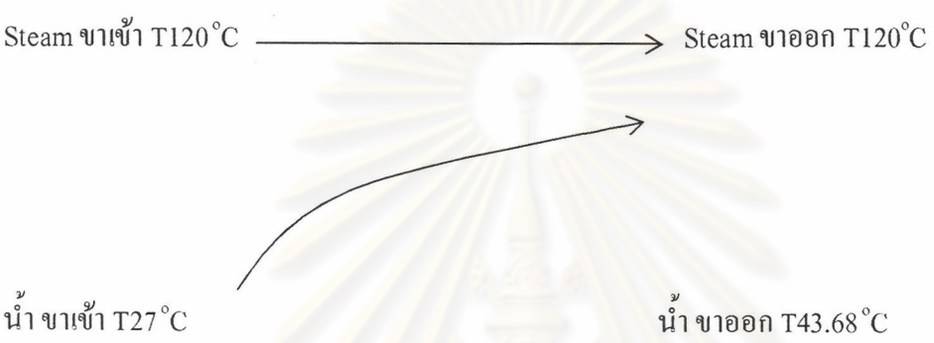
= $0.018/(\pi*7.671*10^{-3})$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

= 0.755 m

กรณีที่ใช้ Coil tube ขนาด ID 2/8 นิ้วจะต้องใช้ท่อยาวประมาณ0.755 m

กรณีที่ 2 Operate ที่ความดันภายในหม้อฆ่าเชื้อ เท่ากับ 70 mmHg



จากตารางไอน้ำ ที่ความดัน 70 mmHg Abs. T_s = 43.68 °C

Latent heat = 571.42 Kcal/Kg

จากข้างต้นต้องการให้เหล็กมวล 47.788 Kg มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 27 °C ถึง43.68 °C

ต้องใช้พลังงานความร้อน = $m_{metal}Cp_{metal}\Delta T$

= 47.788*0.5*(43.68-27)

= 398.552 KJ

∴ พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ทั้งหมด = 398.552+81.27

= 479.822 KJ

กำหนด Flow Rate ของ Subatmospheric Steam = 2 Kg/hr

Steam ที่ความดัน 70 mmHg Abs. มี Latent Heat = 571.42 Kcal/Kg

∴ พลังงานความร้อนของSteam นี้ = 571.42*2

= 1142.84 Kcal/hr

= 1333.313 w

∴ เวลาที่จะใช้ในการอุ่นผนังท่อและชิ้นกระดูก = 479.822*1000/1333.313 sec

= 359.871 sec ≅ 6 min

หาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนจาก

$$Q = UA\Delta T_{ln}$$

$$\Delta T_{ln} = \frac{(120-27)-(120-43.68)}{\ln(\frac{120-27}{120-43.68})}$$

$$= 84.39^{0}C$$

$$Q = 1333.313 \text{ w} = 1142.84 \text{ Kcal/hr}$$

จาก[6] $U = 1250 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^0\text{C}$

$$A = Q/U\Delta T_{ln}$$

$$= 1142.84/(1250*84.39)$$

$$= 0.011 \text{ m}^2$$

กรณีที่ใช้ Coil Tube ขนาด ID 2/8 นิ้ว ในการถ่ายเทความร้อน

ฉะนั้นจะต้องใช้ท่อยาวประมาณ $= A/\pi D$

$$= 0.011/(\pi*7.671*10^{-3})$$

$$= 0.456 \text{ m}$$

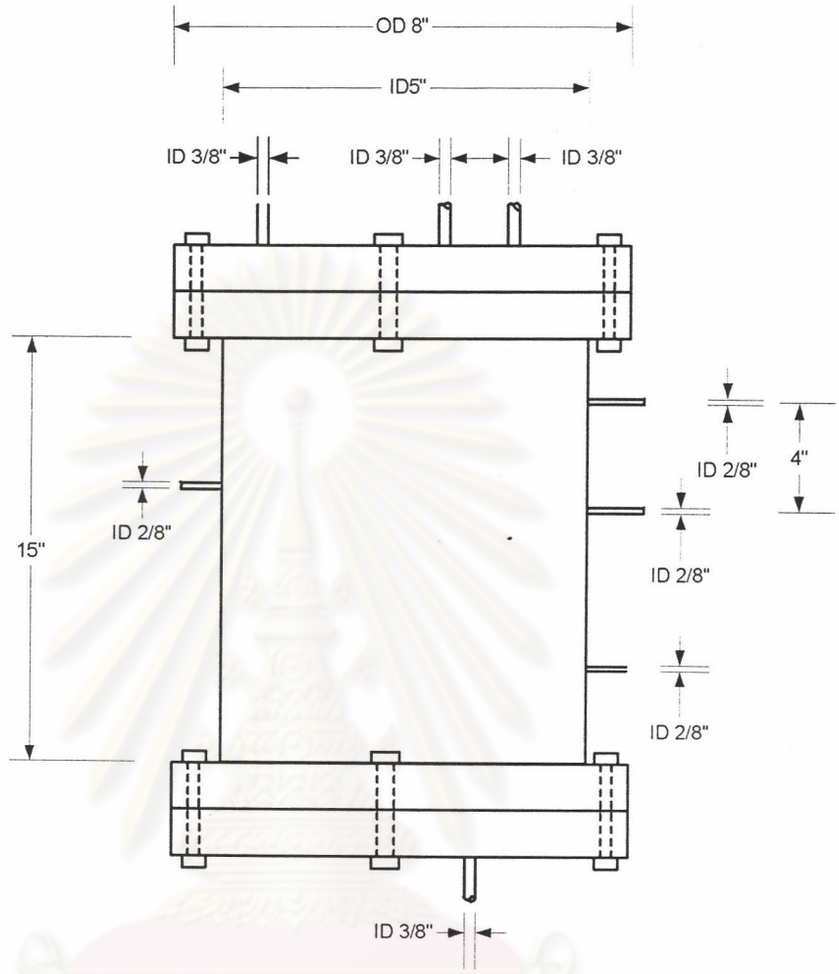
กรณีที่ใช้ Coil tube ขนาด ID 2/8 นิ้วจะต้องใช้ท่อยาวประมาณ0.456 m

ดังนั้นจากการคำนวณหาความยาวของ Coil Tube ที่ ขนาด ID 2/8 นิ้ว จึงเลือกความยาวประมาณ 1 m ในการขดอยู่ภายใน เพื่อความสะดวกในการวัดและตัดขนาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

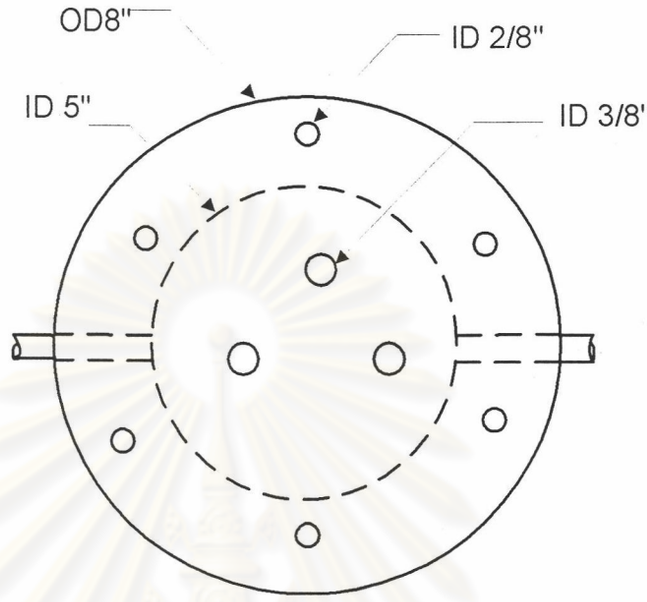
รายละเอียดขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Front View

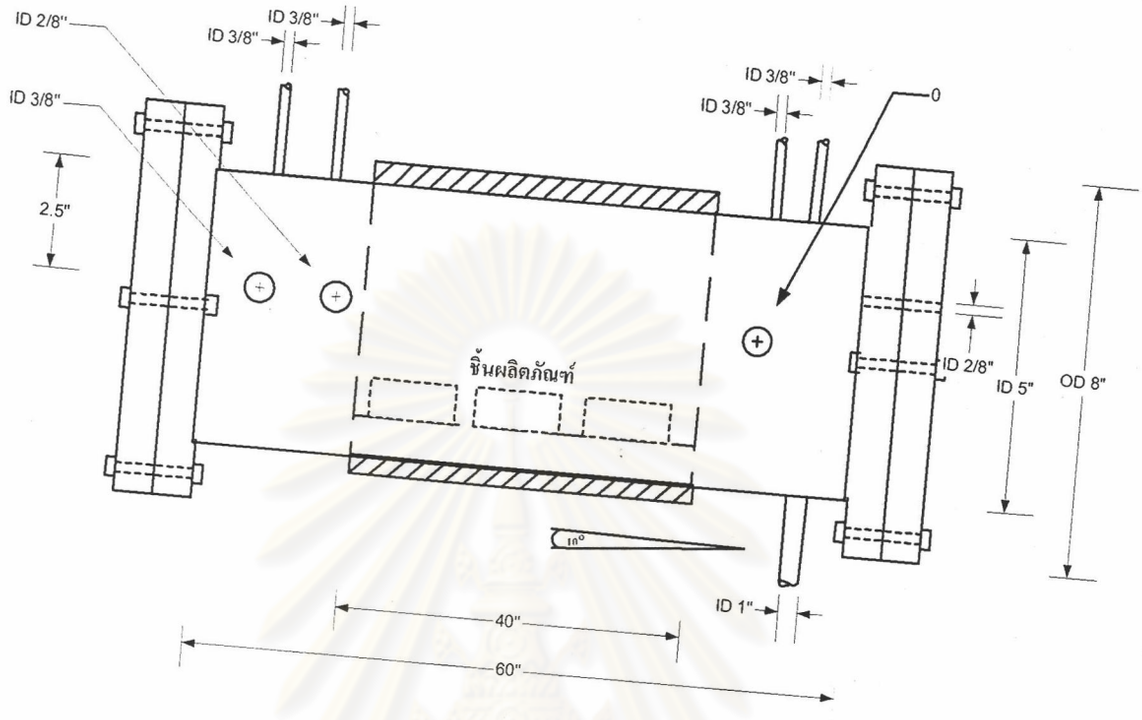
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



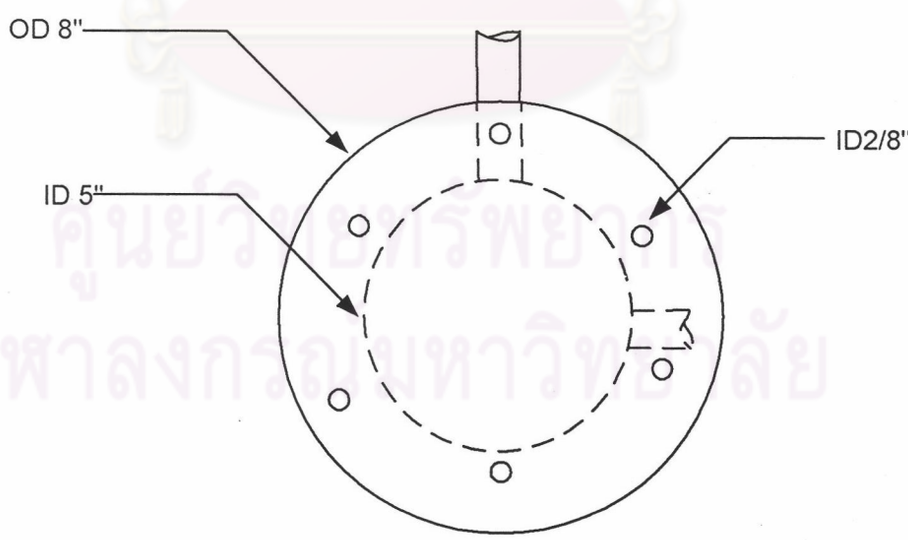
Top View

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดขนาดของตัวภาชนะทนความดัน (Pressure Vessel)

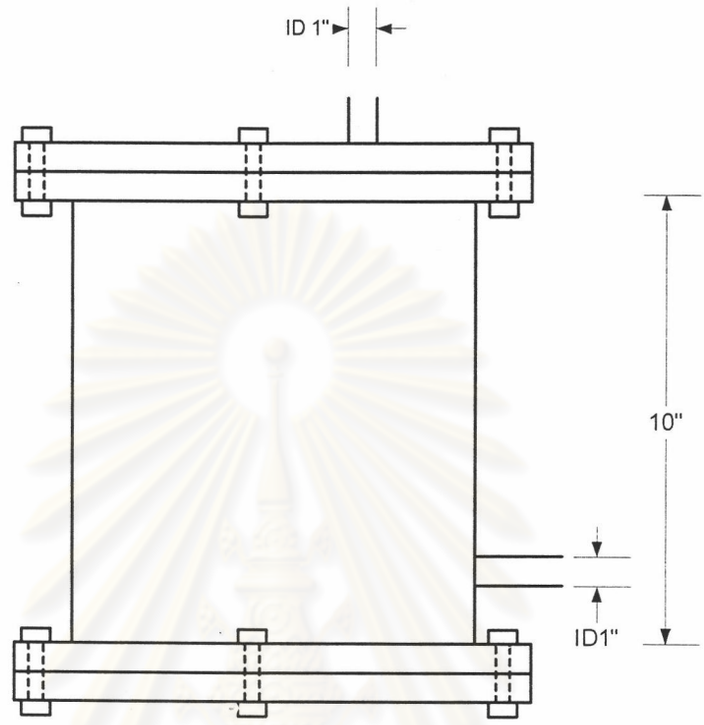


Side View

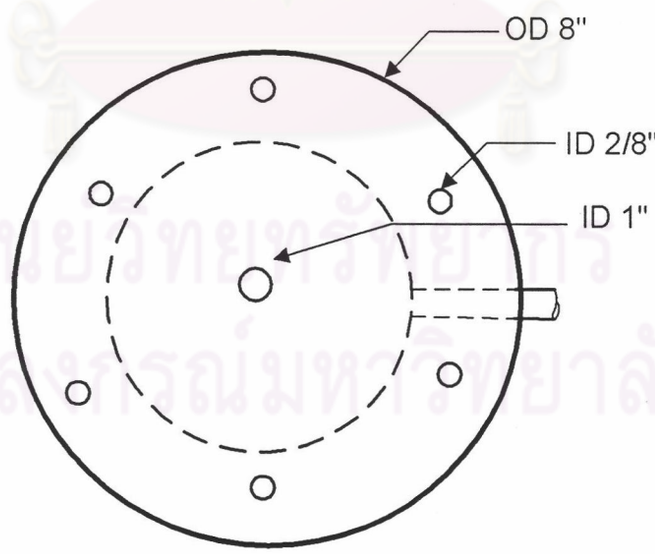


Front View

รายละเอียดขนาดของ Condensate Tank



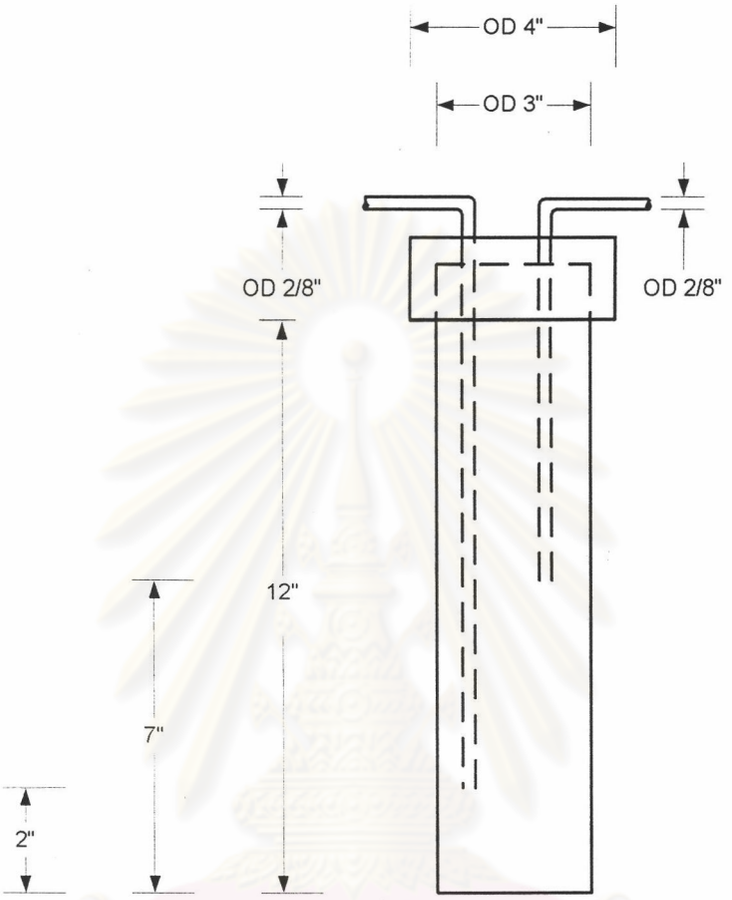
Side View



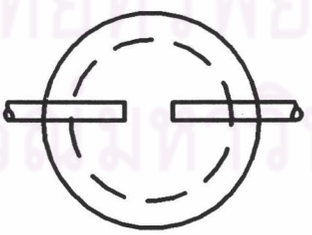
Top View

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดขนาดของภาชนะบรรจุ Silica Gel



Side View



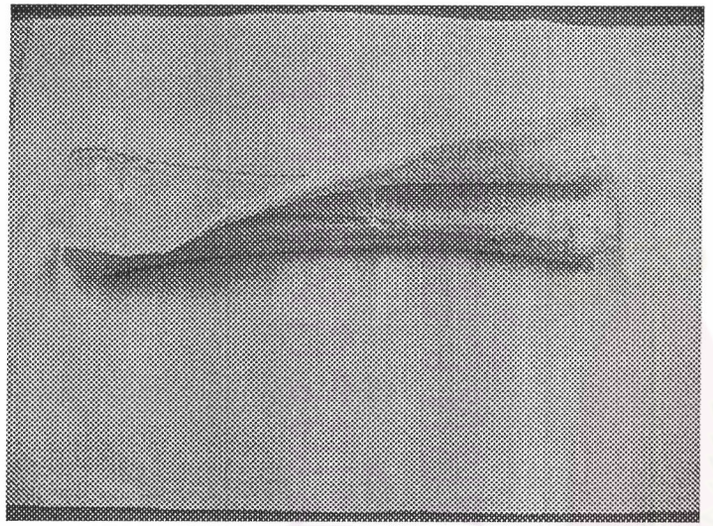
Top View

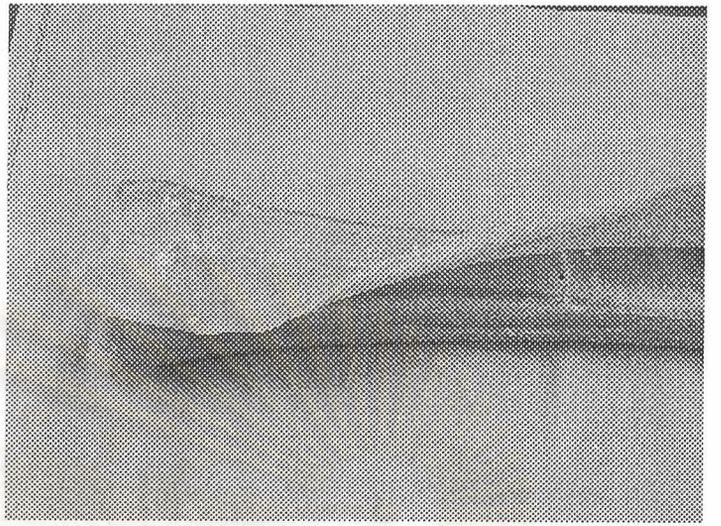
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

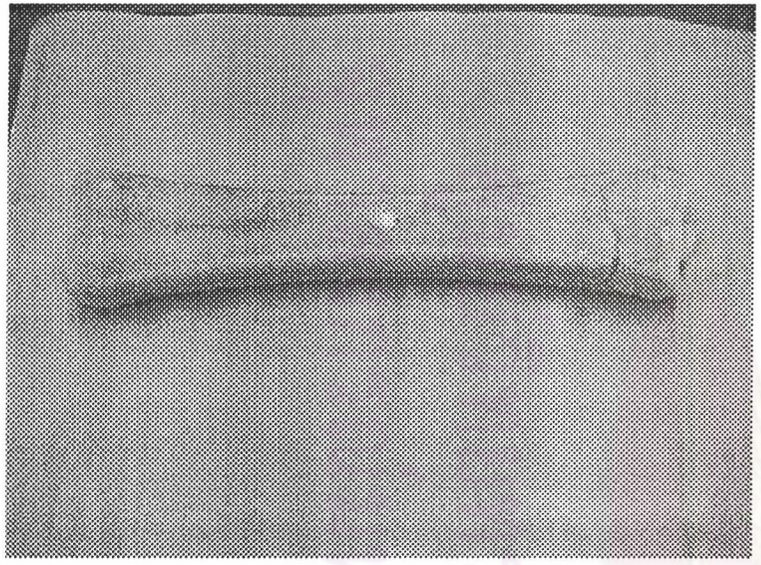
รูปผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการทดลองในเครื่องระดับ Bench Scale

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

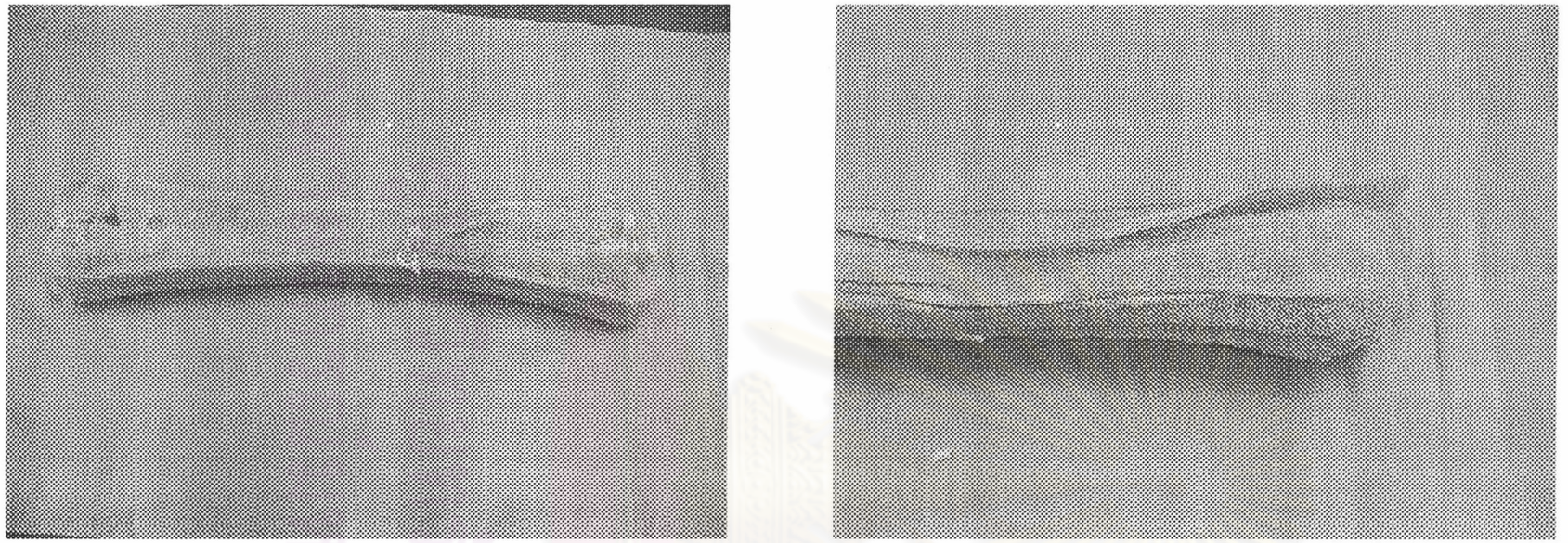




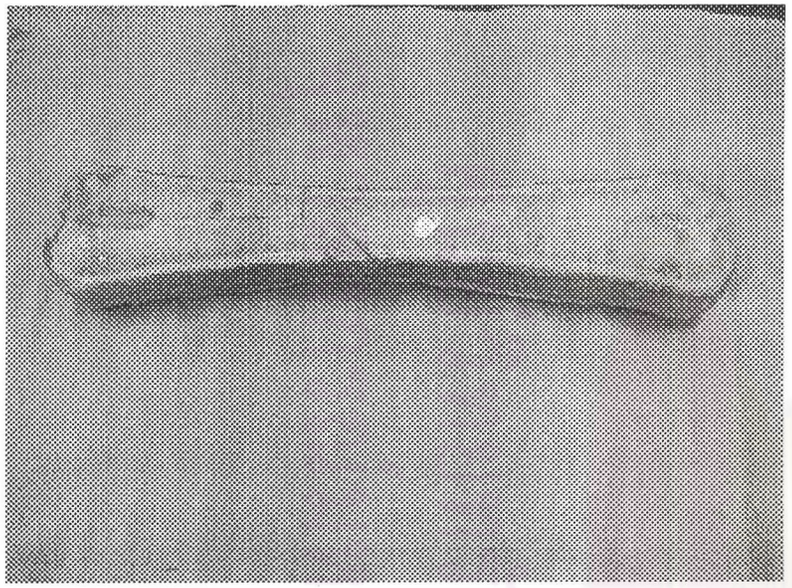
รูปการทดลองที่ 5 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข
เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P 660 torr hold นาน 45 นาที

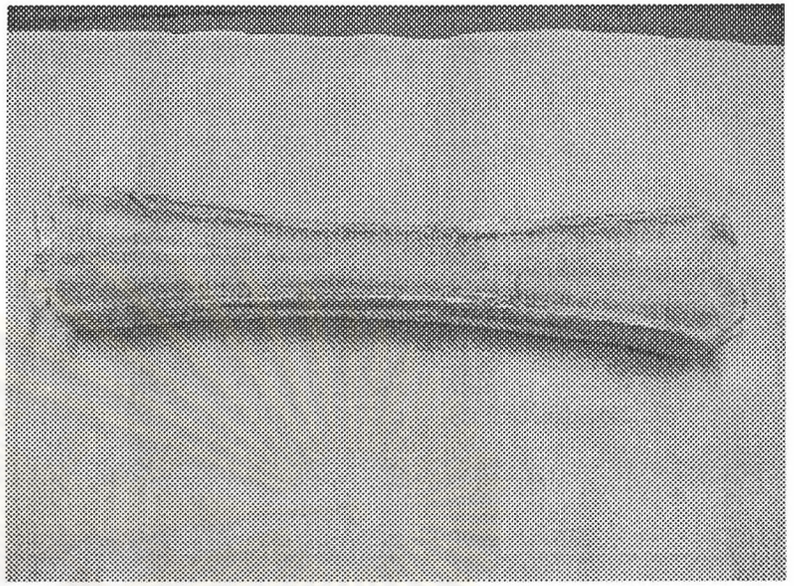


รูปการทดลองที่6 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข
เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P ประมาณ 660 torr hold นาน 30 นาที

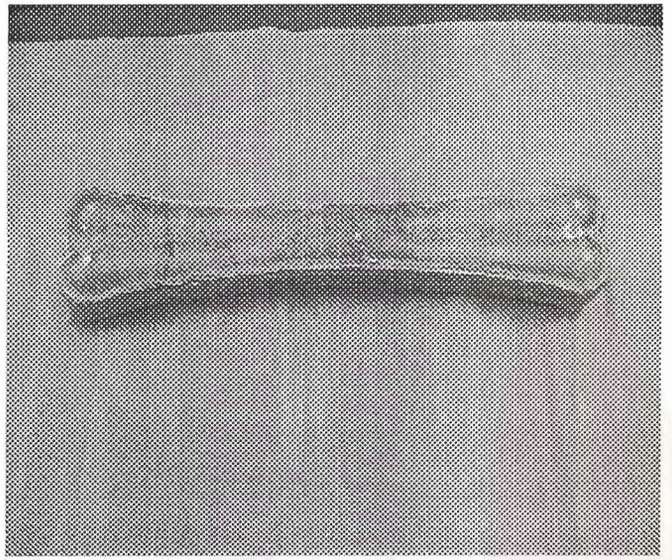


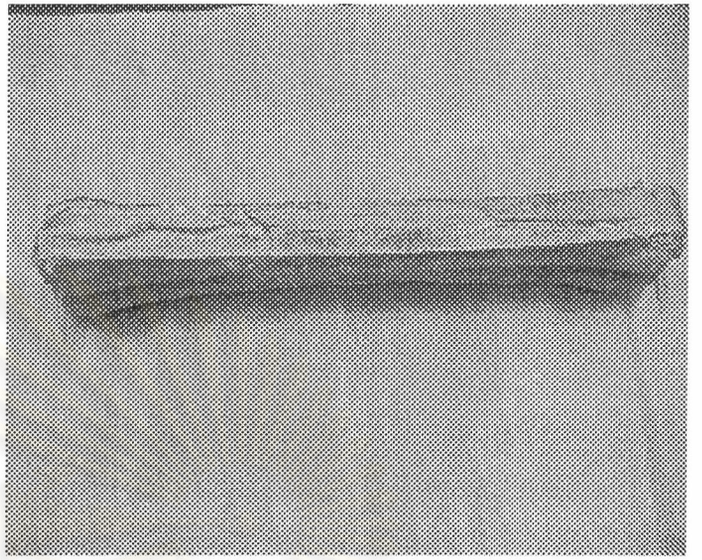
รูปการทดลองที่ 7 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข
เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้ว ทำการทดลองที่ความดัน ประมาณ 560 torr ควบคุม T 60 ^{0} C นาน 15 นาที



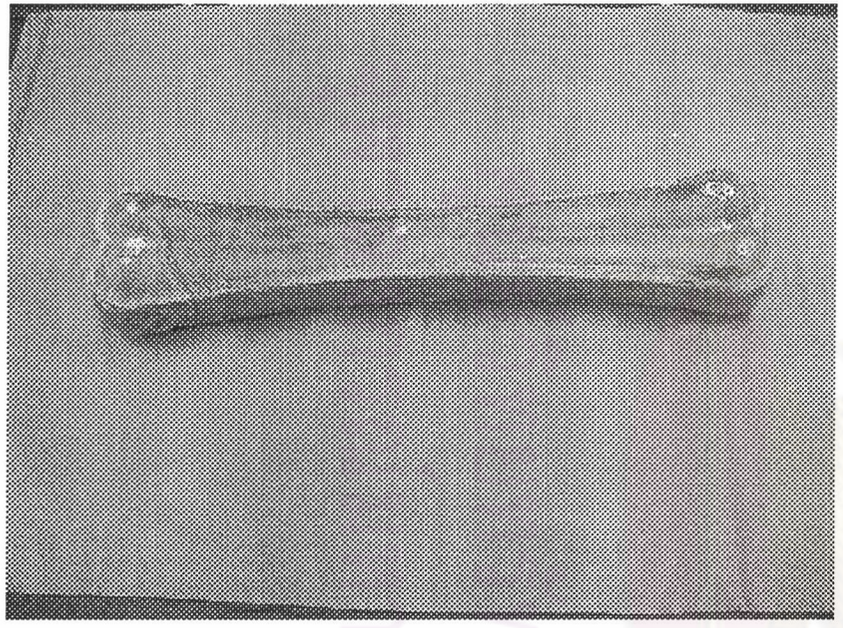


รูปการทดลองที่ 8 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข
เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้ว ทำการทดลองที่ความดัน ประมาณ 460 torr ควบคุม T 60 ^{0} C นาน 15 นาที

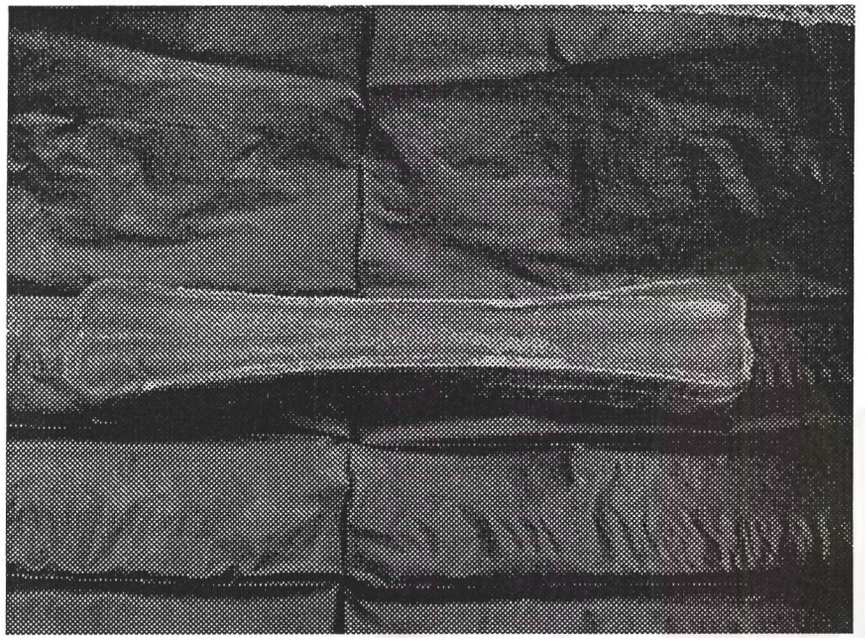




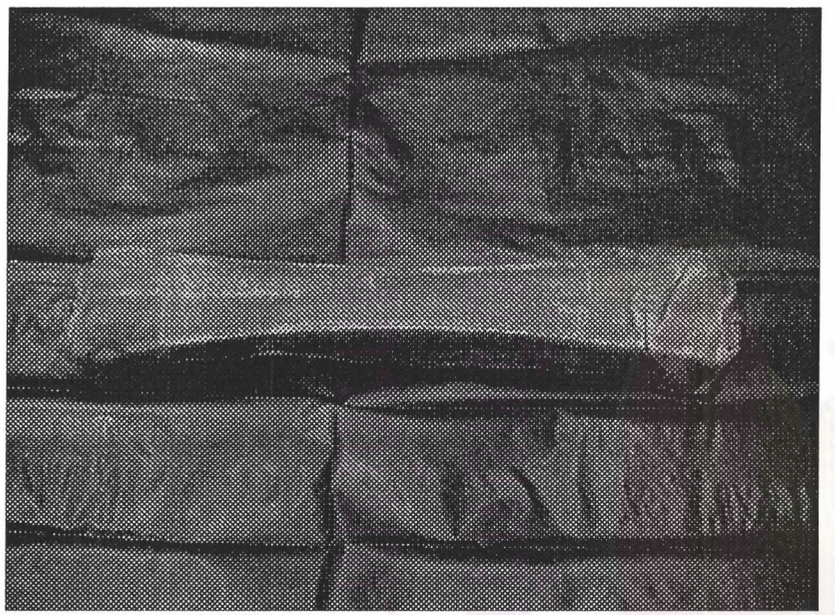
รูปการทดลองที่ 9 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้วฆ่าเชื้อขณะที่กระดูกอยู่ในถุงร้อน ที่ความดันประมาณ 560 torr ควบคุม T 60 ^{0} C นาน 15 นาที



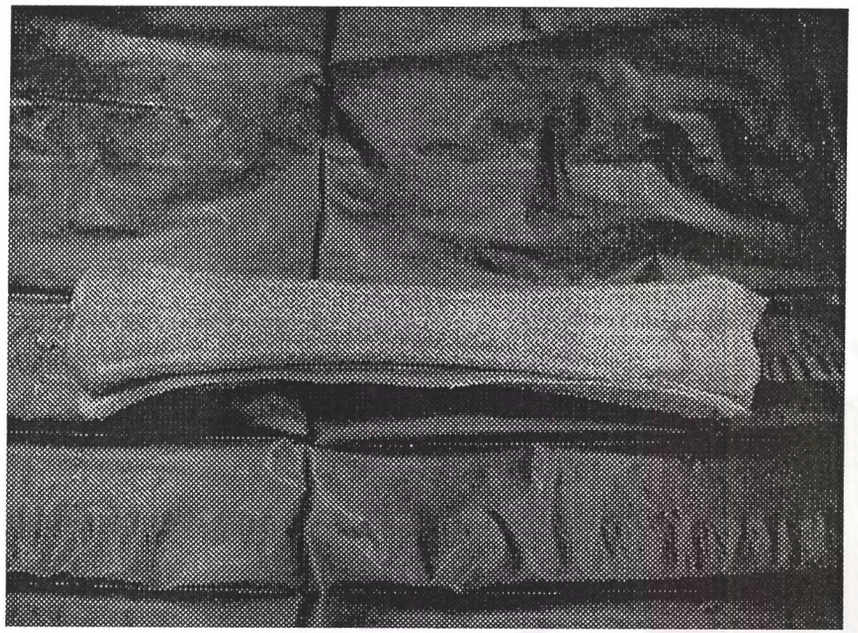
รูปการทดลองที่ 10 ชิ้นกระดูกหลังการทดลองฆ่าเชื้อSalmonella ในผลิตภัณฑ์อาหารสุนัข
เงื่อนไข : ใช้กระดูกขนาด 12 นิ้ว ที่ใส่เชื้อแล้วฆ่าเชื้อขณะที่กระดูกอยู่ในถุงร้อน
ที่ความดัน ประมาณ 460 torr ควบคุม T 60 ^{0} C นาน 15 นาที



รูปการทดลองที่ 11 ชิ้นกระดูก ขนาด 12 นิ้ว หลังการทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ไม่ใส่เชื้อ ควบคุม P ที่ 760 torr Hold นาน 15 นาที



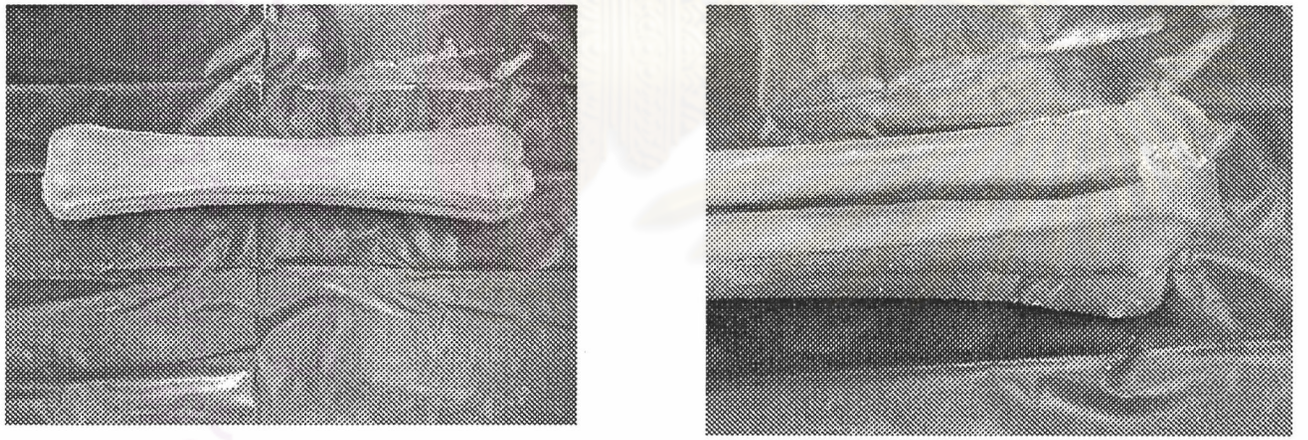
รูปการทดลองที่ 12 ชิ้นกระดูก ขนาด 12 นิ้ว หลังการทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ไม่ใส่เชื้อ ควบคุม P ที่ 0.40 barG hold นาน 15 นาที



รูปการทดลองที่ 13 ชิ้นกระดูก ขนาด 12 นิ้ว หลังการทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่ไม่หุ้มด้วยถุง ร้อน ไม่ใส่เชื้อ ควบคุม P ที่ 760 torr Hold นาน 15 นาที

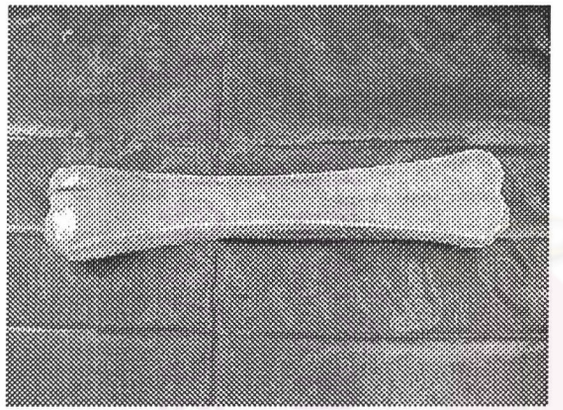
ไม่มีรูป เนื่องจากปัญหาจากการถ่ายรูป

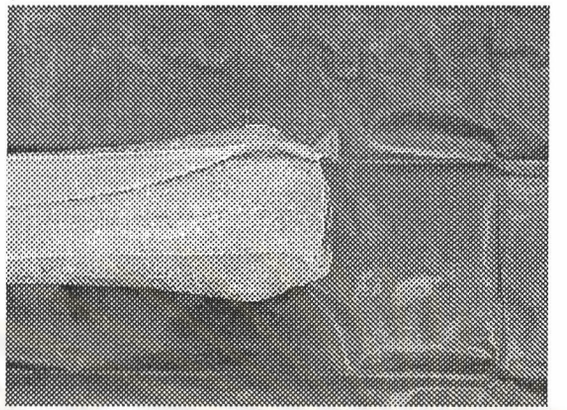
ก่อนการทดลอง



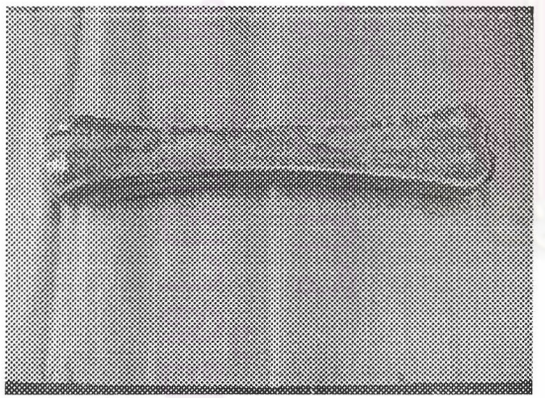
หลังการทดลอง

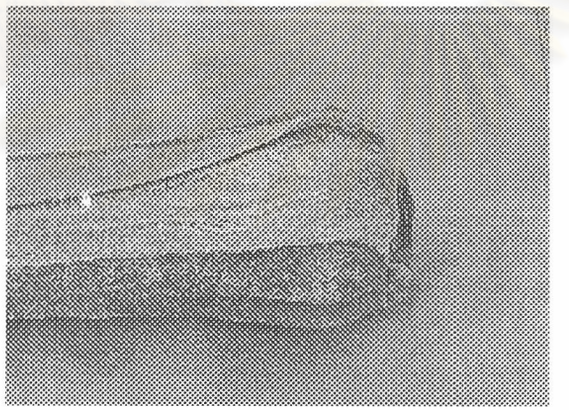
รูปการทดลองที่ 14 ชิ้นกระดูกก่อนและหลังให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้วควบคุม P ที่ 760 torr





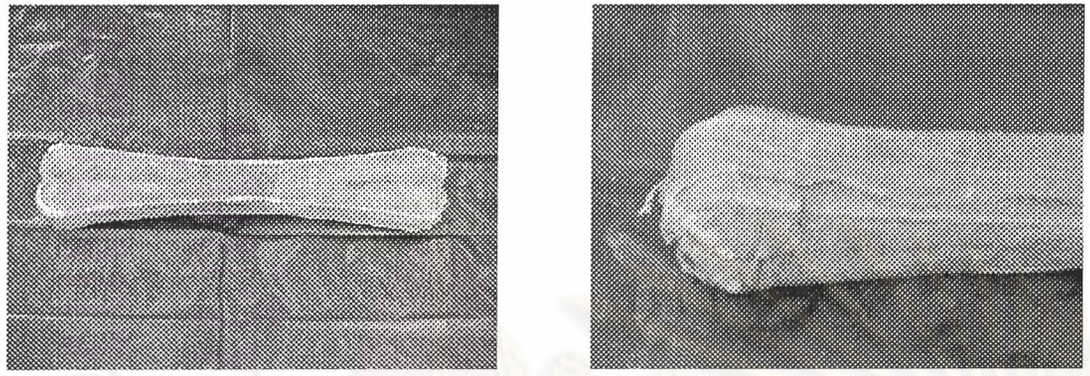
ก่อนการทดลอง



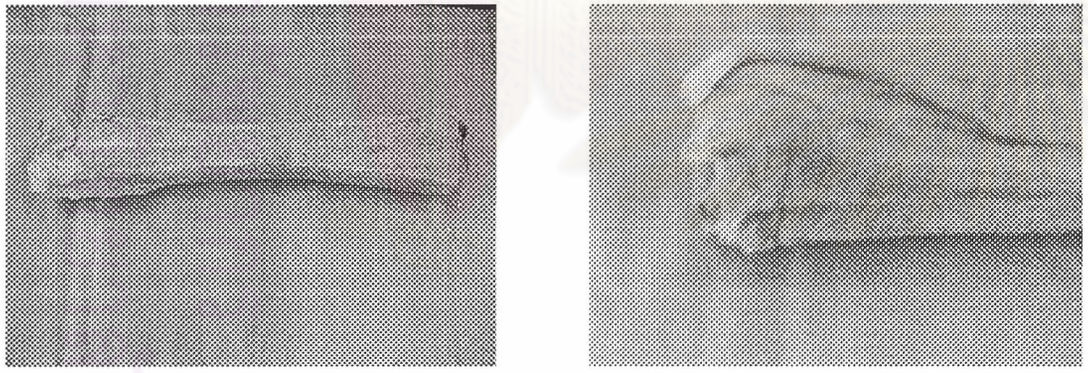


หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 15 ถ่ายกระดูกก่อนและหลังให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้วควบคุม P ที่0.40 barG

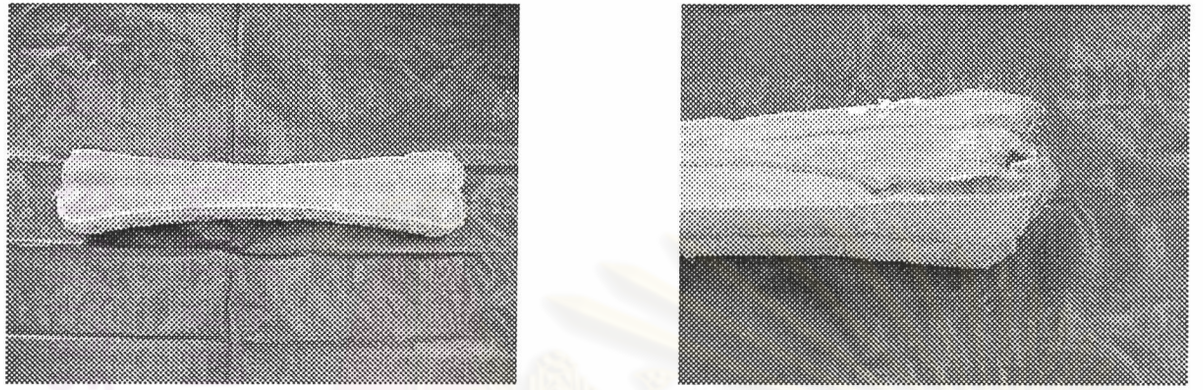


ก่อนการทดลอง

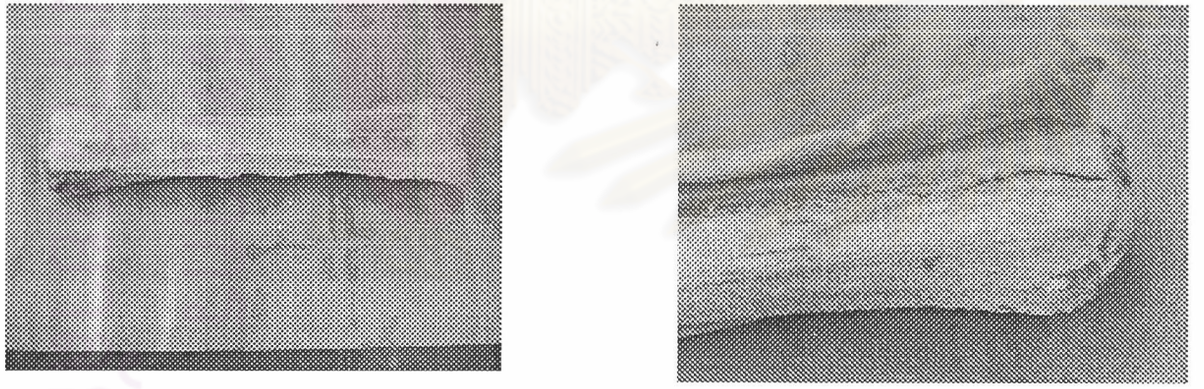


หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 16 ชิ้นกระดูกก่อนและหลังให้ความร้อนกับกระดูกที่ไม่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้วควบคุม P ที่ 560 torr

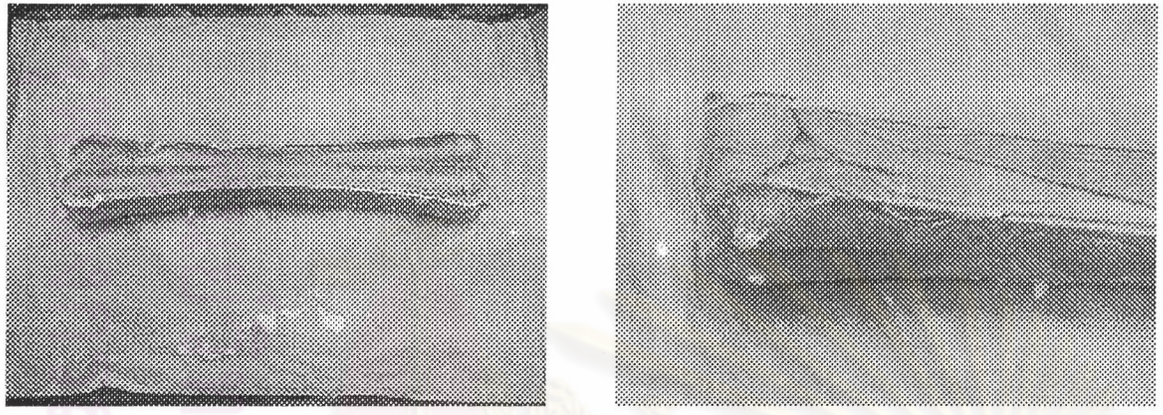


ก่อนการทดลอง

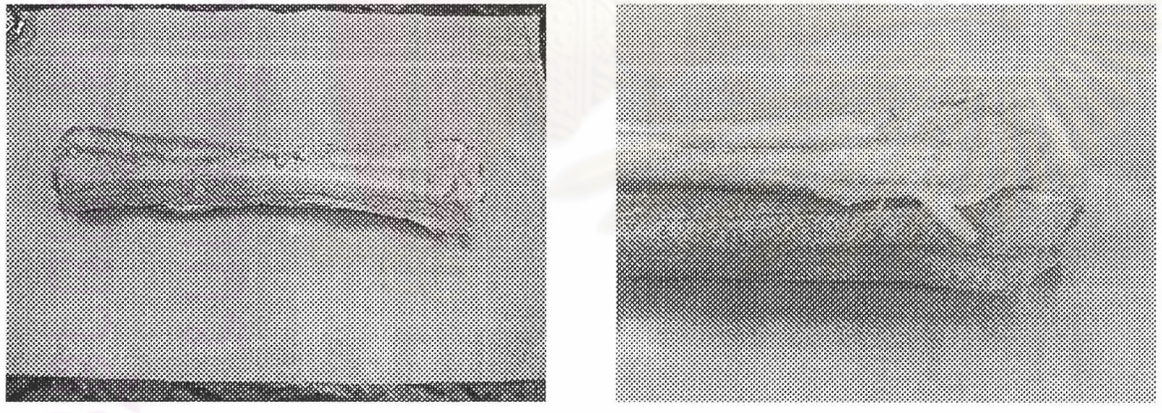


หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 17 ชิ้นกระดูกก่อนและหลังให้ความร้อนกับกระดูกที่ไม่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้วควบคุม P ที่ 660 torr เป็นเวลานาน 20 นาที



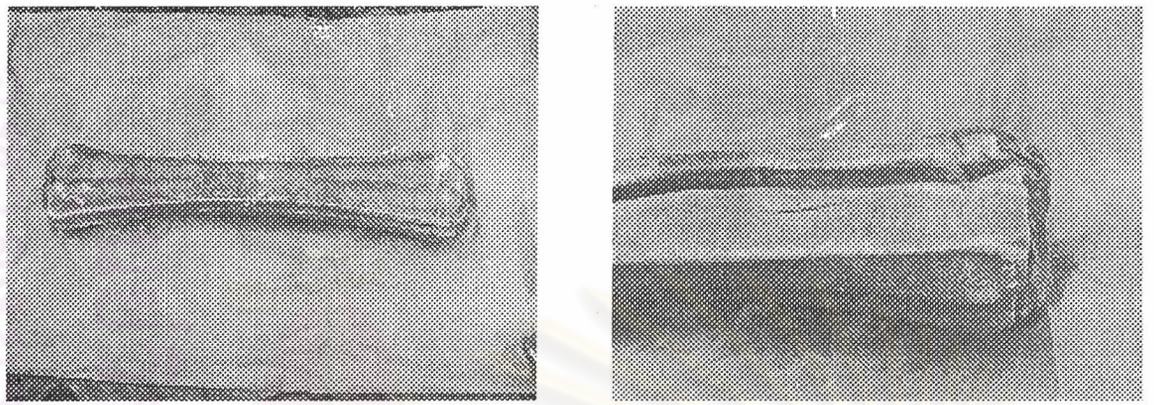
ก่อนการทดลอง



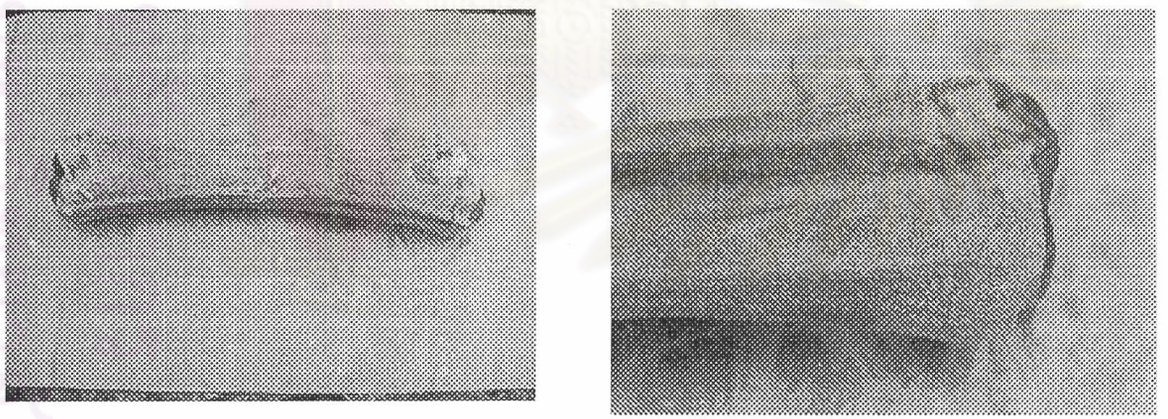
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 18 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : การทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่ไม่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P ที่ 560 torr



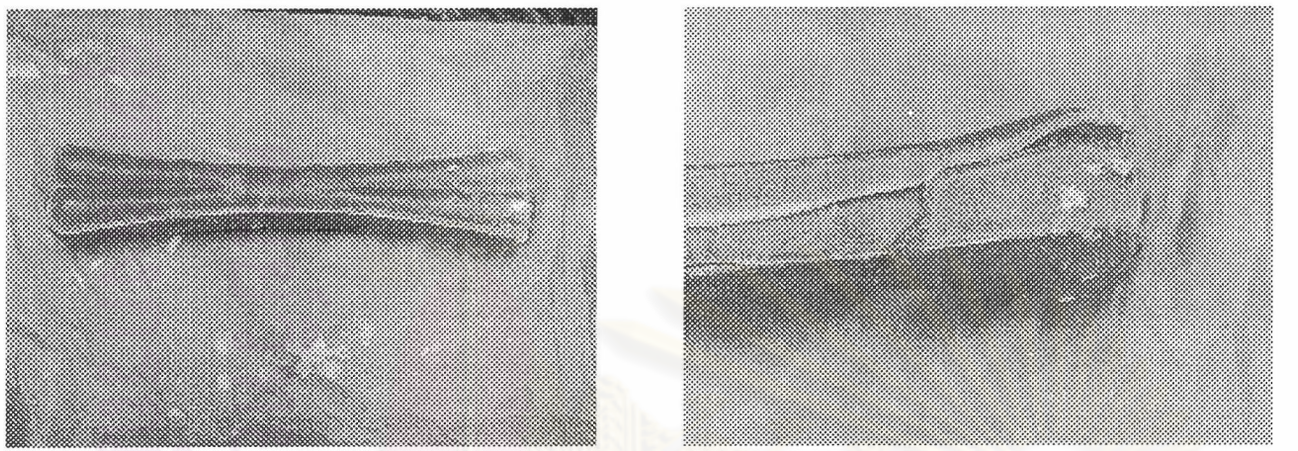
ก่อนการทดลอง



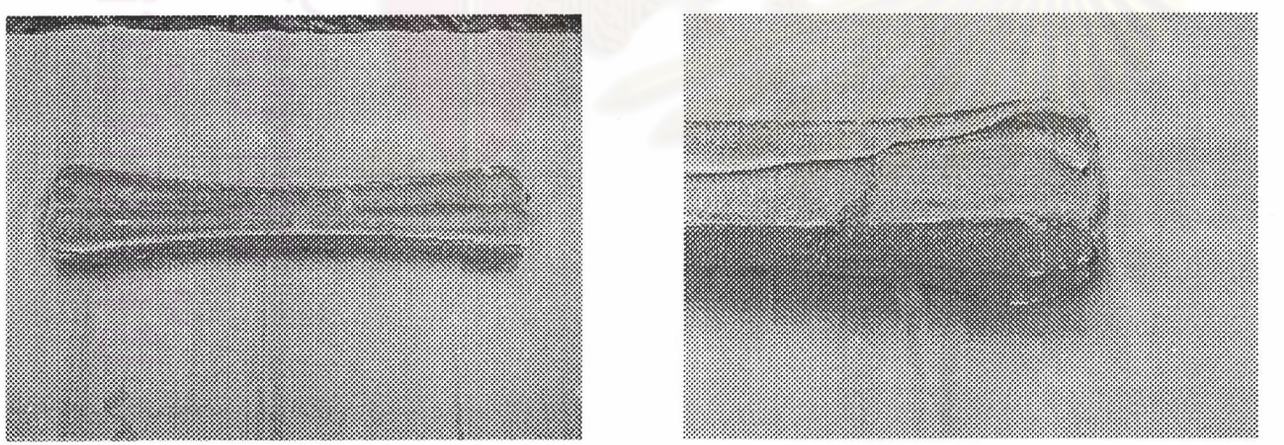
หลังการทดลอง

รูปกาทดลองที่ 19 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : การทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่ไม่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P ที่ 660 torr เป็นเวลา 20 นาที



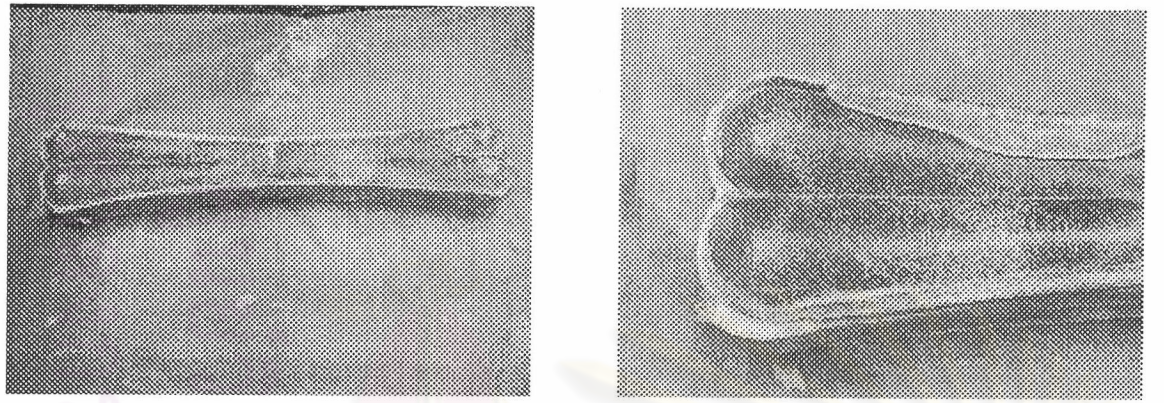
ก่อนการทดลอง



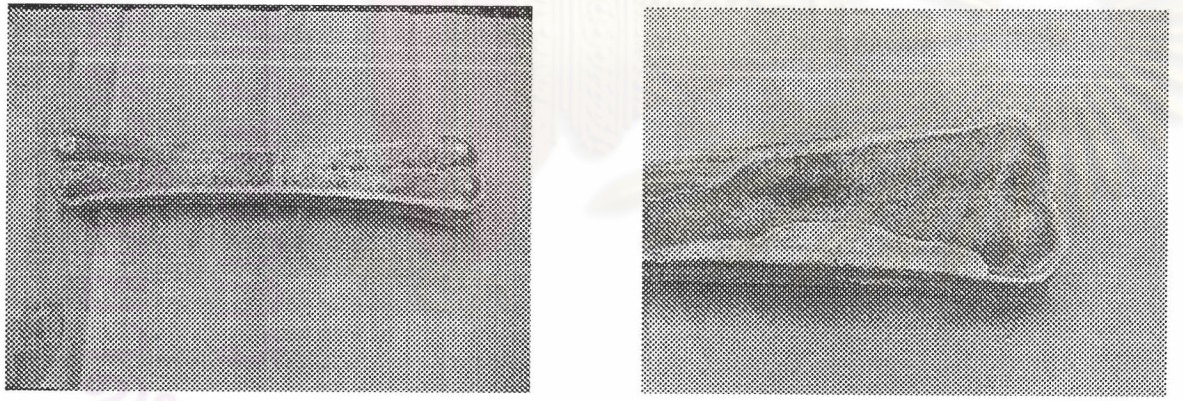
หลังการทดลอง

รูปภาพที่ 20 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : การทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P ที่ 760 torr



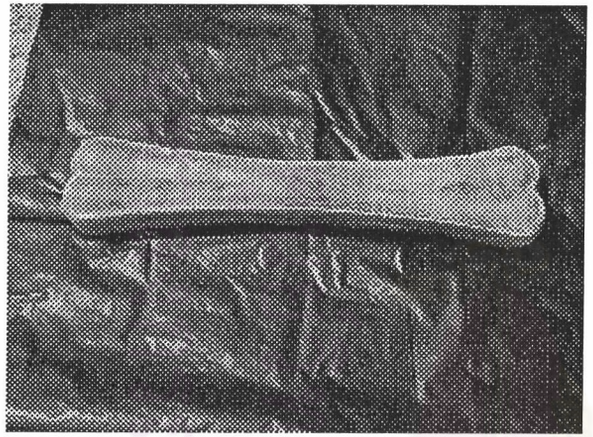
ก่อนการทดลอง

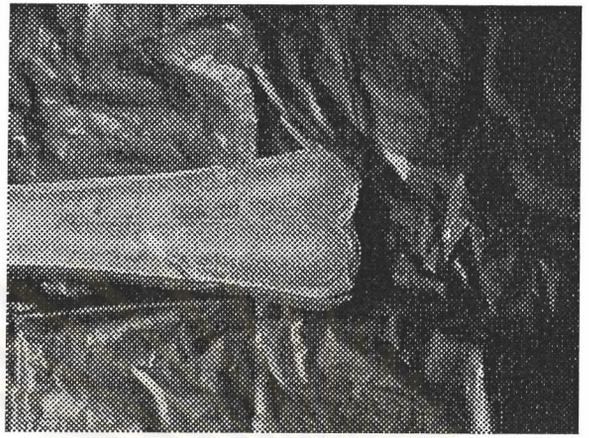


หลังการทดลอง

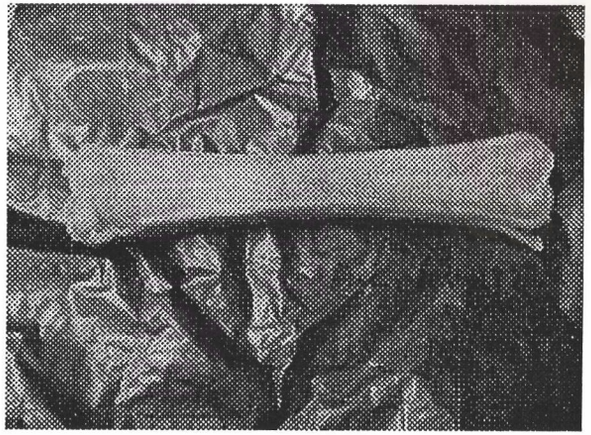
รูปกาทดลองที่ 21 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

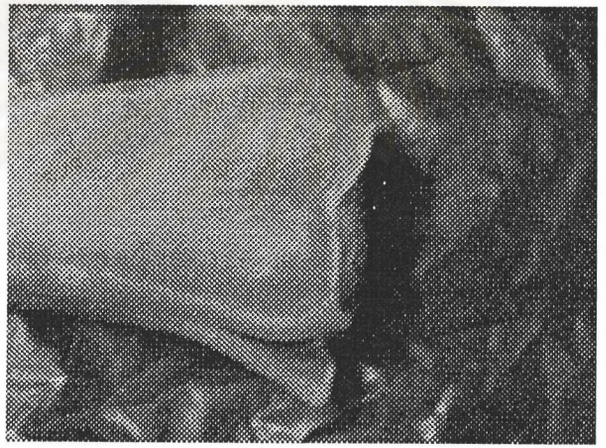
โดยเงื่อนไข :การทดลองให้ความร้อนกับกระดูกที่หุ้มด้วยถุงร้อน ใส่เชื้อแล้ว ควบคุม P ที่ 0.40 barG





ก่อนการทดลอง



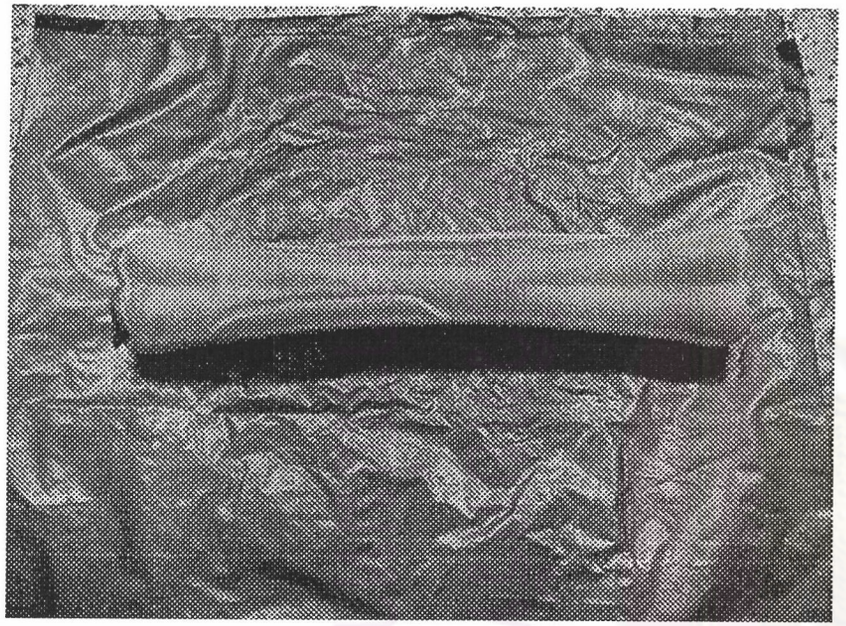


หลังการทดลอง

รูปกาทดลองที่ 22 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข :เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 0.2 barGประมาณ 15 นาทีแล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้ว

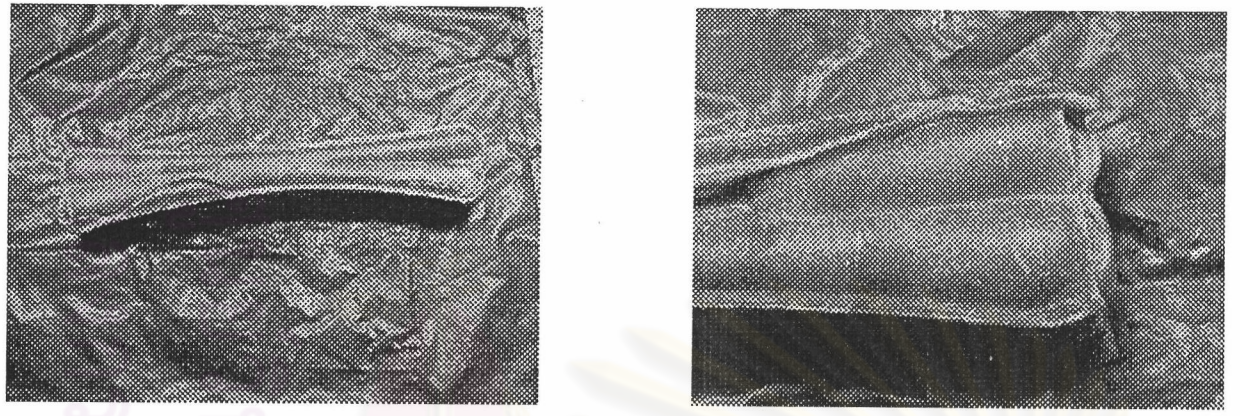
รอจนอณหภมิกึ่งกลางกระดกสงถึง70^{0}C 15 นาที แล้วลดอณหภมิ



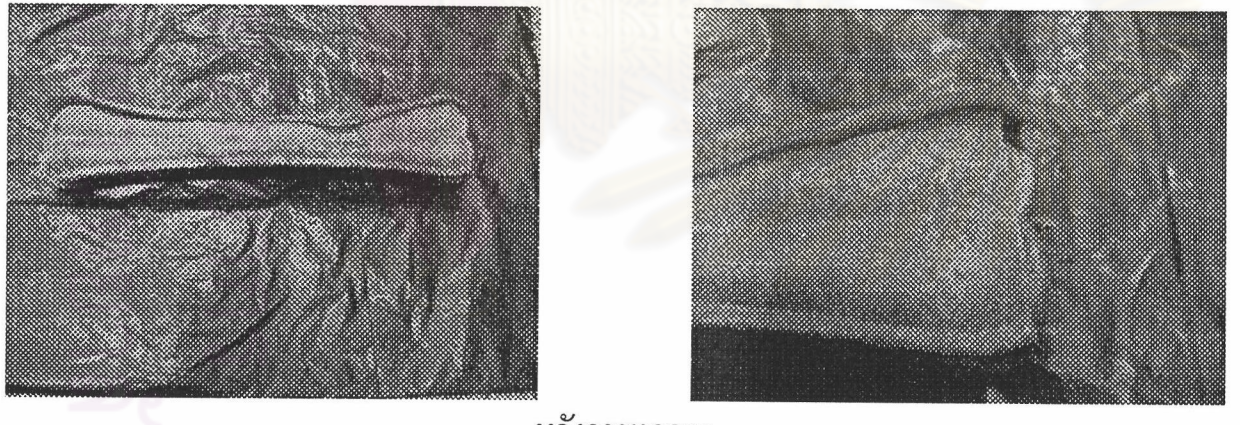
ก่อนการทดลอง

หลังการทดลอง

รูปภาทดลองที่ 23 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง
โดยเงื่อนไข : เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 0.4 bar Gประมาณ 15 นาทีแล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้วรอ
จนอุณหภูมิภายในกึ่งกลางกระดูกสูงถึง70^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิ



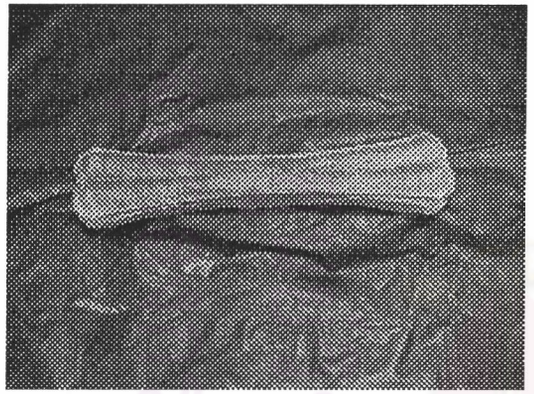
ก่อนการทดลอง

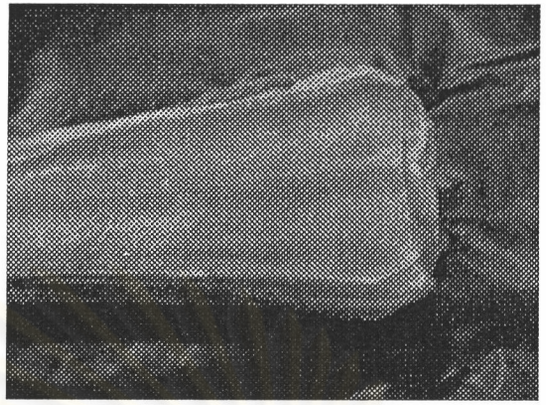


หลังการทดลอง

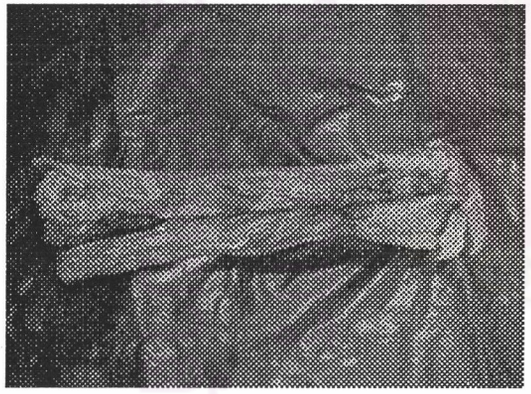
รูปการทดลองที่ 24 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข :เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 760 torr ประมาณ 15 นาทีแล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง70^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิ





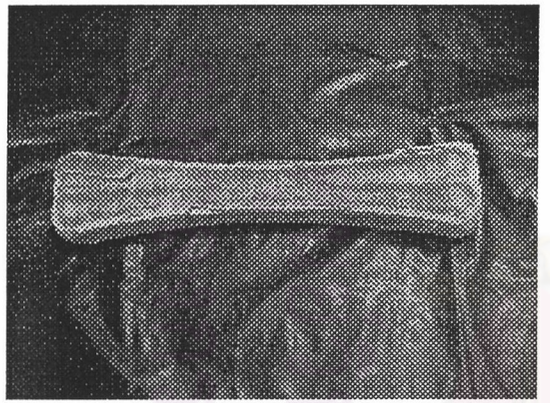
ก่อนการทดลอง

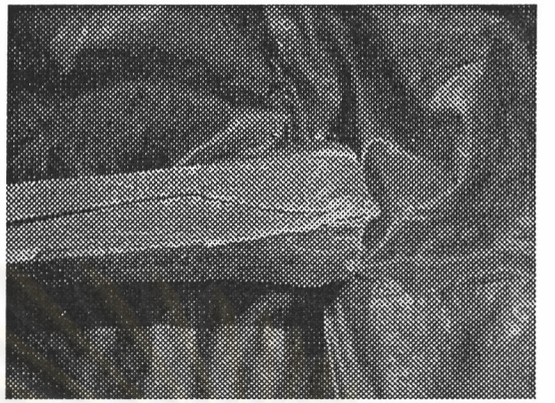


หลังการทดลอง

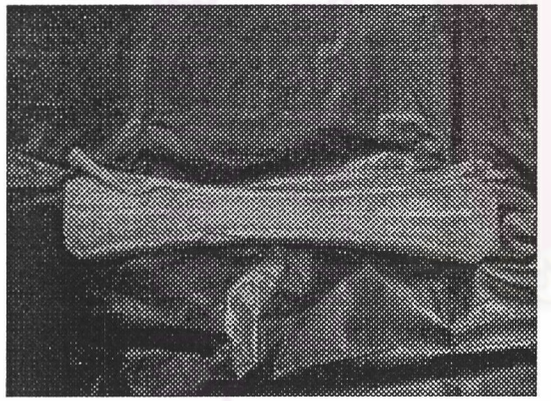
รูปภาพทดลองที่ 25 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข :เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 0.2 bar Gประมาณ 15 นาทีแล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง70^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยดึงสุญญากาศให้ความดันเหลือ 160 torr โดยเปิด compressor ตลอด





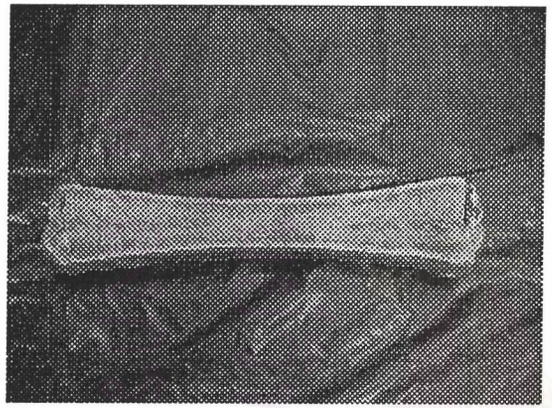
ก่อนการทดลอง

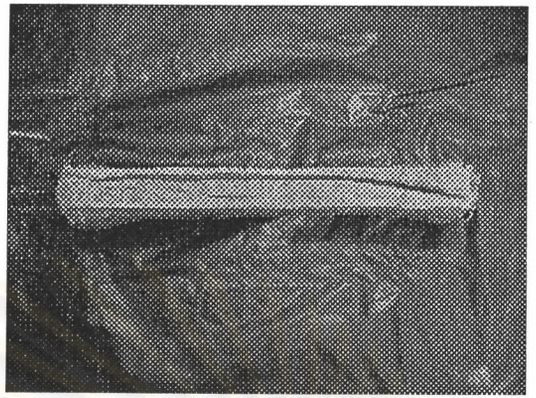


หลังการทดลอง

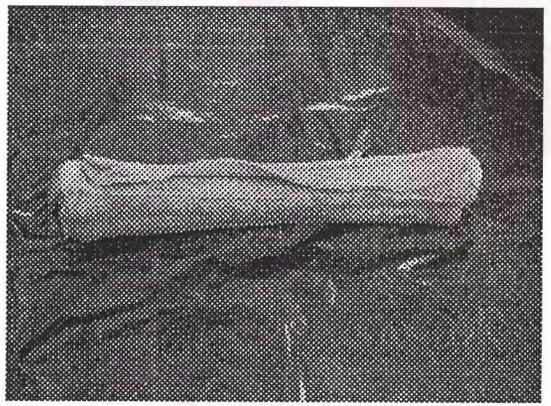
รูปภาพทดลองที่ 26 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 0.2 bar Gประมาณ 15 นาทีแล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง70^{0}Cเป็นเวลา 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยดึงสุญญากาศให้ความดันเหลือ 160 torr แล้ว





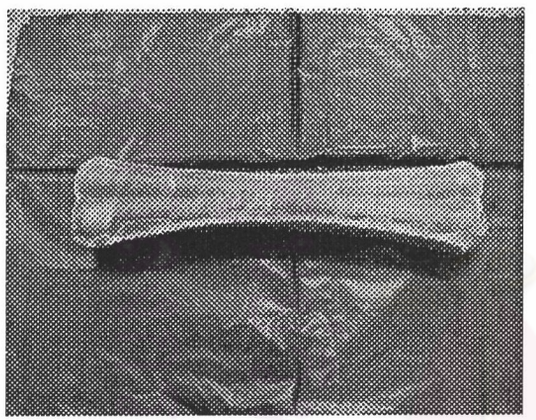
ก่อนการทดลอง

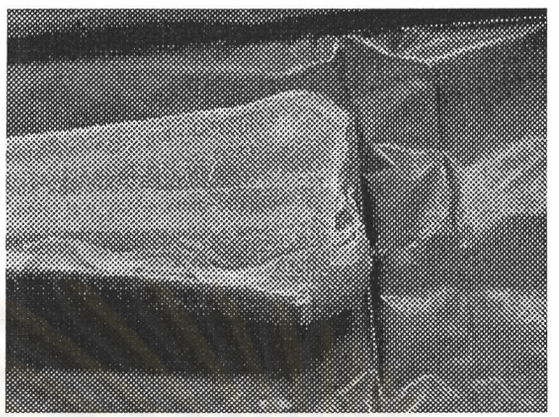


หลังการทดลอง

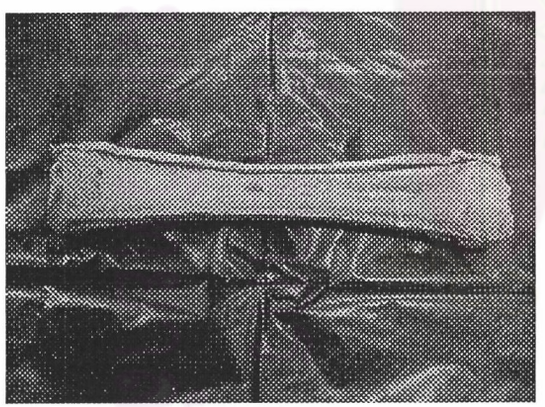
รูปการทดลองที่ 27 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : เริ่มต้นให้ความร้อนจนความดันถึง 0.2 barGประมาณ 15 นาที**แล้วลดความดันเหลือ 460 torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70^{0}C เป็นเวลา**15 นาที **แล้วลดอุณหภูมิโดยไม่ดึงสุญญากาศ**





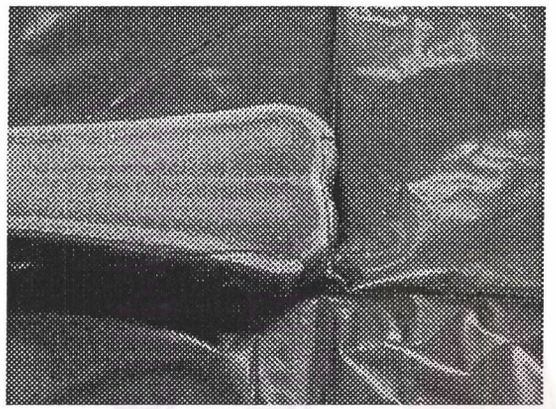
ก่อนการทดลอง



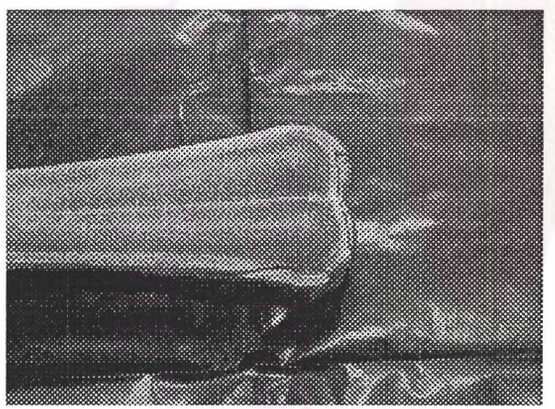
หลังการทดลอง

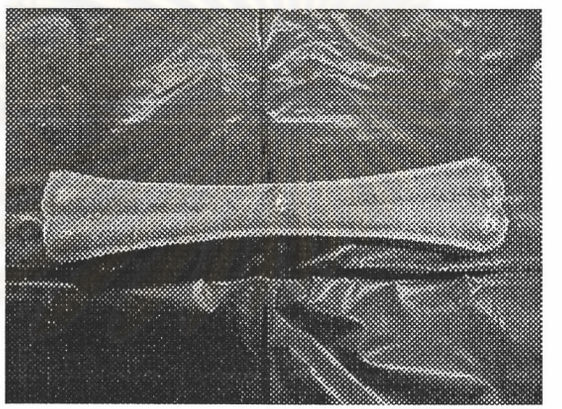
รูปการทดลองที่ 28 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : ทำการทดลองฆ่าเชื้อโดยการเผาหม้อความดัน (dry heat) โดยไม่ใส่น้ำในหม้อ จนกระทั่ง อุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกประมาณ 70 ^{0}C แล้วhold ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วจึงนำไปแช่น้ำพร้อมกับดึงสุญญากาศ



ก่อนการทดลอง

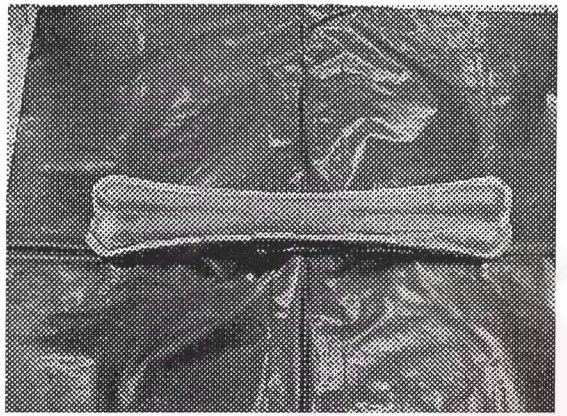


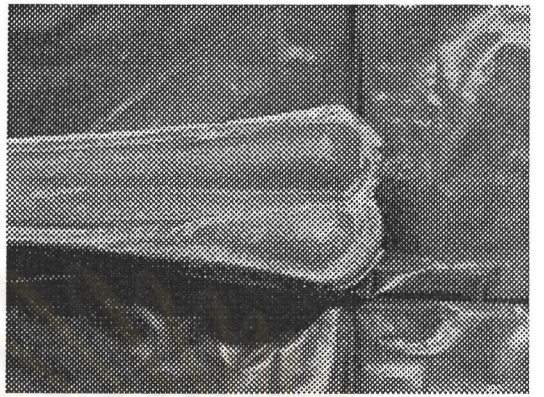


หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 29 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : ทำการทดลองฆ่าเชื้อโดยการเผาหม้อความดัน (dry heat) โดยไม่ใส่น้ำในหม้อ จนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกประมาณ 70 ^{0}C แล้วhold ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วจึงนำไปแช่น้ำพร้อมกับดึงสุญญากาศ



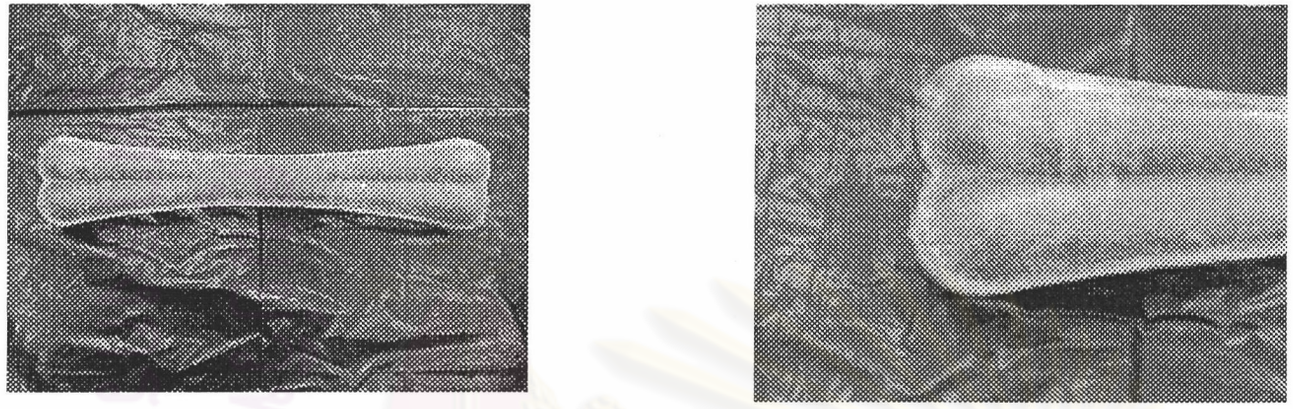


ก่อนการทดลอง

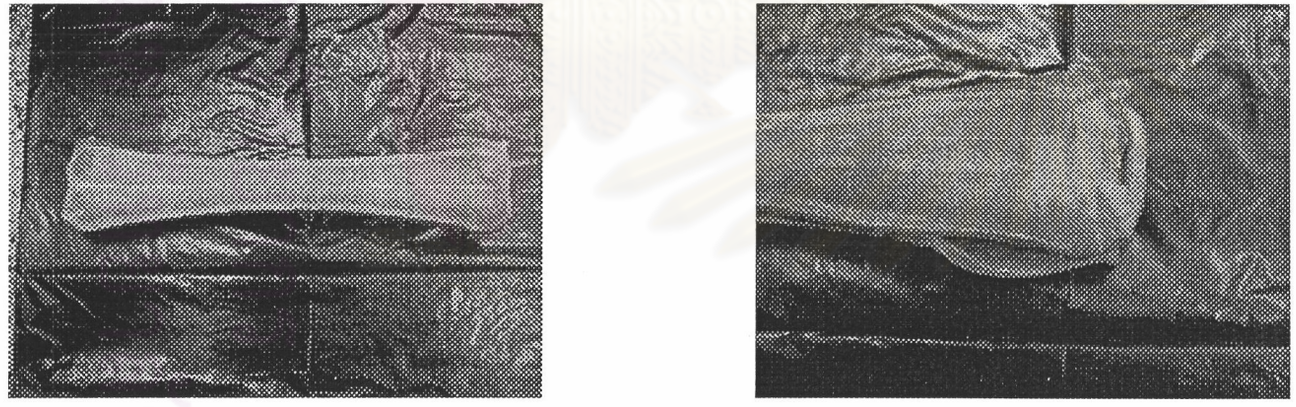
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 30 ชิ้นกระดูกอัด ขนาด 12 นิ้ว ก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : ทำการทดลองฆ่าเชื้อโดยการให้ความร้อนจนความดันถึง 0.2 barGประมาณ 15 นาที แล้วลดความดันให้เหลือ 460 torr แล้วรอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกประมาณ 70 ^{0}C แล้วhold ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วจึงนำไปแช่น้ำพร้อมกับดึงสุญญากาศ



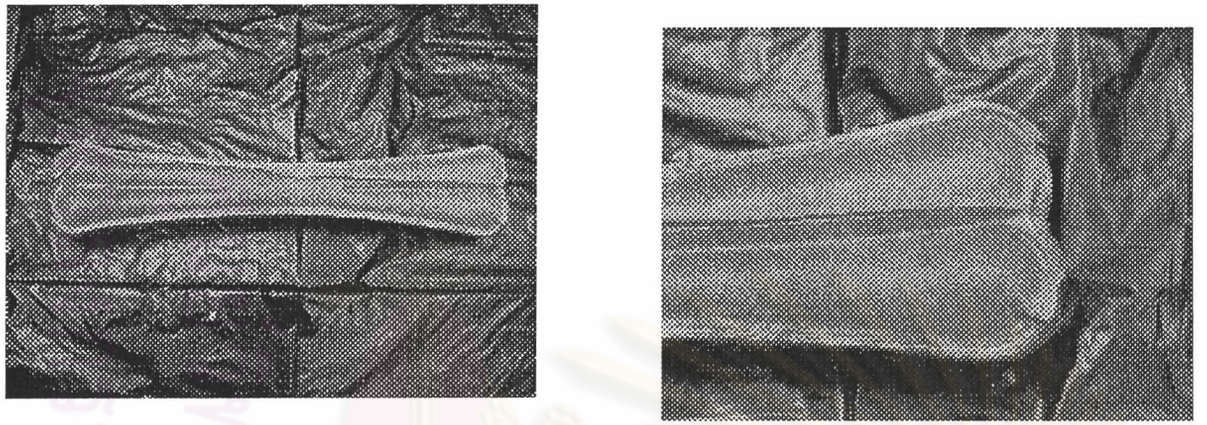
ก่อนการทดลอง



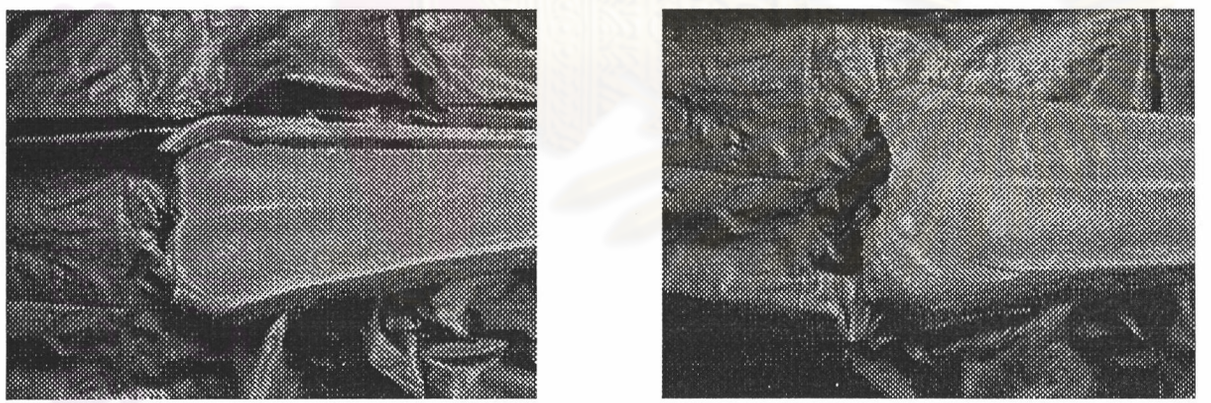
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 31 ภาพชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : โดยควบคุมความดันที่ 0.2 barG ประมาณ 2 นาทีแล้วลดความดันลงที่ 460 torr holdที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยแช่น้ำและดึงสุญญากาศ



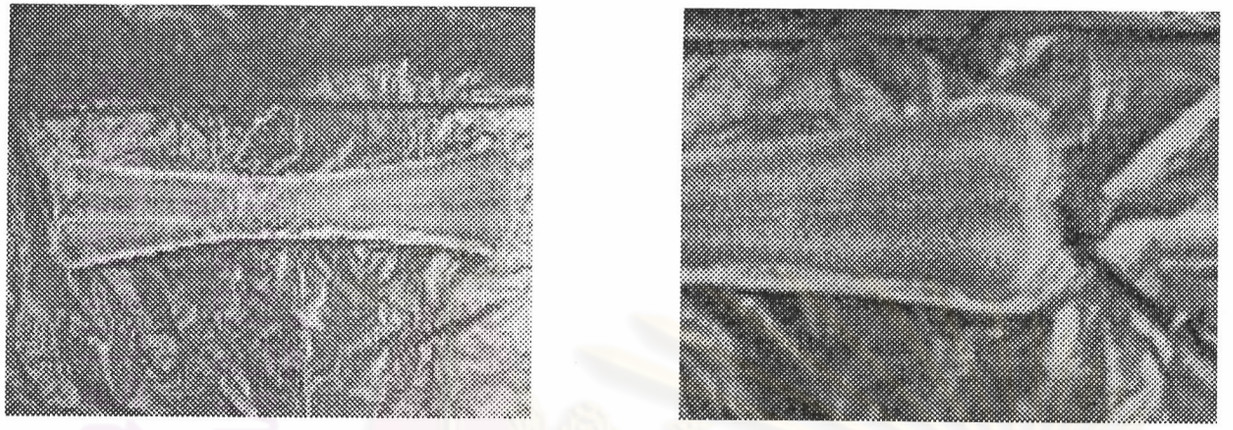
ก่อนการทดลอง



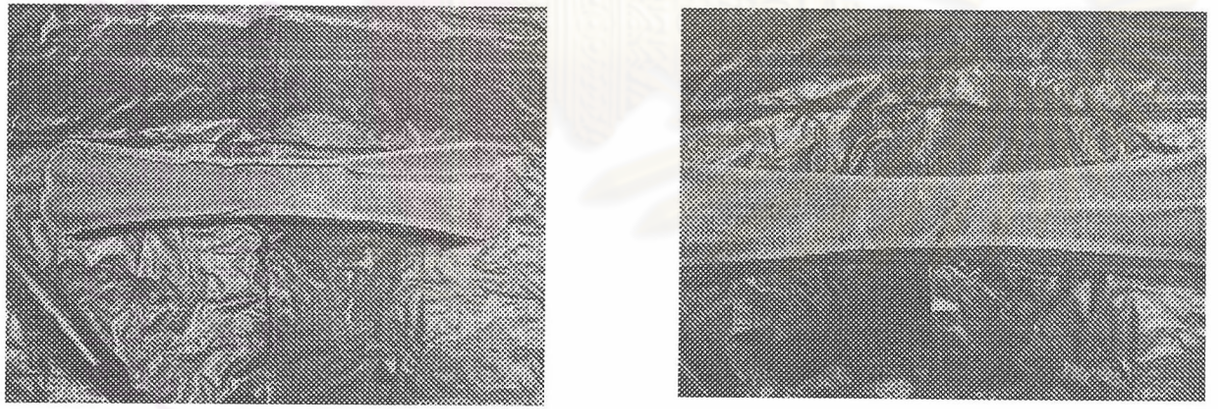
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 32 ชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : โดยควบคุมความดันที่ 760torr ประมาณ 3 นาทีแล้วลดความดันลงที่ 460 torr holdที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยแช่น้ำและดึงสุญญากาศ



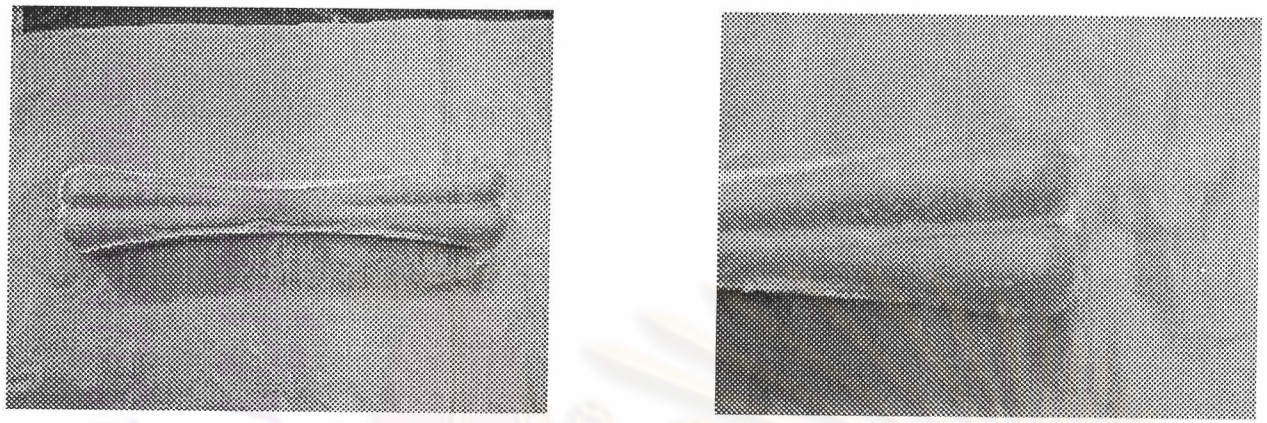
ก่อนการทดลอง



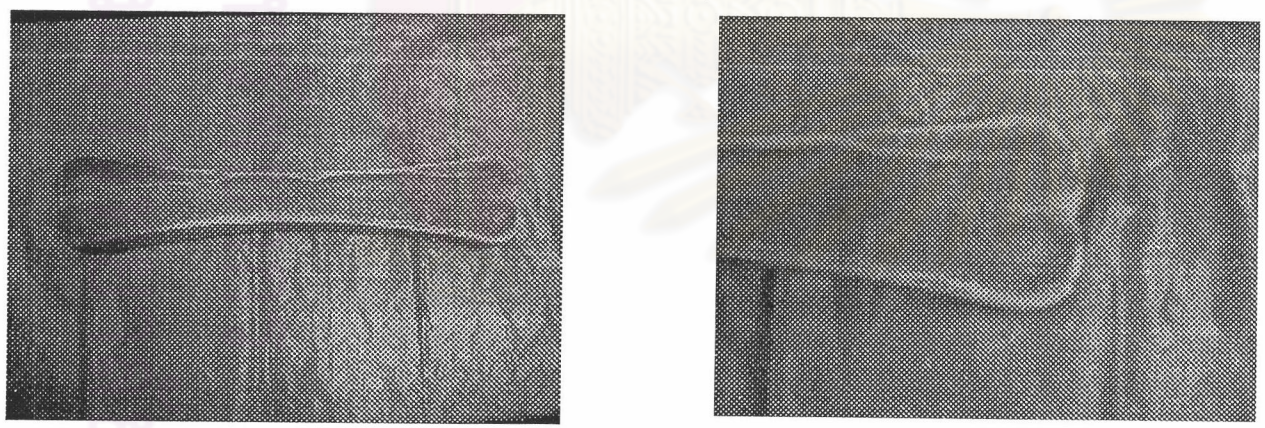
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 33 ชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

โดยเงื่อนไข : โดยควบคุมความดันที่ 760 torr แล้วลดความดันลงที่ 460 torr holdที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยแช่น้ำและดึงสุญญากาศ



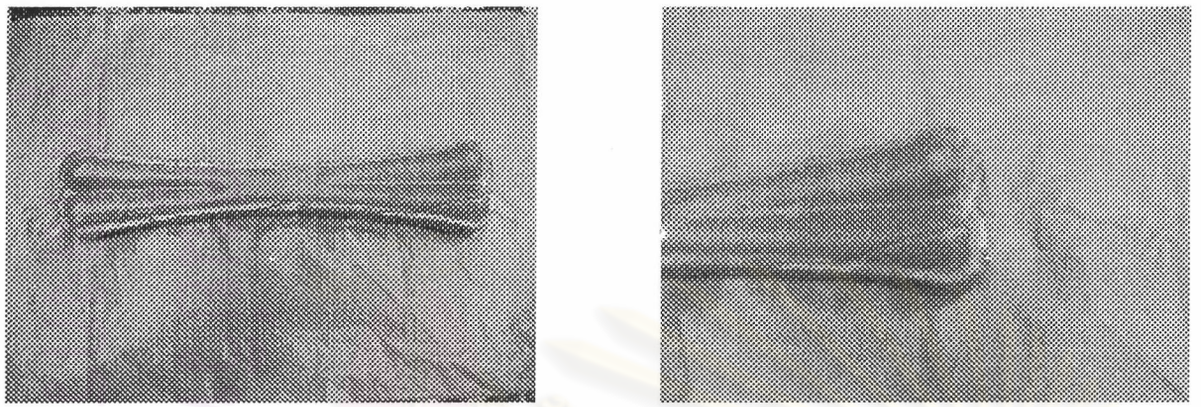
ก่อนการทดลอง



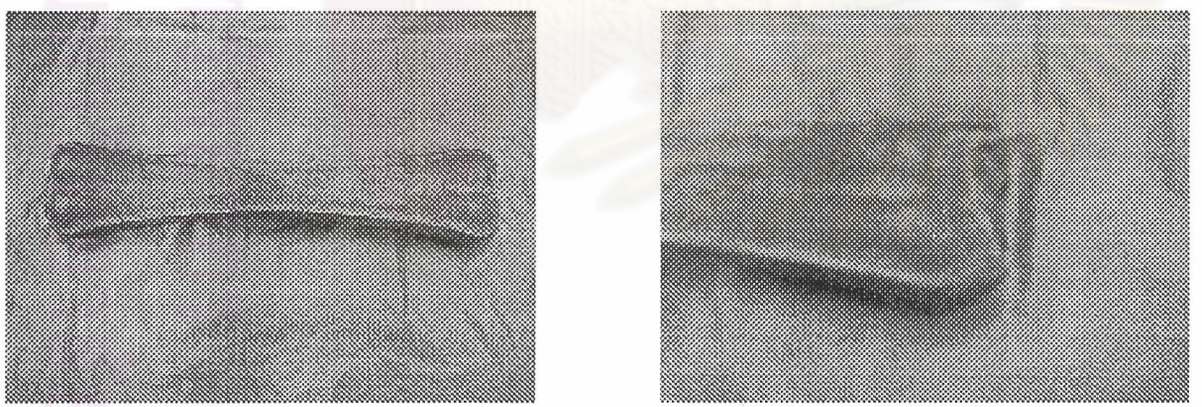
หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 34 ชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : โดยควบคุมความดันที่ 660 torr แล้วลดความดันลงที่ 460 torr holdที่อุณหภูมิกึ่งกลางกระดูก 70 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยแช่น้ำและดึงสุญญากาศ



ก่อนการทดลอง



หลังการทดลอง

รูปการทดลองที่ 35 ชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : โดยควบคุมความดันที่ 660 torr แล้วhold นานประมาณ 2 นาที แล้วลดความดันลงที่ 460 torr holdที่อุณหภูมิกึ่งกลางกระดูก 70 ^{0}C 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิโดยแช่น้ำและดึงสุญญากาศ

ภาคผนวก จ

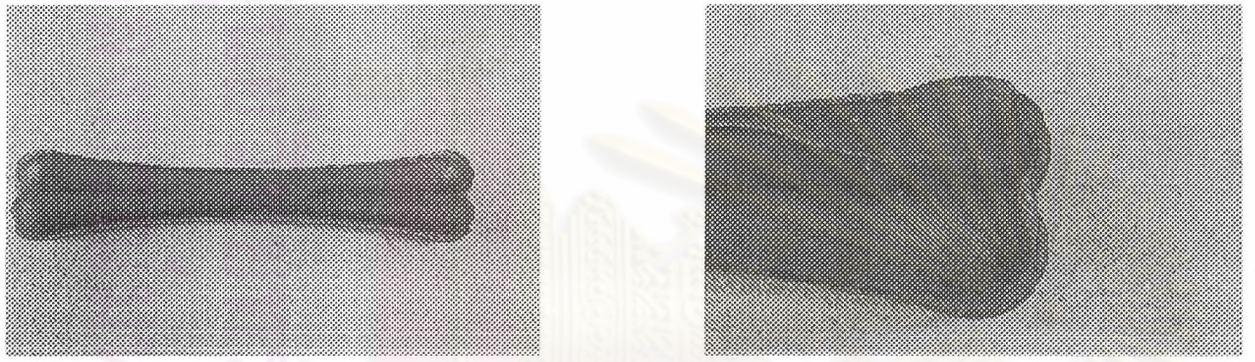
รูปผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการทดลองในเครื่องระดับนำร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

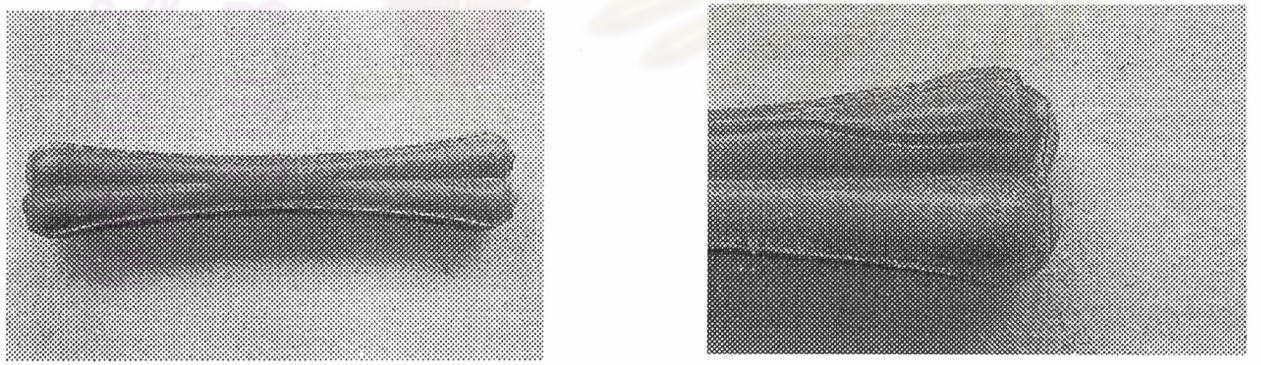
รูปที่36 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : การทดลองโดยการให้ความร้อนที่ผิว (dry heat) กำหนดอุณหภูมิที่ผิวเครื่องฆ่าเชื้อ 100 องศาเซลเซียส ดึงสุญญากาศให้ได้ต่ำที่สุด รอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงนำชิ้นกระดูก

ชิ้นที่ 1

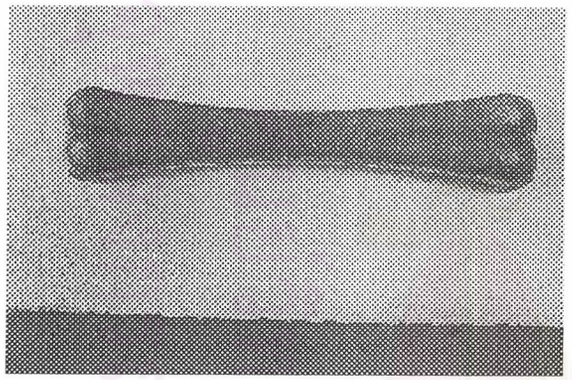


ก่อนการทดลอง

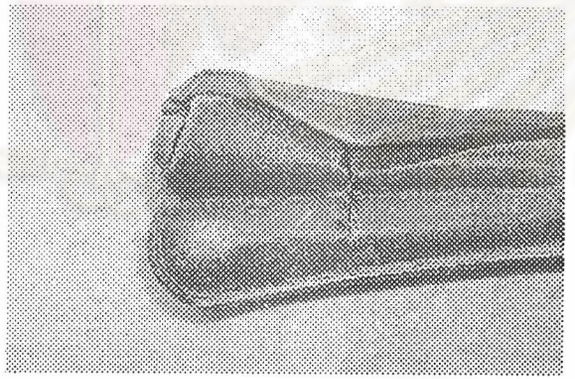


หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2

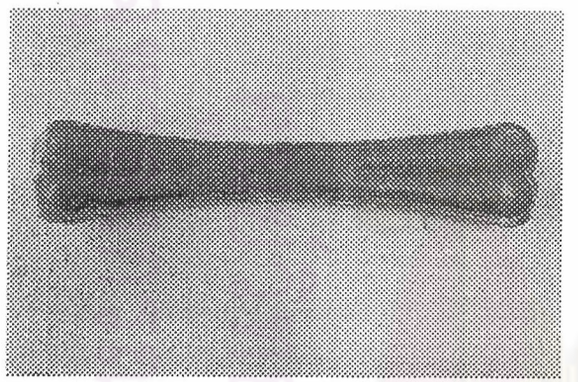


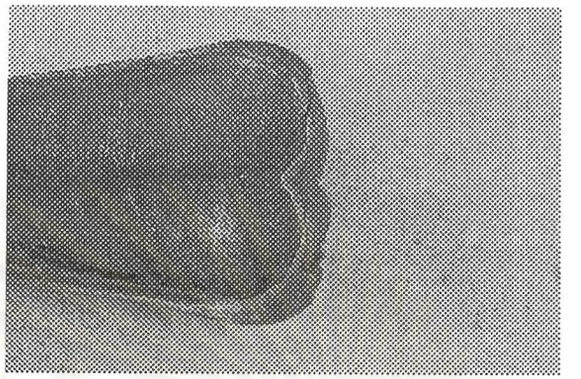
ก่อนการทดลอง



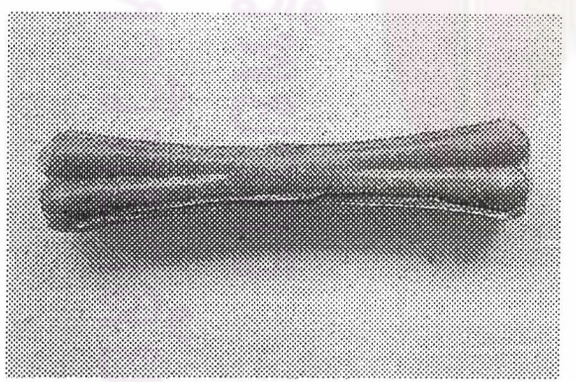
หลังการทดลอง

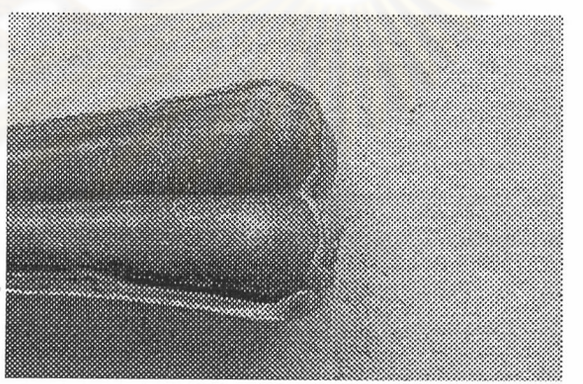
ชิ้นที่ 3





ก่อนการทดลอง



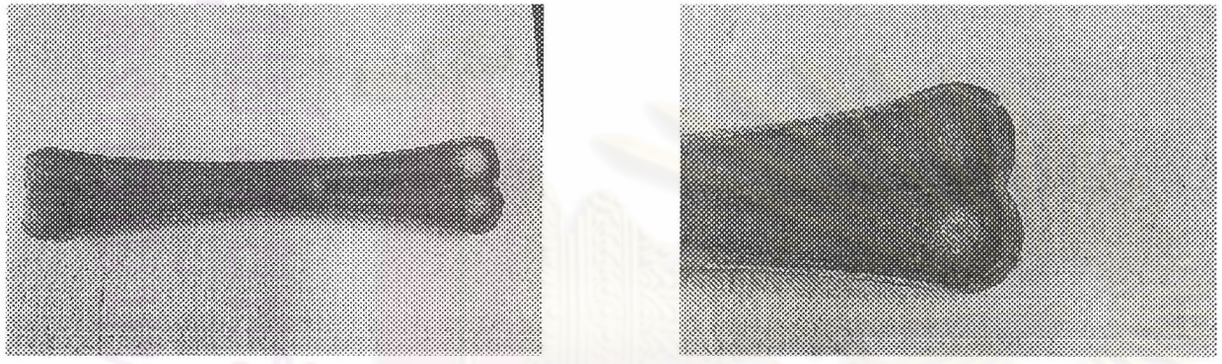


หลังการทดลอง

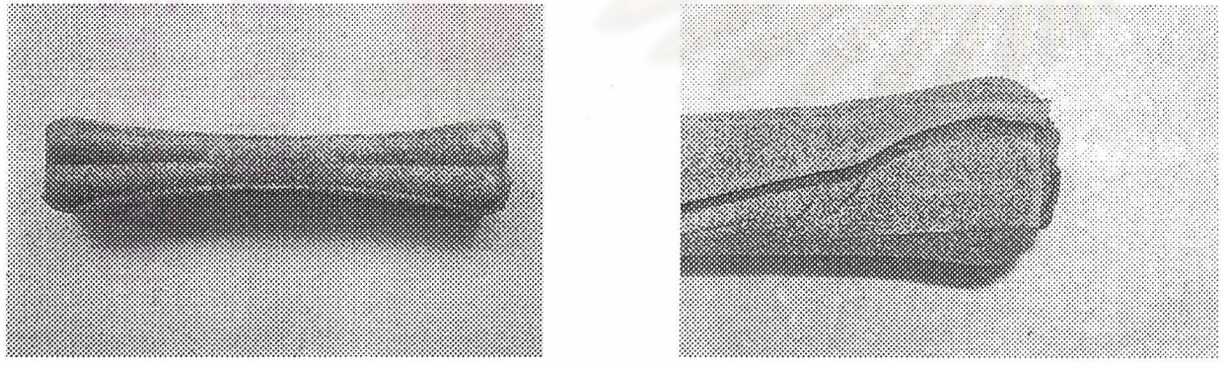
รูปที่37 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : ทำการทดลองโดยการใช้ไอน้ำ โดยให้ความร้อนจนความดันถึง 360 torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส 15 นาทีแล้วจึงดึงสุญญากาศอีกประมาณ 10 นาที

ชิ้นที่ 1

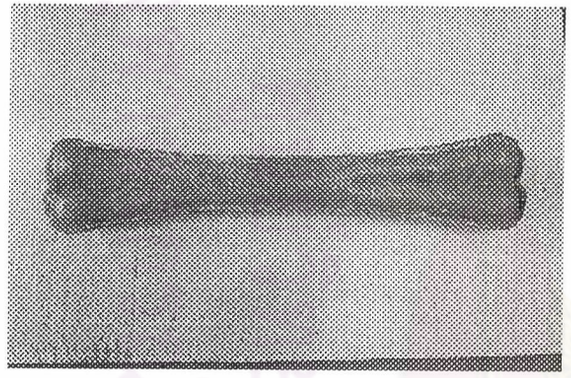


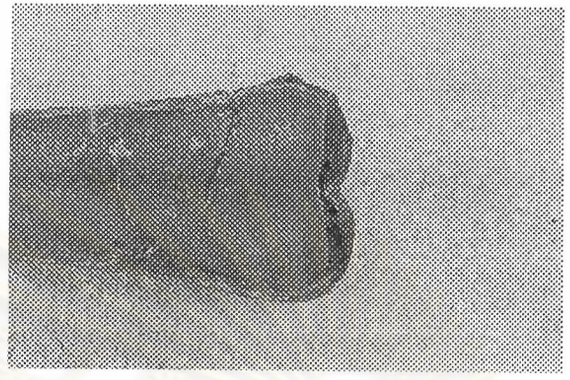
ก่อนการทดลอง



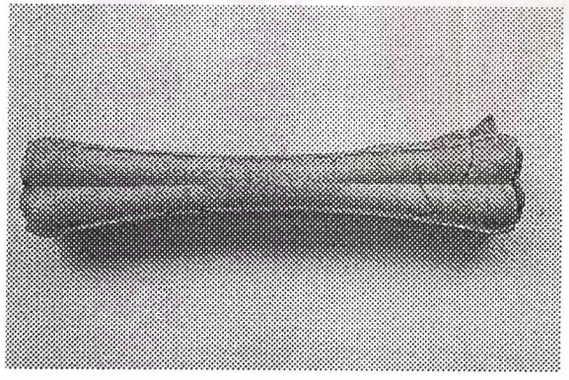
หลังการทดลอง

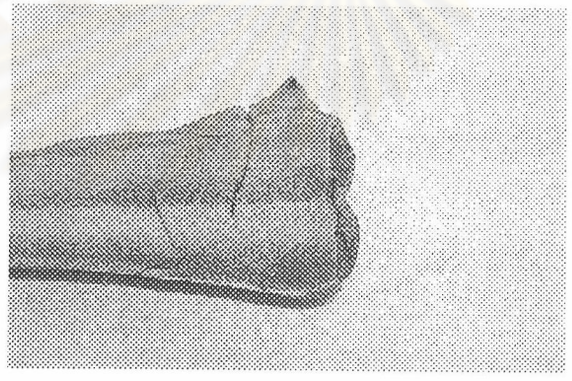
ชิ้นที่ 2





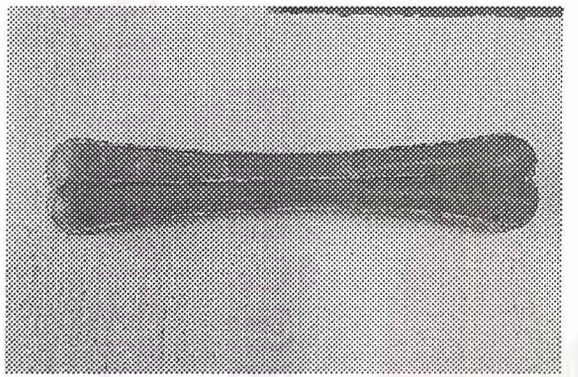
ก่อนการทดลอง



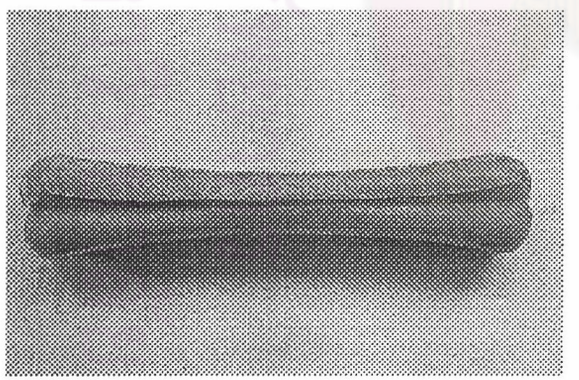


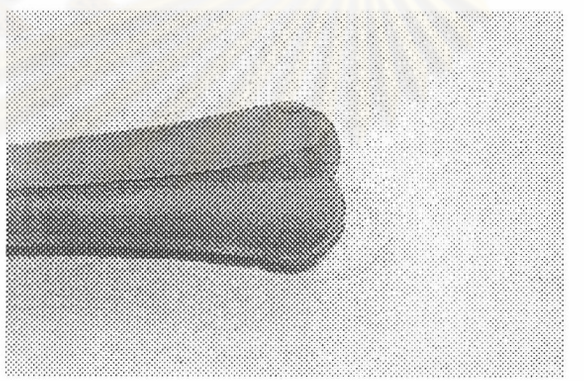
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง



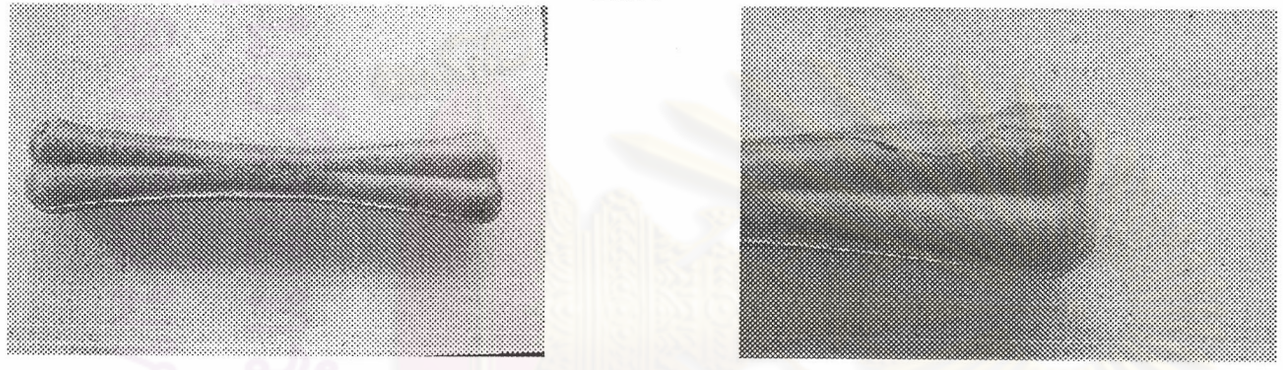


หลังการทดลอง

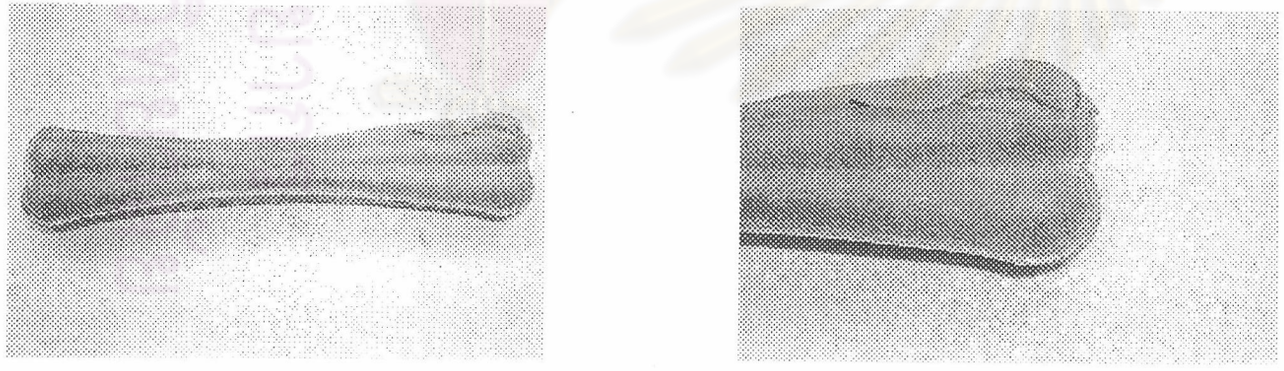
รูปที่37 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : ทำการทดลองโดยการให้ความร้อนที่ผิว (dry heat) กำหนดอุณหภูมิที่ผิวกระดูก 120 องศาเซลเซียส รอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงนำชิ้นกระดูกออกจากเครื่องฆ่าเชื้อ

ชิ้นที่ 1

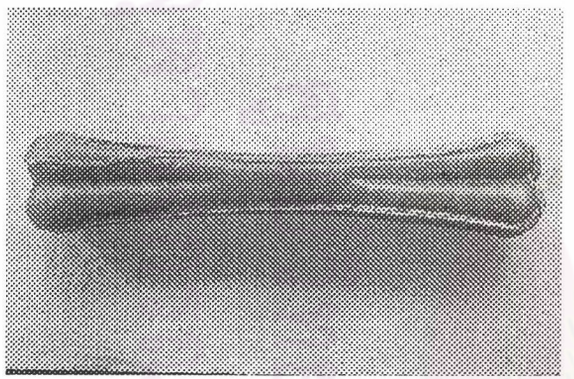


ก่อนการทดลอง

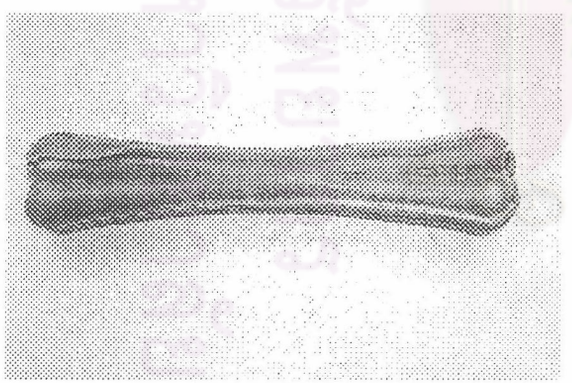


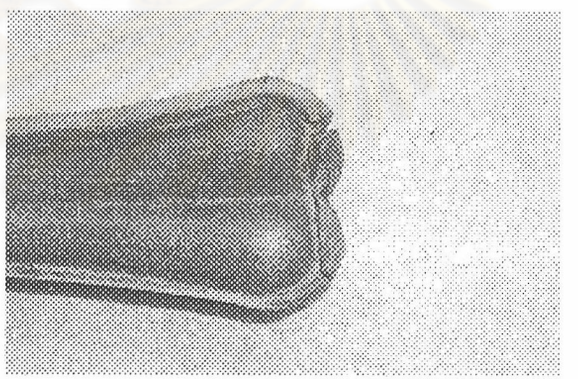
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2



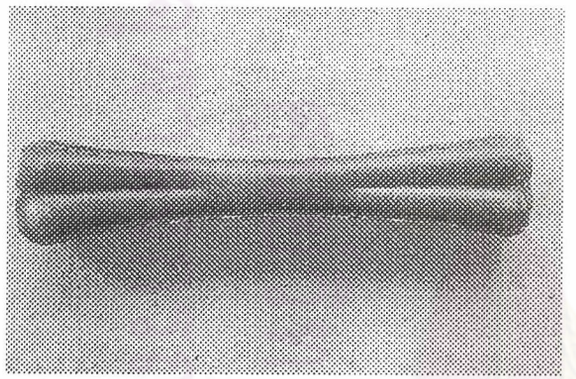
ก่อนการทดลอง

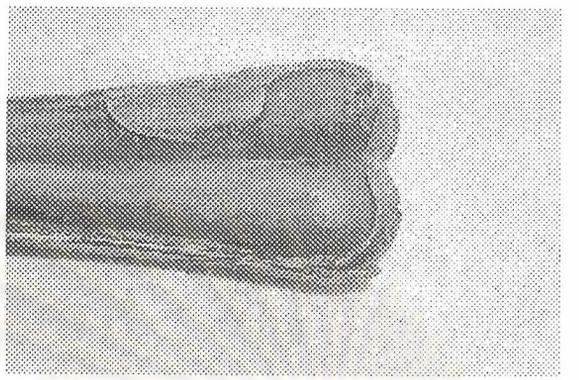




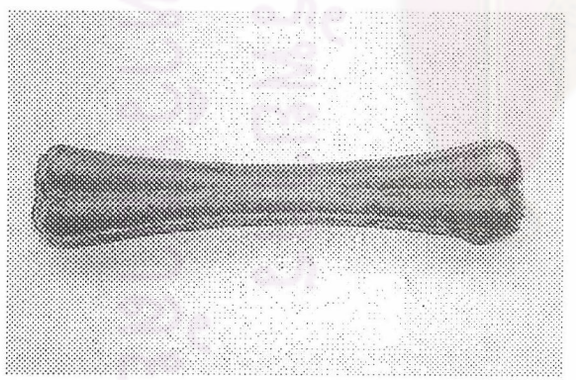
หลังการทดลอง

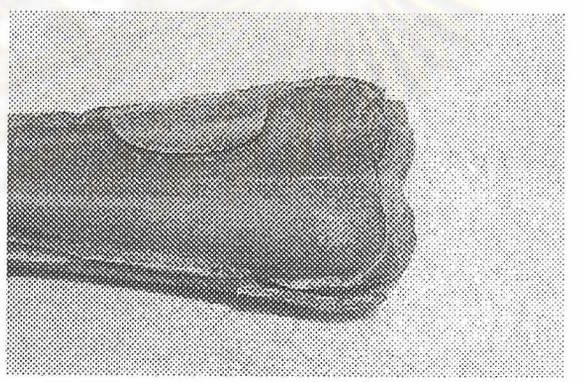
ชิ้นที่ 3





ก่อนการทดลอง



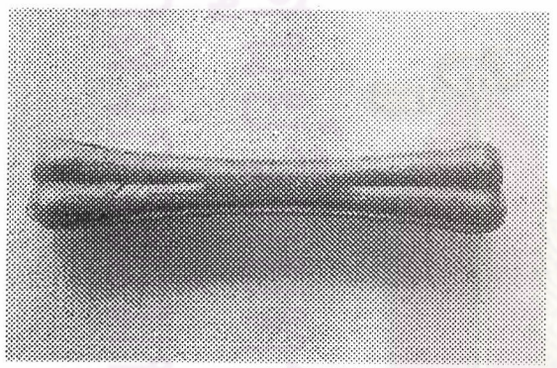


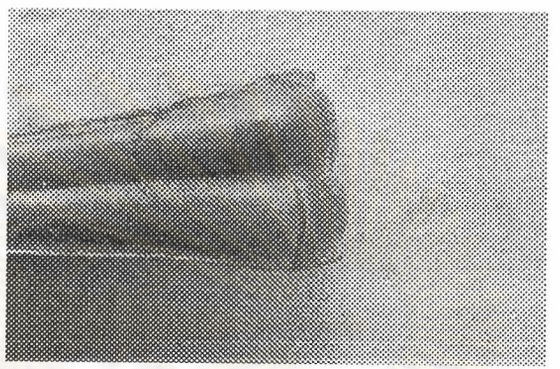
หลังการทดลอง

รูปที่39 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

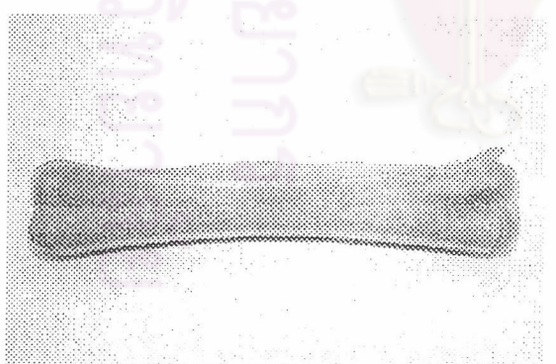
เงื่อนไข : ทำการทดลองโดยการใช้ไอน้ำ โดยให้ความร้อนและควบคุมความดันอยู่ที่ 260-310torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส 15 นาทีแล้วจึงดึงสุญญากาศเพื่อลดความชื้น

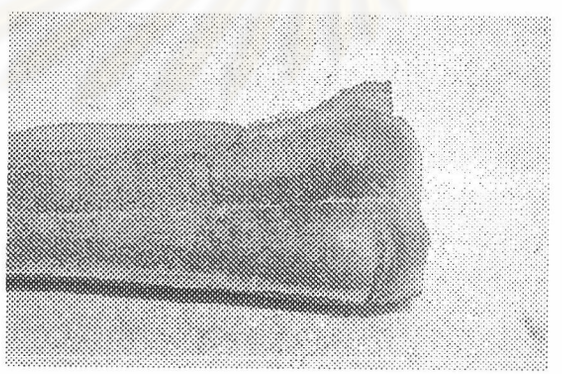
ชิ้นที่ 1





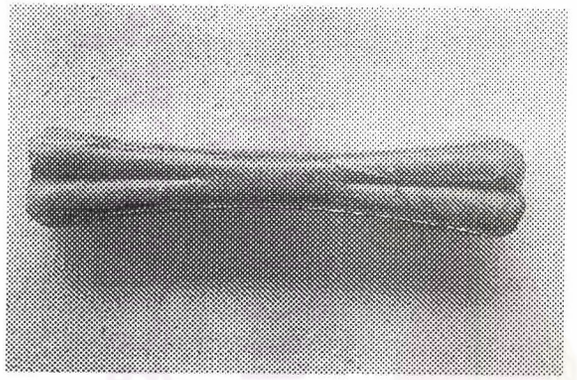
ก่อนการทดลอง



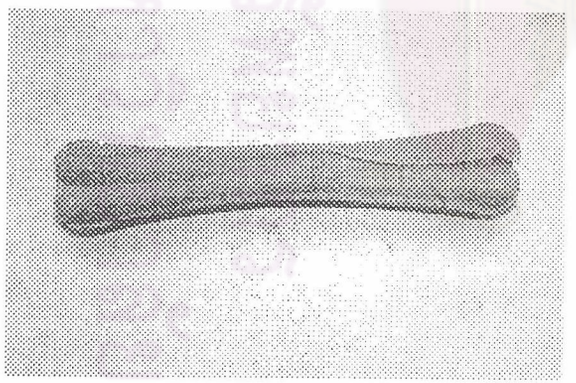


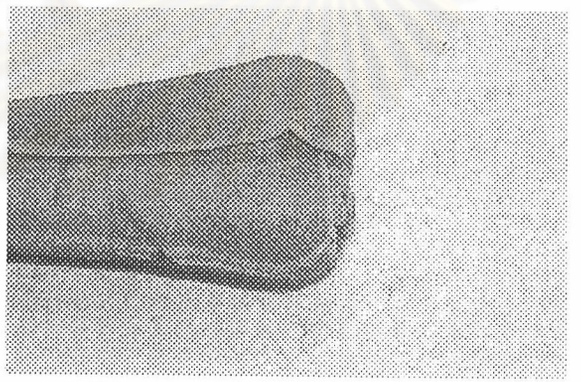
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2



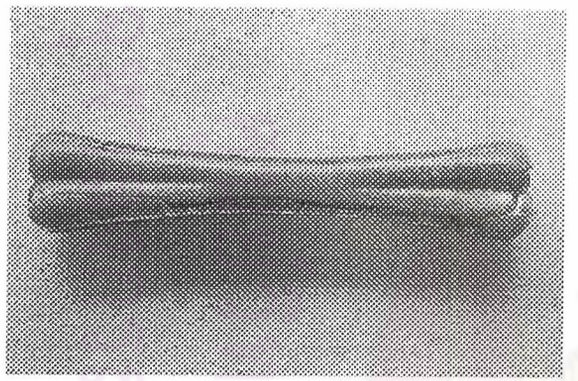
ก่อนการทดลอง



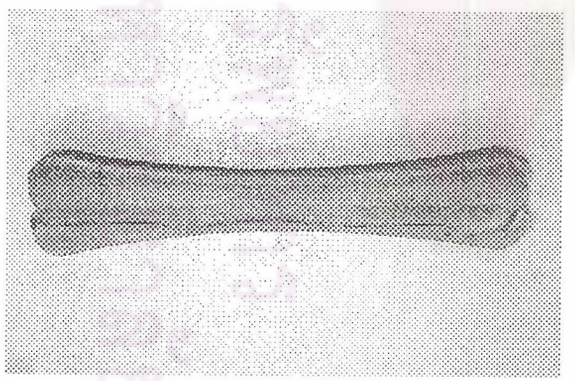


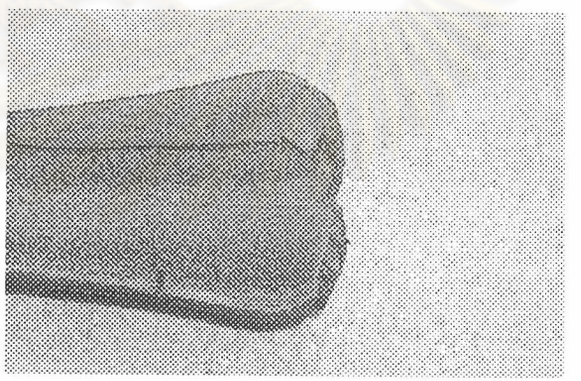
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง





หลังการทดลอง

รูปที่40 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : ทำการทดลองโดยการใช้ไอน้ำ โดยให้ความร้อนและควบคุมความดันอยู่ที่ 260-310torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส 15 นาทีแล้วจึงดึงสุญญากาศเพื่อลดความชื้นชิ้นกระดูกขนาด 10 นิ้วที่ยังไม่ผ่านการอบแห้ง

ชิ้นที่ 1

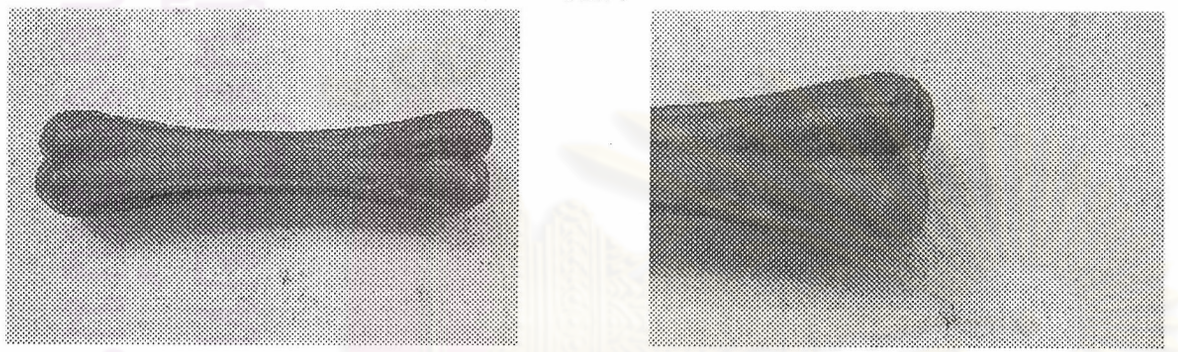
ก่อนการทดลอง

หลังการทดลอง

รูปที่40 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : ทำการทดลองโดยการใช้ไอน้ำ โดยให้ความร้อนและควบคุมความดันอยู่ที่ 260-310torr แล้วรอจนอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส 15 นาทีแล้วจึงดึงสุญญากาศเพื่อลดความชื้นชิ้นกระดูกขนาด 10 นิ้วที่ยังไม่ผ่านการอบแห้ง

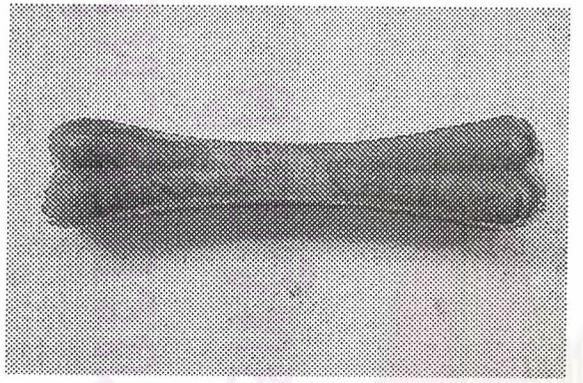
ชิ้นที่ 1



ก่อนการทดลอง

หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง

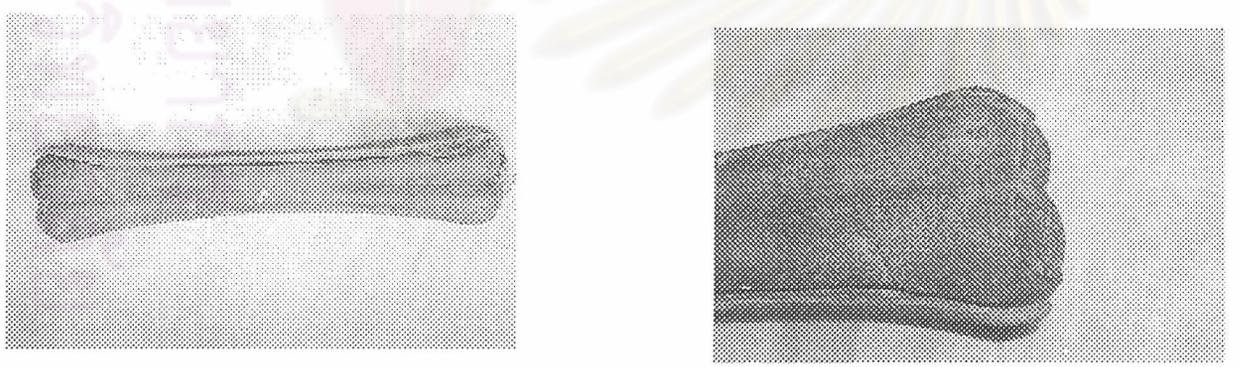
หลังการทดลอง

รูปที่41 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : การทดลองโดยการให้ความร้อนที่ผิว (dry heat) กำหนดอุณหภูมิที่ผิวเครื่องฆ่าเชื้อ 100องศาเซลเซียส ดึงสุญญากาศให้ได้ต่ำที่สุด รอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงนำชิ้นกระดูกออกจากเครื่องฆ่าเชื้อ โดยชิ้นกระดูกได้ใส่เชื้อแล้ว

ชิ้นที่ 1

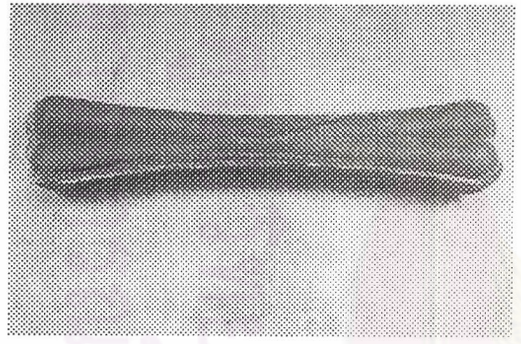
ก่อนการทดลอง



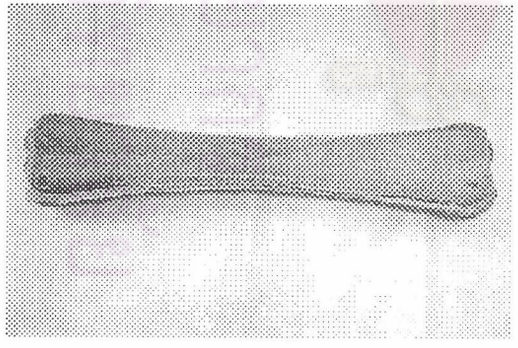
หลังการทดลอง

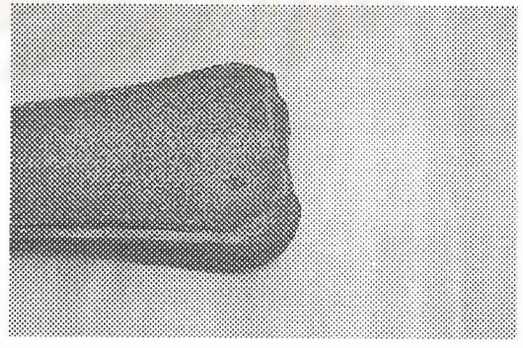
ผลการทดลองที่ 41

ชิ้นที่ 3



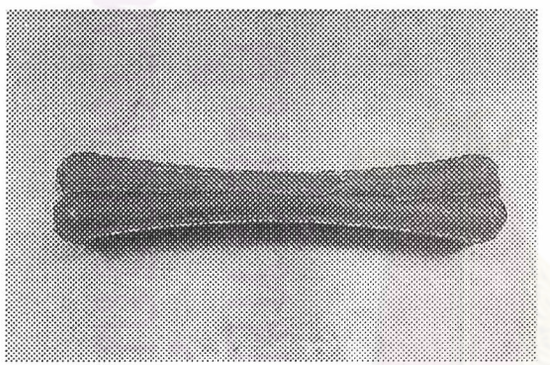
ก่อนการทดลอง

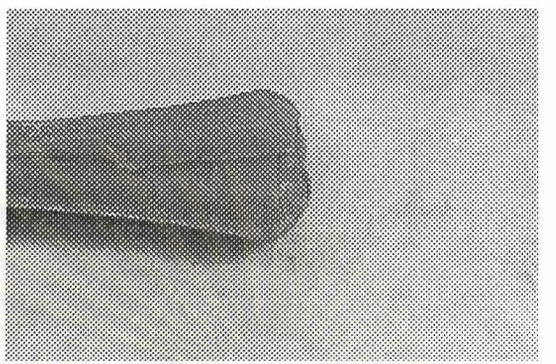




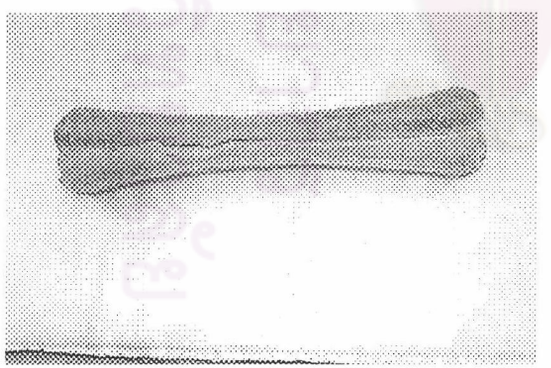
หลังการทดลอง

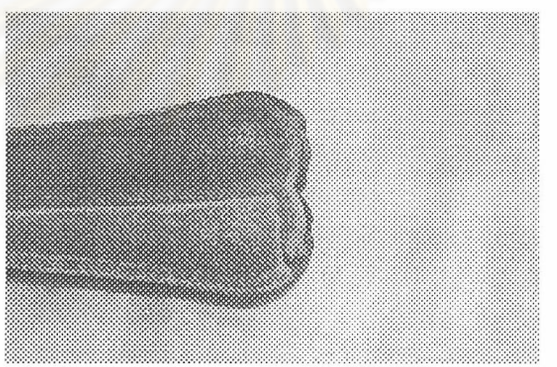
ชิ้นที่ 2





ก่อนการทดลอง



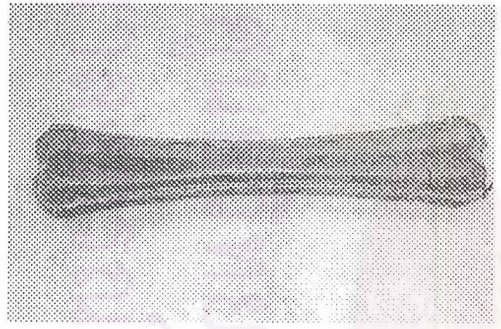


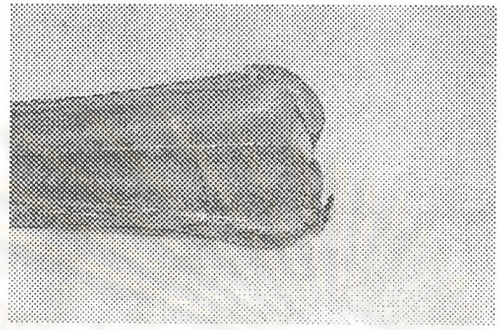
หลังการทดลอง

รูปที่42 รูปชิ้นกระดูกก่อน--หลังการทดลอง

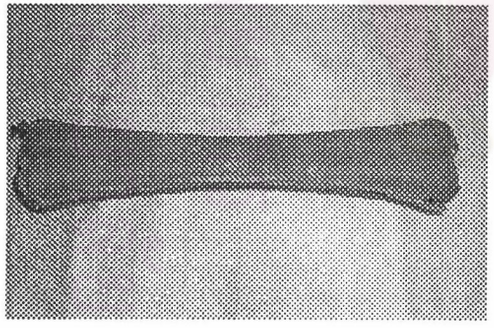
เงื่อนไข : การทดลองโดยการใช้ไอน้ำให้ความร้อน โดยให้ความร้อนจนความดันถึง 260-310 torr แล้วรอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วดึงสุญญากาศเพื่อลดความชื้น โดยใส่เชื้อแล้ว

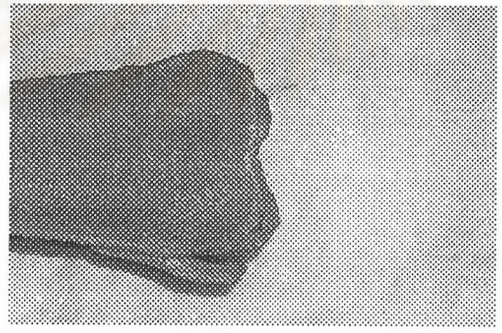
ชิ้นที่ 1





ก่อนการทดลอง

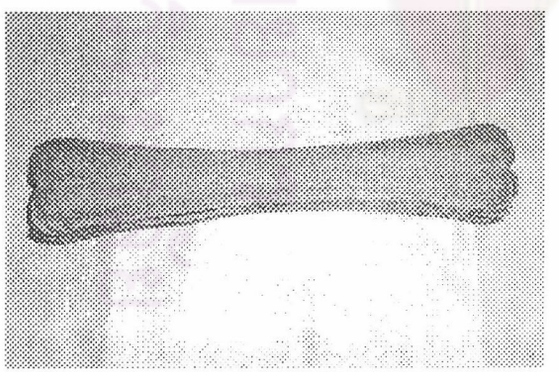


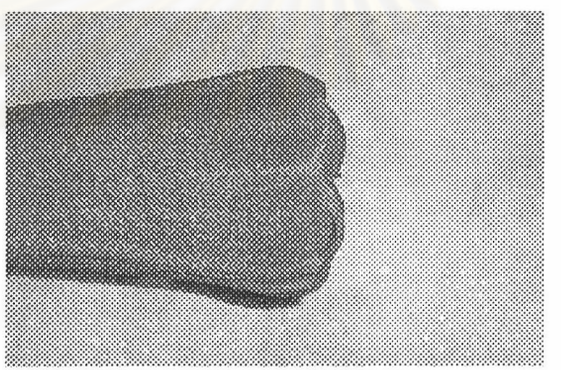


หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2

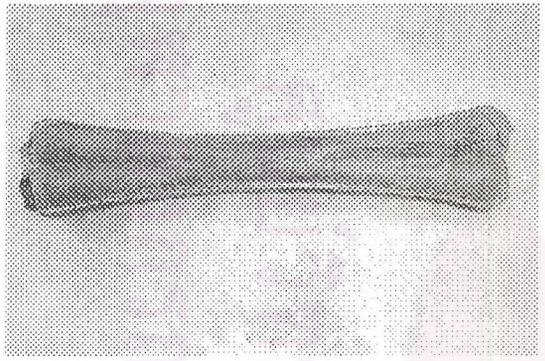
ก่อนการทดลอง



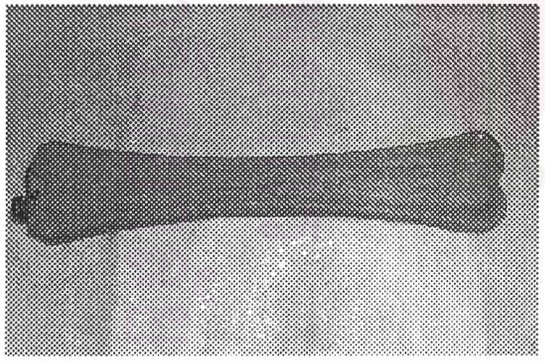


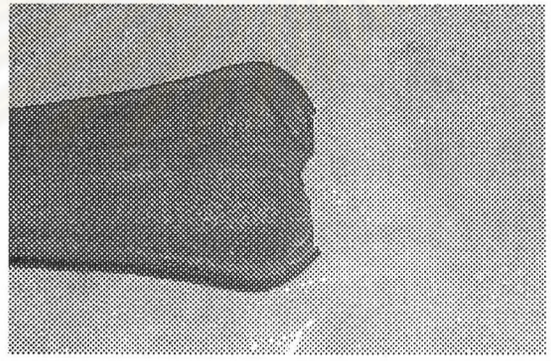
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง





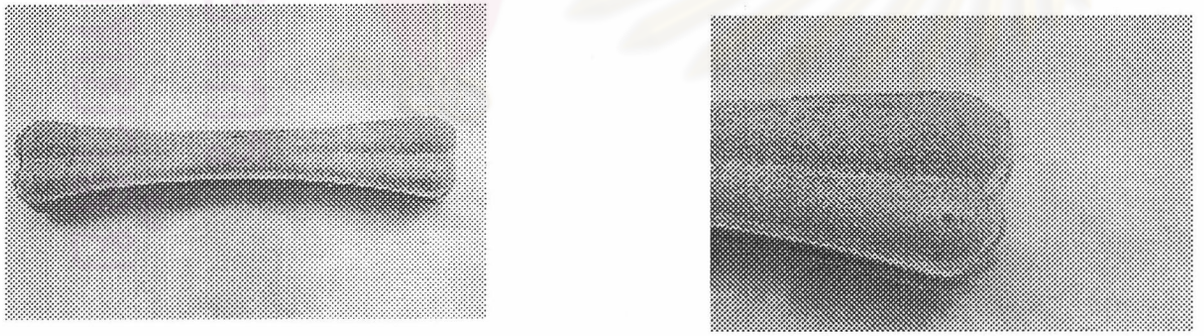
หลังการทดลอง

รูปที่43 รูปชิ้นกระดูกก่อน-หลังการทดลอง

เงื่อนไข : การทดลองโดยการให้ความร้อนที่ผิว (dry heat) กำหนดอุณหภูมิที่ผิวเครื่องฆ่าเชื้อ 100 องศาเซลเซียส ไม่ดึงสุญญากาศ รอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงนำชิ้นกระดูกออกจากเครื่องฆ่าเชื้อ โดยชิ้นกระดูกได้ใส่เชื้อแล้ว

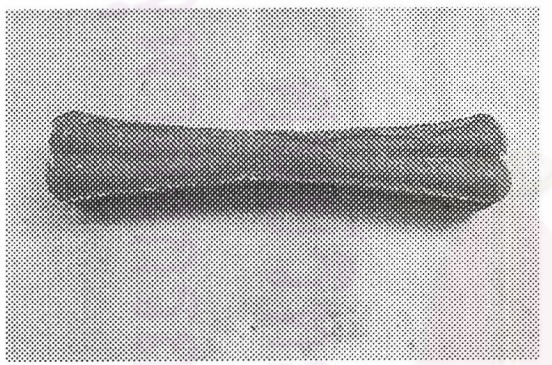
ชิ้นที่ 1

ก่อนการทดลอง

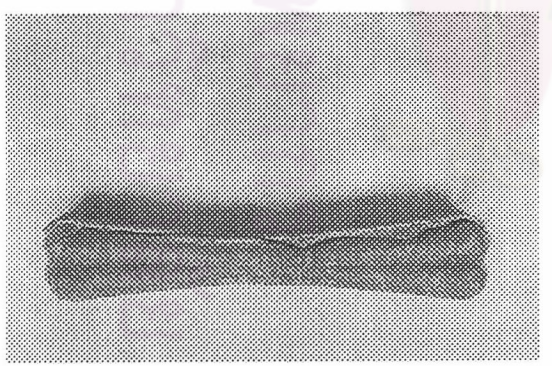


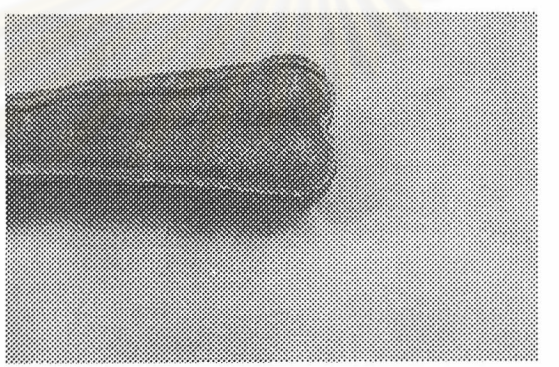
หลังกาทดลอง

ชิ้นที่ 2



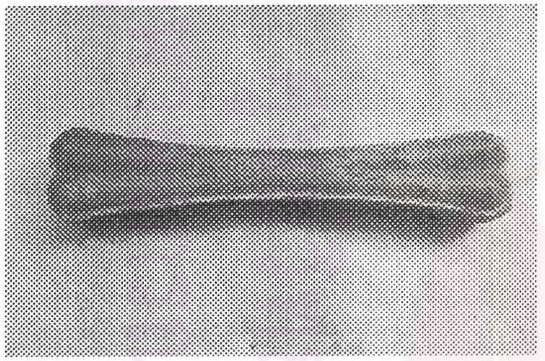
ก่อนการทดลอง



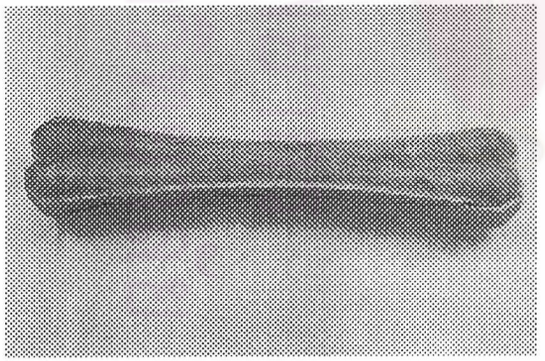


หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง

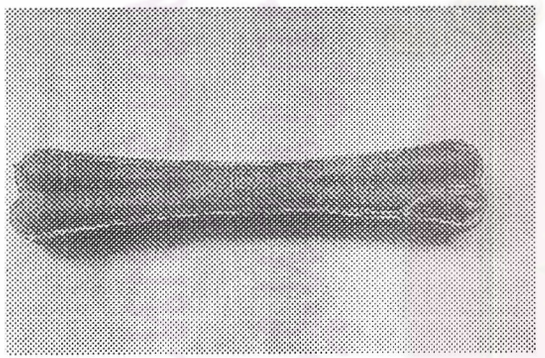


หลังการทดลอง

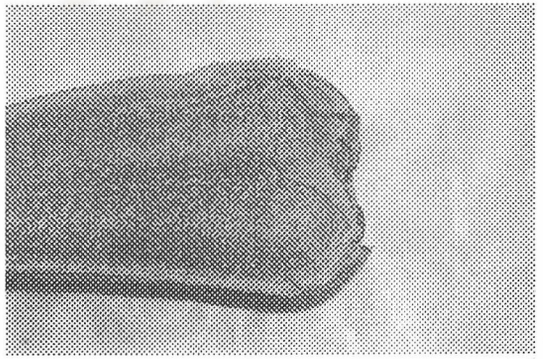
รูปที่44 รูปชิ้นกระดูกก่อน--หลังการทดลอง

เงื่อนไข : การทดลองโดยการใช้ไอน้ำให้ความร้อน โดยให้ความร้อนจนความดันถึง 0-0.2 bar G แล้วรอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วดึงสุญญากาศเพื่อลดความชื้น โดยใส่เชื้อแล้ว

ชิ้นที่ 1

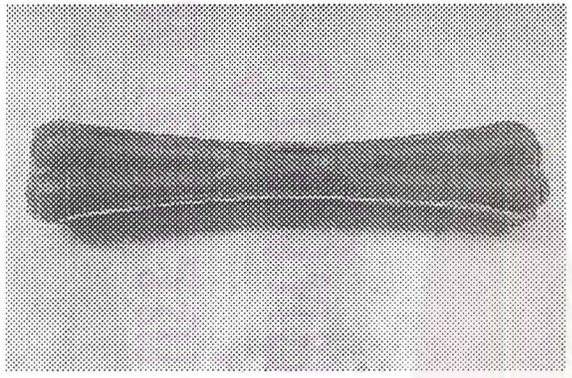


ก่อนการทดลอง

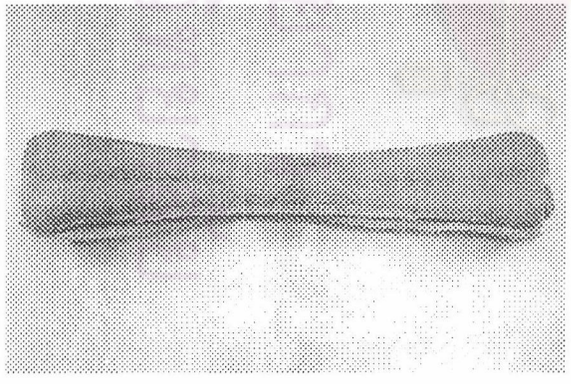


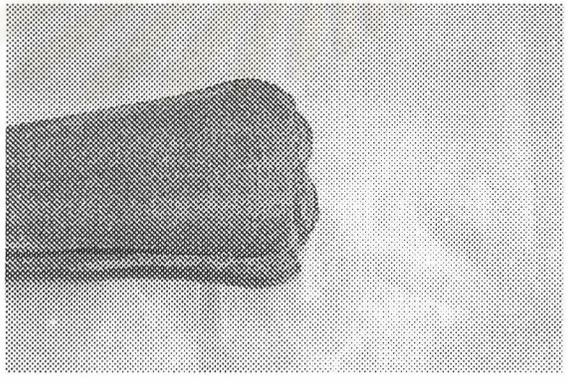
หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2



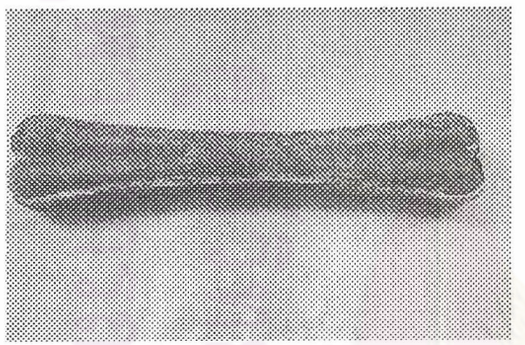
ก่อนการทดลอง

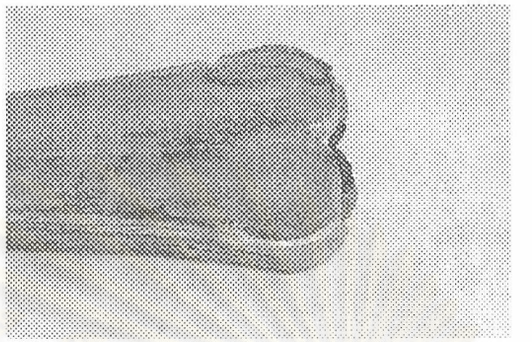




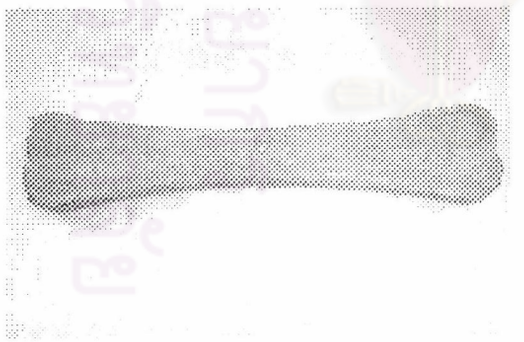
หลังการทดลอง

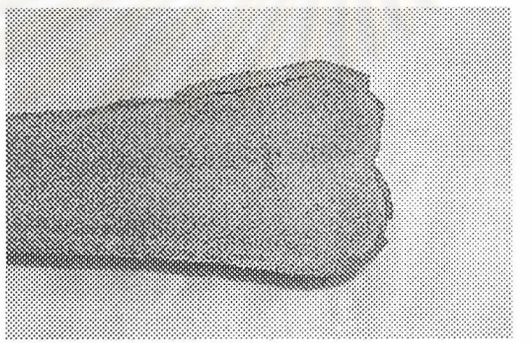
ชิ้นที่ 3





ก่อนการทดลอง



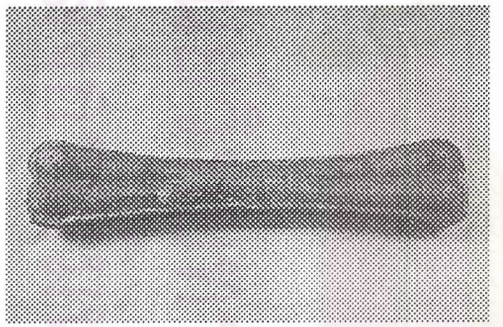


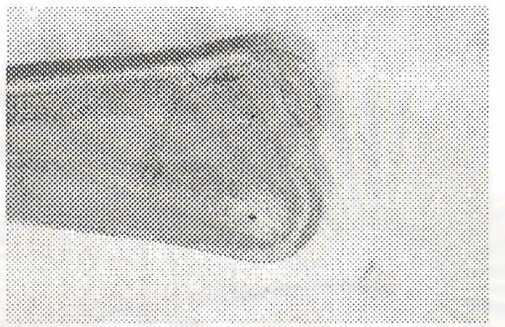
หลังการทดลอง

รูปที่45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ

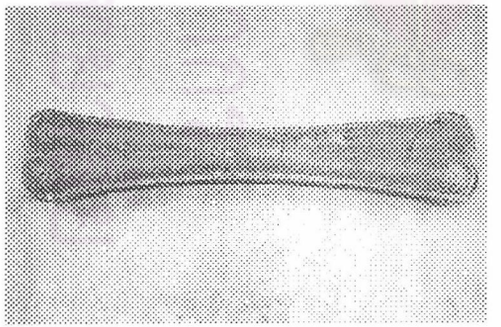
เงื่อนไข : การทดลองโดยการใช้ลมร้อนให้ความร้อน (ตู้ฆ่าเชื้อที่ใช้อยู่ในโรงงาน) โดยควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฆ่าเชื้อที่ 100 องศาเซลเซียส แล้วรอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที แล้วจึงนำชิ้นกระดูก

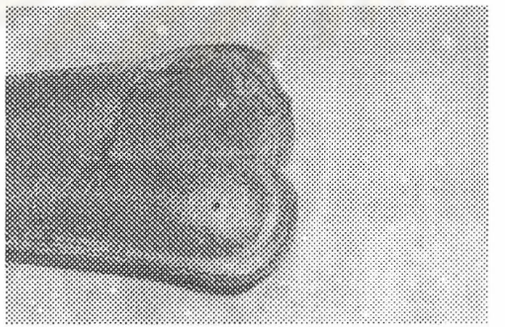
ชิ้นที่ 1





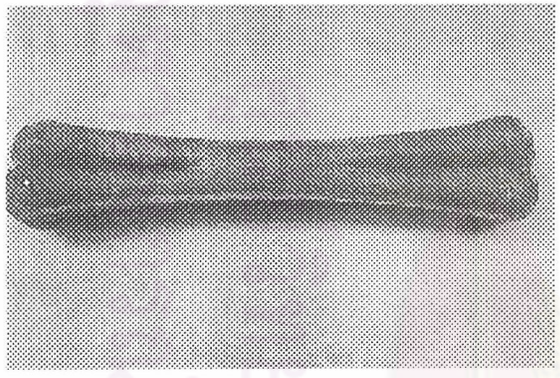
ก่อนการทดลอง

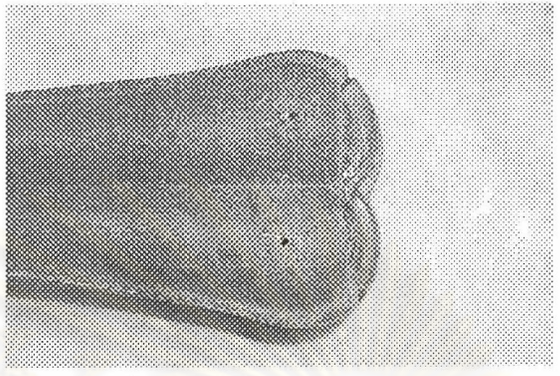




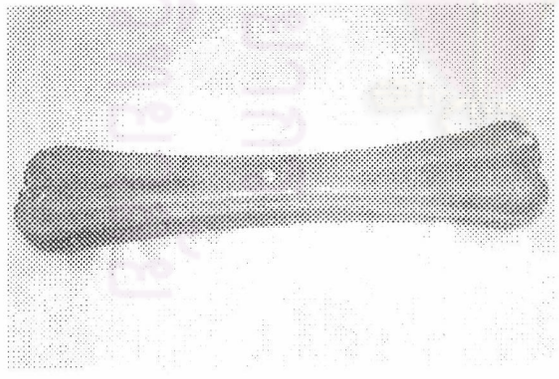
หลังการทดลอง

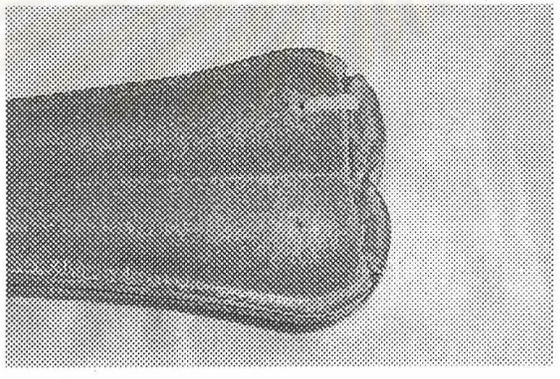
ชิ้นที่ 2





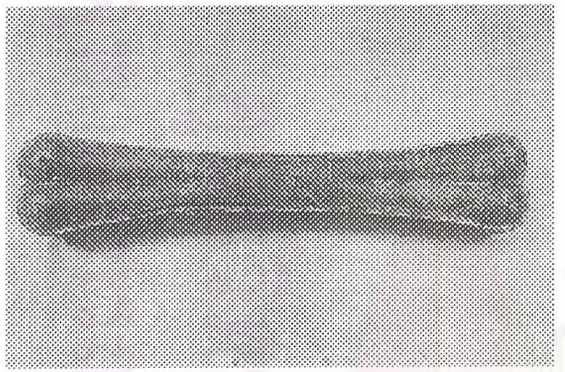
ก่อนการทดลอง

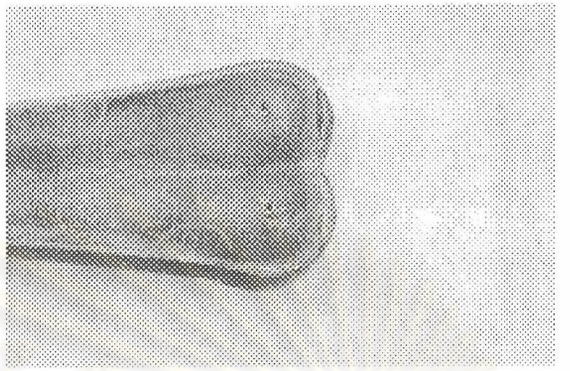




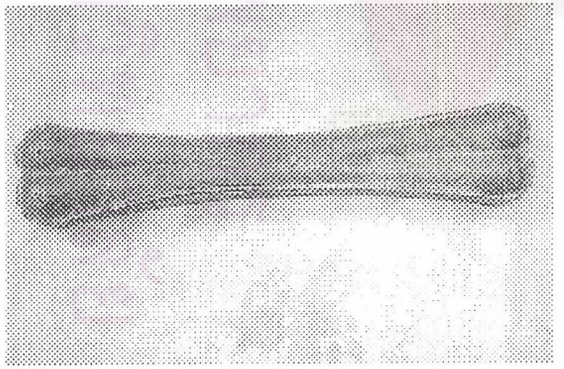
หลังการทดลอง

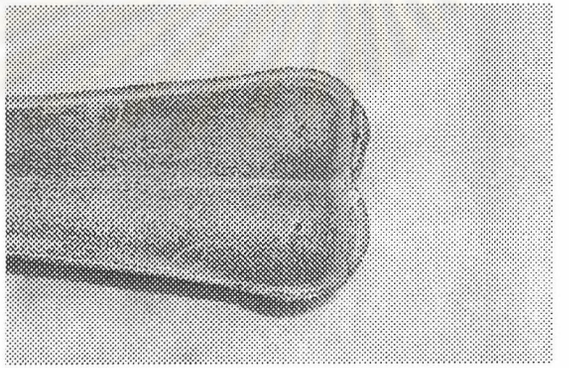
ชิ้นที่ 3





ก่อนการทดลอง





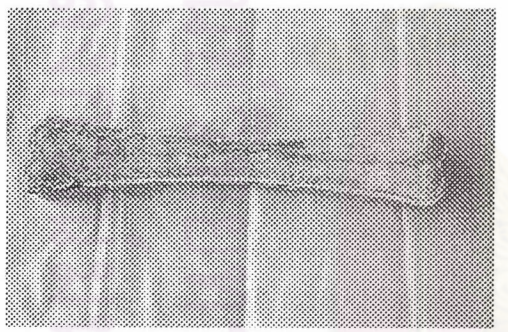
หลังการทดลอง

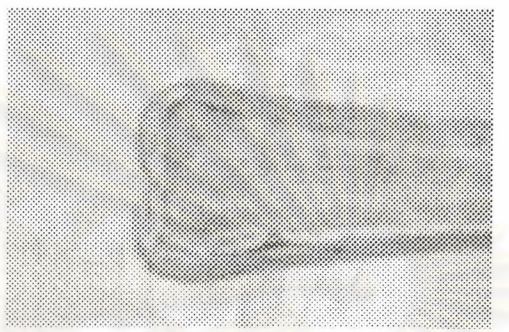
รูปที่46 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ

เงื่อนไข : การทดลองโดยการใช้ลมร้อนให้ความร้อน (ตู้ฆ่าเชื้อที่ใช้อยู่ในโรงงาน) โดยควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฆ่าเชื้อที่ 100 องศาเซลเซียส แล้วรอจนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางกระดูกสูงถึง 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที แล้วจึงนำชิ้นกระดูกออกมาโดยใส่เชื้อแล้ว

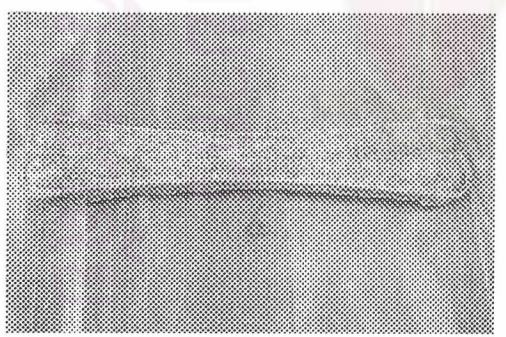
ทาที่ผิวเท่านั้น

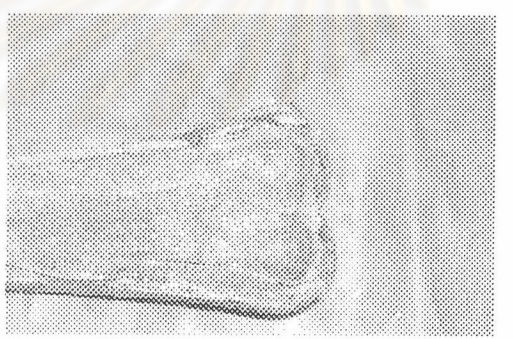
ชิ้นที่ 1





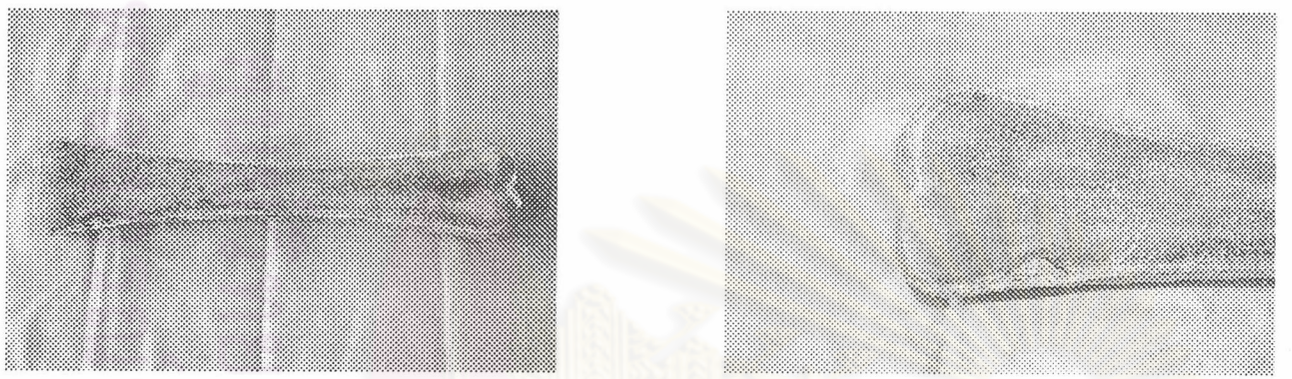
ก่อนการทดลอง



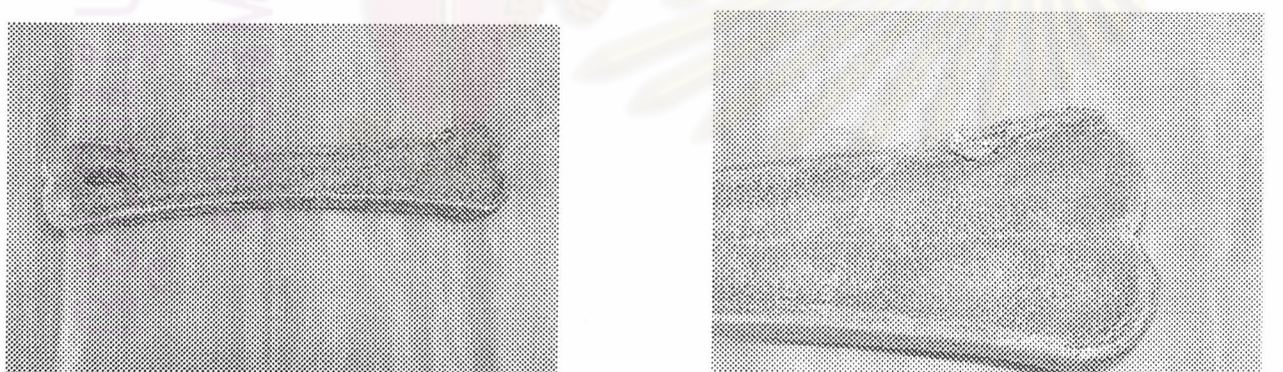


หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 2

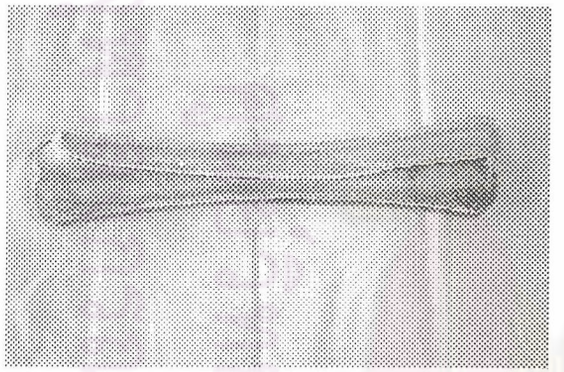


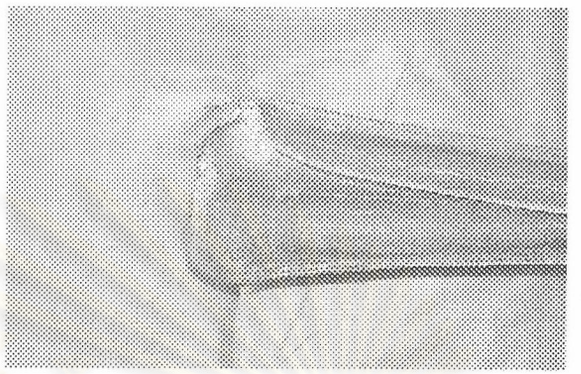
ก่อนการทดลอง



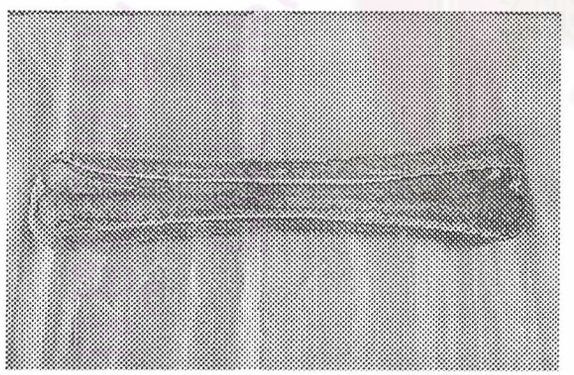
หลังการทดลอง

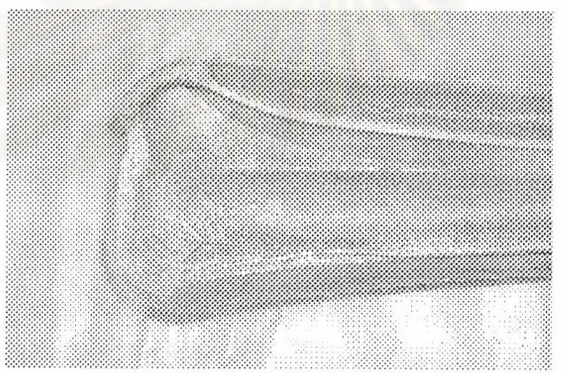
ชิ้นที่ 3





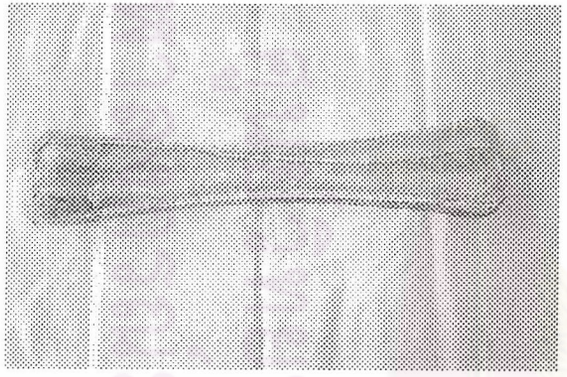
ก่อนการทดลอง

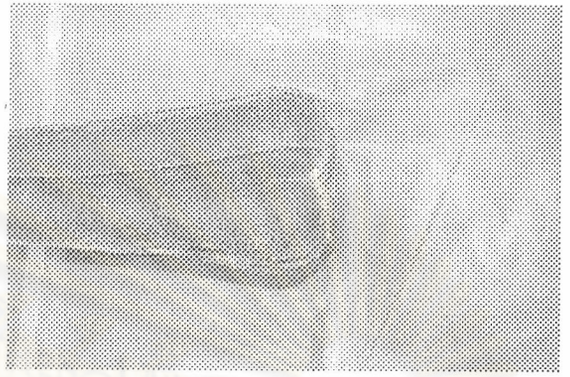




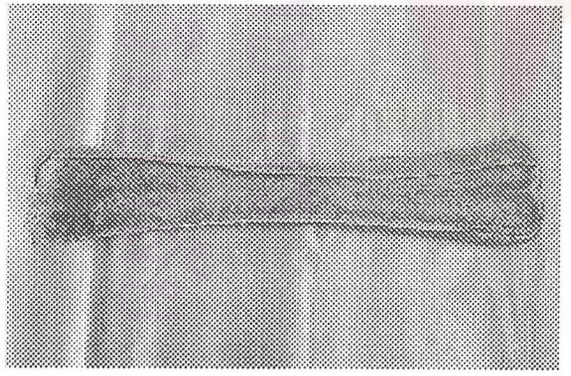
หลังการทดลอง

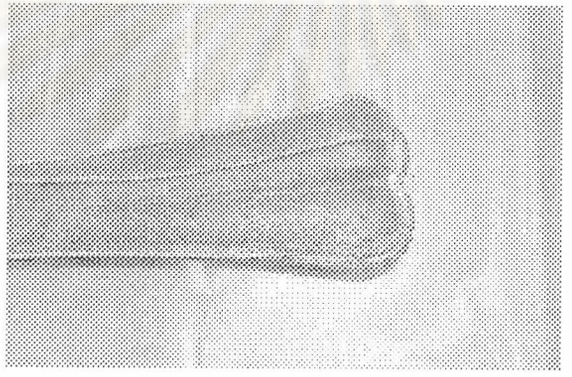
ใส่เชื้อเข้าไปภายในกึ่งกลางกระดูก
ชิ้นที่ 1





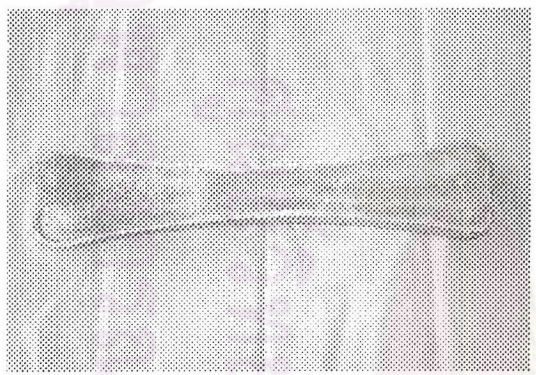
ก่อนการทดลอง

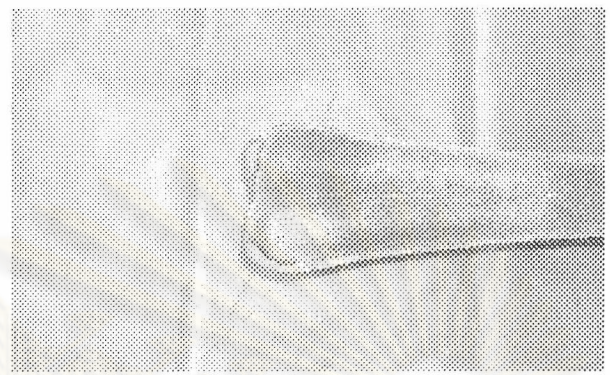




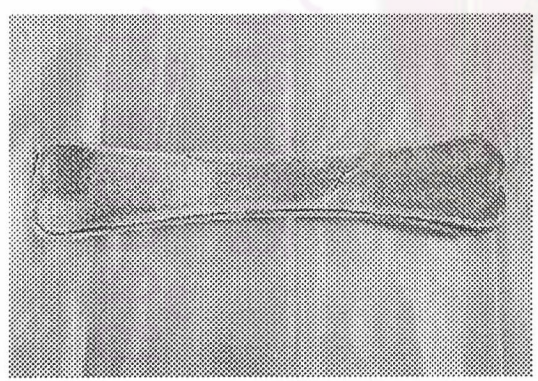
หลังการทดลอง

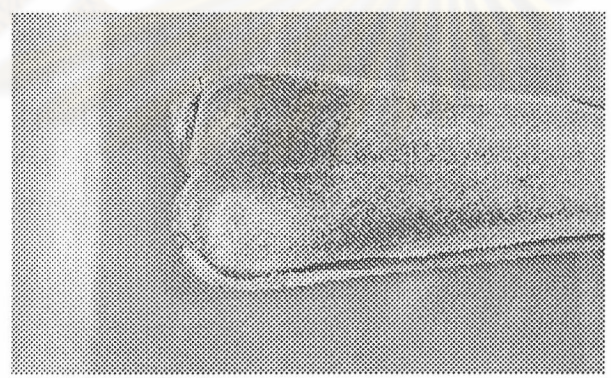
ชิ้นที่ 2





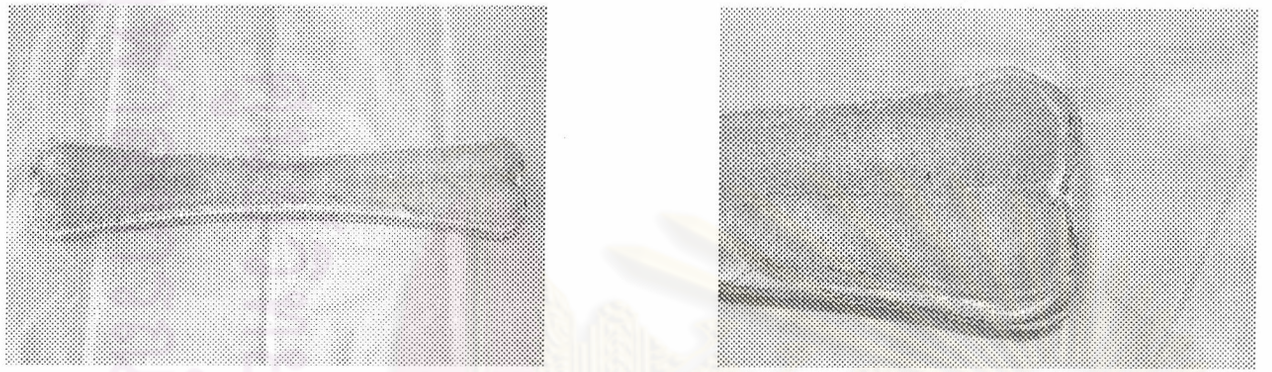
ก่อนการทดลอง



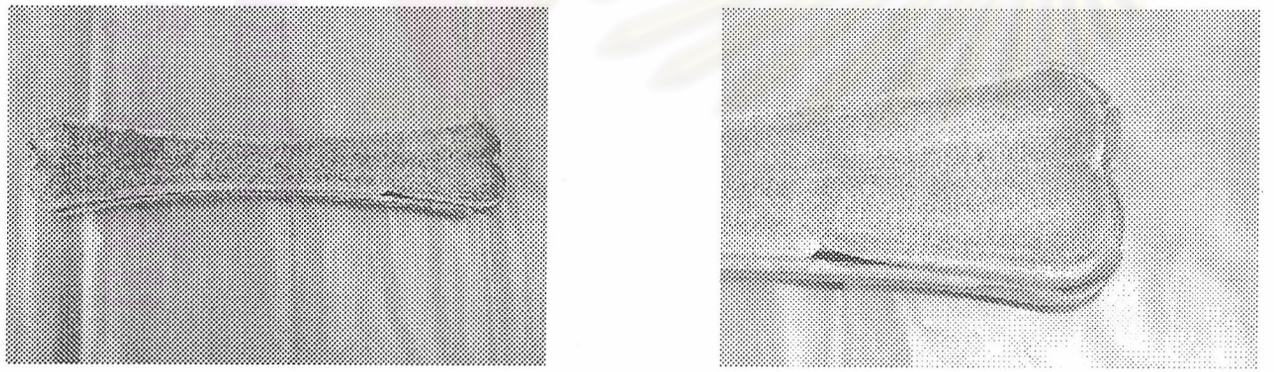


หลังการทดลอง

ชิ้นที่ 3



ก่อนการทดลอง



หลังการทดลอง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเมธี ชลไมตรี เกิดวันที่ 16 กันยายน พ.ศ.2520 จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนวัดสุทธิวราราม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปี พ.ศ. 2542 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2542 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2546

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย