

n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 이 닭에 미치는 영향

서울대학교 농과대학
윤 석 봉

서 론

n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 은 쌀겨(米糠)로부터 미강유(米糠油)를 뽑아내기 위하여 탈지용제(脫脂溶劑)로 쓰여지고 있으며 미강유를 빼낸 탈지미강은 국내에서 가축사료로 이용되고 있다.

李⁽⁸⁾는 탈지미강에 들어있는 n-hexane 의 농도를 측정하였고 한편 n-hexane 을 먹인 토끼의 혈액상(像)과 혈액화학치(值)의 변동을 보고한 바 있고 또 미국이나 일본에서도 보고된 바 있다.⁽⁴⁾

Kohanawa^(2,3) 등은 탈지미강을 닭에 먹였을때 증독작용을 일으키는 원인을 미강을 탈지하는 과정에서 그 용제였던 tetrachlorodiphenyl 이 탈지미강에 남아서 오염(汚染)되기 때문이라고 판정하였고 또 이 용제는 닭의

성장율저하(低下)와 부종성(浮腫性) 질환을 유발시킨다고 보고했다. Shoya⁽⁷⁾ 등은 tetrachlorodiphenyl 을 닭에 먹인 후 병리소견을 관찰하였던바 각 장기의 부종과 간장의 괴사반점 및 폐장의 울혈성부종을 보고하였다.

저자는 국내에서 탈지미강이 닭사료로 많이 쓰여지므로 그 영향을 조사코자 그 용제로 사용되는 n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 을 여러가지 농도로 닭에 먹여서 그의 성장율, 혈액상 및 조직학적변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

백색레구혼 숫놈 평균체중 286gm 중추 350 마리를 다음 Table 1 과 같이 배치하여 실험하였다.

Table 1. Arrangement of experimental animals

day	group	n-hexane			tetrachlorodiphenyl			control
		0.1 ml	0.3 ml	0.5 ml	50ppm	100ppm	300ppm	
6		5	5	5	5	5	5	5
12		5	5	5	5	5	5	5
18		5	5	5	5	5	5	5
24		5	5	5	5	5	5	5
30		5	5	5	5	5	5	5
36		5	5	5	5	5	5	5
42		5	5	5	5	5	5	5
48		5	5	5	5	5	5	5
54		5	5	5	5	5	5	5
60		5	5	5	5	5	5	5

2. 실험방법

n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 의 각 농도를 매일 1회씩 모이를 준후에 경구적(經口的)으로 주사기를 이용하여 먹인 후 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60 일에 각각 채혈하여 혈액치를 측정한 후 방혈도살하

여 각 장기를 떼어서 무게를 달고 10% formalin 에 고정시켜서 paraffin 절편을 만들고 hematoxylin-eosin 염색을 하였다. 적혈구와 백혈구의 수효의 산정(算定)은 일반적인 방법을 썼고 hematocrit 치 측정엔 micropipte 를 사용하였다. 성장율의 측정은 매일 아침 모이주기

전에 체중을 달았다.

실험성적

1. 성장률측정

n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 를 먹인 후 24 일까지는 현저한 유의성이 없었으나 tetrachlorodiphenyl 100 ppm 투여군(投與群)에서는 48~54 일에 모두 폐사하였으며, 300ppm 투여군은 7~9 일에 모두 죽었다.

100ppm 투여군에서 30, 36, 42 및 48 일에는 대조군(對照群)에 비교하여 성장율이 저하되었으며 5% 수준의 유의성(有意性)이 있었다.

0.5ml의 n-hexane 을 먹인 군에서도 성장율의 저하를 가져왔으며 5% 수준의 유의성이 있었고 54~60 일에 모두 죽었다.(Table 2 참조)

2. 장기성장률측정

비장, 고환, 총배설강및 심장의 성장율은 대조군과

Table 2. Changes in body weight of chicken after administration of n-hexane and tetrachlorodiphenyl
Mean±S.D

group	dose	day					
		1	6	12	18	24	30
H	0.1ml	287.4±11.3	343.5±13.3	385.8±15.4	495.1±10.8	538.8±27.8	608.8±20.7
	0.3ml	283.5±14.3	331.5±12.4	403.5±18.1	473.4±11.9	553.7±19.9	617.5±16.4
	0.5ml	288.1±16.3	345.6±15.4	394.1±15.6	478.8±13.3	527.5±27.3	604.8±27.4
T	50ppm	280.3±15.4	340.4±17.7	395.4±13.7	487.3±15.8	538.6±21.4	611.3±19.7
	100ppm	287.8±13.2	338.4±14.3	384.7±15.8	381.3±13.7	521.3±18.3	597.7±23.3
	300ppm	286.4±10.7	330.5±13.3				
Cont.		284.5±14.1	339.1±11.3	391.3±15.8	480.5±10.8	542.7±20.5	613.1±18.9

group	dose	day				
		36	42	48	54	60
H	0.1ml	653.7±19.7	728.5±27.8	793.1±25.4	864.5±30.8	921.4±29.4
	0.3ml	637.4±18.4	743.3±20.8	781.3±27.5	848.7±32.1	907.5±27.4
	0.5ml	633.1±26.4	721.8±26.4	771.6±27.4	*831.4±27.4	
T	50ppm	641.1±23.3	738.8±21.4	781.5±29.5	859.8±30.8	909.1±27.6
	100ppm	*621.3±19.4	*711.4±18.7			
	300ppm					
Cont.		648.8±21.3	735.6±20.3	789.5±17.6	851.7±25.1	913.5±23.6

H: n-hexane T: tetrachlorodiphenyl Cont: control *P<0.01

비교해서 크게 차이가 생기지 않고 유의성도 없었다.

간장의 성장율은 50ppm 군은 42 일부터, 100ppm 투여군은 18 일부터 각각 대조군과 비교해서 성장율이 떨어졌다.

신장은 100ppm 투여군에서는 12 일부터 성장율이 저하되었고, 50ppm 투여군에서는 50 일에서 대조군과 비교하여 성장율이 낮았으며, n-hexane 투여군에서는 아무런 유의차가 발견되지 않았으나 42 일부터는 대조군보다 약간 저하되는 경향이 보였다. (Table 3, Fig. 1 참조)

3. 혈액상의 변동

n-hexane 과 tetrachlorodiphenyl 투여 후에 적혈구수와 hematocrit 치에는 유의성이 없었으나 대조군과 비교

해서 감소하였으며, n-hexane 투여군 보다 tetrachlorodiphenyl 투여군에서 더욱 감소하였으며 농도가 높을수록 더 감소되는 경향을 보였다. 백혈구수의 변동은 tetrachlorodiphenyl 의 100 ppm 투여후 42 일부터 유의성이 나타났고(p<0.05), 대조군과 비교해서 처리군(處理群)이 낮았으며, n-hexane 투여군에서는 유의성은 없었으나 처리군이 대조군보다 낮았다.(Table 4 참조)

tetrachlorodiphenyl 50ppm 을 투여한 군에서 54~60 일에서 basophil 의 수효가 증가하였고 100ppm 투여군에서는 42 일부터 eosinophil 의 수효가 증가하여 유의성이 있었고 또 일반적으로 heterophil, eosinophil 및 basophil 의 수효가 대조군 보다 증가하였으며 그와 반대로 lymphocyte 및 monocyte 의 수효는 대조군 보다

감소하였으나 유의성은 없었다((Table 5 참조).

4. 병리조직학적 소견

1) n-hexane 투여군

병리조직학적으로 간장과 신장에서 변화가 관찰되었고 그밖의 장기조직에서는 크게 인지(認知)할만한 병변을 볼 수 없었다. 간장은 n-hexane 0.1ml 투여군에서는 별다른 영향을 입지 않았다. 그러나 0.5ml 투여군에서는 동양(洞樣)혈관의 확장이 일어났고 간세포의 지방변화(脂肪變化)가 나타났다. 이러한 변화는 0.5ml 투여군에서 보다 현저하게 나타났다(Fig. 2).

신장은 0.1ml 투여군에 있어서는 별다른 영향을 입지 않았으나 0.3ml 투여군에서 요세관상피세포에 경미한 혼탁증상이 일어났다. 0.5ml 투여군에서 이러한 변화는 더욱 두드러져서 중등도의 혼탁증상을 표시하였다((Fig. 3).

2) tetrachlorodiphenyl 투여군

이 투여군에 있어서도 병리조직학적으로 간장과 신장의 변화가 관찰되었으며 그의 정도는 n-hexane 투여군에 비하여 일반적으로 강한 양상을 나타내었다.

간장은 50ppm 투여군에서는 별다른 영향을 받지 않았다. 그러나 100ppm 투여군에 있어서 어느정도의 동양혈관의 확장이 인정되었고 이러한 변화는 300ppm 투여군에서 특히 심하여 동양혈관의 강한 확장과 간세포의 지방변화에 이은 괴사(壞死)를 나타내었다(Fig. 4).

신장은 50ppm 투여군에서 별다른 변화를 인정할 수 없었으나 100ppm 투여군에서는 요세관상피세포의 중등도의 혼탁증상이 관찰되었다. 300ppm 투여군에 있어서는 요세관상피세포의 세포질은 과립상으로 심한 혼탁증상을 나타내었고 Bowman 씨는 비교적 강한 확장을 표시 하였다(Fig. 5).

고 찰

Kohanawa⁽²⁾ 등이 tetrachlorodiphenyl의 독성검정에서 480ppm 및 300ppm을 투여하였더니 즉시 식욕이 절제되고 죽었으며 400ppm 및 300ppm을 투여하였더니 생존기간이 약간 길어졌고 임상증상은 식욕이 떨어지고 날개가 처지며, 허탈상태에 빠졌다고 보고하였다. 이 실험에서는 300ppm 투여군에서 만성임상증상을 나타내었으며 7~9일에 모두 죽었다. 이것은Kohanawa⁽²⁾ 등의 독성검정성적과 유사한 증상이었다. 100ppm 투여군에서는 36일부터 임상증상을 나타내서 식욕감퇴, 무기력, 비틀거리고 허탈에 빠져 48~54일에 마침내 모두 폐사하였다. 20일까지는 Kohanawa⁽²⁾ 등이 20일간 관찰한 결과와 비슷한 성적이었으나 36일 이후의 증상은 300

ppm 투여군의 증상을 답습하는 상태였다. 50ppm 투여군에서는 실험말기에 이르러 경미한 임상증상을 나타냈으나 죽지는 않았다. n-hexane 투여군에서는 뚜렷한 임상증상이 없었으나 0.5ml 투여군에서 식욕이 감퇴되고 55~60일에서 죽는것이 생겼다. n-hexane이 휘발성자극제이므로 이 물질이 위장점막을 자극하므로 식욕이 떨어지는 것이 아닌가 본다.

李⁽⁶⁾는 n-hexane을 토끼에 투여한 후 혈액치를 측정하였더니 대체로 대조군과 비교하여 감소되었는데 이것은 n-hexane이 조혈기관의 기능저하에 어떤 영향을 준것인지 혹은 n-hexane의 독작용에 의한 용혈(溶血)의 결과인지 알 수가 없었다. tetrachlorodiphenyl 투여 후 혈액치의 감소경향을 보였는데 이것은Kohanawa⁽²⁾ 등이 지적한 바와 같이 tetrachlorodiphenyl에 들어있는 chloride의 독작용에 기인하는 것으로 보인다.

Shoya⁽⁷⁾ 등은 tetrachlorodiphenyl을 닭에 투여하여 증독작용을 실험하고 피하직, 심장, 폐장, 간장등의 병리조직학적 변화를 조사한 바 있으나 이번 실험에서 유사한 변화를 보았고 그밖에 췌장, 신장, 고환, Fabrici낭등을 조사하였던 바 특히 간장과 신장에 있어 변화가 현저하였다(Fig. 2~5).

결 론

백색레구혼 숫놈 중추 350마리를 7군으로 나누고 n-hexane과 tetrachlorodiphenyl을 0.1ml, 0.3ml, 0.5ml 및 50ppm, 100ppm, 300ppm을 매일 경구적으로 60일간 먹이면서 닭의 성장을, 장기성장을, 혈액치및 병리조직학적 변화를 관찰하였던바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 100ppm의 tetrachlorodiphenyl를 투여한 군에서 성장율이 저하되었으며($p < 0.05$), 50ppm 투여군과 n-hexane을 투여한 군에서는 유의성이 없었다.

2) 100ppm의 tetrachlorodiphenyl 투여군에서 간장과 신장의 성장율이 저하되었으나 다른 장기에서는 유의성이 없었다.

3) n-hexane과 tetrachlorodiphenyl 투여후 적혈구수 및 hematocrit 치에서는 유의성이 없었으나 백혈구수는 100ppm의 tetrachlorodiphenyl 투여군은 대조군보다 낮아 유의성이 있었다.

4) n-hexane 및 tetrachlorodiphenyl을 투여후 lymphocyte는 감소하는 경향이었고 heterophil, basophil 및 eosinophil은 증가하는 경향이였다($p < 0.05$).

5) 300ppm의 tetrachlorodiphenyl 투여군은 7~9일에 모두 죽었다.

6) 조직학적변화는 n-hexane 0.5ml 투여군에 있어서 간세포의 지방변화와 신뇨세관상피의 혼탁증상이 있었다. tetrachlorodiphenyl 를 100ppm 이상을 투여한 군에 있어서는 간세포의 지방변화에 이은 괴사가 일어났고 신뇨세관상피에 비교적 강한 혼탁증상이 있었다.

이 연구는 1970 년도 문교부 학술연구 조성비로 수행 되었으며 이 실험을 여러가지로 도와주신 이창업교수 정길택박사, 그리고 조직검색을 도와주신 임창형박사와 시종 혈액측정을 도와준 장병표군에게 깊은 감사를 드린다.

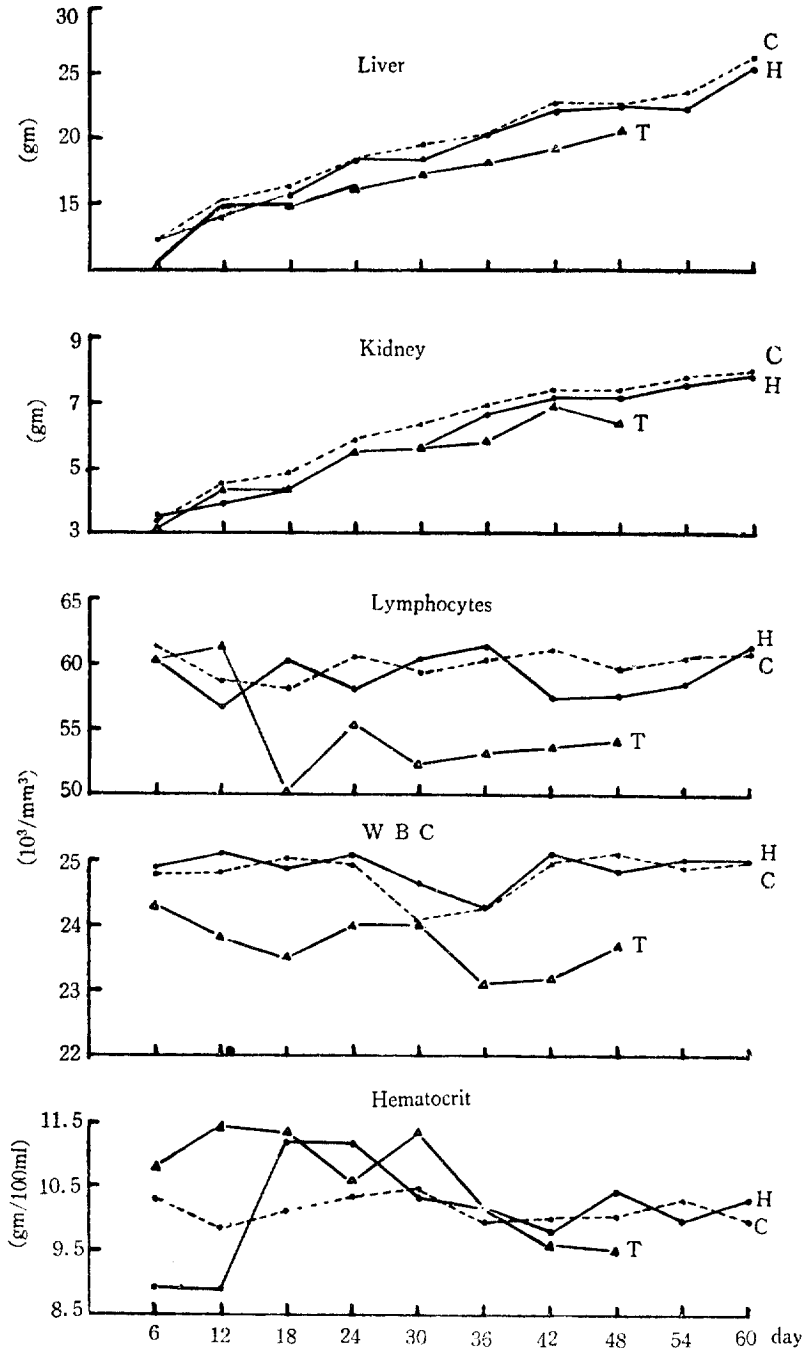


Fig. 1. Changes in weight or organs and blood picture. C: control. H; 0.3 ml of n-hexane ingested group. T: 100 ppm of tetrachlorodiphenyl ingested group.



Fig. 2. Liver of chicken administered 0.5ml of n-hexane. Sacrificed on 42nd day: Dilatation of hepatic sinusoids is remarkable. There are some evidence of fatty changes in hepatic cells.



Fig. 3. Kidney of chicken administered 0.5 ml of n-hexane. Sacrificed on 42nd day: Cloudy swelling in moderate degree is shown in the epithelia of renal tubules.



Fig. 4. Liver of chicken administered 300 ppm of tetrachlorodiphenyl. Sacrificed on 6th day: Dilatation of hepatic sinusoids is prominent. Fatty changes undergoing necrosis are shown in the cytoplasm of the hepatic cells.



Fig. 5. Kidney of chicken administered 100 ppm of tetrachlorodiphenyl. Sacrificed on 36th day: Cytoplasm of tubular epithelial cells is shown as granular which indicates marked cloudy swelling. Bowman's space in the renal corpuscles are dilated.

Table 3. Weight change of the organ of chicken after administration of n-hexane and tetrachlorodiphenyl

(Mean \pm S. D.)

day	6												12											
	group	dose	H			T			Cont.	H			T			Cont.								
			0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm									
Liver	12.15 \pm 0.81	12.01 \pm 0.57	10.93 \pm 0.45	10.31 \pm 0.48	10.01 \pm 0.51	9.31 \pm 0.75	11.91 \pm 0.63	14.55 \pm 1.35	14.13 \pm 1.25	14.38 \pm 0.78	14.88 \pm 0.99	14.91 \pm 1.23	15.10 \pm 1.67											
Spleen	1.01 \pm 0.10	1.06 \pm 0.12	1.07 \pm 0.11	1.15 \pm 0.19	1.07 \pm 0.31	0.95 \pm 0.03	1.03 \pm 0.21	1.05 \pm 0.35	1.11 \pm 0.61	1.08 \pm 0.55	1.19 \pm 0.39	1.22 \pm 0.48	1.22 \pm 0.50											
Kidney	2.98 \pm 0.43	3.61 \pm 0.29	3.11 \pm 0.39	3.18 \pm 0.51	3.15 \pm 0.20	2.79 \pm 0.37	3.57 \pm 0.31	3.85 \pm 0.09	3.98 \pm 0.11	3.51 \pm 0.20	4.55 \pm 0.41	4.35 \pm 0.32	4.52 \pm 0.01											
Testis	0.15 \pm 0.05	0.13 \pm 0.03	0.16 \pm 0.07	0.11 \pm 0.09	0.11 \pm 0.06	0.08 \pm 0.01	0.13 \pm 0.07	0.24 \pm 0.08	0.29 \pm 0.06	0.23 \pm 0.01	0.31 \pm 0.03	0.28 \pm 0.03	0.29 \pm 0.05											
Bursa of Fabricius	0.03 \pm 0.03	0.38 \pm 0.03	0.45 \pm 0.03	0.38 \pm 0.01	0.35 \pm 0.03	0.31 \pm 0.01	0.43 \pm 0.01	0.45 \pm 0.04	0.43 \pm 0.03	0.49 \pm 0.03	0.46 \pm 0.07	0.45 \pm 0.05	0.48 \pm 0.05											
Heart	2.21 \pm 0.22	2.31 \pm 0.25	2.42 \pm 0.08	2.29 \pm 0.18	2.09 \pm 0.09	1.93 \pm 0.23	2.38 \pm 0.12	2.40 \pm 0.14	2.45 \pm 0.13	2.36 \pm 0.14	2.38 \pm 0.11	2.45 \pm 0.09	2.41 \pm 0.13											
day	18												24											
group	dose	H			T			Cont.	H			T			Cont.									
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm										
Liver	16.11 \pm 1.31	15.91 \pm 1.55	15.03 \pm 1.29	15.98 \pm 1.23	14.95 \pm 1.31	16.31 \pm 1.35	17.23 \pm 0.73	18.56 \pm 1.85	17.51 \pm 1.11	18.56 \pm 1.38	16.11 \pm 1.51	18.79 \pm 0.69												
Spleen	1.28 \pm 0.51	1.01 \pm 0.38	1.08 \pm 0.41	1.29 \pm 0.38	1.22 \pm 0.51	1.29 \pm 0.41	1.23 \pm 0.48	1.30 \pm 0.37	1.23 \pm 0.56	1.30 \pm 0.31	1.29 \pm 0.41	1.26 \pm 0.14												
Kidney	4.38 \pm 0.01	4.21 \pm 0.18	4.21 \pm 0.31	4.51 \pm 0.24	4.31 \pm 0.15	4.89 \pm 0.18	5.73 \pm 0.33	5.58 \pm 0.21	5.31 \pm 0.30	5.61 \pm 0.09	5.58 \pm 0.10	5.80 \pm 0.08												
Testis	0.31 \pm 0.04	0.29 \pm 0.01	0.30 \pm 0.05	0.29 \pm 0.03	0.28 \pm 0.04	0.30 \pm 0.03	0.30 \pm 0.02	0.28 \pm 0.01	0.36 \pm 0.01	0.30 \pm 0.01	0.35 \pm 0.03	0.30 \pm 0.02												
Bursa of Fabricius	0.48 \pm 0.03	0.48 \pm 0.10	0.45 \pm 0.03	0.46 \pm 0.05	0.49 \pm 0.06	0.48 \pm 0.03	0.55 \pm 0.01	0.61 \pm 0.06	0.53 \pm 0.03	0.52 \pm 0.01	0.65 \pm 0.01	0.65 \pm 0.01												
Heart	3.23 \pm 0.37	3.33 \pm 0.41	3.18 \pm 0.21	2.98 \pm 0.21	3.35 \pm 0.08	3.53 \pm 0.25	3.48 \pm 0.31	3.37 \pm 0.41	3.61 \pm 0.16	3.51 \pm 0.21	3.61 \pm 0.11	3.61 \pm 0.09												

day		30										36									
group dose organ		H			T			Cont.	H			T			Cont.						
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm							
		Liver.	18.98 ± 0.61	18.55 ± 2.03	18.01 ± 1.80	18.95 ± 1.12	17.18 ± 2.10		19.56 ± 1.51	20.11 ± 1.31	20.51 ± 2.01	19.57 ± 1.89	19.61 ± 1.84	18.01 ± 2.11		20.41 ± 1.98					
Spleen	1.30 ± 0.23	1.27 ± 0.21	1.25 ± 0.31	1.27 ± 0.41	1.31 ± 0.33	1.31 ± 0.31	1.33 ± 0.43	1.30 ± 0.31	1.35 ± 0.21	1.28 ± 0.33	1.33 ± 0.28	1.35 ± 0.18									
Testis	5.95 ± 0.11	5.68 ± 0.13	5.43 ± 0.33	5.85 ± 0.23	5.65 ± 0.41	6.24 ± 0.15	6.41 ± 0.18	6.71 ± 0.22	6.75 ± 0.41	6.03 ± 0.28	5.76 ± 0.31	6.91 ± 0.23									
Heart	0.37 ± 0.05	0.38 ± 0.08	0.39 ± 0.11	0.35 ± 0.01	0.34 ± 0.08	0.38 ± 0.01	0.40 ± 0.06	0.38 ± 0.10	0.44 ± 0.05	0.39 ± 0.02	0.41 ± 0.07	0.43 ± 0.03									
	0.70 ± 0.04	0.66 ± 0.08	0.72 ± 0.08	0.68 ± 0.06	0.71 ± 0.05	0.70 ± 0.02	0.68 ± 0.05	0.70 ± 0.05	0.65 ± 0.01	0.65 ± 0.03	0.69 ± 0.06	0.71 ± 0.03									
	3.78 ± 0.21	3.81 ± 0.18	3.75 ± 0.31	3.70 ± 0.18	3.65 ± 0.21	3.80 ± 0.12	3.78 ± 0.31	3.80 ± 0.23	3.51 ± 0.52	3.68 ± 0.41	3.80 ± 0.05	3.81 ± 0.23									

day		42										48									
group dose organ		H			T			Cont	H			T			Cont						
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm							
		Liver	21.34 ± 3.21	22.11 ± 2.30	20.85 ± 3.41	*20.67 ± 1.95	**19.23 ± 3.28		22.41 ± 2.39	21.95 ± 2.21	22.38 ± 1.89	21.34 ± 2.31	*21.34 ± 2.31	22.65 ± 1.41							
Spleen	1.33 ± 0.21	1.28 ± 0.33	1.35 ± 0.41	1.30 ± 0.09	1.30 ± 0.21	1.35 ± 0.11	1.37 ± 0.09	1.35 ± 0.11	1.41 ± 0.23	1.38 ± 0.28	1.40 ± 0.23										
Kidney	6.98 ± 0.43	7.08 ± 0.11	7.11 ± 0.20	6.35 ± 0.24	6.83 ± 0.34	7.21 ± 0.31	7.11 ± 0.51	7.08 ± 0.48	7.21 ± 0.37	6.81 ± 0.35	7.21 ± 0.43										
Testis	0.43 ± 0.03	0.50 ± 0.04	0.46 ± 0.01	0.41 ± 0.01	0.40 ± 0.05	0.48 ± 0.02	0.48 ± 0.06	0.47 ± 0.08	0.45 ± 0.03	0.48 ± 0.07	0.51 ± 0.04										
Bursa of Fabricius	0.69 ± 0.07	0.72 ± 0.02	0.68 ± 0.05	0.67 ± 0.09	0.70 ± 0.05	0.71 ± 0.04	0.75 ± 0.05	0.71 ± 0.01	0.75 ± 0.05	0.71 ± 0.01	0.69 ± 0.03										
Heart	3.88 ± 0.41	4.02 ± 0.31	3.88 ± 0.15	3.71 ± 0.24	3.91 ± 0.18	3.95 ± 0.31	3.91 ± 0.53	4.03 ± 0.35	3.81 ± 0.29	3.93 ± 0.25	3.98 ± 0.38										

day		54										60		
group dose organ		H			T			Cont	H			T		
		0.1ml			0.5ml				0.1ml			0.5ml		
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Liver		22.41 ± 2.08	22.21 ± 1.95	*21.98 ± 2.73	20.93 ± 2.35	20.93 ± 2.35	23.31 ± 1.85	23.58 ± 3.11	25.63 ± 1.45	**21.95 ± 1.29	26.51 ± 0.91			
Spleen		1.42 ± 0.21	1.42 ± 0.37	1.45 ± 0.63	1.42 ± 0.43	1.42 ± 0.43	1.56 ± 0.31	1.50 ± 0.65	1.48 ± 0.60	1.49 ± 1.10	1.53 ± 0.09			
Kidney		7.48 ± 0.21	7.43 ± 0.53	7.35 ± 0.33	6.95 ± 0.11	6.95 ± 0.11	7.55 ± 0.09	7.51 ± 0.29	7.83 ± 0.43	** 6.95 ± 0.38	7.87 ± 0.53			
Testis		0.53 ± 0.03	0.51 ± 0.07	0.45 ± 0.10	0.52 ± 0.04	0.52 ± 0.04	0.55 ± 0.01	0.58 ± 0.07	0.59 ± 0.07	0.57 ± 0.03	0.58 ± 0.03			
Bursa of Fabricius		0.80 ± 0.03	0.80 ± 0.07	0.81 ± 0.05	0.79 ± 0.01	0.79 ± 0.01	0.83 ± 0.01	0.81 ± 0.07	0.81 ± 0.10	0.83 ± 0.10	0.84 ± 0.07			
Heart		4.38 ± 0.20	4.21 ± 0.35	4.03 ± 0.23	4.03 ± 0.11	4.03 ± 0.11	4.31 ± 0.12	4.51 ± 0.41	4.30 ± 0.31	4.49 ± 0.18	4.58 ± 0.21			

H: n-hexane T: tetrachlorodiphenyl Cont: control * p<0.01 ** p<0.05

Table 4. Effects of n-hexane and tetrachlorodiphenyl on red blood cell, white blood cell and hematocrit of chicken

day		6										12		
group dose		H			T			Cont.	H			T		
		0.1ml			0.5ml				0.1ml			0.5ml		
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Red Blood Cell ($10^6/\text{mm}^3$)		3.12 ± 0.05	2.75 ± 0.05	2.93 ± 0.02	2.70 ± 0.03	2.70 ± 0.03	3.01 ± 0.03	3.08 ± 0.04	2.78 ± 0.08	2.89 ± 0.09	3.11 ± 0.07	2.91 ± 0.05	2.92 ± 0.05	
White Blood Cell ($10^6/\text{mm}^3$)		25.08 ± 2.11	24.90 ± 2.08	24.36 ± 1.98	25.01 ± 2.01	24.33 ± 1.79	24.80 ± 1.76	24.87 ± 1.58	25.11 ± 1.96	24.93 ± 2.11	24.31 ± 2.01	23.80 ± 1.78	24.83 ± 1.96	
Hematocrit ($\text{cm}^3/100\text{ml}$)		11.46 ± 0.15	8.95 ± 0.09	9.85 ± 0.07	9.91 ± 0.08	11.39 ± 0.11	10.35 ± 0.11	10.37 ± 0.08	8.93 ± 0.08	9.96 ± 0.09	10.11 ± 0.07	11.46 ± 0.07	9.89 ± 0.08	

day	group	18						Cont.	24						Cont.
		H			T				H			T			
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	
Red Blood Cell ($10^3/mm^3$)	2.89 ± 0.03	2.89 ± 0.01	2.79 ± 0.01	2.70 ± 0.05	2.96 ± 0.06	2.96 ± 0.06	2.91 ± 0.05	3.18 ± 0.07	3.03 ± 0.07	2.83 ± 0.06	2.96 ± 0.04	2.70 ± 0.03	2.89 ± 0.04		
White Blood Cell ($10^3/mm^3$)	23.30 ± 1.78	24.91 ± 2.01	24.88 ± 2.13	24.76 ± 1.78	23.46 ± 1.48	23.46 ± 1.48	25.03 ± 2.03	25.03 ± 1.78	25.11 ± 1.87	24.48 ± 1.96	25.08 ± 1.77	24.07 ± 1.68	24.95 ± 1.78		
Hematocrit (gm/100ml)	9.37 ± 0.06	11.24 ± 0.06	10.01 ± 0.08	10.57 ± 0.13	11.31 ± 0.12	11.31 ± 0.12	10.11 ± 0.13	9.76 ± 0.07	11.21 ± 0.09	9.38 ± 0.07	9.91 ± 0.08	10.57 ± 0.09	10.35 ± 0.09		

day	group	30						Cont.	36						Cont.
		H			T				H			T			
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ml	100ppm	300ppm	
Red Blood Cell ($10^3/mm^3$)	2.89 ± 0.05	2.96 ± 0.03	2.80 ± 0.03	2.91 ± 0.05	2.70 ± 0.01	2.70 ± 0.01	3.03 ± 0.01	2.85 ± 0.06	2.95 ± 0.05	2.83 ± 0.07	2.91 ± 0.03	2.75 ± 0.03	2.89 ± 0.01		
White Blood Cell ($10^3/mm^3$)	24.81 ± 2.43	24.66 ± 1.61	24.08 ± 1.89	24.26 ± 2.15	24.01 ± 2.09	24.01 ± 2.09	24.11 ± 1.75	25.08 ± 1.78	24.37 ± 1.87	24.16 ± 1.48	24.68 ± 1.53	23.13 ± 1.79	24.36 ± 1.48		
Hematocrit (gm/100ml)	10.78 ± 0.14	10.38 ± 0.06	9.46 ± 0.07	9.08 ± 0.08	11.33 ± 0.11	11.33 ± 0.11	10.46 ± 0.10	10.81 ± 0.08	10.15 ± 0.09	9.83 ± 0.04	9.73 ± 0.05	10.15 ± 0.07	9.95 ± 0.08		

day	group	42						Cont.	48						Cont.
		H			T				H			T			
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	
Red Blood Cell ($10^3/mm^3$)	2.98 ± 0.02	2.86 ± 0.02	2.71 ± 0.06	2.83 ± 0.05	2.68 ± 0.03	2.68 ± 0.03	2.78 ± 0.01	2.90 ± 0.07	2.89 ± 0.05	2.63 ± 0.05	2.76 ± 0.03	2.93 ± 0.05			
White Blood Cell ($10^3/mm^3$)	25.07 ± 1.93	25.11 ± 1.81	24.73 ± 1.71	24.81 ± 1.49	*23.25 ± 1.75	*23.25 ± 1.75	25.08 ± 1.53	25.17 ± 1.73	24.85 ± 1.98	24.13 ± 1.39	24.89 ± 1.57	25.11 ± 2.15			
Hematocrit (gm/100ml)	10.13 ± 0.07	9.83 ± 0.05	9.79 ± 0.09	10.31 ± 0.06	9.58 ± 0.06	9.58 ± 0.06	10.01 ± 0.05	9.87 ± 0.08	10.48 ± 0.13	9.78 ± 0.08	9.93 ± 0.07	10.08 ± 0.09			

day		54						60								
group	dose	H			T			Cont.			H			T		
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	0.1ml	0.3ml	0.5ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Red Blood Cell ($10^3/\text{mm}^3$)		2.84 ± 0.04	2.95 ± 0.08	2.73 ± 0.06	2.89 ± 0.03	2.73 ± 0.03	2.89 ± 0.03	3.15 ± 0.03	2.99 ± 0.04	3.18 ± 0.01	2.75 ± 0.65	2.99 ± 0.04	3.18 ± 0.01	2.75 ± 0.65	3.12 ± 0.01	3.12 ± 0.01
White Blood Cell ($10^3/\text{mm}^3$)		25.11 ± 2.13	25.03 ± 2.11	24.67 ± 2.08	24.75 ± 1.73	24.75 ± 1.73	24.75 ± 1.73	24.89 ± 2.11	24.83 ± 2.05	25.08 ± 1.75	24.15 ± 1.95	24.83 ± 2.05	25.08 ± 1.75	24.15 ± 1.95	24.95 ± 1.13	24.95 ± 1.13
Hematocrit (gm/100ml)		10.46 ± 0.08	9.98 ± 0.09	9.61 ± 0.11	9.71 ± 0.07	9.71 ± 0.07	9.71 ± 0.07	10.31 ± 0.07	10.03 ± 0.08	10.31 ± 0.08	9.11 ± 0.09	10.03 ± 0.08	10.31 ± 0.08	9.11 ± 0.09	9.98 ± 0.06	9.98 ± 0.06

H: n-hexane T: tetrachlorodiphenyl Cont: Control * $p < 0.01$

Table 5. Effects of n-hexane and tetrachlorodiphenyl on blood picture of chicken

day		6						12								
group	dose	H			T			Cont.			H			T		
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	0.1ml	0.3ml	0.5ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Lymphocyte		60.3 ± 2.30	60.81 ± 3.20	59.8 ± 1.91	59.7 ± 2.20	60.6 ± 3.44	58.1 ± 2.79	61.3 ± 3.21	60.2 ± 2.37	57.0 ± 4.35	60.1 ± 6.21	60.3 ± 3.51	61.5 ± 3.50	60.3 ± 3.51	61.5 ± 3.50	58.9 ± 2.48
Heterophil		22.9 ± 1.56	26.1 ± 1.75	24.7 ± 2.21	25.6 ± 2.07	23.9 ± 1.95	23.3 ± 2.51	24.1 ± 2.30	22.3 ± 1.35	25.4 ± 2.71	24.2 ± 1.75	24.6 ± 2.39	22.2 ± 1.78	24.6 ± 2.39	22.2 ± 1.78	23.8 ± 1.48
Eosinophil		1.9 ± 0.06	1.9 ± 0.06	1.6 ± 0.10	1.9 ± 0.02	1.8 ± 0.04	1.7 ± 0.07	1.8 ± 0.09	1.1 ± 0.08	1.3 ± 0.05	1.9 ± 0.03	1.8 ± 0.05	2.4 ± 0.06	1.8 ± 0.05	2.4 ± 0.06	2.05 ± 0.7
Basophil		2.4 ± 0.35	2.0 ± 0.25	2.4 ± 0.11	4.1 ± 0.18	2.0 ± 0.23	2.3 ± 0.26	2.3 ± 0.14	2.9 ± 0.10	2.2 ± 0.09	2.7 ± 0.13	4.5 ± 0.21	1.1 ± 0.07	4.5 ± 0.21	1.1 ± 0.07	2.7 ± 0.20
Monocyte		9.7 ± 0.58	8.9 ± 0.73	12.3 ± 0.09	9.5 ± 0.31	12.1 ± 0.11	14.6 ± 0.21	11.5 ± 0.09	13.5 ± 0.33	14.1 ± 0.21	11.1 ± 0.34	9.8 ± 0.40	12.8 ± 0.19	9.8 ± 0.40	12.5 ± 0.11	12.5 ± 0.11

day		18						24								
group	dose	H			T			Cont.			H			T		
		0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	0.1ml	0.3ml	0.5ml	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Lymphocyte		58.6 ± 3.89	60.1 ± 3.79	55.5 ± 3.29	53.6 ± 5.25	50.3 ± 4.35	58.1 ± 3.48	58.1 ± 3.48	61.2 ± 3.15	58.1 ± 2.29	62.6 ± 3.58	58.3 ± 3.59	55.7 ± 3.21	58.3 ± 3.59	55.7 ± 3.21	60.7 ± 2.73

day	36												
	H			T			H			T			
group	H			T			H			T			
dose	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	Cont.	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Heterophil	24.7 ± 1.75	21.9 ± 2.18	22.6 ± 2.78	27.4 ± 2.36	29.7 ± 1.95		23.6 ± 2.11	26.5 ± 2.35	25.3 ± 1.29	18.7 ± 1.11	25.6 ± 1.85	30.6 ± 1.21	24.0 ± 1.95
Eosinophil	2.7 ± 0.13	2.6 ± 0.08	1.9 ± 0.12	2.3 ± 0.10	3.5 ± 0.09		1.8 ± 0.08	1.5 ± 0.10	3.4 ± 0.07	2.1 ± 0.09	2.4 ± 0.08	1.5 ± 0.04	2.8 ± 0.04
Basophil	2.3 ± 0.18	3.4 ± 0.26	3.7 ± 0.31	2.6 ± 0.23	4.3 ± 0.13		2.4 ± 0.18	1.5 ± 0.15	2.9 ± 0.23	3.5 ± 0.13	3.3 ± 0.13	1.9 ± 0.11	2.6 ± 0.19
Monocyte	11.7 ± 0.07	12.0 ± 0.05	16.3 ± 0.13	13.1 ± 0.10	12.2 ± 0.09		14.1 ± 0.08	9.3 ± 0.09	10.1 ± 0.13	13.1 ± 0.10	10.4 ± 0.05	10.3 ± 0.08	10.9 ± 0.08

day	36												
	H			T			H			T			
group	H			T			H			T			
dose	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	Cont.	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Lymphocyte	59.1 ± 3.47	50.3 ± 1.95	58.9 ± 2.36	53.7 ± 3.21	52.3 ± 2.35		59.6 ± 1.95	60.9 ± 3.36	61.3 ± 4.15	56.5 ± 2.75	54.7 ± 3.75	53.2 ± 4.18	60.4 ± 2.45
Heterophil	22.1 ± 1.31	21.8 ± 1.55	24.3 ± 1.36	26.7 ± 1.21	27.4 ± 1.10		23.5 ± 1.36	23.1 ± 1.95	25.0 ± 2.15	25.1 ± 1.76	24.3 ± 1.36	25.7 ± 2.36	23.8 ± 2.45
Eosinophil	2.3 ± 0.05	2.9 ± 0.09	3.1 ± 0.10	3.2 ± 0.09	5.1 ± 0.08		2.0 ± 0.10	1.9 ± 0.11	2.1 ± 0.18	2.3 ± 0.21	1.5 ± 0.09	1.8 ± 0.23	1.9 ± 0.01
Basophil	3.1 ± 0.18	3.0 ± 0.09	2.7 ± 0.11	4.5 ± 0.18	4.8 ± 0.21		3.6 ± 0.11	3.7 ± 0.13	2.8 ± 0.18	4.3 ± 0.23	3.8 ± 0.15	3.1 ± 0.19	2.6 ± 0.17
Monocyte	13.4 ± 0.07	11.9 ± 0.09	11.0 ± 0.12	11.9 ± 0.10	10.4 ± 0.05		12.7 ± 0.06	10.4 ± 0.18	8.8 ± 0.20	11.8 ± 0.21	15.7 ± 0.19	16.2 ± 0.15	11.3 ± 0.10

day	42												
	H			T			H			T			
group	H			T			H			T			
dose	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm	Cont.	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm	300ppm
Lymphocyte	62.5 ± 3.11	57.3 ± 3.76	61.1 ± 5.11	58.5 ± 4.36	53.7 ± 5.31		61.1 ± 4.01	59.1 ± 5.10	57.8 ± 3.27	56.7 ± 4.35	60.5 ± 2.95		59.8 ± 1.75
Heterophil	18.9 ± 1.95	21.8 ± 2.31	20.1 ± 2.65	27.4 ± 3.22	25.4 ± 1.95		23.8 ± 2.31	26.7 ± 1.73	25.8 ± 1.35	25.1 ± 1.90	20.4 ± 2.36		24.5 ± 1.85
Eosinophil	2.9 ± 0.21	5.4 ± 0.18	3.7 ± 0.09	4.4 ± 0.21	3.8 ± 0.15		2.1 ± 0.07	2.1 ± 0.11	2.5 ± 0.09	3.2 ± 0.73	2.8 ± 0.83		2.0 ± 0.17
Basophil	2.7 ± 0.25	1.8 ± 0.26	2.1 ± 0.28	3.3 ± 0.31	4.5 ± 0.21		2.5 ± 0.23	2.1 ± 0.13	2.5 ± 0.09	2.8 ± 0.09	3.7 ± 0.11		2.5 ± 0.19
Monocyte	14.0 ± 0.18	13.7 ± 0.13	13.0 ± 0.09	6.4 ± 0.11	12.6 ± 0.13		10.5 ± 0.07	10.0 ± 0.05	11.4 ± 0.11	12.2 ± 0.09	12.6 ± 0.09		11.2 ± 0.10

day	54						60							
	group	H			T			Cont.	H			T		
		dose	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm		300ppm	0.1ml	0.3ml	0.5ml	50ppm	100ppm
	Lymphocyte	61.1 ± 1.95	58.6 ± 3.75	58.5 ± 1.89	59.2 ± 4.35	60.4 ± 2.75	60.1 ± 3.18	61.3 ± 4.35	58.4 ± 3.65	60.9 ± 2.11				
	Heterophil	20.0 ± 2.36	23.4 ± 1.75	26.1 ± 1.93	27.5 ± 2.47	24.9 ± 2.40	20.1 ± 3.15	24.8 ± 2.19	27.8 ± 7.39	24.1 ± 2.85				
	Eosinophil	2.7 ± 0.09	4.3 ± 0.71	3.9 ± 0.13	3.1 ± 0.15	2.0 ± 0.09	2.5 ± 0.31	2.8 ± 0.09	**4.0 ± 0.09	1.9 ± 0.10				
	Basophil	3.8 ± 0.21	2.0 ± 0.23	2.7 ± 0.15	*3.9 ± 0.09	2.6 ± 0.20	4.2 ± 0.18	3.2 ± 0.15	**3.2 ± 0.18	2.4 ± 0.15				
	Monocyte	12.4 ± 0.13	11.7 ± 0.35	8.8 ± 0.43	6.3 ± 0.15	10.1 ± 0.17	13.1 ± 0.23	7.9 ± 0.33	6.6 ± 0.29	11.0 ± 0.13				

H: n-hexane T: tetrachlorodiphenyl Cont: control * p<0.01 ** p<0.05

References

1. Flick, D.F., Dell, R.G. and Childs, V.A.: Studies of the chick edema disease. III. similarity of symptoms produced by feeding chlorinated biphenyl. *Poult. Sci.* **44**, 1465, 1965.
2. Kohanawa, M., Shoya, S., Ogura, Y. and Morikawa, M. Poisoning due to an oily by-product of rice-bran similar to chick edema disease. I. Occurrence and toxicity test. *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.* **9**, 213-219, 1969.
3. Kohanawa, M., Shoya, S., Yomeura, T. and Nishinura, K.: Poisoning due to an oily by-product of rice-bran similar to chick edema disease. II. Tetrachlorodiphenyl as toxic substance. *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.* **9**, 220-228, 1969.
4. Pritchard, W.R., Rehfeld, C.E. and Sautter, J.H.: Aplastic anemia of cattle associated with ingestion of tetrachloroethylene extracted soybean oil meal. *Clinical and laboratory invest. of field cases.* *A. J.M.A.*, **121** : 904, 1-8, 1951.
5. Stockman, S.: Cases of poisoning in cattle by feeding on meal from soybean after extraction of the oil. *J. Comp. Path. Therap.*, **29**, 95-107, 1961.
6. Sampugna, J. and Jensen, R.G.: Effect of Hexane and N, N-Dimethyl fromanide on pancreatic lipolysis of milk fat. *J. Dairy Sci.*, **50**:3, 386-388, 1969.
7. Shoya, K., Kawasaki, M., Tsushio, Y., Moriwaki, M., Horiuchi, T., Maeda, M. and Kohanawa, M.: Pathological changes of poisoning in chickens due to dark-oil, an oily by-product of rice-bran. *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.* **9**, 229-240, 1969.
8. 李昌業 : 脫脂米糠含有 n-hexane 이 家畜에 미치는 影響. 文敎部學術研究報告, 1969.

Abstract

The effects of n-hexane and tetrachlorodiphenyl on chicken

Suk Bong Yoon, D.V.M., M.S., Ph.D.

College of Agriculture, Seoul National University

The effects of n-hexane and tetrachlorodiphenyl on the growth rate, the blood picture and histopathological change induced were observed in chicken. A total of 350 chicken were fed various daily dosages of n-hexane and tetrachlorodiphenyl for the experimental period of 60 days. The results obtained were as follows.

1. The growth rate of chicken in the group fed 100 ppm of tetrachlorodiphenyl was reduced ($p < 0.05$). However no significant results were observed in the other dosage groups.
2. The reduction of the growth rate was found only in the liver and the kidney but not found in the other organs.
3. No significant results were found in the number of erythrocytes and hematocrit value. However, the number of leucocytes of chicken in the group fed 100 ppm of tetrachlorodiphenyl was significantly low.
4. In both n-hexane and tetrachlorodiphenyl groups, the number of lymphocytes was found to decrease but the number of basophiles and eosinophiles were found to increase ($p < 0.05$).
5. All the chicken fed 300 ppm of tetrachlorodiphenyl died between 7th and 9th days.
6. Fatty change of hepatic cells and cloudy swelling of epithelia of renal tubules were found in the group fed 0.5 ml of n-hexane. However, in the group fed more the 100 ppm. fatty change of hepatic cells was followed by necrosis and comparatively severe cloudy swelling was found in epithelia of renal tubules.