

SUMMARY

Experiments carried out in a water tank helped revealing the dependence for the swimming rate of *Triturus cristatus* Laurenti of various dimensions on the amplitude and frequency of the propulsor operation. The general index of the propulsor locomotor function distribution along the body longitudinal axis is calculated. The propulsor is of the eel-like type. A visualized picture of the counterflow around the animal body is obtained experimentally; the flow around the whole length of the body is determined to be continuous; conditions of macrovortical formation in the boundary layer and their separation at the point of the greatest body cross-section and further towards the tail are established.

ЛИТЕРАТУРА

- Алеев Ю. Г. Топография докомоторной функции у нектов.— В кн.: Функционально-морфологические исследования нектонных животных. Киев: Наук. думка, 1969, с. 3—12.
- Алеев Ю. Г., Овчаров О. П. О развитии процессов вихреобразования и характере пограничного слоя при движении рыб.— Зоол. журн., 1969, 48, вып. 6, с. 781—790.
- Алеев Ю. Г., Овчаров О. П. О роли вихреобразования в локомоции рыб и влиянии границы двух сред на картину обтекания.— Зоол. журн., 1971, 50, вып. 2, с. 228—234.
- Алеев Ю. Г. Движение и движители нектов.— Зоол. журн., 1973, 52, вып. 8, с. 1132—1141.
- Пятецкий В. Е., Каян В. П. Кинематика и гидродинамика плавания черноморских сарганов.— В кн.: Бионика, вып. 5. Киев: Наук. думка, 1971, с. 5—11.
- Шулейкин В. В. Физика моря.— М.: Изд-во АН СССР, 1953.—989 с.

Институт биологии южных морей
АН УССР

Поступила в редакцию
22.IV 1977 г.

УДК 598.617:615.9

Т. П. Бутейко

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФАЗАНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАРБОФОСА И ГАММА-ИЗОМЕРА ГЕКСАХЛОРАНА

Известно, что даже небольшие дозы пестицидов вызывают в организме животных изменение ряда морфо-физиологических и биохимических показателей, в том числе и наиболее чувствительных индикаторов общего состояния организма — гематологических (Сазонова, 1949; Стацек, 1962; Троценко, 1962; Иванов, Маковская, 1970 и др.). Однако влияние пестицидов на диких теплокровных изучено недостаточно (Туманов, 1965; Puijman, 1967; Gilbert, 1969; Федоренко и др., 1970; Puijman, Napusova, 1970). В литературе практически нет сведений о действии пестицидов на кровь диких животных, в частности птиц.

Настоящая работа была выполнена с целью выяснения изменений, возникающих в крови фазанов под влиянием интоксикации карбофосом и гамма-изомером гексахлорана (ГХЦГ). Исследования проводили в апреле — мае 1977 г. на базе фазаньего хозяйства Шаланковского лесничества Закарпатской обл. Фазанов трижды затравливали 30%-ным концентратом эмульсии карбофоса и 90%-ным гамма-изомером ГХЦГ, с интервалом в 5 (для ГХЦГ), 4 и 7 (для карбофоса) дней. Для эксперимента отобрали вольерных животных одного возраста, выращенных в одинаковых условиях, на стандартном корме, и сформировали 4 группы — две группы петухов по 5 особей в каждой и две семьи по 1 самцу

и 6 самок (такое соотношение полов принято в данном хозяйстве). На семьях параллельно гематологическим исследованиям проводили наблюдения за изменениями репродуктивной способности. Каждым ядом затравливали одну семью и группу петухов с целью установления половой чувствительности. Контролем служили другие птицы фермы.

Кровь брали из вены крыла до затравки и после нее в следующие промежутки времени: для карбофоса — через 4 часа, 1, 3, 5, 10, 15, 20 суток; для ГХЦГ — через 1, 5, 10, 15, 20 суток. Концентрацию гемоглобина определяли методом фотоэлектроколориметрии, количество форменных элементов считали в камере Горяева, используя разводящую жидкость Карапетяна и Вартаняна (1959).

Карбофос принадлежит к группе быстроразлагающихся фосфорорганических соединений, вещество средней токсичности. ЛД₅₀ для лабораторных животных находится в пределах 200—1000 мг/кг. Однако фазаны более чувствительны к этому препарату, и поэтому в качестве сублетальной нами выбрана доза 30 мг/кг.

После первой затравки фазанов (10 мг/кг) их активность снижать. Большой частью птицы сидели неподвижно, взъерошив перья и опустив голову. Подобным образом ведут себя мелкие воробьиные после обработки леса фосфорорганическими препаратами (Гвоздак, 1977). Пониженная реакция наблюдается у фазанов под влиянием дильдрина (Dahlgren etc., 1970). В трахее и бронхах отловленных птиц слышалось клокотанье, что можно отнести за счет повышенного слюноотделения или бронхиальных спазм. И то и другое является характерным для действия карбофоса. Вторая затравка (то же 10 мг/кг) проведена через 4 дня после первой, а третья — на 7-е сутки после второй.

Результаты гематологических анализов представлены в табл. 1 и 2. Первая затравка карбофосом вызвала понижение содержания гемоглобина в крови самок, которое достигло минимума через сутки. Затем наблюдался обратный процесс: на 7-е сутки после второй затравки и 1-е после третьей концентрация гемоглобина возросла соответственно

Таблица 1

Динамика гематологических показателей фазанов в опыте с карбофосом

Время взятия проб (в сутках после каждой затравки)	Самки			Самцы		
	Нв., г%	Эр., млн.	Лц., тыс.	Нв., г%	Эр., млн.	Лц., тыс.
До затравки	10,53±0,4	2,7±0,08	16,8±0,23	11,8±0,9	3,1±0,13	13,7±0,81
4 часа	10,17±0,68	2,6±0,4	13,3±1,9	12,57±1,0	2,7±0,3	9,5±0,68
1	9,5±0,58	3,2±0,23	20,5±3,9	11,56±0,4	3,6±0,19	17,0±2,2
4*	10,16±0,42	2,14±0,13	15,25±2,47	11,2±0,28	2,82±0,38	17,0±3,65
3	10,92±0,72	2,92±0,05	14,9±2,3	12,05±0,71	2,87±0,16	12,5±1,5
7**	12,83±0,58	3,16±0,09	17,0±3,96	13,02±0,98	3,27±0,39	16,0±2,09
1	12,9±0,57	3,28±0,17	13,3±1,22	12,5±0,78	3,0±0,08	18,5±4,52
3	10,8±0,2	2,85±0,14	16,25±3,36	12,61±0,65	2,76±0,27	12,8±2,16
5	11,26±0,68	3,5±0,18	19,9±2,57	13,3±0,83	3,23±0,27	14,2±2,2
10	10,87±0,63	3,86±0,18	14,0±1,72	12,9±0,89	3,07±0,21	11,5±3,25
15	13,66±0,49	2,4±0,15	8,9±1,09	13,46±1,0	2,69±0,37	9,5±1,32
20	12,78±0,08	2,89±0,08	12,17±2,11	14,16±0,0	2,85±0,47	11,2±2,8

* — вторая затравка. ** — третья затравка.

Таблица 2

Динамика гематологических показателей фазанов в опыте с гамма-изомером ГХЦГ

Время взятия проб (в сутках после каждой затравки)	Самки			Самцы		
	Нв, г%	Эр, млн.	Лц, тыс.	Нв, г%	Эр, млн.	Лц, тыс.
До за- травки	10,53±0,4	2,7±0,08	16,8±0,23	11,8±0,9	3,1±0,13	13,7±0,81
1	10,32±0,8	2,4±0,15	10,6±1,88	10,76±1,14	2,4±0,07	8,2±1,74
5*	11,41±0,44	2,8±0,14	14,0±2,7	11,62±0,78	2,6±0,21	15,8±3,14
5**	12,63±0,62	3,2±0,19	14,3±1,67	12,2±0,85	2,9±0,23	15,6±1,24
1	11,77±0,65	2,8±0,28	21,3±4,27	11,84±0,53	3,2±0,19	23,6±3,77
5	11,16±0,38	3,2±0,07	20,3±2,46	12,74±0,73	3,2±0,17	16,8±1,56
10	10,26±0,59	3,3±0,22	12,0±3,35	10,93±0,66	2,5±0,34	8,1±1,92
15	13,61±0,32	2,6±0,06	12,2±0,82	12,59±1,03	2,6±0,36	8,3±1,01
20	12,35±0,35	2,8±0,13	12,9±1,45	12,48±0,9	3,0±0,2	11,4±1,36

* — вторая затравка. ** — третья затравка.

на 21,8 и 22,5% *. На 3-и сутки после третьей затравки величина рассматриваемого показателя приблизилась к исходному уровню, но на 15-е и 20-е — вновь возросла соответственно на 29,7 и 21,3%.

Ход изменения концентрации гемоглобина у самок и самцов за некоторым исключением идентичен, но количественные изменения у самцов не достоверны, скорее всего за счет малочисленности группы.

Количество эритроцитов повысилось у самок через сутки после первой затравки и на 7-е сутки после второй (соответственно на 18 и 17%). На 5—10-е сутки после третьей затравки повышение составило 29,42%, а на 15—20-е сутки этот показатель возвращается к исходному уровню. У самцов характер изменения количества эритроцитов такой же, но количественные изменения не достоверны.

У самок через сутки после первой затравки количество лейкоцитов повысилось на 22%. После второй затравки повышение наблюдалось на 7-е сутки, после третьей — на 5-е. На 15-е сутки количество лейкоцитов уменьшается на 48%, а на 20-е — увеличивается, но первоначальной величины не достигает.

Уровень лейкоцитов в крови самцов снижается после каждой затравки, но достоверно — лишь через 4 часа после первой. Четырехчасовую пробу крови мы взяли только после первой затравки и впоследствии не повторяли, т. к. состояние птиц внушало нам опасение.

Понижение этого показателя достоверно через 4 часа после первой затравки и на 15-е сутки после третьей, в обоих случаях на 31%.

ГХЦГ — широкоприменяемый в сельском и лесном хозяйствах пестицид из группы хлорорганических соединений. ЛД₅₀ для различных лабораторных животных — 25—200 мг/кг. Для затравки фазанов мы выбрали дозу 45 мг/кг.

Введение первой дозы яда (15 мг/кг) не отразилось на поведении птиц, но их гематологические показатели претерпели ряд изменений. Так, у самок на 5-е сутки после первой затравки наблюдалось повышение концентрации гемоглобина. На фоне его была проведена вторая затравка (15 мг/кг), после которой концентрация гемоглобина вновь

* Все процентные данные статистически достоверны.

повысилась на 19% (5-е сутки). После третьей затравки наблюдалось снижение концентрации гемоглобина до величины близкой к исходной (10-е сутки) и повышение на 15-е и 20-е сутки (соответственно на 29 и 17%). У самцов, в отличие от самок, на 5-е сутки после третьей затравки концентрация гемоглобина повысилась. В остальной период эксперимента изменения этого показателя у самцов и самок шли параллельно.

При однократной затравке большими дозами (от 100 до 600 мг/кг), в ранее проводимом нами опыте по определению LD_{50} фазанов, у самцов наблюдалось ярко выраженное снижение концентрации гемоглобина в крови через сутки после затравки с последующим повышением на 4—11-е сутки. Прослеживалась зависимость изменения показателя от дозы препарата.

По результатам обоих опытов можно говорить о характерном изменении концентрации гемоглобина в крови фазанов под действием ГХЦГ: непосредственно после затравки она падает, а затем возрастает и на 20-е сутки после введения пестицида значительно превышает исходный уровень.

Количество эритроцитов у самок после первой затравки изменилось незначительно, после второй — увеличилось на 17% (5-е сутки). После третьей затравки количество эритроцитов понизилось до исходного уровня, а на 5-е и 10-е сутки вновь повысилось (соответственно на 18 и 22%). К концу эксперимента показатель возвратился к первоначальной величине. У самцов количественные изменения статистически не достоверны. В эксперименте по определению LD_{50} наблюдалась та же последовательность изменений.

Количество лейкоцитов у самок достоверно понижается через сутки после первой затравки и на 15-е сутки после третьей (соответственно на 37,5 и 27,4%). Максимальной величины этот показатель достигает в 1-е сутки после третьей затравки. У самцов последовательность изменений количества лейкоцитов та же, но статистически достоверно лишь понижение этого показателя на 15-е сутки после третьей затравки — на 39,4%.

Необходимо отметить большой разброс в количестве лейкоцитов у фазанов после затравки, что отражается в величине m и, по-видимому, является следствием действия ядов, т. к. до затравки и у контрольных птиц m значительно меньше (табл. 1, 2, 3).

У контрольных фазанов кровь брали в начале, середине и конце эксперимента. За период исследований концентрация гемоглобина, количество эритроцитов у контрольных птиц практически не изменились, уровень лейкоцитов повысился к середине эксперимента на 16,2% у самок и на 27% у самцов и оставался приблизительно таким же до его окончания (табл. 3).

Из полученных данных видно, что концентрация гемоглобина у фазанов под действием обоих ядов возрастает. При этом, количество эритроцитов изменяется незначительно в ту или иную сторону, что можно объяснить повышением синтеза гемоглобина в организме птиц вследствие, по-видимому, гипоксии. Последнее согласуется с данными М. А. Троценко (1962).

Лабильность количества лейкоцитов у птиц не всегда позволяет использовать этот показатель для характеристики ответной реакции организма на изменение того или иного фактора внешней среды. Однако лейкопения, возникшая у подопытных птиц в конце эксперимента по сравнению с повышением количества лейкоцитов в контроле, несомненно, является следствием действия яда.

Таблица 3

Динамика гематологических показателей у контрольных птиц

Показатель	Пол	Эксперимент		
		начало	середина	конец
Нв, г%	♀	10,40±0,25	10,27±0,42	10,24±0,51
Эр, млн.		2,60±0,15	2,50±0,20	2,60±0,21
Лц, тыс.		16,60±0,65	19,30±0,95	19,30±0,77
Нв, г%	♂	13,09±0,60	13,54±0,25	12,76±0,40
Эр, млн.		3,20±0,20	3,55±0,15	3,20±0,30
Лц, тыс.		16,50±1,5	21,00±1,0	20,75±0,25

В литературе есть сведения (Ребрин, 1973) об ослаблении фагоцитарной активности нейтрофилов в результате интоксикации животных пестицидом ронитом, о снижении активности окислительных ферментов в лейкоцитах (Безуглый и др., 1967) при хронической интоксикации ядохимикатами.

Возможность таких реакций, понижающих сопротивляемость организма, наряду с уменьшением количества лейкоцитов, повышает вероятность гибели птиц от различных инфекционных и паразитарных заболеваний.

Таким образом, в результате проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Карбофос и ГХЦГ вызывают сходные изменения картины крови фазанов, без четких различий между самками и самцами.
2. Оба яда обуславливают повышение содержания гемоглобина, при незначительном изменении количества эритроцитов.
3. Острая интоксикация обоими ядами сопровождается лейкоцитозом, который переходит в лейкопению.

ЛИТЕРАТУРА

- Безуглый В. П. и др. Состояние здоровья лиц, длительно работающих с пестицидами.— В кн.: Гигиена и токсикология пестицидов и клиника отравлений, вып. 5. Киев: ВНИИГИНТОКС, 1967, с. 417—431.
- Гвоздак А. А. Изменение поведения птиц под действием пестицидов.— В кн.: VII Всесоюзная орнитологическая конференция, ч. 2. Киев: Наук. думка, 1977, с. 122—123.
- Иванов Б. Г., Маковская Е. И. К вопросу о влиянии дихлорнафтохинона на организм животных.— В кн.: Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений, вып. 8. Киев: ВНИИГИНТОКС, 1970, с. 160—166.
- Карапетян С. К., Вартанян В. Л. Метод исчисления форменных элементов крови птиц, амфибий и рептилий.— ДАН АрмССР, 1959, 29, № 2, с. 93—96.
- Ребрин В. Г. Токсичность нового гербицида ронита при ингаляционном пути поступления в организм и гигиена труда при его применении.— В кн.: Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений, вып. 10. Киев: ВНИИГИНТОКС, 1973, с. 272—276.
- Сазонова Н. А. Действие препарата ДДТ на морфологический состав крови кролика.— Тр. Центр. н.-и. дезинфек. ин-та, 1949, № 5, с. 187—193.
- Стацек Н. К. Изменение некоторых показателей крови и условнорефлекторной деятельности у животных при интоксикации метилмеркаптофосом.— В кн.: Гигиена и токсикология новых пестицидов и клиника отравлений (Докл. 2-й Всесоюз. науч. конф.). М.: Медгиз, 1962, с. 229—239.
- Троценко М. А. К вопросу о механизме действия хлорорганических инсектицидов.— Там же, с. 272—277.
- Туманов И. Л. О некоторых физиологических изменениях в организме грызунов при отравлении ронитаном.— Биол. науки, 1969, № 3 (63), с. 44—47.

- Федоренко А. П., Рогатко И. В., Бутейко Т. П. Физиологические изменения у теплокровных животных, вызванные загрязнением естественной среды.— В кн.: Эколого-физиологические исследования в природе и эксперименте: Тез. докл. V Всесоюз. конф.— Фрунзе, Илим, 1977, с. 331—332.
- Dahlgren R. etc. Dieldrin effects on susceptibility of penned pheasants to hand capture.— *J. Wildlife Manag.*, 1970, 34, N 4, p. 957—959.
- Gilbert F. F. Physiological effects of natural DDT residues and metabolites on ranch minck.— *J. Wildlife Manag.*, 1969, 33, N 4, p. 933—943.
- Pujman V. Vliv chlorprothixenu na krevni obraz lane.— *Biol. a chem. vyzivy zvirat*, 1967, 3, N 4, p. 375—379.
- Pujman V. F., Hanusova D. Erythrogram variaticus between normal and parasitized nature and immature partridges pheasants and hares.— *J. Wildlife Descases*, 1970, 6, N 3, p. 163—166.

Институт зоологии
АН УССР

Поступила в редакцию
26.V 1978 г.