

V.G. Chinchar // J Wildl Dis. – 1999. – 35 (3). – P. 413-429.

*de Brito-Gitirana L.* Electron microscopical investigation on aldrin-induced hepatocyte pathology in *Rana catesbeiana*, with special emphasis on peroxisomes / L. de Brito-Gitirana, N.C. Miguel // Exp Toxicol Pathol. – 2000. – 52 (4). – P. 339-347.

*Haynes L.* Immune system activation associated with a naturally occurring infection in *Xenopus laevis* / L. Haynes, F.A. Harding, A.D. Koniski, N. Cohen // Dev Comp Immunol. – 1992. – 16 (6). – P. 453-462.

*Hill B.D.* Hepatitis in the green tree frog (*Litoria caerulea*) associated with infection by a species of *Myxidium* / B.D. Hill, P.E. Green, H.A. Lucke // Aust Vet J. – 1997. – 75 (12). – P. 910-911.

*Lefcort H.* The effects of used motor oil, silt, and the water mold *Saprolegnia parasitica* on the growth and survival of mole salamanders (genus *Ambystoma*) / H. Lefcort, K.A. Hancock, K.M. Maur, D.C. Rostal // Arch Environ Contam Toxicol. – 1997. – 32 (4). – P. 383-388.

*Schuyttema G.S.* Effects of pentachlorophenol-contaminated food organisms on toxicity and bioaccumulation in the frog *Xenopus laevis* / G.S. Schuyttema, A.V. Nebeker, J.A. Peterson, W.L. Griffis // Arch Environ Contam Toxicol. – 1993. – 24 (3). – P. 359-364.

*Zettergren L.D.* Cellular and serum immune response to dinitrophenol in adult *Rana pipiens* / L.D. Zettergren, B.W. Boldt, L.S. Schmid // Dev Comp Immunol. – 1988. – 12 (1). – P. 99-107.

УДК 597.111.1

## ГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕХЛЕТКОВ КАРПА *CYPRINUS CARPIO* (CYPRINIFORMES, COPRINIDAE) В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

*Ю.Л. Волынкин*

г. Белгород, Белгородский государственный университет

При прудовом выращивании в воде и в тканях карпа постоянно присутствуют условно патогенные аэромонады [Бычкова, Юхименко, 2001]. В последние годы у карпа Белгородской области сформировался иммунитет к заболеванию, гибель фиксируется редко. У карпов с низким иммунным статусом при весеннем повышении температуры могут проявляться клинические признаки болезни. Наиболее восприимчивыми к заболеванию аэромонозом оказываются трехлетки карпа [Волынкин и др., 1991].

Материалом для исследований послужили здоровые и больные аэромонозом трехлетние карпы, изученные в 1989 году в нагульных прудах (Ливенский, Касилово): 1 апреля, при температуре воды 4 °С, 18 апреля при температуре воды 12 °С (производители), 16 мая при температуре воды 18 °С, 8 июня, при температуре воды 22 °С.

Методика гематологических исследований приводится в ранней работе [Волынкин, Аминева, 1990]. В вопросах классификации клеток крови придерживались

взглядов З.М. Калашниковой [1981], но заимствовали, как наиболее распространенную, номенклатуру гранулоцитов Н.Т. Ивановой [1970]. Особенности морфологии лейкоцитов и тромбоцитов карпа отражены в описании [Волынкин, 1989]. Материалы сравнили по месяцам, отдельно для здоровых рыб и для карпов с выраженными признаками болезни. Здоровые карпы в апреле и июне не имели отклонений внешнего вида и состояния внутренних органов, в мае у них наблюдали утолщение кровеносных сосудов на поверхности тела – признак скрытой стадии развития аэромоноза. Рыбы, с выраженными клиническими признаками болезни, в апреле соответствовали стадии средней степени поражения (имели язвы), в мае – стадии сильного поражения (имели язвы, обширные участки обводнения мышечной ткани, очаги ерошения чешуи, пучеглазие, экссудат), в июне относились к стадии выздоровления (происходило уменьшение очагов ерошения чешуи, эпителизация язв).

Показатели крови здоровых трехлет-

них карпов в апреле по окончании зимовки отличаются высокими гематокритом –  $0,45 \pm 0,03$  л/л и гемоглобином  $93,5 \pm 2,2$  г/л (рис.1,а), пониженной до  $31,5 \pm 1,0$  г/л концентрацией белка в плазме крови (рис.1,б). Все эритроциты этих рыб зрелые (рис. 1,в), а количество разрушенных эритроцитов –  $2,6 \pm 1,0\%$  – наибольшее (рис. 1, г) Содержание лейкоцитов и тромбоцитов в апреле минимальное, составляет  $4,4 \pm 0,5\%$  от количества эритроцитов (рис.2,а). В лейкоцитарной формуле преобладают лимфоциты  $91,2 \pm 1,5\%$  (рис. 2, б, в), количество гранулоцитов минимальное: нейтрофилов составляет  $7,0 \pm 1,4\%$  (рис. 2, г), псевдобазофилов –  $1,0 \pm 0,4\%$  (рис. 2, д), псевдоэозинофилы отсутствуют, а доля моноцитов составляет  $0,9 \pm 0,2\%$  (рис. 2, б). Тромбоциты также немногочисленны, судя по соотношению лейкоцитов и тромбоцитов, равному  $4,2 \pm 1,4$  (см. рис.2, а). Среди них увеличена доля овальных клеток  $46,1 \pm 5,8\%$ , содержание округлых тромбоцитов низкое  $4,7 \pm 2,0\%$  (рис. 2, е), Новообразование всех клеточных типов в апреле минимальное.

В мае происходит поступление в периферическую кровь трехлетков большого количества –  $31,1 \pm 11,3\%$  крупных полихроматофильных эритроцитов, в цитоплазме которых не закончился процесс накопления гемоглобина. При этом концентрация гемоглобина понижается до  $69,5 \pm 3,3$  г/л без изменения гематокрита –  $0,43 \pm 0,02$  л/л. Это указывает на активизацию эритропоэза, может быть – на полную замену в мае клеток эритроцитарного пула. Концентрации белка в плазме и в сыворотке существенно возрастает до  $48,1 \pm 2,3$  г/л, наблюдается лейкоцитоз с увеличением содержания лейкоцитов и тромбоцитов более чем вдвое, до  $13,2 \pm 2,0\%$ . Дисперсия показателя также достоверно возрастает. В составе лейкоцитарной формулы в мае отмечается достоверное увеличение содержания нейтрофилов до  $18,1 \pm 3,4\%$ , за счет миелоцитов и метамиелоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, но палочкоядерных форм оказывается не много. Активизируется также новообразование, достоверно возрастает количество миелобластов, промиелоцитов нейтрофиль-

ного ряда. Наблюдается увеличение количества промиелоцитов и миелоцитов псевдобазофильного ряда. Снижение доли лимфоцитов до  $73,0 \pm 3,9\%$ . происходит за счет падения содержания больших лимфоцитов, но содержание малых лимфоцитов достоверно увеличивается. Количество незрелых элементов: лимфобластов и пролимфоцитов увеличивается, т.е. выявляется умеренный лимфопоз. Количество округлых тромбоцитов предположительно юных по возрасту клеток, в мае возрастает до  $30,5 \pm 4,9\%$ , а овальных снижается. Майскую группу здоровых рыб отличает повышенный эритропоэз, лейкоцитоз, гранулоцитоз, миелопоэз и умеренный лимфопоз, увеличение доли округлых тромбоцитов. По большинству изученных показателей трех ростков кроветворения данные отличаются существенным увеличением неоднородности в группе.

В июне достоверно увеличивается концентрация гемоглобина до  $82,5 \pm 3,4$  г/л и особенно белка, до  $82,5 \pm 2,1$  г/л – при неизменном высоком количестве незрелых эритроцитов –  $29,7 \pm 11,7\%$ . У одних рыб в июне полихроматофильные эритроциты составляют большинство. У других рыб зрелые эритроциты имеют увеличенное светлое «черепашковое» ядро, но синтез гемоглобина в их цитоплазме, судя по ее гомогенности, уже завершен. Количество лейкоцитов недостоверно снижается до  $10,9 \pm 1,1\%$ , оставаясь достоверно выше уровня апреля (см. рис. 2, а). Сумма лимфоцитов в июне незначительно увеличивается, но состав лимфоцитов почти не меняется. Содержание нейтрофилов недостоверно уменьшается – за счет уменьшения количества зрелых клеток, начиная с метамиелоцита, активность новообразования нейтрофилов сохраняется. Единственное достоверное отличие в составе лейкоцитарной формулы в июне в сравнении с майскими данными – это снижение уровня поэза и суммарного количества псевдобазофилов до  $2,2 \pm 0,5\%$ . Количество и отношение морфологических форм тромбоцитов в целом соответствует майскому. Наблюдается тенденция к снижению доли округлых тромбоцитов и клеток с цитоплазмой в виде язычков – в пользу вытя-

нутых клеток. В июне уменьшается дисперсия по большинству показателей. Усиление переноса белка при умеренном лейкоцитозе

характеризует физиологическое состояние усиленного пластического обмена у здоровых карпов.

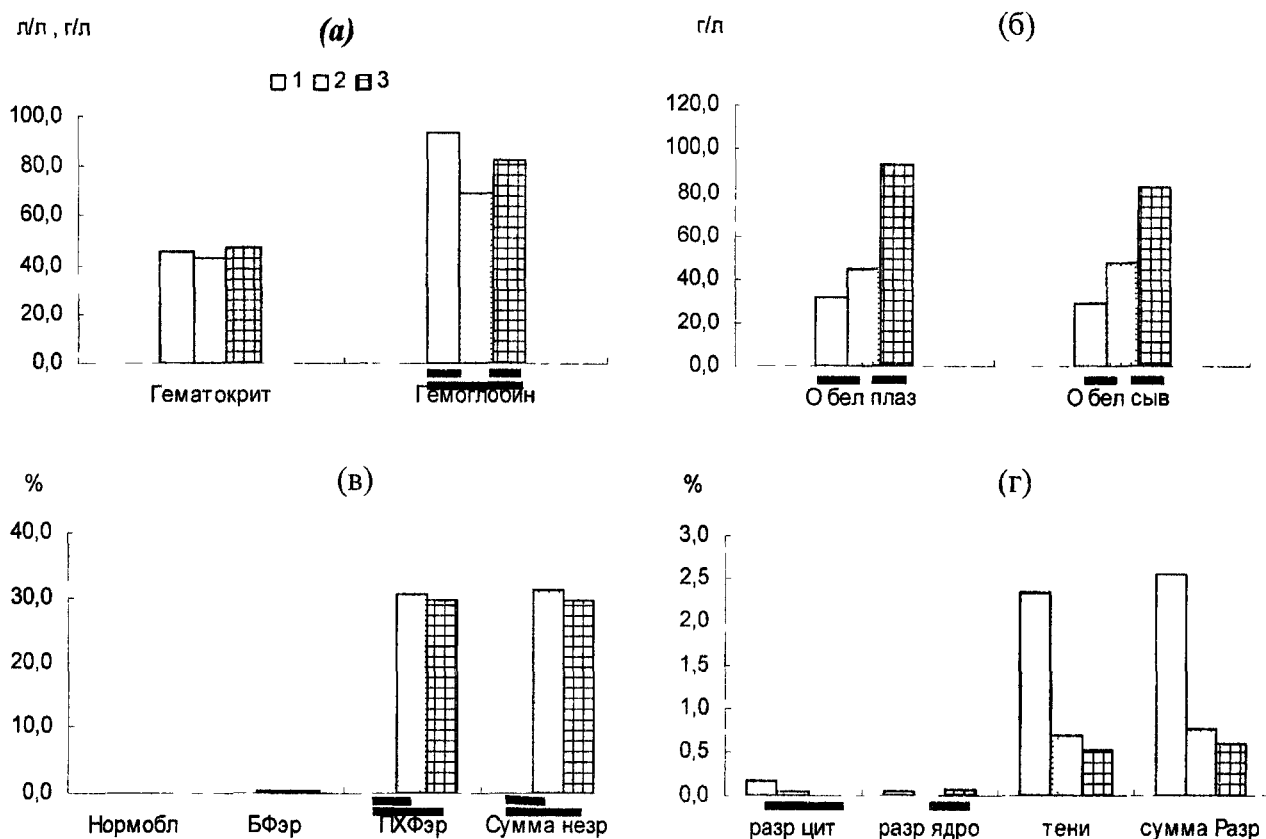


Рис.1. Показатели крови здоровых трехлетних карпов в апреле (1), мае (2) и июне (3), а - гематокрит и гемоглобин, б - белок плазмы (О. бел. плаз.) и сыворотки крови (О. бел. сыв.), в - незрелые эритроциты: нормобласты (Нормобл.), базофильные эритроциты (БФэр), полихроматофильные эритроциты (ПХФэр), сумма незрелых эритроцитов (Сумма незр.), г - разрушенные эритроциты: эритроциты с разрушенной цитоплазмой (разр. цит.), эритроциты с разрушенным ядром (разр.ядро), форма разрушенных эритроцитов "ядерные тени", сумма разрушенных эритроцитов (сумма Разр).

Линии под осью абсцисс обозначают достоверность различий при  $p < 0,05$ .

Незначительные изменения красной крови, увеличение содержания лейкоцитов с возрастанием содержания лимфоцитов и снижением доли нейтрофилов при весеннем повышении температуры воды у трехлетков карпа наблюдали Г.Г. Серпунин (1980), А. Sopinska (1983), а у других видов рыб А.М. Котов (1979), И.Д. Тромбицкий (1985). Полученные результаты в целом не противоречат приведенным источникам, но обнаруживают некоторые особенности. К ним относится усиление эритропоэза в мае и в июне. Кроме того, майский лейкоцитоз обусловлен увеличением содержания нейтро-

филов ранних стадий развития и их суммы, а также псевдобазофилов.

Эти существенные количественные и качественные отклонения в системе белой крови направлены на противодействие болезнетворным факторам и обусловлены стремлением организма к сохранению физиологического гомеостаза. В июне при сохранении высокого количества клеток белой крови, в формуле крови возрастает доля лимфоцитов, лейкоцитарная формула приобретает обычный «летний» вид, отражающий активный пластический обмен [Головина, Тромбицкий, 1989].

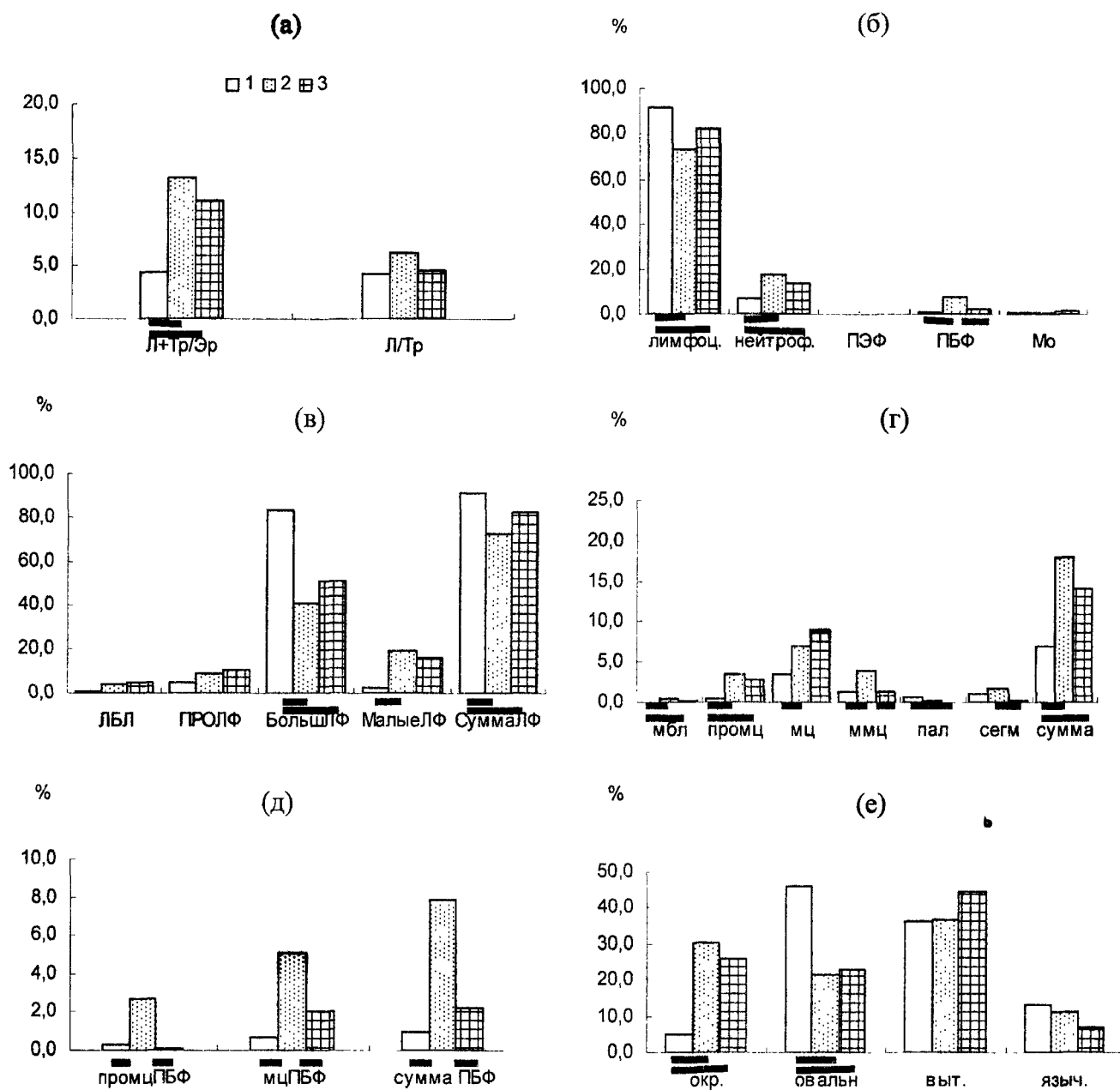


Рис.2. Показатели крови здоровых трехлетних карпов в апреле (1), мае (2) и июне (3)

а - соотношения клеток белой крови: отношение суммы лейкоцитов и тромбоцитов к количеству эритроцитов (Л+Тр/Эр) и отношение количества лейкоцитов и тромбоцитов (Л/Тр), б - лейкоцитарная формула: лимфоциты (лимфоц.), нейтрофилы (нейтроф.), псевдозозинофилы (ПЭФ), псевдобазофилы (ПБФ), моноциты (Мо), в - стадии развития лимфоцитов: лимфобласты (ЛБЛ), пролимфоциты (ПРОЛФ) большие лимфоциты (БольшЛФ), малые лимфоциты (МалыеЛФ), сумма лимфоцитов (СуммаЛФ), г - стадии развития нейтрофилов: Миелобласты (мбл), промиелоциты (промц), миелоциты (мц), метамиелоциты (ммц), палочкоядерные нейтрофилы (пал), сегментоядерные нейтрофилы (сегм), сумма нейтрофилов (сумма), д - стадии развития псевдобазофилов: промиелоциты псевдобазофильные (промцПБФ), миелоциты псевдобазофильные (мцПБФ), сумма псевдобазофилов (сумма ПБФ), е - динамика формы тромбоцита: округлые тромбоциты (окр.), овальные тромбоциты (овальн), вытянутые тромбоциты (выт.), тромбоциты с цитоплазмой в виде "язычков" (языч.)

У больных рыб в апреле показатели гематокрит -  $0,44 \pm 0,02$  л/л и гемоглобин -

$96,7 \pm 3,2$  г/л, (рис.3, а, б) как и у здоровых рыб - умеренно высокие. При низком со-

держании у больных карпов лейкоцитов и тромбоцитов -  $5,1 \pm 2,0\%$  (рис.4, а), этот показатель, а также лейкоцитарная формула и форма тромбоцита у них не отличаются от показателей здоровых рыб в апреле (рис. 4, б - е). Только один показатель - белок плазмы и сыворотки крови -  $42,2 \pm 7,2$  г/л (рис.3,б) у больных рыб оказывается достоверно выше, чем у здоровых (рис. 1, б).

В мае у больных рыб достоверно, до  $50,3 \pm 8,1$  г/л, снижается концентрация гемоглобина и до  $13,5 \pm 4,1$  г/л содержание белка сыворотке, и в плазме. Одновременно отмечаются максимальные отклонения морфологии клеток крови: эритроциты со сдвигом ядра к краю клетки по количеству составляют  $2,0 \pm 1,4\%$ ; доля эритропластидов дос-

тигает  $0,6 \pm 0,4\%$ ; содержание эритроцитов с малиновыми включениями в цитоплазме составляет  $0,8 \pm 0,8\%$ . Разрушение края цитоплазмы эритроцита наблюдается у больных рыб у  $1,4 \pm 1,0\%$  клеток. Еще один редкий вид патологии - размытый край у ядра нейтрофила наблюдали у  $4,4 \pm 4,4\%$  нейтрофилов. Включения массового эритропоэза, которое мы наблюдаем в мае и в июне у здоровых карпов (см. рис. 1, в), а также увеличения содержания лейкоцитов у больных рыб не происходит (рис. 3, в). Существенное патогенное воздействие на карпов сопровождается со стороны белой крови недостоверным увеличением количества лейкоцитов и доли нейтрофилов до  $23,5 \pm 9,2\%$  (рис. 3. г),

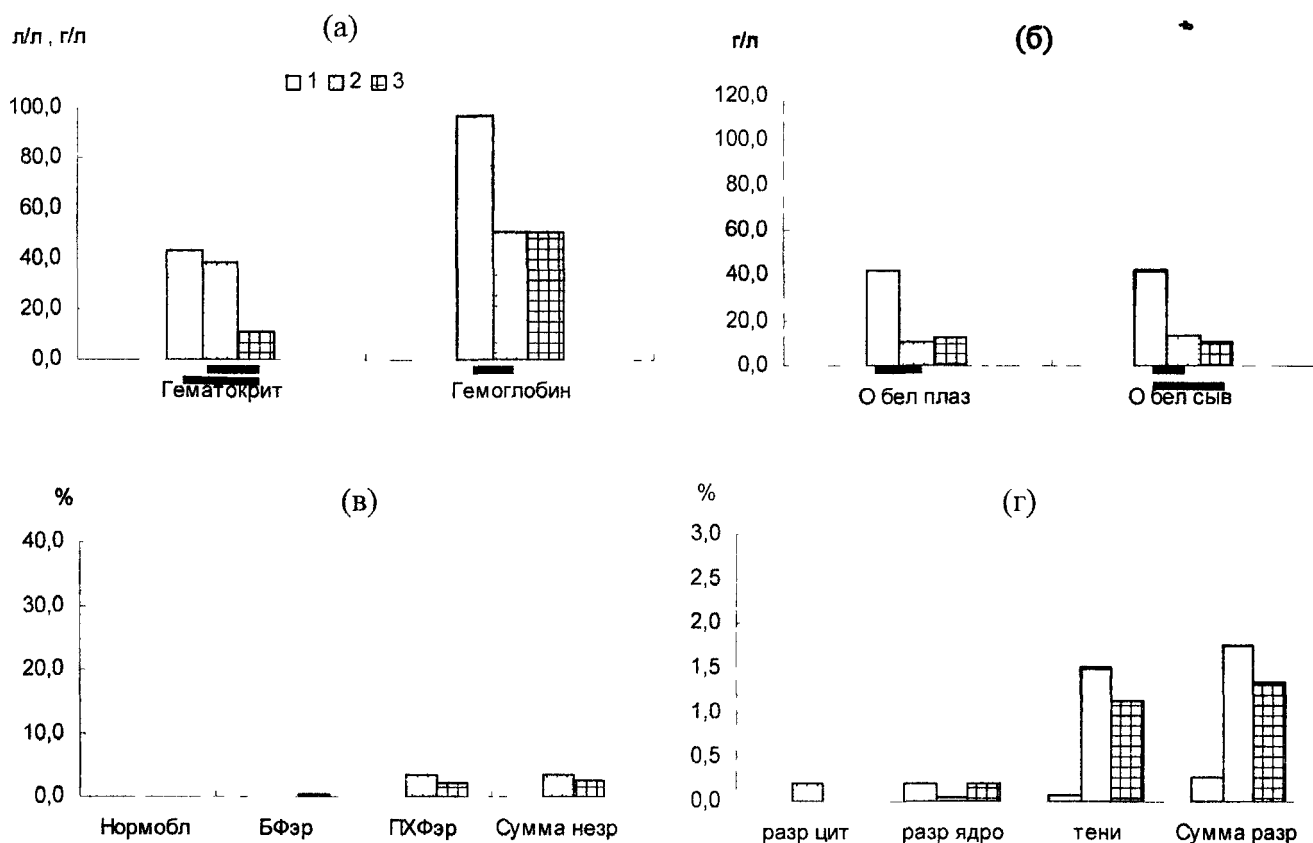


Рис. 3. Показатели крови карпов с выраженными признаками краснухи: производители в "стадии средней степени поражения", изученные в апреле (1), трехлетние карпы в «стадии сильного поражения», изученные в мае (2) и трехлетки в «стадии выздоровления», изученные в июне 1989 года (3)

а - гематокрит и гемоглобин, б - белок плазмы и сыворотки крови, в - незрелые эритроциты, г - разрушенные эритроциты

Обозначения как на рис. 1.

за счет зрелых форм, начиная со стадии миелоцита, а также умеренной псевдобазофилией (рис. 3, д). Одновременно отмечается тенденция к снижению уровня лимфопоэза и гранулопоэза. В майской

группе достоверно, до  $32,3 \pm 6,2\%$ , возрастает количество округлых тромбоцитов, а также снижается до  $6,4 \pm 5,0\%$  доля вытянутых тромбоцитов.

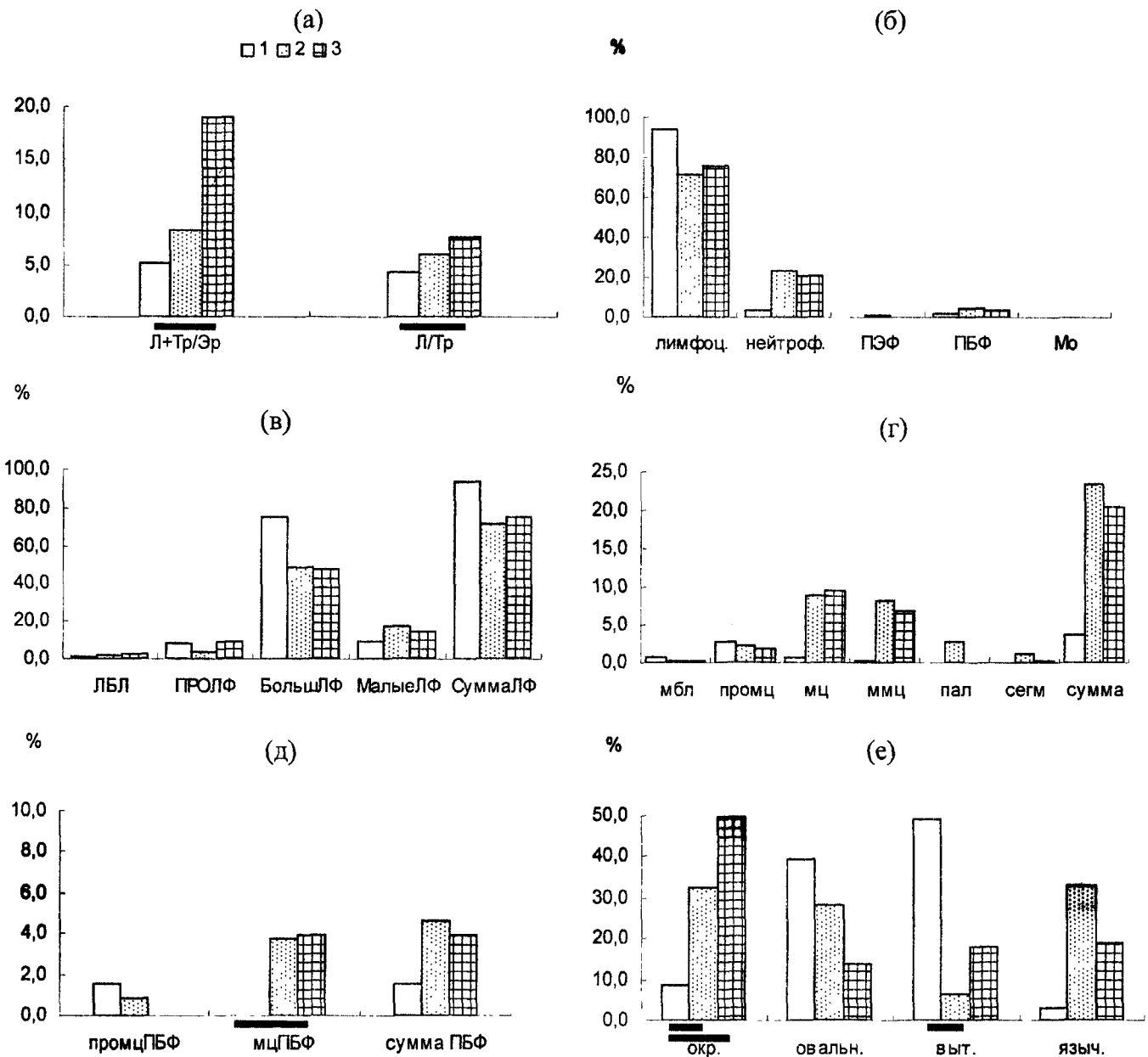


Рис. 4. Показатели крови карпов с выраженными признаками краснухи: производители в стадии «стадия средней степени поражения», изученные в апреле (1), трехлетние карпы в «стадии сильного поражения», изученные в мае (2) и трехлетки в «стадии выздоровления», изученные в июне 1989 года (3).

а – соотношения клеток белой крови, б – лейкоцитарная формула, в – стадии развития лимфоцитов, г – стадии развития нейтрофилов, д – стадии развития псевдобазофилов, е – динамика формы тромбоцита

Обозначения как на рис.2

В июне выздоровление карпов (заживление язв) происходит при минимальном уровне гематокрита -  $0,11 \pm 0,03$  л/л и концентрации гемоглобина -  $50,3 \pm 19,5$  г/л, низких показателях белка плазмы -  $12,1 \pm 6,1$  г/л и сыворотки крови -  $10,4 \pm 2,7$  г/л. Патологические изменения морфологии клеток крови в июне не зафиксированы. Процесс выздоровления характеризуется значительным увеличением количества клеток белой крови до  $18,9 \pm 3,4\%$  (см. рис. 4, а), тенденцией к увеличению количества лимфоцитов до  $75,2 \pm 7,9\%$ , к усилению лимфопоэза, высоким содержанием в крови нейтрофильных миелоцитов и метамиелоцитов при снижении доли самых дифференцированных клеток палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов. Предположительно нейтрофилы последних стадий созревания мигрируют в ткани. Количество псевдобазофилов в июне -  $3,9 \pm 0,5\%$ , в отличие от здоровых карпов (см. рис. 2, д, 4, д) остается высоким. Среди тромбоцитов при выздоровлении существенно увеличивается содержание округлых форм до  $49,5 \pm 13,0\%$ .

При весеннем заболевании сазана и карпа аэромонозом в России, Болгарии, Польше резко уменьшается концентрация гемоглобина, гематокрит, количество эритроцитов и содержание сывороточного белка, почти вдвое возрастает содержание лейкоцитов, происходят дегенеративные изменения клеток красной и белой крови. Одновременно в составе лейкоцитарной формулы снижается процент лимфоцитов, но увеличивается доля нейтрофилов (по номенклатуре Н.Т. Ивановой, [1970]) с 6,4 до 46,3%, и псевдобазофилов. Причем нейтрофилия обусловлена достоверным возрастанием всех учтенных форм созревания нейтрофилов: миелоцитов, метамиелоцитов, палочкоядерных и сегментоядерных [Ляйман, 1955, Ассман, 1960, Ковачева 1989, Шеров, 1989].

По нашим данным в апреле при выраженных клинических признаках (язвы), показатели крови соответствуют таковым у здоровых рыб. Повреждающее действие инфекции на систему крови обнаруживается позднее, чем внешние признаки заболева-

ния. в мае, и заключается в анемии, нарушении белкового переноса кровью и нарушении процесса эритропоэза. У больных рыб происходит задержка нормальных сезонных реакций организма, которые мы наблюдаем у здоровых карпов: это усиление эритропоэза и увеличение концентрации белка.

Защитная реакция организма в мае у здоровых и у больных карпов выражается в прогрессирующем лейкоцитозе, нейтрофилии, псевдобазофилофилии и увеличении содержания в крови округлых тромбоцитов. Лейкоцитоз в июне, при одновременном низком содержании гемоглобина и белка служит индикатором перехода в стадию выздоровления, и указывает путь к преодолению болезни в приоритетном во времени восстановлении лейкопоэза и только после этого - эритропоэза и механизма переноса белка. Очевидно, лейкоцитоз способствует ускорению процесса регенерации тканей и кровотока тела и становлению иммунной защиты у рыб, как и у других позвоночных животных и может считаться адаптацией к сохранению физиологического и генетического гомеостаза в прудовых биоценозах. Очевидно, что до восстановления системы красной крови, эффективного газообмена и механизмов обмена белка невозможен активный пластический обмен, линейный и весовой рост. Поэтому переход болезни в острую форму приводит к потере темпа роста рыб в июне, а может быть и на весь сезон.

На нашем материале, особенность физиологического состояния здоровых трехлетков карпа в мае заключается в изменениях показателей белой крови, подобных изменениям в стадии выздоровления больных карпов в июне. К ним относится лейкоцитоз, снижение доли лимфоцитов и сдвиг в сторону гранулоцитов в лейкоцитарной формуле, активизация новообразования нейтрофилов, псевдобазофилов, а также лимфоцитов. Лейкоцитоз и нейтрофилия у внешне здоровых рыб в мае не достигают уровня показателей больных карпов в июне. Но одинаковая направленность изменений показателей крови позволяет предположить,

что в мае внешне здоровые карпы, имеющие только один клинический признак – утолщение сосудов плавников и чешуйчатых кармашков, подвержены воздействию бактерий и переносят заболевание в скрытой стадии. Поэтому профилактическое и лечебно-профилактическое кормление против аэромоназа в мае рекомендуется для всех хозяйств, использующих трехлетний оборот выращивания карпа.

Другая особенность полученных данных - это достаточно высокая стабильность показателя "лейкоцитарная формула". Так, содержание больших и малых лимфоцитов в лейкоцитарной формуле в мае и в июне, как у здоровых карпов, так и у больных, в пик заболевания и при выздоровлении изменяется недостоверно – независимо от ярко выраженной динамики количества лейкоцитов в периферической крови.

По данным Л.Д. Житенева и соавт. [1989] при различных отравлениях у рыб снижается процент лимфоцитов. Величина этого снижения пропорциональна усилению степени токсического воздействия, при самых тяжелых воздействиях количество лимфоцитов уменьшается до 40,5%. У карпов при аэромоназе в стадии сильного поражения снижение доли лимфоцитов в формуле крови достигает только 71,2%. Из сопоставления этих данных следует, что изученные нами рыбы активно противостоят инфекции и болезнь в данном случае не закончится гибелью.

Происхождение, родственные связи, функции тромбоцитов рыб интересовали ихтиогематологов давно [Haider, 1967, Ellis, 1976, Woodward at al., 1981]. Но изучению динамики количества и формы тромбоцитов у рыб посвящено не много работ.

При незначительном токсическом воздействии на рыб отношение круглых к овальным тромбоцитам составляет 1:2,5; при токсическом воздействии на рыб средней степени происходит увеличение доли круглых тромбоцитов, указанное отношение составляет 3:1; при тяжелом поражении доля округлых тромбоцитов вновь снижается с изменением отношения до 1:1,5 [Житенева и соавт., 1989]. У путассу, в августе – сен-

тябре, в связи с усиленным пластическим обменом в период нагула, наблюдается увеличенное содержание округлых тромбоцитов [Волынкин, 1987]. У трехлетних карпов минимальное содержание округлых тромбоцитов отмечено в апреле, их количество существенно возрастает в мае у здоровых и больных рыб и достигает максимума, 49,5%, в июне при выздоровлении. Достоверным оказывается снижение количества вытянутых тромбоцитов у больных рыб в мае.

#### **Выводы.**

1. У трехлетних карпов при весеннем возрастании температуры воды происходит увеличение концентрации белка в крови, количества незрелых эритроцитов, количества лейкоцитов, умеренное увеличение количества нейтрофилов при сравнительно высоком уровне поэза лимфоцитов и нейтрофилов.

2. В мае трехлетние карпы подвергаются патогенному воздействию аэромонад и их токсинов. У рыб с высокой индивидуальной резистентностью к заболеванию увеличивается количество незрелых эритроцитов, содержание белка, количество лейкоцитов за счет нейтрофилов и псевдобазофилов, а также доля округлых тромбоцитов, усиливается поэз лимфоцитов, нейтрофилов и псевдобазофилов. У части рыб обострение болезни с переходом в стадию сильного поражения приводит к существенному снижению гемоглобина, белка крови, эритропоэза не включается, лейкоцитоз – умеренный, лимфопоэз и псевдобазофилопоэз подавляются, а количество нейтрофилов всех стадий созревания достигает максимальной величины, количество округлых тромбоцитов возрастает.

3. В июне, у резистентных карпов количество незрелых эритроцитов и гемоглобина остается на высоком уровне, происходит существенное увеличение белка, количество лейкоцитов незначительно снижается при тенденции к увеличению доли лимфоцитов. У рыб, перенесших краснуху в стадии сильного поражения, в первую очередь происходит восстановление выделительной функции почек и целостности почечных канальцев, заживление язв. При этом в крови



отмечается лейкоцитоз, тенденция к увеличению количества лимфоцитов и к снижению доли нейтрофилов и псевдобазофилов, содержание округлых тромбоцитов достигает максимального значения. Эти признаки выздоровления наблюдаются одновременно с низкими показателями красной крови и белка крови. Нарушение процессов переноса белка кровью и эритропоеза при выздоровлении – свидетельство тяжелых последствий перенесенной инфекции.

#### Список литературы

Ассман А.В. Некоторые данные о влиянии различных условий питания на состав крови сазана / А.В. Ассман // Вопросы ихтиологии. – 1960. – Вып.15. – С. 148–165.

Бычкова Л.И. Краткая оценка эпизоотологического состояния рыбоводных хозяйств и водоемов Московской области / Л.И. Бычкова, Л.Н. Юхименко // Тез. докл. науч. конференции «Морфологические и физиологические особ. гидробионтов» ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 12–18.

Волынкин Ю.Л. Гематологическая характеристика путассу Норвежского моря в летне-осенний период / Ю.Л. Волынкин // Вопр. физиол. морских и проходных рыб. Сб. науч. тр. ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 1987. – С. 168–178.

Волынкин Ю.Л. Морфология клеток красной и белой крови молоди карпа / Ю.Л. Волынкин // 2 - celostatni ichthyohematologicka konference. Litomysl, 28-29 listopadu 1989. – Litomysl, 1989. – №4.

Волынкин Ю.Л. Динамика показателей красной крови годовиков карпа в период зимовки / Ю.Л. Волынкин, В.А. Аминова // Вопросы экол. физиологии рыб, ихтиопатологии. – Калининград, 1990. – С. 63-83.

Волынкин Ю.Л. Краснуха в рыбхозах Белгородской области / Ю.Л. Волынкин, С.П. Ноздрин, Т.Ф. Евсюкова, А.Г. Борисов, С.В. Грохотов, В.В. Шимко // Рыбн. х-во, 1991. – №9. – С. 41-43.

Головина Н.А. Гематология прудовых рыб / Н.А. Головина, И.Д. Тромбицкий. – Кисловодск: Штиинца, 1989. – 156 с.

Житенева Л.Д. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб / Л.Д. Житенева, Т.Г. Полтавцева, О.А. Рудницкая. – Ростов-на-Дону: Рост. Книжное изд-во, 1989. – 110 с.

Иванова Н.Т. Материалы к морфологии крови рыб / Н.Т. Иванова // Ростов-на-Дону:

Изд-во РГПИ, 1970. – 136 с.

Калашикова З.М. Исследование морфологического состава крови рыб / З.М. Калашикова // Исследования размножения и развития рыб (метод. пособие). – М.: Наука, 1981. – С. 110-123.

Ковачева Н.П. Исследование некоторых гематологических показателей карпа в норме и при заболевании геморрагической септициемией / Н.П. Ковачева // 2 - celostatni ichthyohematologicka konference. Litomysl, 28-29 listopadu 1989. – Litomysl, 1989. – №20.

Котов А.М. Морфофизиолого-биохимические особенности крови морских рыб / А.М. Котов // Тр. Всес. НИИ морск. рыбн. х-ва и океаногр. – 1979. – Т. 129. – С. 86–93.

Ляйман Э.М. Изменения лейкоцитарной формулы крови рыб и ранняя диагностика заболеваний / Э.М. Ляйман // Тр. МосрыбВТУЗа. – 1955. – Вып. 7. – С. 90–95.

Серпунин Г.Г. Гематологические показатели трехлеток карпа при выращивании в условиях Калининградской области / Г.Г. Серпунин // Биология и биотехника разведения ценных видов рыб. Сб.тр. ГосНИОРХ. – 1980. – Вып. 154. – С. 70–77.

Тромбицкий И.Д. О регуляции численности лейкоцитов в периферической крови прудовых рыб / И.Д. Тромбицкий // VI Всес. конф. по экол. физиол. и биохим. рыб. Сент., 1985. Тез. докл. – Вильнюс, 1985. – С. 252-253.

Шеров Д. Гематологические исследования рыб в условиях рыбоводческой практики в Польше / Д. Шеров // 2 - Celostatni ichthyohematologicka konference. Litomysl, 28-29 listopadu 1989. – Litomysl, 1989. – №27.

Ellis A.E. Leucocytes and related cells in the plaice *Pleuronectes platessa* / A.E. Ellis // J. Fish boil, 1976. – 8, № 2. – S. 143–156.

Haider G. Vergleichende Untersuchungen zur Blutmorphologie und Hämatopoese einiger Teleostier. II. Beobachtungen an Spindelzellen / G. Haider // Zool. Anzeiger. – 1967. – В. 179, Н. 5–6. – S. 355–384.

Sopinska A. Effect of physiological factors, stress, and disease on hematological parameters of carp, with a particular reference to leukocyte pattern. 1. Variability of hematological indices of carp in relation to age and maturity stage/ A. Sopinska // Acta ichthyol. et piscator. – 1983. – V. 13, Fasc. 2. – P. 59–81.

Woodward J.J. Thrombocyte aggregation in rainbow trout / J.J. Woodward, L. Smith, E. Casilas // Comp. Biochem. and Physiol. – 1981. – A.68, – № 3. – P 457–466.