

## РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМА МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННОЙ АНЕМИИ ЦЫПЛЯТ

М. К. СЕЛИХАНОВА

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 15.10.2025)

*В настоящее время своевременная патоморфологическая диагностика инфекционной анемии цыплят (ИАЦ) затруднительна. На фоне постоянных вакцинаций болезнь протекает в виде патоморфоза в ассоциации с другими болезнями заразной и незаразной этиологии. На основании результатов собственных исследований было установлено, что при экспериментальном заражении и спонтанном течении инфекционной анемии цыплят наиболее значимые и специфичные структурные нарушения развиваются в крови и центральных органах иммунитета. Анализ полученных данных позволил разработать и апробировать алгоритм морфологической диагностики ИАЦ, основанный на выявлении наиболее значимых и специфичных морфологических изменений в крови, красном костном мозге и тимусе. Показано, что применение алгоритма диагностики инфекционной анемии путем способствует значительному сокращению рабочего времени на постановку диагноза, а также затрат на электроэнергию и амортизацию оборудования. При этом использование нового способа диагностики ИАЦ позволило понизить стоимость диагностических процедур на 35,01 руб. в расчете на одно исследование (в ценах 2025 г.).*

**Ключевые слова:** инфекционная анемия, цыплята, морфология, диагностика, костный мозг, тимус, кровь.

*Currently, timely pathomorphological diagnosis of infectious anemia in chickens (IAC) is difficult. Due to constant vaccinations, the disease manifests as a pathomorphosis in association with other infectious and non-infectious diseases. Based on our own research, we found that during experimental infection and spontaneous infectious anemia in chickens, the most significant and specific structural abnormalities develop in the blood and central immune organs. Analysis of the obtained data allowed us to develop and test an algorithm for morphological diagnosis of IAC based on identifying the most significant and specific morphological changes in the blood, red bone marrow, and thymus. It has been shown that the use of an infectious anemia diagnostic algorithm significantly reduces the diagnostic time, energy costs, and equipment depreciation. Furthermore, the use of the new IAC diagnostic method reduced the cost of diagnostic procedures by 35.01 rubles per test (in 2025 prices).*

**Key words:** infectious anemia, chickens, morphology, diagnostics, bone marrow, thymus, blood.

### Введение

В настоящее время вспышки инфекционной анемии цыплят (ИАЦ) регистрируются во многих странах с развитым птицеводством, в том числе в Республике Беларусь и Российской Федерации [1, 2, 7]. Диагностика ИАЦ проводится с учетом эпизоотической ситуации, клинических признаков и патологоанатомических изменений, результатов лабораторных исследований (гистологических, серологических, вирусологических, молекулярно-биологических). В комплексе диагностических мероприятий особая роль отводится морфологическим методам исследования, результаты которых позволяют в предельно короткие сроки поставить предположительный диагноз на ИАЦ [8–11]. Очевидным преимуществом патоморфологического исследования является не только быстрота и высокая достоверность, но и значительная дешевизна, по сравнению с другими специальными исследованиями. Следует также отметить, что использование в диагностике ИАЦ высокоточных и специфичных методов исследования, к которым относятся ИФА и ПЦР, на практике сопряжено с большими трудностями. Так, при наличии у переболевших или вакцинированных птиц высокого уровня специфических антител значительно усложняется постановка серологического диагноза путем ИФА. Циркулирование в хозяйстве не только эпизоотических, но и вакцинных штаммов возбудителя многократно усложняет диагностику болезни в ПЦР. Значительное количество времени и материальных ресурсов уходит на дифференцирование выделенного генома вируса ИАЦ от вакцинных вариантов, циркулирующих в хозяйстве.

Несмотря на эти преимущества, патоморфологические методы исследования диагностики ИАЦ используются врачами редко и не всегда эффективно. В большой степени это связано с тем, что характерные морфологические признаки могут отмечаться только при классическом течении инфекционной анемии, которое наблюдается у цыплят раннего (1–14-дневного) возраста, не имеющих родительских антител к вирусу ИАЦ. В настоящее время практически во всех странах мира проводится вакцинация родительского поголовья против ИАЦ с целью создания напряженного трансвариального иммунитета у цыплят раннего возраста. На этом фоне у вакцинированных цыплят 20–30-дневного возраста часто регистрируется латентное течение ИАЦ. При этом характерные патологоанатомические и гистологические изменения не выявляются [6]. Кроме того, ИАЦ часто протекает в ассоциации с другими вирусными инфекциями с развитием тяжелого комбинированного иммунодефицита.

В результате своевременная диагностика ИАЦ оказывается весьма затруднительной. Поэтому для достоверного заключения о степени тяжести болезни и выявления специфических для ИАЦ структурных изменений необходимо проведение комплексной патоморфологической диагностики, включающей макро- и микроскопическое исследование органов иммунной системы с последующей математической обработкой полученных результатов.

Цель работы – разработка и апробация алгоритма морфологической диагностики инфекционной анемии цыплят.

### **Основная часть**

На основании результатов собственных исследований в 2011–2024 гг. нами было установлено [3–6], что при экспериментальном заражении и спонтанном течении ИАЦ наиболее значимые и специфические структурные нарушения развиваются в крови и центральных органах иммунитета.

Так, ведущие патологоанатомические изменения при спонтанном течении ИАЦ характеризовались общей анемией, аплазией и ожирением костного мозга, атрофией тимуса, гидремией, кровоизлияниями в мышцах и слизистой оболочке железистого желудка, острой венозной гиперемией кожи в области крыльев, грудины и ног, серозно-геморрагическими отеками и кровоизлияниями в подкожной клетчатке крыльев, грудины и коленного сустава, некрозами кожи в области головы, ног и крыльев, зернистой дистрофией печени. Показано также, что использование гистологического исследования позволяет с высокой степенью достоверности выявить наличие специфических апоптозных телец в костном мозге и крови цыплят уже на ранних стадиях развития болезни. Это особенно важно для своевременной диагностики субклинического течения инфекционной анемии, которое отличается отсутствием или слабым проявлением клинических признаков и патологоанатомических изменений. Обнаружение в мазках крови и гистопрепаратах костного мозга цыплят апоптозных телец позволяет также дифференцировать осложняющие заболевания, а также болезни, протекающие с явлениями апластической анемии и иммунодефицита.

При экспериментальном заражении вирусосодержащим материалом, полученном от больных цыплят при спонтанном течении ИАЦ, в центральных органах кроветворения и иммунитета цыплят развивались существенные гистологические изменения. Они характеризуются: атрофией кроветворных островков, достоверным уменьшением количества клеток эритроцитарного и гранулоцитарного рядов, снижением лейкоэритробластического индекса, а также индексов созревания эозинофилов и псевдоэозинофилов в костном мозге; уменьшением размеров и делимфатизация коркового вещества, увеличение числа и размеров телец Гассала в мозговом и корковом веществе долек тимуса. Основные морфологические изменения в крови подопытных птиц отмечались со стороны эритроцитов (уменьшение размера клеток с конденсацией хроматина и просветлением цитоплазмы, появление уродливых форм, развитие апоптоза) и тромбоцитов (увеличение размеров клеток, вакуолизация цитоплазмы с появлением в ней оксифильных гранул). В лейкограмме цыплят под воздействием цирковируса происходило достоверное уменьшение количества эозинофилов в 2,6 раза и псевдоэозинофилов в 3,5–4,4 раза при одновременном увеличении числа В-лимфоцитов в 2,5 раза и моноцитов в 5 раз.

Заражение цыплят вирулентным штаммом «Краснодарский» (АБИМ) вируса ИАЦ приводило к изменениям в костном мозге, таким как уменьшение числа эозинофилов – в 1,3–1,5 раза, лимфоцитов – в 2,5 раза, моноцитов – в 4,3 раза, лейкоэритробластического индекса в 2,3–3,7 раза и индекса созревания эритронормобластов – в 2,1–3,6 раза, а также увеличение количества псевдоэозинофилов – в 1,9 раза и клеток эритробластического ряда – в 1,4–2,7 раза. В тимусе развивалась делимфатизация (уменьшение размеров коркового и мозгового вещества долек тимуса – в 1,3–2,3 раза, плотности расположения лимфоцитов в корковом веществе – в 2–4,9 раза, удельного объема элементов паренхимы – на 22 %).

На основании анализа результатов исследований нами был разработан и апробирован алгоритм морфологической диагностики ИАЦ, основанный на выявлении наиболее значимых и специфических морфологических изменений в крови, костном мозге и тимусе.

Исследование *крови* включает:

- *Определение концентрации гемоглобина* – развитие компенсируемой анемии – концентрация гемоглобина в крови снижается до 43 г/л (норма – 80–120 г/л).

- *Определение гематокритной величины*. На 4 день после заражения вирусом ИАЦ значение гематокрита падает до 21 %, а на 15 день – до 13 %. Инфекционная анемия гематологически определяется при значении гематокрита меньшим или равном 27 % (однако определяющим может быть и значение 25 %).

- *Подсчет эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов*. На 7–19 дни после начала болезни содер-

жание эритроцитов в крови снижается до  $2,0-2,5 \times 10^{12}/л$ , а на 14–20 дни – до  $0,5-1,5 \times 10^{12}/л$  (норма –  $3,0-4,0 \times 10^{12}/л$ ).

На 8–15 дни после заражения вирусом ИАЦ содержание тромбоцитов в крови цыплят снижается до  $18,0-28,0 \times 10^9/л$  (норма –  $32,0-100,0 \times 10^9/л$ ), а лейкоцитов – до  $8,0-16,0 \times 10^9/л$  (норма –  $20,0-40,0 \times 10^9/л$ ). Таким образом, одним из основных признаков ИАЦ является *панцитопения*, т. е. уменьшение содержания всех форменных элементов крови.

• *Изучение морфологии форменных элементов в мазках крови.* 1. *Морфологические изменения со стороны клеток эритробластического ряда:* микроцитоз (уменьшение размеров эритроцитов); появление патологических форм эритроцитов (пойкилоцитоз), имеющих конденсированный хроматин ядра, перинуклеарные зоны просветления в цитоплазме, измененную форму (округлую или наоборот, удлинённую с заостренными полюсами); оксифильные перинуклеарные цитоплазматические включения; обнаружение эритроцитов на разных этапах апоптоза на 7–14 дни после заражения вирусом ИАЦ; компенсаторно-репаративные процессы (появление большого числа незрелых форм клеток – эритробластов, базофильных, полихроматофильных и оксифильных нормоцитов). 2. *Изменения со стороны клеток тромбоцитарного ряда:* появление крупных экземпляров округлой формы, имеющих выраженную вакуолизацию цитоплазмы и мелкие оксифильные гранулы вокруг ядра. 3. *Другие изменения:* появление в мазках крови больших зернистых лимфоцитов, имеющих морфологические признаки естественных киллерных клеток; увеличение числа плазматических клеток различной степени зрелости (в норме – единичные); апоптоз гранулоцитов.

Обзорное исследование *костного мозга*, обнаружение характерных для ИАЦ изменений:

1. Аплазия эритроидного и гранулоцитарного кроветворения, липоматоз, кроветворные клетки с признаками апоптоза и некроза, внутриядерные тельца-включения (*при остром и подостром течении*).

2. Гиперплазия клеток лимфоидного ряда в периферической части органа непосредственно под периостом (*при хроническом течении*).

3. Апоптоз гемопоэтических клеток, относящихся главным образом к эритроидному и гранулоцитарному росткам кроветворения (*при латентном течении*).

Гистологическое исследование *тимуса*, выявление патогномоничных для ИАЦ структурных нарушений:

1. Уменьшение размеров или почти полная потеря коркового вещества долек, которое представлено лишь островками лимфоцитов на периферической части долек.

2. Появление крупноочаговых лимфоидноклеточных пролифератов в мозговом веществе долек тимуса.

3. Значительное увеличение числа и размеров телец Гассала, не только в мозговом, но и в корковом веществе долек.

4. Делимфатизация.

5. Наличие в тимоцитах субкапсулярной области внутриядерных оксифильных телец-включений и признаков апоптоза.

В последующем нами была определена экономическая эффективность применения разработанного алгоритма патоморфологической диагностики ИАЦ. При расчете экономической эффективности учитывались следующие параметры: затраты оперативного времени ветврача на исследование, анализ результатов и подготовка заключения; затраты оперативного времени лаборанта на подготовку материала для исследования; затраты на приобретение необходимых реактивов, посуды, аппаратуру; амортизация используемого оборудования; прочие затраты (расходы на электроэнергию и воду). Процедура исследования патологического материала для постановки патологоанатомического и гистологического диагноза включает: аутопсия (вскрытие) не менее 20 трупов павших или вынужденно убитых птиц, микроскопическое исследование крови, гистологическое исследование органов иммунитета.

При использовании базового способа патоморфологической диагностики ИАЦ длительность работ по подготовке материала, изучению крови, гистологических препаратов костного мозга и тимуса, анализу полученных данных и постановки гистологического диагноза составила 6 дней. При этом затраты на проведение диагностических мероприятий составили 110,31 руб. Длительность работ по подготовке материала и диагностика ИАЦ с использованием нового алгоритма составила 3 дня, а затраты на проведение диагностических мероприятий – 75,30 руб. Соответственно сравнительная экономическая эффективность базового и нового способов диагностики ИАЦ составила 35,01 руб.

## Заключение

Применение алгоритма диагностики инфекционной анемии путем морфологического исследования крови и центральных органов иммунной системы способствует значительному сокращению рабочего времени на постановку диагноза, а также затрат на электроэнергию и амортизацию оборудования. При этом использование нового способа диагностики ИАЦ позволило понизить стоимость диагностических процедур на 35,01 руб. в расчете на одно исследование (в ценах 2025 г.).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулин, В. А. Болезни птиц / В. А. Бакулин. – СПб.: Искусство России, 2006. – С. 187–189.
2. Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц: в 3 ч. Ч.3 / Б. У. Кэлнек, Х. Джон Барнс, Чарльз У. Биэрд [и др.]; под ред. Б. У. Кэлнека [и др.]; пер. с англ. И. Григорьева [и др.]. – 10-е изд. – М.: Аквариум Принт, 2011. – С. 35–55.
3. Диагностика и патоморфологические изменения в крови и органах иммунной системы птиц при инфекционной анемии: рекомендации: / И. Н. Громов, А. С. Алиев, В. С. Прудников [и др.]. – Витебск: Копицентр-АС-принт, 2013. – 58 с.
4. Инфекционная анемия цыплят: учебно-методическое пособие / А. С. Алиев, И. Н. Громов, М. В. Бурлаков [и др.] // Санкт-Петербург: Издательство ФГБОУ ВПО СПбГАВМ, 2013. – 52 с.
5. Клинико-морфологические особенности инфекционной анемии цыплят / А. С. Алиев, М. В. Бурлаков, И. Н. Громов [и др.] // Ветеринария. – 2012. – № 1. – С. 25–29.
6. Патоморфологическая диагностика инфекционной анемии цыплят / А. С. Алиев, И. Н. Громов, А. К. Алиева [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2023. – 188 с.
7. Цирковирусная инфекция птиц / А. С. Алиев, М. В. Бурлаков, К. В. Зимин, Н. Ю. Серова // Ветеринария. – 2011. – № 9. – С. 27–32.
8. Adair, V. M. Immunopathogenesis of chicken anemia virus infection / V. M. Adair // Dev. Comp. Immunol. – 2000. – Vol. 24 (2-3). – P. 247–255.
9. A sequential histopathologic and immunocytochemical study of chicken anemia virus infection at one day of age / J. A. Smyth [et al.] // Avian Diseases. – 1993. – Vol. 37. – P. 324–338.
10. Chicken infectious anemia virus (CAV) in broilers and laying hens in Sharkia province, Egypt / A. M. Hegazy [et al.] // Journal of American Science. – 2010. – Vol.6(9). – P. 752–761.
11. Chomczynski, P, Sacchi N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction / P. Chomczynski, N. Sacchi // Anal. Biochem. – 1987. – Vol.162, № 1. – P.156–159.