



"PARAZITAR KASALLIKLAR DIAGNOSTIKASIDA MOLEKULAR GENETIK USULLARNI QO'LLASH, DAVOLASH VA PROFILAKTIKASINING ZAMONAVIY JIHLTLARI"

MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA · SAMARQAND, 2026-YIL 9-10-OKTYABR

O'zbek tilida

B. 148-158

TOVUQLAR KOLIBAKTERIOZINING ZAMONAVIY DIAGNOSTIKASI: KLASSIK BAKTERIOLOGIYADAN MOLEKULAR-GENOMIK YONDASHUVLARGACHA

Xudoyberdiyeva Shaxrizoda Ilhomjon qizi¹, Davlatov Ravshan Berdiyevich²,
Xo'jaxonov Shoxruxxon Idrisxo'ja o'g'li¹

¹ Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining Toshkent filiali

² Veterinariya va chorvachilik sohasida pedagog hamda mutaxassis kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish instituti

DOI <https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/260922>

IQTIBOS UCHUN · ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ · FOR CITATION

Xudoyberdiyeva Shaxrizoda Ilhomjon qizi, Davlatov Ravshan Berdiyevich, Xo'jaxonov Shoxruxxon Idrisxo'ja o'g'li. Tovular kolibakteriozining zamonaviy diagnostikasi: klassik bakteriologiyadan molekular-genomik yondashuvlargaacha // Parazitar kasalliklar diagnostikasida molekulyar genetik usullarni qo'llash, davolash va profilaktikasining zamonaviy jihatlari: xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari (Samarqand, 9-10-oktyabr 2026-y.). – Samarqand, 2026. – B. 148-158. – DOI: <https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/260922>



TOVUQLAR KOLIBAKTERIOZINING ZAMONAVIY DIAGNOSTIKASI: KLASSIK BAKTERIOLOGIYADAN MOLEKULAR-GENOMIK YONDASHUVLARGACHA

Xudoyberdiyeva Shaxrizoda Ilhomjon qizi

*Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining
Toshkent filiali talabasi*

Davlatov Ravshan Berdiyevich

*Veterinariya va chorvachilik sohasida pedagog hamda mutaxassis kadrlarni qayta tayyorlash va
ularning malakasini oshirish instituti direktori, v.f.d., professor.*

Xo‘jaxonov Shoxruzxon Idrisxo‘ja o‘g‘li

*Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining
Toshkent filiali katta o‘qituvchisi, v.f.f.d., (PhD).*

Annotatsiya. Tovuqlar kolibakteriozi parrandachilikda sezilarli iqtisodiy yo‘qotishlarga olib keladigan bakterial kasalliklar majmuasi bo‘lib, asosan avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) izolyatlari bilan bog‘liq. Diagnostikaning murakkabligi *E. coli*ning sog‘lom parrandalar ichak mikrobiotasining tabiiy vakili ekanligi, APEC populyatsiyasining genetik jihatdan heterogenligi va barcha patogen izolyatlarni qamrab oluvchi yagona serotip yoki universal virulentlik markerining mavjud emasligi bilan izohlanadi. Ushbu narrativ-tanqidiy sharhda klinik-patologoanatomik baholash, patologik material tanlash, klassik bakteriologik va biokimyoviy identifikatsiya, serotiplash, MALDI-TOF MS, PCR va multiplex PCR, LAMP, MLST hamda WGS usullarining diagnostik imkoniyatlari va cheklovlari tahlil qilindi. Shuningdek, *iutA*, *hlyF*, *iss*, *iroN*, *ompT*, *sitA*, *traT* va boshqa virulentlik bilan bog‘liq genlarga asoslangan molekular panellarning ahamiyati ko‘rib chiqildi. Zamonaviy ma‘lumotlar APECni bitta gen yoki serotip asosida ishonchli aniqlashning cheklanganligini ko‘rsatadi. Shu sababli etiologik baholash klinik-patologik ma‘lumotlar, tegishli patologik o‘choqlardan *E. coli* ajratilishi, molekular virulentlik profili va antibiotiklarga sezgirlik natijalarini kompleks talqin qilishga asoslanishi lozim. Sharhda O‘zbekistonda parrandalar esherixiozining klassik bakteriologik va serologik diagnostikasi hamda G‘arbiy Qozog‘istonda parrandachilik bilan bog‘liq *E. coli* populyatsiyalarining qPCR va molekular AMR panellari yordamida monitoringi tahlil qilindi. O‘zbekistonda kelgusidagi tadqiqotlar uchun standartlashtirilgan multiplex PCR, MLST va WGS usullarini klinik-epizootologik metama‘lumotlar bilan integratsiyalash APECni zamonaviy molekular va epidemiologik mezonlar asosida tavsiflashning muhim yo‘nalishi sifatida taklif etildi.

Kalit so‘zlar: tovuq, kolibakterioz, *Escherichia coli*, APEC, diagnostika, multiplex PCR, MALDI-TOF MS, LAMP, MLST, WGS, virulentlik genlari.

MODERN DIAGNOSIS OF AVIAN COLIBACILLOSIS: FROM CLASSICAL BACTERIOLOGY TO MOLECULAR AND GENOMIC APPROACHES

Abstract. Avian colibacillosis is a complex of bacterial diseases causing significant economic losses in poultry production and is primarily associated with avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolates. Diagnosis is challenging because *E. coli* is a normal component of the intestinal microbiota of healthy birds, while APEC is genetically heterogeneous and lacks a single serotype or universal virulence marker that encompasses all pathogenic isolates. This narrative-critical review analyzes the diagnostic capabilities and limitations of clinical and pathological assessment, pathological sample selection, conventional bacteriological and biochemical identification, serotyping, MALDI-TOF MS, PCR and multiplex PCR, LAMP, MLST, and WGS. The diagnostic relevance of molecular panels targeting *iutA*, *hlyF*, *iss*, *iroN*, *ompT*, *sitA*, *traT*, and other virulence-associated genes is also considered. Current evidence

indicates that APEC cannot be reliably identified on the basis of a single gene or serotype. Therefore, etiological assessment should integrate clinical and pathological findings, isolation of *E. coli* from appropriate lesions, molecular characterization of virulence profiles, and antimicrobial susceptibility testing. The review also examines studies from Uzbekistan on conventional bacteriological and serological diagnosis of avian escherichiosis, as well as qPCR- and molecular AMR panel-based surveillance of poultry-associated *E. coli* populations in West Kazakhstan. For future research in Uzbekistan, the integration of standardized multiplex PCR, MLST, and WGS with clinical and epidemiological metadata is proposed as an important direction for characterizing APEC according to modern molecular and epidemiological criteria.

Keywords: avian colibacillosis, *Escherichia coli*, APEC, diagnosis, multiplex PCR, MALDI-TOF MS, LAMP, MLST, whole-genome sequencing.

СОВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА КОЛИБАКТЕРИОЗА КУР: ОТ КЛАССИЧЕСКОЙ БАКТЕРИОЛОГИИ ДО МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНОМНЫХ ПОДХОДОВ

Аннотация. Колибактериоз птиц представляет собой комплекс бактериальных заболеваний, вызывающих значительные экономические потери в птицеводстве и преимущественно связанный с патогенными для птиц изолятами *Escherichia coli* (APEC). Диагностика заболевания осложняется тем, что *E. coli* является естественным компонентом кишечной микробиоты здоровых птиц, а популяция APEC характеризуется высокой генетической гетерогенностью и отсутствием единого серотипа или универсального маркера вирулентности, охватывающего все патогенные изоляты. В настоящем нарративно-критическом обзоре проанализированы диагностические возможности и ограничения клинко-патологоанатомической оценки, отбора патологического материала, классических бактериологических и биохимических методов идентификации, серотипирования, MALDI-TOF MS, ПЦР и мультиплексной ПЦР, LAMP, MLST и WGS. Рассмотрено диагностическое значение молекулярных панелей, направленных на выявление генов *iutA*, *hlyF*, *iss*, *iroN*, *ompT*, *sitA*, *traT* и других генов, ассоциированных с вирулентностью. Современные данные свидетельствуют о том, что APEC невозможно надежно идентифицировать на основании только одного гена или серотипа. Поэтому этиологическая оценка должна основываться на комплексной интерпретации клинко-патологических данных, выделения *E. coli* из соответствующих патологических очагов, молекулярного профиля факторов вирулентности и результатов определения чувствительности к антимикробным препаратам. В обзоре также рассмотрены исследования, проведенные в Узбекистане по классической бактериологической и серологической диагностике эшерихиоза птиц, а также мониторинг популяций *E. coli*, ассоциированных с птицеводством в Западном Казахстане, с использованием qPCR и молекулярных панелей антимикробной резистентности. Для дальнейших исследований в Узбекистане предлагается интеграция стандартизированной мультиплексной ПЦР, MLST и WGS с клиническими и эпидемиологическими метаданными как важное направление для характеристики APEC на основе современных молекулярных и эпидемиологических критериев.

Ключевые слова: куры, колибактериоз, *Escherichia coli*, APEC, диагностика, multiplex PCR, MALDI-TOF MS, LAMP, MLST, WGS.

Kirish. Tovular kolibakteriozi — bir klinik sindrom emas, balki patogen *E. coli* bilan bogʻliq mahalliy va tizimli patologik holatlar majmuasidir. Aerosakkulit, fibrinoz perikardit va perigepatit, poliserozit, koliseptitsemiya, omfalit, salpingit, peritonit va selliyulit kabi shakllar ushbu majmuaga kiradi [1,2]. Kasallikning iqtisodiy ahamiyati oʻlim, oʻsishning sekinlashishi, tuxum mahsuldorligining

pasayishi, davolash xarajatlari va soʻyishda tushum yoʻqotishlari bilan belgilanadi [1,4]. Diagnostikaning asosiy muammosi etiologik agentning tabiatidan kelib chiqadi. *E. coli* sogʻlom tovuqlar ichagining tabiiy mikrobiotasi tarkibida ham boʻladi; shuning uchun kloaka yoki ichakdan bakteriya ajratishning oʻzi kasallikni isbotlamaydi. Bundan tashqari, APEC yagona serotip yoki klon emas, balki turli filogenetik fon va virulentlik genlari kombinatsiyalariga ega geterogen populyatsiyadir [4-7,20]. Bu holat diagnostikada «*E. coli* aniqlandi» va «APEC kasallik etiologiyasi sifatida asoslandi» degan ikki xulosani qatʼiy ajratishni talab qiladi. Sharhning maqsadi tovuqlar kolibakteriozida qoʻllaniladigan klassik va zamonaviy diagnostik usullarning nima aniqlashi, qaysi savolga javob berishi va qaysi chegarada ishonchli talqin qilinishi mumkinligini tizimli baholashdan iborat. Shu bilan birga, Oʻzbekiston va Qozogʻistondagi mavjud tadqiqotlar Markaziy Osiyo uchun amaliy diagnostik imkoniyatlar nuqtayi nazaridan koʻrib chiqildi.

Materiallar va sharhni tayyorlash yondashuvi. Maqola narrativ-tanqidiy adabiyotlar sharhi shaklida tayyorlandi. Sharhni shakllantirish jarayonida APEC diagnostikasiga oid klassik va zamonaviy birlamchi tadqiqotlar, PubMed maʼlumotlar bazasida indekslangan ilmiy maqolalar, ilmiy jurnallarning rasmiy nashriyot platformalarida eʼlon qilingan materiallar, 2024–2026-yillarda chop etilgan yangi sharhlar va meta-tahlillar, shuningdek, Oʻzbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining rasmiy maʼlumotlari oʻrganildi va oʻzaro qiyosiy tahlil qilindi. Sharhning asosiy metodologik prinsipi — har bir diagnostik testning qanday savolga javob berishi, qanday diagnostik maʼlumot taqdim etishi va qaysi holatlarda mustaqil ravishda yakuniy xulosa chiqarish uchun yetarli boʻlmasligini aniq ajratib koʻrsatishdan iborat boʻldi. Shu nuqtayi nazardan, APECga oid genetik markerlarning aniqlanishi klinik va patomorfologik maʼlumotlardan ajratilgan holda mutlaq diagnostik mezon sifatida talqin qilinmadi. Genetik, klinik va patomorfologik dalillar oʻzaro bogʻliq holda baholandi.

1. Klinik va patologoanatomik baholash: tashxis emas, balki asoslangan gumon. Kolibakteriozga dastlabki shubha poda tarixi, parrandalarning yoshi, kasallanish va oʻlim dinamikasi, respirator klinik belgilar, mahsuldorlikning pasayishi hamda patologoanatomik oʻzgarishlar majmuasi asosida shakllanadi. Fibrinoz aerosakkulit, perikardit va perigepatitning birgalikda kuzatilishi APEC bilan bogʻliq kolibakterioz uchun xos patologoanatomik komplekslardan biri hisoblanadi, biroq ushbu oʻzgarishlar mutlaq spetsifik boʻlmagani sababli ularning oʻzi yakuniy etiologik tashxis uchun yetarli emas [1,2]. Infektsion bronxit, Nyukasl kasalligi, *Mycoplasma* spp. bilan bogʻliq infeksiyalar, immunsupressiv holatlar, shuningdek, chang miqdorining yuqoriligi, ammiak konsentratsiyasining ortishi va ventilyatsiyaning yetarli emasligi APEC infeksiyasining rivojlanishiga yoki klinik namoyon boʻlishining kuchayishiga koʻmaklashuvchi omillar sifatida qaraladi [1,4]. Shu sababli klinik va patologoanatomik baholashni laborator tasdiqning oʻrnini bosuvchi diagnostik bosqich sifatida emas, balki biologik materialni toʻgʻri tanlash va tegishli laborator diagnostika usulini belgilash uchun zarur diagnostik kontekst sifatida baholash maqsadga muvofiq. Klinik va patologoanatomik jihatdan oʻxshash

belgilar boshqa bakterial yoki aralash infeksiyalarda ham kuzatilishi mumkinligi sababli, dastlabki gumonni laborator tekshiruvlar orqali tasdiqlash yoki rad etish muhimdir. Shu jihatdan klinik-patologoanatomik baholash APEC diagnostikasining yakuniy bosqichi emas, balki keyingi laborator tekshiruvlarni asoslovchi boshlang'ich diagnostik bosqich sifatida qaralishi lozim.

2. Namuna tanlash — diagnostikaning hal qiluvchi qismi. Kolibakterioz laborator diagnostikasida biologik materialning manbai va sifati olingan natijaning diagnostik qiymatini bevosita belgilaydi. Yaqinda nobud bo'lgan yoki zarurat tug'ilganda diagnostik maqsadda evtanaziya qilingan parrandalardan yurak qoni, jigar, taloq, perikard, suyak iligi hamda xarakterli visseral patologik o'choqlardan namunalarni aseptik sharoitda olish maqsadga muvofiq [1]. Ichak yoki kloakadan *Escherichia coli* ajratilishi ushbu bakteriyaning parrandalar ichak mikrobiotasida tabiiy ravishda uchrashi sababli nisbatan past etiologik spetsifiklikka ega. Aksincha, poliserozit yoki septitsemiya bilan kechuvchi holatlarda odatda steril bo'lishi kerak bo'lgan ichki a'zolar va to'qimalardan *E. coli*ning sof kultura yoki dominant bakterial komponent sifatida ajratilishi uning kasallik etiologiyasi bilan bog'liqligini sezilarli darajada kuchaytiradi. Bunda izolyatning qaysi materialdan ajratilgani, kulturadagi ustunligi, klinik-patologoanatomik belgilar va boshqa laborator natijalar bilan muvofiqligi kompleks baholanishi lozim. Shu nuqtayi nazardan, laboratoriya protokolidan faqat namuna turini qayd etish bilan cheklanmasdan, parrandaning yoshi, klinik holati, patologoanatomik o'zgarishlar, avvalgi antimikrob preparatlardan foydalanish tarixi, namuna olingan vaqt hamda imkon qadar xo'jalik va epidemiologik ma'lumotlarni ham qayd etish zarur. Ushbu metadata keyinchalik bakterial kultura, antibiotiklarga sezgirlik testi, PCR, sekvenslash va butun genom sekvenslashi (WGS) natijalarini klinik, epidemiologik va biologik nuqtayi nazardan to'g'ri talqin qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

3. Klassik bakteriologiya va biokimyoviy identifikatsiya. Patologik materialdan tirik *Escherichia coli* izolyatini ajratib olish kolibakterioz laborator diagnostikasining muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. MacConkey va eosin-methylene blue (EMB) kabi differensial-selektiv oziqa muhitlari, Gram usulida bo'yash hamda biokimyoviy testlar *E. coli*ni boshqa bakteriyalardan farqlash va tur darajasida identifikatsiya qilish imkonini beradi [1]. Klassik *E. coli* izolyatlari, odatda, laktozani fermentatsiya qiladi, indol reaksiyasi musbat, ureaza va H₂S hosil qilish reaksiyalari manfiy bo'ladi hamda sitratni yagona uglerod manbai sifatida o'zlashtirmaydi. Mazkur yondashuvning muhim afzalligi — keyingi laborator tadqiqotlar uchun tirik va saqlanishi mumkin bo'lgan bakterial kultura olish imkoniyatidir. Ajratilgan izolyatlar antibiotiklarga sezgirlikni aniqlash (AST), serotiplash, virulentlik genlarini PCR orqali aniqlash, multilokusli sekvenslash tipizatsiyasi (MLST) hamda butun genom sekvenslashi (WGS) kabi qo'shimcha tadqiqotlarda qo'llanilishi mumkin. Biroq klassik bakteriologik identifikatsiyaning diagnostik chegarasi aniq belgilanishi lozim. Kultura va biokimyoviy testlar *E. coli*ning mavjudligi va turga mansubligini ko'rsatadi, ammo izolyatning APEC (avian pathogenic *Escherichia coli*) sifatidagi patogenlik xususiyatini mustaqil

ravishda tasdiqlamaydi. Shu sababli «*E. coli* ajratildi» yoki «*E. coli* identifikatsiya qilindi» degan xulosalarni «APEC tasdiqlandi» degan xulosa bilan tenglashtirish mumkin emas. APECga oid yakuniy baholash klinik va patologoanatomik ma'lumotlar, izolyatning fenotipik xususiyatlari hamda zarur hollarda molekular yoki genomik ko'rsatkichlarning kompleks tahliliga asoslanishi lozim.

4. Serotiplash: epizootologik marker, lekin patogenlik sertifikatini emas. O1, O2 va O78 O-serogruppalari APEC bilan tarixan ko'p bog'langan serogruppalarga qatoriga kiradi [2,6]. Serotiplash ma'lum hudud yoki xo'jalikda ustun serogruppalarning tarqalishini monitoring qilish, turli epizootik o'choqlardan ajratilgan izolyatlar o'rtasidagi serologik o'xshashlikni baholash hamda ayrim hollarda vaksinalash strategiyalarini ishlab chiqishda foydali epizootologik ma'lumot beradi. Biroq APEC izolyatlari O-antigenlari bo'yicha sezilarli darajada xilma-xil bo'lib, kasallik bilan bog'liq ko'plab izolyatlar O1, O2 yoki O78 kabi klassik serogruppalarga mansub emas [6]. Shu sababli serotiplash natijasining diagnostik ahamiyati aniq chegaralanishi lozim: muayyan O-serogruppaga mansublik APECning patogenligini mustaqil ravishda tasdiqlovchi biologik mezon hisoblanmaydi. Serotip, avvalo, izolyatning fenotipik va epizootologik xususiyatlarini ifodalaydi. Zamonaviy diagnostik yondashuvda serotiplash natijalarini izolyatning kelib chiqish manbai, klinik-patologoanatomik konteksti, antibiotiklarga sezgirlik profili hamda molekular virulentlik va genetik ko'rsatkichlari bilan kompleks baholash uning diagnostik va epizootologik qiymatini oshiradi. Shu nuqtayi nazardan, serotip natijasi yakuniy diagnostik xulosa emas, balki APEC bilan bog'liq izolyatlarni tavsiflash va ularning epidemiologik aloqalarini o'rganishda qo'shimcha marker sifatida qaralishi kerak.

5. MALDI-TOF MS: tezkor tur darajasidagi identifikatsiya. MALDI-TOF MS bakteriyalarning, asosan, ribosomal oqsillar spektri asosida tezkor identifikatsiyasini ta'minlaydi. Parrandalardan ajratilgan *E. coli* izolyatlarini an'anaviy kultura va API 20E bilan taqqoslagan tadqiqotlarda ushbu usul grammanfiy bakteriyalarni tez identifikatsiya qilishda yuqori amaliy qiymat ko'rsatgan [8]. Biroq MALDI-TOF MS odatda *E. coli*ni tur darajasida aniqlaydi, APEC patogenligini mustaqil ravishda baholamaydi. Shu sababli u bakteriologik diagnostikani tezlashtiruvchi usul bo'lib, virulentlik genotiplash va klinik-patologik baholashning o'rnini bosmaydi.

6. PCR: virulentlik markerlarini kompleks baholash. PCR APECning virulentlik profilini o'rganishda muhim molekulyar vositaga aylandi. Dastlabki tadqiqotlarda *fimC*, *iucD*, *tsh*, *fyuA*, *irp2* kabi genlarning yuqori uchrash chastotasi qayd etilgan, keyinchalik ayrim virulentlik genlari kasal parrandalardan olingan izolyatlarda sog'lom parrandalar fekal izolyatlariga nisbatan ko'proq uchrashi ko'rsatilgan [18,19]. Biroq ko'plab virulentlik genlari kommensal *E. coli*da ham uchrashi mumkin. Shuning uchun alohida genning mavjudligi emas, **virulentlik markerlari kombinatsiyasi** ko'proq diagnostik ahamiyatga ega.

7. Multiplex PCR: genetik skriningga o'tish. Ewers va hammualliflar *papC*, *iucD*, *irp2*, *tsh*, *vat*, *astA*, *iss* va *cva/cvi* genlarini bir vaqtda aniqlashga

mo'ljallangan multiplex PCR panelini ishlab chiqdilar [9]. Ushbu yondashuv serologik identifikatsiyadan ko'p markerli genotiplashga o'tishda muhim bosqich bo'ldi. Biroq APEC genetik jihatdan geterogen bo'lgani sababli mazkur panel universal diagnostik standart sifatida qabul qilinmadi. Uning asosiy ahamiyati — APECni **bir nechta virulentlik belgilarining kombinatsiyasi asosida** baholash konsepsiyasini rivojlantirganidadir.

8. Johnson pentaplex PCR: minimal markerlar konsepsiyasi. Johnson va hammualliflar *iutA*, *hlyF*, *iss*, *iroN* va *ompT* genlarini yuqori patogenlik bilan bog'liq beshta asosiy marker sifatida ajratib, ularni multiplex PCR panelida qo'lladilar [10]. Ushbu yondashuv APECni bitta serotip yoki yagona gen bilan emas, balki ko'p markerli virulentlik profili orqali baholash g'oyasini kuchaytirdi. Biroq markerlarning ayrimlari kommensal izolyatlarda ham uchrashi mumkinligi sababli natijani klinik va epidemiologik ma'lumotlar bilan birgalikda talqin qilish zarur.

9. Schouler strategiyasi: genlar kombinatsiyasi va biologik kontekst. Schouler va hammualliflar 1491 ta *E. coli* izolyatini serotiplash, virulentlik genotiplash va eksperimental patogenlik asosida o'rganib, alohida virulentlik genlarining hech biri APECni mustaqil ravishda ishonchli ajrata olmasligini ko'rsatdilar. Mualliflar to'rtta virulentlik genlari kombinatsiyasiga asoslangan strategiyani taklif qildilar [11]. Ushbu natija APEC diagnostikasida "bitta marker" emas, balki markerlar patterni va biologik kontekst muhimligini ko'rsatdi.

10. PCR-panellarni to'g'ridan-to'g'ri taqqoslash. Zamonaviy tadqiqotlar turli PCR panellarining diagnostik samaradorligi bir xil emasligini ko'rsatmoqda [12]. Shu sababli "multiplex PCR"ning o'zi diagnostik aniqlikni anglatmaydi; panel tarkibi, tanlangan threshold, reference classification va tekshirilgan populyatsiya albatta ko'rsatilishi kerak. Bu APEC diagnostikasida testni mahalliy populyatsiyada validatsiya qilish zarurligini ta'kidlaydi.

11. LAMP: tezkor skrining imkoniyati. LAMP usuli virulentlik bilan bog'liq genlarni qisqa vaqt ichida aniqlash imkonini berishi sababli dala sharoitiga yaqin tezkor skrining uchun istiqbolli hisoblanadi [13]. Biroq ayrim virulentlik genlarining klinik sog'lom parrandalardan olingan *E. coli* izolyatlarida ham aniqlanishi ushbu usul natijasini ehtiyotkor talqin qilish zarurligini ko'rsatadi. Demak, LAMP ma'lum genning mavjudligini tez aniqlashi mumkin, ammo bu natija yakka holda APEC kolibakteriozining klinik tashxisini anglatmaydi.

12. MLST: molekular epizootologiya vositasi. MLST housekeeping genlaridagi allelik farqlar asosida sequence type (ST)ni aniqlab, izolyatlarning klonal va populyatsion munosabatlarini o'rganish imkonini beradi [5–7]. Shu sababli u qaytalanuvchi o'choqlarning kelib chiqishi, xo'jalik ichidagi liniyalar va turli hududlardagi izolyatlar o'rtasidagi qarindoshlikni baholashda muhim. Biroq ma'lum STning mavjudligi APEC patogenligini mustaqil ravishda tasdiqlamaydi.

13. WGS: keng genomik ma'lumot, ammo avtomatik patotip emas. Whole-genome sequencing bir vaqtning o'zida serotip, ST, filograppa, virulentlik genlari, AMR determinantlari, plazmida elementlari va filogenetik munosabatlar haqida ma'lumot berishi mumkin [3,6,7,20]. Shu bilan birga, APEC uchun universal

genomik diagnostik chegara hali to‘liq shakllanmagan. Zamonaviy ma’lumotlar APEC patogenligining ko‘p omilli va genetik jihatdan xilma-xil ekanini ko‘rsatadi. Shuning uchun WGS natijasi ham klinik manba, patologik fenotip va epidemiologik kontekstdan ajratilmasligi kerak.

14. WGSdan minimal PCR-markerlar tomon yangi yondashuv. Kazimierczak va hammualliflar 2025-yilda WGS ma’lumotlari asosida *iroC*, *hlyF* va O78 serotipiga xos wzx markerlaridan tashkil topgan tezkor PCR yondashuvini taklif qildilar [14]. Tadqiqotda ushbu markerlar tovuq embrioni modeli bilan ham baholangan. Mazkur ishning muhim jihati — diagnostik markerlarni WGS orqali ratsional tanlash imkoniyatidir. Shu bilan birga, mualliflar test natijalarini izolyatsiya manbai va klinik belgilar bilan birga baholash zarurligini ta’kidlagan.

15. Antimikrob sezgirlik va rezistom: alohida diagnostik masala. APEC izolyati aniqlangandan keyin antibiotiklarga sezgirlikni baholash (AST) davolash strategiyasini tanlash uchun muhim. Disk-diffuziya yoki MIC usullari fenotipik sezgirlikni, PCR va WGS esa *bla*, *tet*, *sul*, *qnr* kabi rezistentlik determinantlarini aniqlashga yordam beradi [5,7,17,20]. Bunda ikki xil savolni farqlash zarur: “izolyat patogenmi?” va “qaysi antimikrob preparatga sezgir?” Virulentlik genotipi AST o‘rnini, AMR geni esa har doim fenotipik MIC natijasini bosa olmaydi.

16. O‘zbekistondagi tadqiqotlar: klassik baza va molekular diagnostikaga ehtiyoj. O‘zbekistonda tovuq esherixiozi bo‘yicha tadqiqotlar, asosan, klassik bakteriologik, kultural-biokimyoviy, serologik va epizootologik usullarga asoslangan. Tairov va Salimov (2023) kasal va nobud bo‘lgan tovuqlardan ajratilgan *E. coli* izolyatlarining kultural-biokimyoviy, tinktorial, biologik va antigen xususiyatlarini o‘rganganlar [15].

Sh.Xo‘jaxonovning 2025-yildagi PhD dissertatsiyasida Farg‘ona viloyati parrandachilik xo‘jaliklarida tovuq kolibakteriozining epizootologiyasi va profilaktikasi o‘rganilib, O1, O26 va O78 serotiplari aniqlangan [16]. Mazkur natijalar O‘zbekistondagi *E. coli* seroepizootologiyasini tavsiflash uchun muhim bo‘lsa-da, serotipning aniqlanishi APEC patotipining molekular tasdig‘i hisoblanmaydi. Shu bois kelgusidagi tadqiqotlarda klinik va patologoanatomik ma’lumotlari to‘liq hujjatlashtirilgan izolyatlar kolleksiyasini shakllantirish, ularni standart multiplex PCR panellari yordamida skrining qilish va reprezentativ izolyatlarni MLST yoki WGS orqali chuqur tavsiflash maqsadga muvofiq. Bunday bosqichli yondashuv diagnostik ma’lumotlarning aniqligi va epizootologik qiymatini oshirish imkonini beradi.

17. Markaziy Osiyoda AMR monitoringining ahamiyati. Qo‘shni mamlakatlarda parranda *E. coli* izolyatlarida kultura, species-specific PCR va keng molekular AMR panellarini birlashtirgan tadqiqotlar olib borilmoqda [17]. Bunday ishlar APECning bevosita diagnostikasi bo‘lmasa-da, Markaziy Osiyoda *E. coli* monitoringi uchun molekular va fenotipik usullarni integratsiyalash imkoniyatini ko‘rsatadi. Bu yondashuv APEC diagnostikasi bilan bir qatorda AMR monitoringini ham kuchaytirishi mumkin.

18. Integratsiyalashgan diagnostik algoritm. Mavjud ma'lumotlardan kelib chiqib, tovuq kolibakteriozi diagnostikasini "bitta test"ga emas, balki bosqichli diagnostik algoritimga asoslash maqsadga muvofiq. Dastlab klinik-patologik kontekst baholanadi va tegishli patologik material olinadi; keyin *E. coli* kultura, MALDI-TOF MS yoki species-specific PCR yordamida identifikatsiya qilinadi. Keyingi bosqichda APEC bilan bog'liq virulentlik profili multiplex PCR yoki boshqa molekular usullar bilan baholanadi, AST orqali antimikrob sezgirlik aniqlanadi, epizootologik yoki ilmiy jihatdan muhim holatlarda esa MLST/WGS qo'llanadi. Yakuniy xulosa laborator natijalarni klinik, patologoanatomik va epidemiologik ma'lumotlar bilan kompleks baholash asosida chiqarilishi kerak.

Muammolar va istiqbollar. APEC diagnostikasidagi asosiy muammo bakteriyani aniqlashdan ko'ra, uning patogenlik bilan bog'liqligini ishonchli baholashdan iborat. Mavjud PCR panellari amaliy jihatdan foydali bo'lsa-da, ularning diagnostik ko'rsatkichlari turli populyatsiyalarda bir xil bo'lmashligi mumkin [12]. WGS esa keng genomik axborot beradi, biroq olingan ma'lumotlarni universal «APEC/no-APEC» binar tasnifiga aylantirish uchun yagona biologik mezon hali shakllanmagan [3,7,20]. Kelgusida klinik metadata, patologoanatomik lesion score, virulentlik genlari, plazmidom, rezistom va filogenetik ma'lumotlarni birlashtiruvchi integratsiyalashgan modellar APECni tavsiflash imkoniyatlarini kengaytirishi mumkin. Bunday diagnostik yoki prognostik modellar turli geografik hududlar, ishlab chiqarish tizimlari va parranda yosh guruhlarida mustaqil validatsiyadan o'tkazilishi zarur. Markaziy Osiyo sharoitida esa diagnostik protokollarni standartlashtirish, jumladan patologik material olish, metadata yuritish, *E. coli*ni species-level tasdiqlash, virulentlik markerlari uchun standartlashtirilgan PCR panelidan foydalanish va fenotipik ASTni bir xil mezonlarda bajarish muhim yo'nalishlardan hisoblanadi. Keyingi bosqichda reprezentativ izolyatlarni MLST va WGS orqali tavsiflash mintaqadagi APEC populyatsiyasining genetik va epidemiologik xususiyatlarini chuqurroq o'rganish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda, tovuqlar kolibakteriozining zamonaviy diagnostikasi klassik bakteriologik usullardan ko'p bosqichli molekular va epizootologik yondashuvga rivojlandi. Klinik belgilar va patologoanatomik o'zgarishlar dastlabki diagnostik gumonni shakllantiradi, patologik o'choqlardan *E. coli*ni ajratish esa etiologik bog'liqlikni baholash uchun muhim dalil hisoblanadi. Kultura, biokimyoviy testlar va MALDI-TOF MS tur darajasidagi identifikatsiyani ta'minlaydi, biroq APEC patogenligini mustaqil ravishda tasdiqlamaydi. Serotiplash asosan epizootologik ahamiyatga ega bo'lsa, multiplex PCR virulentlik bilan bog'liq genetik profilni baholash imkonini beradi. LAMP tezkor skrining, MLST molekular epizootologiya, WGS esa keng qamrovli genomik tavsif uchun qo'llanadi. Shu sababli APEC diagnostikasini «bitta gen = bitta patotip» tamoyiliga asoslash yetarli emas. Ilmiy jihatdan asoslangan yondashuv klinik-patologik dalillar, to'g'ri tanlangan patologik namuna, *E. coli*ning ishonchli identifikatsiyasi, virulentlik profili va fenotipik AST natijalarini kompleks baholashni, zarur hollarda esa MLST

yoki WGS ma'lumotlari bilan to'ldirishni talab qiladi. O'zbekistonda mavjud klassik bakteriologik va serologik tadqiqotlar bazasini standartlashtirilgan molekular va genomik usullar bilan integratsiyalash mahalliy APEC izolyatlarini zamonaviy diagnostik va epidemiologik mezonlar asosida tavsiflash imkonini kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kabir S.M.L. Avian colibacillosis and salmonellosis: a closer look at epidemiology, pathogenesis, diagnosis, control and public health concerns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2010;7(1):89-114. doi:10.3390/ijerph7010089.
2. Dho-Moulin M., Fairbrother J.M. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). *Veterinary Research*. 1999;30(2-3):299-316. PMID:10367360.
3. Kamal O., Kneuper H., Cogan T., Woodward M.J. Avian Pathogenic *Escherichia coli*: Advances in Pathogenesis, Diagnosis, and Control. *Veterinary Sciences*. 2026;13(1):19. doi:10.3390/vetsci13010019. PMID:41600675.
4. Guabiraba R., Schouler C. Avian colibacillosis: still many black holes. *FEMS Microbiology Letters*. 2015;362(15):fnv118. doi:10.1093/femsle/fnv118. PMID:26204893.
5. Kathayat D., Lokesh D., Ranjit S., Rajashekara G. Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC): An Overview of Virulence and Pathogenesis Factors, Zoonotic Potential, and Control Strategies. *Pathogens*. 2021;10(4):467. doi:10.3390/pathogens10040467. PMID:33921518.
6. Jamali H., Akrami F., Bouakkaz S., Dozois C.M. Prevalence of specific serogroups, antibiotic resistance and virulence factors of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolated from clinical cases: A systematic review and meta-analysis. *Microbial Pathogenesis*. 2024;194:106843. doi:10.1016/j.micpath.2024.106843. PMID:39117015.
7. Nawaz S., Wang Z., Zhang Y., Jia Y., Jiang W., Chen Z., Yin H., Huang C., Han X. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC): current insights and future challenges. *Poultry Science*. 2024;103(12):104359. doi:10.1016/j.psj.2024.104359. PMID:39388979.
8. Shell W.S., Sayed M.L., Gad Allah F.M., Gamal F.E., Khedr A.A., Samy A.A., Ali A.H.M. Matrix-assisted laser desorption-ionization-time-of-flight mass spectrometry as a reliable proteomic method for characterization of *Escherichia coli* and *Salmonella* isolates. *Veterinary World*. 2017;10(9):1083-1093. doi:10.14202/vetworld.2017.1083-1093. PMID:29062198.
9. Ewers C., Janssen T., Kiessling S., Philipp H.C., Wieler L.H. Rapid detection of virulence-associated genes in avian pathogenic *Escherichia coli* by multiplex polymerase chain reaction. *Avian Diseases*. 2005;49(2):269-273. doi:10.1637/7293-102604R. PMID:16094833.
10. Johnson T.J., Wannemuehler Y., Doetkott C., Johnson S.J., Rosenberger S.C., Nolan L.K. Identification of minimal predictors of avian pathogenic *Escherichia coli* virulence for use as a rapid diagnostic tool. *Journal of Clinical Microbiology*. 2008;46(12):3987-3996. doi:10.1128/JCM.00816-08. PMID:18842938.
11. Schouler C., Schaeffer B., Brée A., Mora A., Dahbi G., Biet F., Oswald E., Mainil J., Blanco J., Moulin-Schouleur M. Diagnostic strategy for identifying avian pathogenic *Escherichia coli* based on four patterns of virulence genes. *Journal of Clinical Microbiology*. 2012;50(5):1673-1678. doi:10.1128/JCM.05057-11. PMID:22378905.
12. Runcharoon K., Favro M.E., Jones K., Berghaus R.D., Logue C.M. Comprehensive assessment of four different molecular genotyping panels to characterize avian pathogenic *E. coli* (APEC) for epidemiological studies. *Letters in Applied Microbiology*. 2025;78(12):ovaf134. doi:10.1093/lambio/ovaf134. PMID:41313310.
13. Kogovšek P., Ambrožič-Avguštin J., Dovč A., Dreo T., Hristov H., Krapež U., Ravnikar M., Slavec B., Lotrič M., Žel J., Zorman Rojs O. Loop-mediated isothermal amplification: rapid molecular detection of virulence genes associated with avian pathogenic

Escherichia coli in poultry. *Poultry Science*. 2019;98(3):1500-1510. doi:10.3382/ps/pey516. PMID:30476321.

14. Kazimierczak J., Pospiech K., Sowińska P., et al. A rapid detection of Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) strains based on minimal number of virulence markers identified by whole genome sequencing. *BMC Microbiology*. 2025;25:147. doi:10.1186/s12866-025-03861-4.

15. Tairov J., Salimov K. Cultural, biochemical, and pathogenic properties of *Escherichia coli* isolated from birds. *E3S Web of Conferences*. 2023;452:01023. doi:10.1051/e3sconf/202345201023.

16. Хўжахонов Ш.И. Фарғона вилояти паррандачилик хўжаликларида товуқ колибактериозининг эпизоотологияси ва олдини олиш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш: ветеринария фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси. Ихтисослик 16.00.03. 2025. Диссертация рўйхат рақами: B2023.4.PhD/B107.

17. Dushayeva L., Murzabayev K., Karagulov A., Mlaga K.D., Karmaliyev R., Nametov A., Sidikhov B., Ichshanova A., Sidikhov R., Demeugaliyeva G., Gabbassov M. Occurrence and Antimicrobial Resistance Profiles of *Escherichia coli* Isolated from Commercial Poultry Farm in West Kazakhstan. *Biology*. 2026;15(11):877. doi:10.3390/biology15110877. PMID:42274528.

18. Delicato E.R., de Brito B.G., Gaziri L.C.J., Vidotto M.C. Virulence-associated genes in *Escherichia coli* isolates from poultry with colibacillosis. *Veterinary Microbiology*. 2003;94(2):97-103. doi:10.1016/S0378-1135(03)00076-2. PMID:12781478.

19. Janßen T., Schwarz C., Preikschat P., Voss M., Philipp H.C., Wieler L.H. Virulence-associated genes in avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolated from internal organs of poultry having died from colibacillosis. *International Journal of Medical Microbiology*. 2001;291(5):371-378. doi:10.1078/1438-4221-00143. PMID:11727821.

20. Watts A., Wigley P. Avian Pathogenic *Escherichia coli*: An Overview of Infection Biology, Antimicrobial Resistance and Vaccination. *Antibiotics*. 2024;13(9):809. doi:10.3390/antibiotics13090809. PMID:39334984.