



IF = 9.2

**"THE ROLE OF AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS IN
THE VISUALIZATION OF PCR PRODUCTS IN
MOLECULAR BIOLOGY"****Sharipova Saodat Tursunbaevna**

Tashkent Pharmaceutical Institute

Associate Professor, Department of Industrial Technology of
Pharmaceuticals. e-mail: saodat.67@list.ru**Ergasheva Fatima To'lagan qizi**Tashkent Pharmaceutical Institute Student of Pharmaceutical
Biotechnology. Email: fotimaergashekva@gmail.com

Tel: +998 99 939 58 05

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19818496>**ARTICLE INFO**Received: 20th April 2026Accepted: 26th April 2026Online: 27th April 2026**KEYWORDS***Gel, electrophoresis, DNA,
molecular biology,
genetics, standard.***ABSTRACT**

This study investigates the importance of standard agarose gel electrophoresis in the detection of PCR (polymerase chain reaction) products. The process of separation and visualization of DNA fragments obtained through PCR was analyzed. Agarose gel electrophoresis allows effective separation of DNA fragments based on their size. The results demonstrate that this method is simple, reliable, and widely used for detecting PCR products. This approach has significant practical importance in the fields of molecular biology and genetics.

**"MOLEKULAR BIOLOGIYADA PCR MAHSULOTLARINI
VIZUALIZATSIYA QILISHDA AGAROSZ-GEL ELEKTROFOREZINING ROLI"****Sharipova Saodat Tursunboevna**Toshkent farmatsevtika instituti Dorining sanoat sanoat kafedrasida dots
e-mail: saodat.67@list.ru**Ergasheva Fotima To'lagan qizi**Toshkent farmatsevtika instituti Farmatsevtik biotexnologiya yo'nalishi talabasi
Elektron pochta: fotimaergashekva@gmail.com

Tel: +998 99 939 58 05

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19818496>**ARTICLE INFO**Received: 20th April 2026Accepted: 26th April 2026Online: 27th April 2026**KEYWORDS***Gel, elektroforez, DNK,
molekulyar biologiya,
genetika, standart.***ABSTRACT**

Ushbu ishda PCR (polimeraza zanjir reaksiyasi) mahsulotlarini aniqlashda standart agaroz gel elektroforez usulining ahamiyati o'rganildi. Tadqiqot davomida PCR orqali olingan DNK fragmentlarini ajratish va vizualizatsiya qilish jarayoni tahlil qilindi. Agaroz gel elektroforez usuli DNK fragmentlarini ularning uzunligiga qarab samarali ajratish imkonini berishi ko'rsatildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, mazkur usul PCR mahsulotlarini aniqlashda oddiy, ishonchli va keng qo'llaniladigan metod hisoblanadi. Ushbu yondashuv molekulyar biologiya va genetika sohasida muhim amaliy ahamiyatga ega.



IF = 9.2

Hozirgi kunda molekulyar biologiya va genetika sohasining jadal rivojlanishi DNKni tahlil qilish usullarining takomillashuviga olib keldi. Ushbu yo'nalishda eng muhim metodlardan biri polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) bo'lib, u ma'lum DNK fragmentlarini ko'paytirish imkonini beradi. PCR texnologiyasi tibbiyot, biotexnologiya, sud ekspertizasi va qishloq xo'jaligi kabi ko'plab sohalarda keng qo'llanilmoqda.

PCR natijasida olingan mahsulotlarni aniqlash va tahlil qilish muhim bosqich hisoblanadi. Shu maqsadda eng keng tarqalgan usullardan biri agaroz gel elektroforez hisoblanadi. Ushbu usul DNK fragmentlarini ularning uzunligiga qarab ajratish va maxsus bo'yoqlar yordamida vizualizatsiya qilish imkonini beradi.

Agaroz gel elektroforez oddiyligi, ishonchliligi va aniqligi bilan ajralib turadi. Ushbu metod yordamida PCR mahsulotlarining mavjudligi, o'lchami va sifatini aniqlash mumkin. Shu sababli u laboratoriya amaliyotida muhim o'rin egallaydi.

Mazkur ishning maqsadi - standart agaroz gel elektroforez yordamida PCR mahsulotlarini aniqlash jarayonini o'rganish va uning samaradorligini baholashdan iborat.

Molekulyar biologiya sohasida DNKni tahlil qilish usullari bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ayniqsa, polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) va agaroz gel elektroforez usullari keng o'rganilgan va amaliyotga joriy etilgan.

Kary Mullis tomonidan 1983-yilda ishlab chiqilgan PCR usuli qisqa vaqt ichida DNKning ma'lum fragmentlarini

millionlab nusxalarga ko'paytirish imkonini beruvchi muhim texnologiya sifatida e'tirof etildi. Keyingi tadqiqotlar PCR usulining yuqori sezgirlik va aniqlikka ega ekanligini ko'rsatdi hamda uning turli modifikatsiyalari ishlab chiqildi.

Agaroz gel elektroforez esa DNK fragmentlarini ularning uzunligiga qarab ajratishning samarali usuli sifatida keng qo'llaniladi. Sambrook va Russell (2001) tomonidan ta'riflanganidek, ushbu metod DNK molekulalarini elektr maydonida harakatlantirish orqali ularni gel matritsasida ajratishga asoslangan. Natijada turli uzunlikdagi fragmentlar gelda alohida zonalarda joylashadi va maxsus bo'yoqlar yordamida ko'rinadigan holga keltiriladi.

Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, agaroz gel elektroforez PCR mahsulotlarini tekshirishda eng oddiy va ishonchli usullardan biri hisoblanadi. U orqali amplifikatsiya muvaffaqiyatli amalga oshirilganligini, mahsulotning o'lchamini va uning tozaligini aniqlash mumkin. Shuningdek, gel konsentratsiyasi, kuchlanish darajasi va vaqt kabi omillar natijaga sezilarli ta'sir ko'rsatishi ta'kidlangan.

So'nggi yillarda DNKni tahlil qilishning zamonaviy usullari, jumladan real-time PCR va kapillyar elektroforez rivojlanayotgan bo'lsa-da, agaroz gel elektroforez o'zining soddaligi va arzonligi sababli hanuzgacha laboratoriya amaliyotida keng qo'llanilmoqda.

Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, PCR mahsulotlarini aniqlashda agaroz gel elektroforez usuli samarali, ishonchli va muhim metodlardan biri hisoblanadi.



IF = 9.2

Polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) molekulyar biologiyaning eng muhim usullaridan biri bo'lib, u DNKning ma'lum fragmentlarini qisqa vaqt ichida ko'p miqdorda ko'paytirish imkonini beradi. Ushbu usulning mohiyati denaturatsiya, primerlarning birikishi (annealing) va elongatsiya bosqichlaridan iborat bo'lib, har bir sikl davomida DNK miqdori eksponensial tarzda ortib boradi. PCR texnologiyasi yuqori sezgirligi tufayli juda kam miqdordagi DNK namunalarini ham aniqlash imkonini beradi. Shu sababli u tibbiy diagnostika, infeksiyon kasalliklarni aniqlash, genetik mutatsiyalarni o'rganish va sud-tibbiyot ekspertizasida keng qo'llaniladi. PCR orqali olingan mahsulotlar esa keyingi bosqichda tahlil qilinishi zarur, chunki amplifikatsiya jarayoni muvaffaqiyatli kechganligini aniqlash ilmiy va amaliy jihatdan muhim hisoblanadi [1].

PCR mahsulotlarini aniqlashda eng ko'p qo'llaniladigan usullardan biri agaroz gel elektroforez hisoblanadi. Ushbu metod DNK fragmentlarini ularning molekulyar og'irligi va uzunligiga qarab ajratishga asoslangan. Agaroz — bu dengiz suvo'tlaridan olinadigan polisaxarid bo'lib, u suvda eritilganda yarim qattiq gel hosil qiladi. Ushbu gel ichida hosil bo'lgan tarmoqli struktura DNK molekulalarining harakatlanishiga to'sqinlik qiladi va natijada kichik fragmentlar tezroq, katta fragmentlar esa sekinroq harakatlanadi. Elektroforez jarayoni elektr maydoni ta'sirida amalga oshiriladi, bunda DNK molekulalari manfiy zaryadlanganligi sababli anod tomonga siljiydi. Natijada gelda turli o'lchamdagi DNK fragmentlari alohida bantlar ko'rinishida ajraladi [2].

Agaroz gel elektroforezning samaradorligi bir qator omillarga bog'liq. Eng muhim omillardan biri gel konsentratsiyasidir. Odatda 0,7% dan 2% gacha bo'lgan agaroz konsentratsiyasi ishlatiladi. Past konsentratsiyali gel katta DNK fragmentlarini ajratishda, yuqori konsentratsiyali gel esa kichik fragmentlarni aniqlashda samarali hisoblanadi. Bundan tashqari, elektroforez vaqtida qo'llaniladigan kuchlanish (voltage) ham muhim ahamiyatga ega. Juda yuqori kuchlanish DNK fragmentlarining noto'g'ri ajralishiga olib kelishi mumkin, past kuchlanish esa jarayonni sekinlashtiradi. Shu sababli optimal sharoitlarni tanlash tajriba natijalarining aniqligini ta'minlaydi [3].

PCR mahsulotlarini vizualizatsiya qilish uchun maxsus bo'yoqlardan foydalaniladi. Eng keng tarqalgan bo'yoqlardan biri etidium bromid bo'lib, u DNK bilan interkalatsiyalanadi va ultrabinafsha (UV) nurlanish ostida yorqin floresans beradi. Hozirgi kunda xavfsizroq alternativ bo'yoqlar, masalan, SYBR Green yoki GelRed ham keng qo'llanilmoqda. Ushbu bo'yoqlar yordamida gelda hosil bo'lgan DNK bantlarini aniq ko'rish va ularning o'lchamini DNK markerlari bilan solishtirish orqali aniqlash mumkin. Bu esa PCR mahsulotlarining mavjudligi va uzunligini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi [4].

Agaroz gel elektroforez yordamida olingan natijalarni tahlil qilish ham muhim bosqich hisoblanadi. Gelda hosil bo'lgan bantlarning joylashuvi va intensivligi orqali PCR mahsulotining sifati haqida xulosa qilish mumkin. Agar



IF = 9.2

bant aniq va bir xil bo'lsa, bu amplifikatsiya jarayonining muvaffaqiyatli o'tganligini bildiradi. Aksincha, noaniq yoki bir nechta bantlarning mavjudligi primerlarning noto'g'ri birikishi yoki noxosil mahsulotlarning paydo bo'lganligini ko'rsatishi mumkin. Bundan tashqari, bantlarning yorqinligi DNK miqdoriga bog'liq bo'lib, bu orqali mahsulotning nisbiy konsentratsiyasini baholash mumkin [5].

Mazkur metodning afzalliklari bilan bir qatorda ayrim cheklovlari ham mavjud. Masalan, agaroz gel elektroforez yuqori aniqlikdagi kvantitativ tahlil uchun mos emas, chunki u asosan sifat jihatdan baholash imkonini beradi. Bundan tashqari, etidium bromid kabi ayrim bo'yoqlar mutagen xususiyatga ega bo'lib, ular bilan ishlashda ehtiyot choralarini ko'rish zarur. Shunga qaramay, usulning soddaligi, arzonligi va tezkorligi uni laboratoriya amaliyotida juda qulay qiladi. Shu sababli u hanuzgacha PCR mahsulotlarini aniqlashda asosiy metodlardan biri bo'lib qolmoqda [6].

So'nggi yillarda molekulyar diagnostika sohasida yangi texnologiyalar paydo bo'lishiga qaramay, agaroz gel elektroforez o'z ahamiyatini yo'qotmagan. Real-time PCR kabi zamonaviy usullar mahsulotni real vaqt rejimida kuzatish imkonini bersa-da, agaroz gel elektroforez yordamida yakuniy natijani vizual tarzda tasdiqlash zarur bo'ladi. Bundan tashqari, ushbu metod o'quv laboratoriyalarida talabalarga DNK tahlilining asosiy prinsiplarini o'rgatishda muhim vosita hisoblanadi. Shu jihatdan qaraganda, agaroz gel elektroforez nafaqat ilmiy

tadqiqotlarda, balki ta'lim jarayonida ham muhim o'rin egallaydi [7].

PCR mahsulotlarini aniqlashda agaroz gel elektroforez usuli samarali, sodda va ishonchli metod hisoblanadi. U DNK fragmentlarini ajratish, vizualizatsiya qilish va tahlil qilish imkonini beradi. To'g'ri tanlangan tajriba sharoitlari va metodologiya orqali yuqori aniqlikdagi natijalarga erishish mumkin. Shu sababli mazkur usul molekulyar biologiya sohasida keng qo'llanilmoqda va o'z dolzarbligini saqlab qolmoqda [8].

Xulosa

Mazkur ishda PCR mahsulotlarini aniqlashda standart agaroz gel elektroforez usulining nazariy va amaliy jihatlarini o'rganildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, PCR texnologiyasi DNK fragmentlarini ko'paytirishda yuqori samaradorlikka ega bo'lib, uni keyingi bosqichda aniqlash va tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Agaroz gel elektroforez usuli DNK fragmentlarini ularning uzunligiga qarab ajratish va vizualizatsiya qilish imkonini beruvchi sodda va ishonchli metod sifatida baholandi. Ushbu usul yordamida PCR mahsulotlarining mavjudligi, o'lchami hamda sifati aniqlanishi mumkin. Tajriba natijalari gel konsentratsiyasi, kuchlanish darajasi va bo'yoq tanlash kabi omillar natijaning aniqligiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatdi.

Shuningdek, agaroz gel elektroforez usuli arzonligi, qulayligi va tezkorligi bilan boshqa murakkab metodlardan ajralib turadi. Garchi u yuqori aniqlikdagi miqdoriy tahlil uchun cheklangan imkoniyatlarga ega bo'lsa-da, sifat jihatdan baholashda keng



IF = 9.2

qo'llanilishi uning dolzarbligini saqlab qolmoqda.

Umuman olganda, standart agaroz gel elektroforez PCR mahsulotlarini

deteksiyalashda samarali va amaliy jihatdan muhim metod hisoblanadi hamda molekulyar biologiya va genetika sohalarida keng qo'llaniladi.

References:

1. Mullis, K., & Faloona, F. (1987). Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods in Enzymology*, 155, 335–350.
2. Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (3rd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
3. Brown, T. A. (2016). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction* (7th ed.). Wiley-Blackwell.
4. Green, M. R., & Sambrook, J. (2012). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (4th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
5. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., et al. (2015). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science.
6. Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., et al. (2014). *Molecular Biology of the Gene* (7th ed.). Pearson.
7. Lee, P. Y., Costumbrado, J., Hsu, C. Y., & Kim, Y. H. (2012). Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments. *Journal of Visualized Experiments*, (62), e3923.
8. Lorenz, T. C. (2012). Polymerase chain reaction: basic protocol plus troubleshooting and optimization strategies. *Journal of Visualized Experiments*, (63), e3998.