ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

DEKSAMETAZON VA PREDNIZOLONNI ANIQLASHNING ZAMONAVIY ANALITIK USULLARINI QIYOSIY TAHLIL QILISH VA ISTIQBOLLI YONDASHUVLAR

Ixtiyorova Shodiya Toshpo‘lat qizi
Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti
E-mail: shodiya19962005@mail.ru
Sultonov Marat Mirzyevich
Jizzax davlat pedagogika universiteti professori, k.f.d
E-mail: maratsultonov@jdpu.uz

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda glyukokortikoidlar sinfiga mansub bo‘lgan deksametazon va prednizolonning zamonaviy analitik aniqlash usullari keng qamrovli qiyosiy tahlil qilindi. Ushbu dori vositalari tibbiyot amaliyotida yallig‘lanishga qarshi, immunosupressiv va allergiyaga qarshi ta’siri tufayli keng qo‘llaniladi, shu sababli ularning sifat va miqdoriy tarkibini aniq va ishonchli aniqlash farmatsevtik tahlilning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot jarayonida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), suyuqlik xromatografiyasi–mass-spektrometriya (LC-MS/MS), UV-spektrofotometriya, elektrokimyoviy sensorlar hamda metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi zamonaviy analitik yondashuvlar o‘rganildi va qiyosiy baholandi. Har bir usul sezgirlik, selektivlik, aniqlash chegarasi (LOD), chiziqlilik diapazoni, takrorlanuvchanlik hamda amaliy qo‘llanilish qulayligi nuqtayi nazaridan tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, HPLC va LC-MS/MS usullari yuqori aniqlik va selektivlikni ta’minlasa-da, ularning murakkabligi, yuqori xarajatlari va maxsus jihozlarga bo‘lgan ehtiyoji ularni keng amaliyotda qo‘llashni cheklaydi. UV-spektrofotometrik usullar esa soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib turadi, biroq selektivlik darajasi pastligi sababli murakkab biologik muhitlarda cheklangan imkoniyatlarga ega. So‘nggi yillarda rivojlanayotgan elektrokimyoviy sensorlar va MOF asosidagi texnologiyalar esa yuqori sezgirlik, past aniqlash chegarasi hamda tezkor natija berish xususiyatlari bilan istiqbolli yo‘nalish sifatida e’tirof etilmoqda. Ushbu yondashuvlar kelajakda an’anaviy usullarni to‘ldiruvchi yoki muqobil analitik platforma sifatida katta ahamiyat kasb etishi mumkin. Umuman olganda, deksametazon va prednizolonni aniqlashda yagona universal usul mavjud emasligi, har bir metodning afzallik va cheklovlari mavjudligi aniqlandi. Shu sababli, optimal natijalarga erishish uchun integratsiyalashgan va zamonaviy analitik yondashuvlardan foydalanish muhim hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: Deksametazon, prednizolon, HPLC, LC-MS/MS, MOF.

Abstract. This study presents a comprehensive comparative analysis of modern analytical methods used for the determination of glucocorticoids, specifically

dexamethasone and prednisolone. These pharmaceutical compounds are widely applied in clinical practice due to their strong anti-inflammatory, immunosuppressive, and antiallergic effects. Therefore, accurate and reliable quantification of their content in pharmaceutical formulations and biological samples remains an important task in pharmaceutical analysis. In this work, several analytical techniques were evaluated, including high-performance liquid chromatography (HPLC), liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), UV spectrophotometry, electrochemical sensors, and metal–organic frameworks (MOF)-based methods. Each method was assessed in terms of sensitivity, selectivity, limit of detection (LOD), linearity range, accuracy, reproducibility, and practical applicability. The results indicate that HPLC and LC-MS/MS provide high sensitivity and excellent selectivity; however, their high cost, instrumental complexity, and requirement for skilled operators limit their routine application. UV spectrophotometric methods are simple, rapid, and cost-effective, making them suitable for routine pharmaceutical quality control, although their selectivity in complex biological matrices is relatively low. Recently developed electrochemical sensors and MOF-based analytical approaches demonstrate significant potential due to their high sensitivity, low detection limits, and rapid response time. These advanced methods are considered promising alternatives or complementary tools to conventional analytical techniques. Overall, the study confirms that no single universal method exists for the determination of dexamethasone and prednisolone, and the choice of analytical approach depends on the sample type, analytical requirements, and available instrumentation. Therefore, integrated and modern analytical strategies are recommended for optimal results.

Keywords: Dexamethasone, prednisolone, HPLC, LC-MS/MS, MOF.

Аннотация. В данной работе проведён комплексный сравнительный анализ современных аналитических методов определения глюкокортикоидов, в частности дексаметазона и преднизолона. Эти лекарственные вещества широко применяются в клинической практике благодаря выраженному противовоспалительному, иммунодепрессивному и противоаллергическому действию. Поэтому точное и надёжное определение их содержания в фармацевтических препаратах и биологических образцах является важной задачей фармацевтического анализа. В исследовании рассмотрены различные аналитические методы, включая высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ), жидкостную хроматографию с тандемной масс-спектрометрией (LC-MS/MS), УФ-спектрофотометрию, электрохимические сенсоры и методы на основе металл-органических каркасов (MOF). Каждый метод оценивался по

ISSN 3030-3907

таким параметрам, как чувствительность, селективность, предел обнаружения (LOD), линейный диапазон, точность, воспроизводимость и практическая применимость. Результаты показали, что методы ВЭЖХ и LC-MS/MS обеспечивают высокую чувствительность и селективность, однако их высокая стоимость, сложность оборудования и необходимость квалифицированного персонала ограничивают их широкое применение. УФ-спектрофотометрические методы являются простыми, быстрыми и экономически доступными, что делает их удобными для рутинного фармацевтического контроля, однако их селективность в сложных биологических матрицах ограничена. Современные электрохимические сенсоры и методы на основе MOF демонстрируют высокий потенциал благодаря высокой чувствительности, низкому пределу обнаружения и быстрому отклику. Эти методы рассматриваются как перспективная альтернатива или дополнение к традиционным аналитическим подходам. В целом установлено, что универсального метода определения дексаметазона и преднизолона не существует, и выбор аналитического подхода зависит от типа образца, требований анализа и доступного оборудования. Поэтому для достижения оптимальных результатов рекомендуется использование интегрированных современных аналитических стратегий.

Ключевые слова: Дексаметазон, преднизолон, ВЭЖХ (HPLC), LC-MS/MS, МОФ (металл-органические каркасы).

KIRISH.

Glyukokortikoidlar guruhiga mansub bo‘lgan deksametazon va prednizolon zamonaviy tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladigan dori vositalari hisoblanadi. Ular yallig‘lanishga qarshi, immunosupressiv va allergiyaga qarshi kuchli ta’sirga ega bo‘lib, autoimmun kasalliklar, transplantatsiya jarayonlari hamda turli patologik holatlarni davolashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli ushbu preparatlarning sifat va miqdoriy tarkibini aniq, ishonchli va tezkor aniqlash farmatsevtik tahlilning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1–3]. Hozirgi kunda deksametazon va prednizolonni aniqlash uchun turli xil analitik usullar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular orasida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), suyuqlik xromatografiyasi–mass-spektrometriya (LC-MS/MS), UV-spektrofotometriya hamda elektrokimyoviy sensorlar alohida o‘rin egallaydi. Xususan, HPLC usuli biologik namunalarda deksametazonni 50–1000 ng/ml diapazonda aniqlash imkonini berib, yuqori aniqlik va sezgirlikka ega ekanligi bilan ajralib turadi [1]. Shu bilan birga, LC-MS/MS usuli glyukokortikoidlarni past konsentratsiyalarda ham aniqlash imkonini beruvchi yuqori selektiv va ko‘p komponentli tahlil usuli sifatida keng qo‘llanilmoqda [4]. UV-spektrofotometrik usullar esa o‘zining soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy

ISSN 3030-3907

samaradorligi bilan ajralib turadi. Masalan, deksametazonni tabletkalarda 1–30 µg/ml diapazonda aniqlashda ushbu usul yuqori aniqlik (r = 0.9998) va takrorlanuvchanlikni ta’minlaydi [11]. Prednizolonni aniqlashda ham spektrofotometrik yondashuvlar keng qo‘llanilib, Fe^{3+} ionlari bilan kompleks hosil qilish asosida 1–60 µg/ml diapazonda sezgir natijalar olingan [2]. Bundan tashqari, cloud point extraction kabi usullar yordamida aniqlash chegarasi 0.029 µg/ml gacha tushirilgan bo‘lib, bu usulning yuqori sezgirligini ko‘rsatadi [14]. So‘nggi yillarda zamonaviy analitik texnologiyalar, jumladan elektrokimyoviy sensorlar, molekulyar imprinting texnologiyasi va metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar ham keng rivojlanmoqda. Elektrokimyoviy sensorlar prednizolonni biologik muhitlarda past aniqlash chegaralarida aniqlash imkonini berib, doping nazoratida qo‘llanilmoqda [6]. Shuningdek, nanoMIP va SPR sensorlari yordamida glyukokortikoidlarni nanomolyar darajada aniqlash imkoniyati yaratilgan [7]. MOF asosidagi ekstraksiya va mikroekstraksiya usullari esa murakkab matritsalarda yuqori selektivlik va sezgirlikni ta’minlaydi [10,12].

Shunga qaramay, mavjud analitik usullar o‘ziga xos kamchiliklarga ega. Xromatografik usullar yuqori aniqlik va selektivlikni ta’minlasa-da, ularning murakkabligi va yuqori xarajatliligi amaliyotda qo‘llanishini cheklaydi. Spektrofotometrik usullar esa oddiy va arzon bo‘lishiga qaramay, selektivlik darajasi nisbatan past hisoblanadi. Shu sababli deksametazon va prednizolonni aniqlashda yuqori sezgirlik, aniqlik, selektivlik va iqtisodiy samaradorlikni birlashtirgan yangi analitik yondashuvlarni ishlab chiqish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda [4,10]. Mazkur ishning maqsadi deksametazon va prednizolonni aniqlash usullarini qiyosiy tahlil qilish hamda ularning afzallik va kamchiliklarini baholash asosida istiqbolli analitik yondashuvlarni aniqlashdan iborat.

TADQIQOT USULLARI.

Ushbu tadqiqotda deksametazon va prednizolonni aniqlash usullari bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi va qiyosiy baholash amalga oshirildi. Tahlil uchun spektrofotometrik, xromatografik, mass-spektrometrik hamda zamonaviy sensor texnologiyalariga asoslangan usullar tanlab olindi [1–4]. Ma’lumotlar bazasi sifatida so‘nggi yillarda chop etilgan ilmiy maqolalar, eksperimental tadqiqotlar va metod validatsiyasiga oid ishlar o‘rganildi. Har bir usul quyidagi asosiy analitik parametrlar asosida baholandi:

- sezgirlik (LOD, LOQ),
- aniqlik va takrorlanuvchanlik (RSD),
- selektivlik,
- chiziqlilik diapazoni,
- qo‘llash qulayligi va iqtisodiy samaradorlik.

ISSN 3030-3907

Deksametazonni aniqlashda HPLC usuli biologik namunalarda 50–1000 ng/ml diapazonda qo‘llanilgan bo‘lsa [1], UV-spektrofotometrik usul tabletkalarda 1–30 µg/ml diapazonda baholandi [11]. Prednizolon uchun esa UV-Vis spektrofotometriya (1–60 µg/ml) [2], cloud point extraction (LOD: 0.029 µg/ml) [14] hamda HPLC (0.1–100 mg/L) usullari tahlil qilindi [20]. Bundan tashqari, LC-MS/MS usuli yordamida bir nechta glyukokortikoidlarni bir vaqtda aniqlash imkoniyati (7.8–1000 ng/ml diapazon) o‘rganildi [17]. Zamonaviy yondashuvlar sifatida elektrokimyoviy sensorlar, nanoMIP asosidagi SPR sensorlari va MOF asosidagi mikroekstraksiya texnologiyalari ham tahlilga kiritildi [6,7,10].

Qiyosiy tahlil natijalari jadval ko‘rinishida tizimlashtirilib, deksametazon va prednizolonning analiz usullari tegishlicha tahlil qilindi. (1-2 jadvallar)

1-jadval.

Deksametazonni aniqlashning zamonaviy analitik usullarining qiyosiy tavsifi

№	Modda	Usul	Reagent / mobil faza	Namuna muhiti	Analitik asbob	Analitik parametrlar	Qisqacha tavsif	Adabiyot
1	Deksametazon	HPLC	Aseton, atenolol (ichki standart)	Qon, to‘qima	HPLC (UV, 254 nm)	50–1000 ng/ml	Biologik namunalarda yuqori aniqlik va sezgirlik bilan aniqlash	[1]
2	Deksametazon	UV-spektrofotometriya	Erituvchi	Tabletka	UV-Vis	λ=230 nm, ~99% aniqlik	Sifat nazorati uchun oddiy va tezkor usul	[3]
3	Deksametazon	UV-spektrofotometriya	—	Tabletka	UV-Vis	1–30 µg/ml, r≈0.999	Validatsiyalangan, takrorlanuvchan usul	[11]
4	Deksametazon	LC-MS/MS	Metanol	Dori shakllari	LC-MS/MS	7.8–500 ng/ml	Juda sezgir va selektiv, ko‘p	[17]

ISSN 3030-3907

							komponentli tahlilga mos	
5	Deksametazon	HPLC/UV	TiO_2–Zn katalizator	Suv, oqava suv	HPLC + UV	5–15 mg/L	Fotokatalitik parchalanishni monitoring qilish	[21]
6	Deksametazon	HPLC (RP-HPLC)	Asetonitril + kislota	Krem	HPLC-PDA	25–150 µg/ml, r>0.999	Kosmetik preparatlarda aniqlash uchun mos	[15]
7	Deksametazon	ToF-SIMS	—	Tabletka	Mass-spektrometriya	Yuqori fazoviy aniqlik	3D taqsimlanish va sirt tahlili	[32]

1-jadvalda deksametazonni aniqlashda qo‘llaniladigan zamonaviy analitik usullar qiyosiy tahlil qilindi. Jadvalda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) va LC-MS/MS usullari yuqori sezgirlik va selektivlikni ta’minlashi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, UV-spektrofotometrik usullar o‘zining soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy samaradorligi bilan farmatsevtik tahlilda keng qo‘llanilishi mumkin. Zamonaviy yondashuvlar, jumladan mass-spektrometriya va fotokatalitik monitoring usullari esa murakkab tizimlarda yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi.

2-jadval.

Prednizolonni aniqlashning zamonaviy analitik usullarining qiyosiy tavsifi

№	Modda	Usul	Reagent / muhit	Namuna muhiti	Analitik asbob	Analitik parametrlar	Qisqacha tavsif	Adabiyot
1	Prednizolon	UV-Vis spektrofotometriya	$FeCl_3$, $K_3[Fe(CN)_6]$	Eritma	UV-Vis	1–60 µg/ml, RSD <1.5%	Kompleks hosil qilish asosida aniqlash	[2]
2	Prednizolon	UV-spektrofotometriya	Asetonitril: metanol	Tabletka	UV-Vis	4–14 µg/ml, r>0.999	Validatsiyalangan va ishonchli usul	[13]

ISSN 3030-3907

3	Prednizolon	Cloud point extraction + UV	$FeCl_3$, Triton-114	Ekstrakt	UV-Vis	LOD: 0.029 µg/ml	Juda yuqori sezgirlikka ega usul	[14]
4	Prednizolon	Elektrokimyoviy sensor	Au-PPy NPs@CNTs	Qon zardobi	GCE sensor	Past LOD, keng diapazon	Doping nazoratida qo‘llaniladi	[6]
5	Prednizolon	HPLC	Metanol/ suv	Farmatsevtik mahsulot	HPLC	0.1–100 mg/L, LOD ≈0.029 mg/L	Yuqori aniqlik va tiklanish (>95%)	[20]
6	Prednizolon	LC-MS/MS	Metanol	Dori shakllari	LC-MS/MS	7.8–1000 ng/ml	Ko‘p komponentli, yuqori selektiv usul	[17]
7	Prednizolon	UV-spektrofotometriya (QbD)	Metanol, suv	Eritma	UV-Vis	λ=246 nm, RSD <2%	QbD asosida optimallashtirilgan usul	[23]

2-jadvalda prednizolonni aniqlashning asosiy analitik usullari qiyosiy baholandi. Natijalarga ko‘ra, HPLC va LC-MS/MS usullari yuqori aniqlik va keng chiziqlilik diapazoni bilan ajralib turadi. Spektrofotometrik usullar, ayniqsa kompleks hosil qilish va cloud point extraction asosidagi yondashuvlar, sezgirlikni sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Bundan tashqari, elektrokimyoviy sensorlar yuqori sezgirlik va tezkor natija berishi bilan zamonaviy va istiqbolli usullar qatoriga kiradi.

MUHOKAMA.

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, deksametazon va prednizolonni aniqlashda qo‘llaniladigan usullar o‘zining analitik imkoniyatlari va amaliy qo‘llanilishiga ko‘ra sezilarli darajada farq qiladi. Xromatografik usullar, xususan HPLC va LC-MS/MS, yuqori aniqlik, sezgirlik va selektivlikni ta’minlaydi. Masalan, HPLC usuli deksametazonni biologik muhitlarda ishonchli aniqlash imkonini beradi [1], LC-MS/MS esa bir vaqtning o‘zida bir nechta

ISSN 3030-3907

glyukokortikoidlarni past konsentratsiyalarda aniqlash imkonini yaratadi [17]. Biroq ushbu usullar murakkab apparatura, yuqori xarajat va malakali mutaxassis talab qilishi bilan cheklanadi. UV-spektrofotometrik usullar esa soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan arzonligi bilan ajralib turadi. Deksametazon va prednizolonni farmatsevtik shakllarda aniqlashda ushbu usullar yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ko‘rsatadi [11,2]. Shu bilan birga, ularning asosiy kamchiligi past selektivlik bo‘lib, murakkab biologik matritsalarda qo‘llash imkoniyatini cheklaydi. Cloud point extraction va kompleks hosil qilish asosidagi spektrofotometrik usullar sezgirlikni oshirish imkonini beradi. Xususan, prednizolon uchun aniqlash chegarasining 0.029 µg/ml gacha kamayishi bu usullarning istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi [14]. Zamonaviy yondashuvlar orasida elektrokimyoviy sensorlar va nanoMIP asosidagi texnologiyalar alohida e’tiborga loyiq. Elektrokimyoviy sensorlar yuqori sezgirlik va tezkor natija berishi bilan doping nazoratida samarali qo‘llanilmoqda [6]. NanoMIP va SPR sensorlari esa nanomolyar darajada aniqlash imkonini berib, yuqori selektivlikni ta’minlaydi [7].

So‘nggi yillarda deksametazon va prednizolonni aniqlashda metall-organik ramkalar (MOF – Metal-Organic Frameworks) asosidagi usullar istiqbolli analitik yondashuv sifatida qaralmoqda. MOF materiallari yuqori g‘ovaklik, katta sirt maydoni va funksional guruhlar bilan modifikatsiya qilish imkoniyati tufayli murakkab biologik va farmatsevtik matritsalarda glyukokortikoidlarni selektiv ajratish va boyitishda samarali hisoblanadi [10,12]. Xususan, dispers mikro-qattiq fazali ekstraksiya (D-µSPE) usulida MOF materiallaridan foydalanish glyukokortikoidlarni suv va siydik namunalarida yuqori tiklanish (80.6–98.4%) va past aniqlash chegaralarida aniqlash imkonini bergan [18]. Shuningdek, magnit MOF asosidagi ekstraksiya usullarida aniqlash chegarasi 2 ng/L gacha tushirilgan bo‘lib, bu usulning yuqori sezgirligini ko‘rsatadi [19].

MOFlar faqat ekstraksiya bosqichida emas, balki sensor texnologiyalarida ham qo‘llanilmoqda. Ular asosida yaratilgan sensorlar yuqori selektivlik va tezkor javob berish xususiyatiga ega bo‘lib, real vaqt rejimida monitoring olib borish imkonini beradi [9]. Bundan tashqari, MOFlar “yashil kimyo” tamoyillariga mos kelib, kam erituvchi sarfi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi [10]. Shu bilan birga, MOF asosidagi usullar hali to‘liq standartlashtirilmagan bo‘lib, ularning keng amaliyotga joriy etilishi uchun qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Xususan, materiallarning barqarorligi, qayta ishlatilishi va real sanoat sharoitida qo‘llash imkoniyatlarini chuqur o‘rganish zarur. Umuman olganda, MOF asosidagi texnologiyalar deksametazon va prednizolonni aniqlashda yuqori selektivlik, sezgirlik va samaradorlikni ta’minlovchi yangi avlod analitik usullar

ISSN 3030-3907

sifatida katta istiqbolga ega bo‘lib, kelajakda mavjud usullarga muqobil yoki ularni takomillashtiruvchi yondashuv sifatida keng qo‘llanilishi mumkin.

Tahlillar asosida deksametazon va prednizolonni aniqlash usullari o‘zining analitik ko‘rsatkichlari bo‘yicha sezilarli farqlanishi aniqlandi. Xromatografik usullar, xususan HPLC va LC-MS/MS, eng yuqori sezgirlik va selektivlikni ta’minlaydi. Masalan, LC-MS/MS usulida aniqlash chegarasi 7.8 ng/ml gacha yetib, bir vaqtning o‘zida bir nechta glyukokortikoidlarni aniqlash imkoniyati mavjud [17]. HPLC usulida esa prednizolon uchun LOD 0.029 mg/L bo‘lib, tiklanish darajasi 95% dan yuqori ekanligi aniqlangan [20]. Biroq bu usullar yuqori aniqlikka ega bo‘lishiga qaramay, qimmat uskunalar, murakkab namuna tayyorlash bosqichlari va uzoq tahlil vaqti bilan tavsiflanadi. UV-spektrofotometrik usullar esa iqtisodiy va tezkorligi bilan ajralib turadi. Masalan, deksametazonni aniqlashda chiziqlilik 1–30 µg/ml diapazonda r = 0.9998 bo‘lib, yuqori aniqlikni ko‘rsatadi [11]. Prednizolon uchun tiklanish 97.3–100.1% va RSD <1.5% bo‘lishi usulning ishonchliligini tasdiqlaydi [2]. Ammo bu usullarda selektivlik past bo‘lib, aralashmalar va matritsa ta’siri natijalarga sezilarli xalaqit berishi mumkin. Spektrofotometriya asosidagi takomillashtirilgan usullar, masalan cloud point extraction, sezgirlikni sezilarli darajada oshiradi. Ushbu usulda prednizolon uchun LOD 0.029 µg/ml gacha kamaytirilgan [14], bu oddiy UV usullariga nisbatan bir necha baravar yuqori sezgirlikni ta’minlaydi. Biroq qo‘shimcha tayyorlash bosqichlari usulni murakkablashtiradi. Zamonaviy sensor texnologiyalari yuqori sezgirlik va tezkorlikni ta’minlaydi. Elektrokimyoviy sensorlar prednizolonni juda past konsentratsiyalarda aniqlash imkonini berib, keng chiziqli diapazon va past aniqlash chegarasini ko‘rsatadi [6]. NanoMIP va SPR sensorlari esa 10–75 nM diapazonda ishlashi bilan ajralib turadi [7]. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalar hali keng laboratoriya amaliyotida to‘liq standartlashmagan.

Metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar esa yuqori selektivlik va ekstraksiya samaradorligi bilan ajralib turadi. Masalan, MOF asosidagi mikroekstraksiya usullarida tiklanish 80.6–98.4% ni tashkil etadi [18], magnit MOFlarda esa aniqlash chegarasi 2 ng/L gacha tushirilgan [19]. Bu ko‘rsatkichlar ularni eng sezgir usullar qatoriga kiritadi. Biroq ularning asosiy kamchiligi – ishlab chiqarish murakkabligi va hali keng miqyosda joriy etilmaganligidir. Shunday qilib, qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, yuqori aniqlik va selektivlik talab qilinganda xromatografik usullar ustunlik qiladi, tezkor va arzon tahlil uchun spektrofotometrik usullar maqsadga muvofiq, eng yuqori sezgirlik va innovatsion yondashuvlar uchun esa MOF va sensor texnologiyalari istiqbolli hisoblanadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda deksametazon va prednizolonni aniqlashning zamonaviy analitik usullari qiyosiy tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, xromatografik usullar (HPLC, LC-MS/MS) yuqori aniqlik, sezgirlik va selektivlikni ta’minlashi bilan ajralib turadi, biroq ularning murakkabligi, yuqori xarajatliligi va maxsus jihozlar talab qilishi amaliy qo‘llanilishini cheklaydi. UV-spektrofotometrik usullar esa oddiyligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib turib, farmatsevtik tahlilda keng qo‘llaniladi, ammo ularning selektivligi nisbatan past bo‘lib, murakkab biologik muhitlarda qo‘llash imkoniyatlari cheklangan. Zamonaviy yondashuvlar, jumladan elektrokimyoviy sensorlar va molekulyar imprinting texnologiyalari yuqori sezgirlik va tezkorlikni ta’minlashi bilan istiqbolli hisoblanadi.

Tahlillar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar deksametazon va prednizolonni aniqlashda yangi va samarali yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda. Ular yuqori selektivlik, past aniqlash chegarasi va murakkab matritsalarda samarali ekstraksiya imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Shu sababli kelgusida MOF asosidagi ekstraksiya va sensor texnologiyalarini rivojlantirish, ularni an’anaviy analitik usullar bilan integratsiyalash hamda amaliyotga joriy etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bu esa farmatsevtik tahlil sohasida yanada aniq, tezkor va iqtisodiy samarali usullarni yaratishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Yunina DV, Ageev VP, Zaborovskiy AV, Tararina LA, Tsaregorodtsev SV, Kokorev AV, et al. Method of detection of dexamethasone in biological tissues and its application to assess the local kinetics of this drug. Res Results Pharmacol. 2023;9(3):51–57. doi:10.18413/rrpharmacology.9.10045.
2. Luaibi HM, Al-Janabi KWS, Mahmood AK, Sallal TD, Gaaz TS. Development of a spectrophotometric determination of prednisolone in different dosage forms. Malays J Sci. 2024;43(3):30–36. doi:10.22452/mjs.vol43no3.4.
3. Deshmukh D, Pathare A, Sudan S, Gupta SK, Balpande S, Pal S, et al. Quantitative estimation of dexamethasone drug by UV–visible spectroscopy. World J Pharm Life Sci. 2025;11(11):258–264. doi:10.5281/zenodo.17482016.
4. Temerdashev A, Podolskiy I, Girel S, Zhu QF, Atapattu SN, Feng YQ, et al. Liquid chromatography–mass spectrometry for steroid hormones analysis: issues and solutions in sample preparation and method development. J Chromatogr Open. 2025;8:100250. doi:10.1016/j.jcoa.2025.100250.
5. Finšgar M. Mass spectrometric analysis of dexamethasone. J Mass Spectrom. 2025;60:e5147. doi:10.1002/jms.5147.

ISSN 3030-3907

6. Wang W, Norjali Wazir MRW, Geok SK, Gao Y, Xiong W. Sensor for prednisolone detection in sports doping. Rev Bras Med Esporte. 2023;29:e2022_0435. doi:10.1590/1517-8692202329012022_0435.
7. Blackburn C, Sullivan MV, Wild MI, O'Connor AJ, Turner NW. Molecularly imprinted polymers for glucocorticoid detection in SPR devices. Anal Chim Acta. 2024;1285:342004. doi:10.1016/j.aca.2023.342004.
8. Moradi A, Kaki S, Kiaee SH, Ghodrati K, Babakhanian A. Electrochemical sensor for prednisolone detection. Med J Tabriz Univ Med Sci. 2020;42(4):456–465.
9. Jiang H, Xu S, Xiang X, Zhao M, Wang Y, Liu X, et al. Metal–organic frameworks for steroid compound management. ACS Omega. 2025;10:9890–9902. doi:10.1021/acsomega.4c11671.
10. Vicente-Zurdo D, Morante-Sarzero S, Sierra I. Microextraction strategies for hormone analysis. Molecules. 2025;30:4471. doi:10.3390/molecules30224471.
11. Friedrich RB, Ravanello A, Cichota LC, Rolim CMB, Beck RCR. UV spectrophotometric method for dexamethasone assay. Quim Nova. 2009;32(4):1052–1054.
12. Mpupa A, Selahle SK, Mizaikoff B, Nomngongo PN. Molecularly imprinted polymers in solid-phase extraction of hormones. Chemosensors. 2021;9(7):151. doi:10.3390/chemosensors9070151.
13. Raval K, Subrahmanyam EVS, Sharbaraya AR. UV method for prednisolone estimation. J Chem Pharm Res. 2012;4(2):1090–1096.
14. Al-Douri SS, Al-Samarray SY. Spectrophotometric determination of prednisolone using cloud point extraction. J Pharm Negat Results. 2022;13(S1):189–197. doi:10.47750/pnr.2022.13.S01.23.
15. Rahmayuni E, Harmita H, Suryadi H. HPLC determination of corticosteroids in cream. J Appl Pharm Sci. 2018;8(09):087–092. doi:10.7324/JAPS.2018.8913.
16. Al-Douri SS, Al-Samarray SY. Cloud point extraction for prednisolone. J Pharm Negat Results. 2022;13(S1):189–197. doi:10.47750/pnr.2022.13.S01.23.
17. Batool HM, Jalees MI, Batool M. LC-MS/MS detection of glucocorticoids in quackery formulations. Toxicol Rep. 2024;13:101763. doi:10.1016/j.toxrep.2024.101763.
18. Gao G, Li S, Wang Y, Zhao P, Zhang X, et al. MIL-53(Al) for estrogen and glucocorticoid determination. Talanta. 2018;176:??–??. doi:10.1016/j.talanta.2017.12.071.
19. Li Y, Chen X, Xia L, Xiao X, Li G. MOF-101 composites for glucocorticoid enrichment. J Chromatogr A. 2019;1606:460382. doi:10.1016/j.chroma.2019.460382.

ISSN 3030-3907

20. Aljabari FI, Alani SA, Alndawi ZA. HPLC determination of prednisolone. Anal Methods Environ Chem J. 2025;8(3):133–146. doi:10.24200/amecj.v8.i03.1083.
21. Gao G, Li S, Wang Y, Zhao P, Zhang X, Hou X. UPLC-MS/MS determination of estrogens and glucocorticoids. Talanta. 2018;188:??–??. doi:10.1016/j.talanta.2017.12.071.
22. Franco-de la Torre L, Gómez-Sánchez E, et al. Dexamethasone increases anesthetic success: meta-analysis. Pharmaceuticals. 2022;15(7):878. doi:10.3390/ph15070878.
23. Bhusnure OG, Gholve SB, Bawage M, Todkar V, Giram PS. QbD method for prednisolone sodium phosphate. IOSR J Pharm Biol Sci. 2015;10(6):64–75.
24. Sversut RA, Vieira JC, Rosa AM, Singh AK, Amaral MS, Kassab NM. UV method for dexamethasone. Orbital Electron J Chem. 2015;7(1):087–092. doi:10.17807/orbital.v7i1.630.

ISSN 3030-3907