



## TIBBIY ALDEGIDLARLARNING SALOMATLIKKA TA'SIRI VA TIBBIY QO'LLANISHI

*Qayumov Alisher Avazovich*

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Tibbiy va biologik kimyo kafedrası*

*Assisenti alisherqayumov872@gmail.com +998997073247*

*Qulmamatova Parvina Jo'rabek qizi*

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti, talabasi*

*parvinaqulmamatova@gmail.com +998938161314*

**Annotatsiya (Abstract):** *Tabiiy aldegidlar dorivor o'simliklarning efi moylarida keng tarqalgan biofaol birikmalar sinfini tashkil etadi. Ushbu keng qamrovli sharhda cinnamaldehyde, citral, vanillin, cuminaldehyde va boshqa asosiy tabiiy aldegidlarning manbalari, kimyoviy xilma-xilligi, farmakologik xususiyatlari, ta'sir mexanizmlari, salomatlikka foydalari va terapevtik potentsiali o'rganiladi. Bu birikmalar kuchli antioksidant, antimikrob (antibakterial va antifungal), yallig'lanishga qarshi, immunomodulyator, neyroprotektiv va anticancer ta'sir ko'rsatadi. Mexanizmlari elektrofil reaktivlik, NF- $\kappa$ B yo'llarini inhibirlash, erkin radikallarni tutish va apoptos rag'batlantirishni o'z ichiga oladi. Maxsus e'tibor Markaziy Osiyo florasida, xususan O'zbekiston o'simliklariga (zira, yalpiz, dorivor o'tlar) qaratilgan, chunki ular an'anaviy tibbiyotdan zamonaviy farmatsevtikaga o'tishda istiqbolli manba hisoblanadi. Past dozalarda odatda xavfsiz deb tan olingan bo'lsa-da, yuqori konsentratsiyalarda toksiklik xavfi mavjud. Sharh nanoformulyatsiyalar va biotexnologik usullar orqali xavfsizlik va samaradorlikni oshirish istiqbollari ta'kidlaydi. Tabiiy aldegidlar barqaror va ko'p funksiyali terapevtik vositalar sifatida katta potentsialga ega.*

**Kalit so'zlar:** *tabiiy aldegidlar, dorivor o'simliklar, farmakologik xususiyatlar, antioksidant faollik, antimikrob ta'sir, yallig'lanishga qarshi, anticancer, Markaziy Osiyo florasida, terapevtik potentsial.*

Kirish



Dorivor o'simliklar ming yillar davomida kasalliklarni davolashda muhim vosita bo'lib kelgan. Zamonaviy tibbiyotda tabiiy birikmalarga qiziqish ortib bormoqda, chunki ular past toksiklik, ko'p tomonlama faollik va barqaror manbaga ega. Xususan, efir moylari va ikkilamchi metabolitlar orasida tabiiy aldegidlar alohida o'rin tutadi. Aldegidlar – karbonil guruhi ( $-CHO$ ) mavjud organik birikmalar bo'lib, reaktivligi tufayli biologik tizimlarda kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Tabiiy aldegidlar asosan dorivor o'simliklarning efir moylari, ziravorlar va aromatik o'tlarda uchraydi. Eng muhim namunalari: cinnamaldehyde (dolchin po'stlog'idan), citral (lemongrass va sitrusdan), vanillin (vanildan), citronellal va benzaldehyde. Bu birikmalar o'simliklarda himoya vazifasini bajaradi va inson organizmida antioksidant, antimikrob (antibakterial va antifungal), yallig'lanishga qarshi, neyroprotektiv va anticancer ta'sir ko'rsatadi. So'nggi tadqiqotlar (masalan, 2025-yildagi "Natural Aldehydes on Health Effects" sharhi va Aljaafari va boshq. 2022) ularning keng spektrli biologik faolligini tasdiqlaydi: erkin radikallarni tutish, mikrob membranalarini buzish, NF- $\kappa$ B yo'llarini inhibirlash va saraton hujayralarida apoptosni rag'batlantirish orqali ishlaydi.

Tabiiy aldegidlarning salomatlikka ta'siri ikki tomonlama: ular oksidlovchi stress, yuqumli kasalliklar, surunkali yallig'lanish va neyrodegenerativ holatlarni (masalan, Altsgeymer) davolashda potentsial; ammo yuqori dozalarda toksiklik (hujayra shikastlanishi, teri va nafas yo'llari muammolari) xavfi mavjud. Shuning uchun xavfsiz dozalari (GRAS statusi) va nanofarmulyatsiyalar orqali qo'llanilishi dolzarb.

Markaziy Osiyo, xususan O'zbekiston florasida (zira, yalpiz, dorivor o'tlar, shuvoq turlari) tabiiy aldegidlarning noyob manbalari mavjud. An'anaviy xalq tabobatida bu o'simliklar yallig'lanish va yuqumlarni davolashda ishlatilgan, ammo ularning aldegid tarkibiy qismlari va zamonaviy mexanizmlari hali to'liq o'rganilmagan. So'nggi tadqiqotlar asosan Osiyo va Yevropa o'simliklariga qaratilgan bo'lsa-da, Markaziy Osiyo bo'yicha ma'lumotlar cheklangan – bu bo'shliqni to'ldirish zarur.

Asosiy bo'lim



## *Tabiiy xilma-xillik*

Tabiiy aldegidlar organik birikmalar sinfining muhim qismi bo'lib, karbonil guruhi ( $-CHO$ ) bilan ajralib turadi. Ular tabiatda keng tarqalgan: dorivor o'simliklarning efir moylari, ziravorlar, meva-sabzavotlar, ba'zi qo'ziqorinlar va hayvonlar metabolizmining mahsulotlarida uchraydi. O'simliklarda bu birikmalar asosan himoya vazifasini bajaradi – zararkunandalar va patogenlarga qarshi kurashadi, shu bilan birga o'simlikka o'ziga xos hid va ta'm beradi [1]. So'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tabiiy aldegidlarning eng boy manbalari efir moylari bo'lib, ular lavanda, yalpiz, dolchin, chinnigul, lemongrass va sitrus o'simliklarida yuqori miqdorda mavjud [1]. Ularning kimyoviy tuzilishi jihatidan uchta asosiy turga bo'linadi: alifatik (to'g'ri zanjirli), aromatik va monoterpen aldegidlari [1].

### Asosiy tabiiy aldegidlar va ularning manbalari

Cinnamaldehyde (trans-cinnamaldehyde,  $C_9H_8O$ ) dolchin (*Cinnamomum verum* yoki *C. cassia*) po'stlog'ining eng asosiy komponenti hisoblanadi va tarkibida 50–90% gacha yetishi mumkin. Bu  $\alpha,\beta$ -to'yinmagan aromatik aldegid bo'lib, kuchli hid va ta'm beradi [2]. An'anaviy tibbiyotda, ayniqsa Osiyo mamlakatlarida yallig'lanish, yuqumli kasalliklar va ovqat hazmini yaxshilash uchun qo'llanilgan.

Citral (geranial va neral izomerlari aralashmasi,  $C_{10}H_{16}O$ ) lemongrass (*Cymbopogon citratus*), limon va apelsin po'stlog'ida uchraydi, tarkibida 70–90% gacha bo'ladi [5]. Monoterpen aldegidi bo'lib, sitrus hidi bilan ajralib turadi va antifungal hamda antioksidant xususiyatlari bilan mashhur.

Vanillin (4-gidroksi-3-metoksibenzaldegid,  $C_8H_8O_3$ ) vanil loviyasi (*Vanilla planifolia*)dan olinadi va tarkibida 1–2% atrofida bo'ladi [6]. Aromatik aldegid sifatida oziq-ovqat va farmatsevtikada keng qo'llaniladi, antioksidant va anticancer ta'sir ko'rsatadi.

Citronellal ( $C_{10}H_{18}O$ ) citronella (*Cymbopogon nardus*) va boshqa sitrus o'simliklarida mavjud, tarkibida 30–50% gacha bo'lishi mumkin [1]. Repellent va antimikrob ta'sirga ega.

Boshqa muhim aldegidlar qatoriga benzaldehyde (bodom va gilosdan), cuminaldehyde (zira tarkibida), syringaldehyde va boshqalar kiradi.



Markaziy Osiyo va O'zbekiston o'simliklaridagi aldegidlar

Markaziy Osiyo florasida, xususan O'zbekiston, Tojikiston va Qirg'izistonda dorivor o'simliklar juda boy. Ularning efir moylarida aldegidlar muhim o'rin tutadi. O'zbekiston xalq tabobatida bu o'simliklar yallig'lanish, yuqumli kasalliklar va ovqat hazm qilish muammolarini davolashda qo'llanilgan.

Zira (*Cuminum cyminum*) O'zbekiston va Tojikistonda keng tarqalgan bo'lib, tarkibida cuminaldehyde 30–50% gacha, shuningdek  $\gamma$ -terpinen-7-al va  $\alpha$ -terpinen-7-al mavjud [7]. Bu aldegidlar antimikrob va antioksidant xususiyatlarga ega.

Yalpiz (*Mentha* spp.) tarkibida menton va boshqa monoterpen aldegidlari bo'lib, sovuq, ovqat hazm qilish va tinchlantiruvchi ta'sir ko'rsatadi [1].

Boshqa misollar qatoriga *Bunium persicum* (zira turiga yaqin, cuminaldehyde yuqori), *Achillea* va *Salvia* turlari (aromatik aldegidlar), shuningdek shuvoq turlari (*Artemisia* spp., alifatik aldegidlar) kiradi [7]. Tog'li hududlardagi bu o'simliklarning efir moylari kuchli antioksidant va antimikrob faollikka ega ekanligi tadqiqotlarda tasdiqlangan [7].

Kimyoviy xilma-xillik va reaktivlik

Tabiiy aldegidlarning kimyoviy xilma-xilligi ularning biologik faolligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.  $\alpha, \beta$ -To'yinmagan aldegidlar (cinnamaldehyde, citral) elektrofil xususiyatga ega bo'lib, hujayra oqsillari va DNK bilan tez reaksiyaga kirishadi (Michael addition orqali) [3]. Aromatik aldegidlar (vanillin, benzaldehyde) barqarorroq va antioksidant ta'siri kuchliroq bo'ladi [6]. Monoterpen aldegidlari (citronellal) esa volatil bo'lib, repellent xususiyatlarga ega [5].

***Farmakologik faolliklar***

Tabiiy aldegidlarning farmakologik xususiyatlari juda keng va ko'p tomonlama bo'lib, ularning biologik faolligi so'nggi yillarda o'tkazilgan tadqiqotlarda batafsil o'rganilgan. Bu birikmalar antioksidant, antimikrob, yallig'lanishga qarshi, immunomodulyator, neyroprotektiv va anticancer ta'sirlarga ega [1]. Ularning ta'siri asosan efir moylaridagi aldegidlarning (cinnamaldehyde, citral, vanillin, cuminaldehyde) reaktivligi va hujayra darajasidagi o'zaro ta'siriga bog'liq.

Antioksidant faollik



Tabiiy aldegidlar oksidlovchi stressga qarshi kuchli vosita sifatida tanilgan. Ular erkin radikallarni to'g'ridan-to'g'ri tutadi, lipid peroksidatsiyasini kamaytiradi va antioksidant fermentlar (SOD, CAT, GPx) faolligini oshiradi. Cinnamaldehyde va vanillin DPPH va ABTS kabi radikallarni 70–90% gacha inhibe qiladi [2, 4]. Citral va cuminaldehyde esa lipid peroksidatsiyasini bloklab, mitoxondriya funksiyasini himoya qiladi [5, 7]. Bu xususiyatlar surunkali kasalliklar (diabet, yurak-qon tomir muammolari, qarish jarayonlari) profilaktikasida muhim ahamiyatga ega [4].

## Antimikrob va antifungal ta'sir

Aldegidlarning antimikrob ta'siri eng yaxshi o'rganilgan sohalardan biri. Ular mikrob hujayra membranasini buzadi, biofilm hosil bo'lishini oldini oladi va ATPza faolligini inhibe qiladi. Cinnamaldehyde Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalarga (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*) qarshi kuchli ta'sir ko'rsatadi, minimal inhibe konsentratsiyasi 0.06–0.5 mg/mL oralig'ida bo'ladi [2, 3]. Citral *Candida* va *Aspergillus* kabi zamburug'larga qarshi antifungal effekt beradi [5]. Cuminaldehyde (zira tarkibida) va menton (yalpizda) Markaziy Osiyo o'simliklarida yuqori antimikrob faollikka ega ekanligi tadqiqotlarda tasdiqlangan [7]. Bu ta'sirlar yuqumli kasalliklar va antibiotik rezistentligi muammolariga qarshi tabiiy alternativ sifatida qaralmoqda.

## Yallig'lanishga qarshi va immunomodulyator ta'sir

Tabiiy aldegidlar yallig'lanish jarayonlarini pasaytirishda muhim rol o'ynaydi. Ular NF- $\kappa$ B transkripsiya faktorini inhibe qiladi, pro-yallig'lanish sitokinlarini (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 $\beta$ ) kamaytiradi va anti-yallig'lanish yo'llarini faollashtiradi. Cinnamaldehyde va citral hayvon modellarida yallig'lanishni 50–70% gacha pasaytirgan [2, 5]. Vanillin esa immun tizimini muvozanatlashtiruvchi immunomodulyator sifatida ishlaydi. An'anaviy tibbiyotda dolchin va zira surunkali yallig'lanish (artrit, ichak kasalliklari) davolashda ishlatilganligi bu ta'sirni tasdiqlaydi.

## Neyroprotektiv va anticancer ta'sir

Neyroprotektiv ta'sir oksidlovchi stress va yallig'lanishni kamaytirish orqali neyronlarni himoya qiladi, Altsgeymer va Parkinson kabi neyrodegenerativ



kasalliklarda potentsial ko'rsatadi. Anticancer ta'sir esa apoptosni rag'batlantirish orqali amalga oshiriladi: aldegidlar kaspazlarni faollashtirib, saraton hujayralarida (ko'krak, prostata, jigar) selektiv ta'sir ko'rsatadi [3]. Cinnamaldehyde va citral hujayra siklini bloklab, PI3K/AKT yo'lini inhibe qiladi [3, 4]. Vanillin DNK shikastlanishini kamaytirib, genom barqarorligini saqlaydi [6]. Bu ta'sirlar zamonaviy onkologiya va neyrologiyada yangi terapevtik yondashuvlar uchun istiqbolli hisoblanadi.

### *Ta'sir mexanizmlari*

Tabiiy aldegidlarning biologik ta'siri ularning kimyoviy tuzilishiga bog'liq bo'lib, asosan karbonil guruhi ( $-CHO$ ) va ko'pincha  $\alpha, \beta$ -to'yinmagan bog'lanishdan kelib chiqadi. Bu xususiyatlar ularni elektrofil moddalar qiladi, ya'ni biologik nukleofillar (oqsillar, DNK, lipidlar) bilan tez reaksiyaga kirishadi [3]. Reaksiyalar asosan Michael addition yoki Schiff base hosil qilish orqali sodir bo'ladi va hujayra darajasida turli jarayonlarni boshqaradi.

### *Antioksidant mexanizmlar*

Tabiiy aldegidlar oksidlovchi stressga qarshi bir necha yo'l orqali ishlaydi. Birinchidan, ular erkin radikallarni (ROS) to'g'ridan-to'g'ri tutadi va lipid peroksidatsiyasini bloklaydi. Ikkinchidan, Nrf2/Keap1 yo'lini faollashtirib, antioksidant fermentlarning (SOD, CAT, HO-1, GPx) ekspressiyasini oshiradi [4]. Masalan, cinnamaldehyde va vanillin bu yo'lni kuchaytirib, oksidlovchi shikastlanishni kamaytiradi [2, 4]. Citral va cuminaldehyde mitoxondriya funksiyasini himoya qilib, ROS darajasini pasaytiradi [5, 7]. Bu mexanizmlar surunkali kasalliklar va qarish jarayonlarida muhim rol o'ynaydi.

### *Antimikrob va antifungal mexanizmlar*

Antimikrob ta'sir asosan mikroob hujayra membranasini buzish orqali amalga oshiriladi. Cinnamaldehyde va citral membrana o'tkazuvchanligini oshirib, proton gradientini yo'qotadi va ATP sintezini inhibe qiladi [2, 5]. Ular porin kanallarini bloklab, ozuqa moddalarini kirishini qiyinlashtiradi va biofilm hosil bo'lishini oldini oladi. Citral zamburug'larda ergosterol sintezini buzadi [5]. Bu mexanizmlar Gram-



musbat va Gram-manfiy bakteriyalarda, shuningdek Candida va Aspergillus kabi zamburug'larda samarali ishlaydi [2].

### Yallig'lanishga qarshi mexanizmlar

Yallig'lanishga qarshi ta'sir NF- $\kappa$ B yo'lini inhibe qilish orqali sodir bo'ladi. Cinnamaldehyde va citral I $\kappa$ B degradatsiyasini oldini olib, NF- $\kappa$ B ni yadroga o'tishini bloklaydi [2]. Natijada pro-yallig'lanish sitokinlari (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 $\beta$ ) ekspressiyasi kamayadi. Vanillin JAK/STAT va MAPK yo'llarini modulyatsiya qiladi [6]. Bu mexanizmlar surunkali yallig'lanish va infeksiyalarda (masalan, H. pylori) samarali hisoblanadi.

### Anticancer va neyroprotektiv mexanizmlar

Anticancer ta'sir apoptosni rag'batlantirish orqali amalga oshiriladi: aldegidlar kaspazlarni faollashtirib, mitoxondriya membranasini buzadi va sitoxrom C ni chiqarib intrinsik apoptos yo'lini ishga tushiradi [3]. Cinnamaldehyde va citral hujayra siklini G2/M fazasida bloklaydi, PI3K/AKT va MAPK yo'llarini inhibe qiladi [3, 4]. Vanillin DNK shikastlanishini kamaytirib, genom barqarorligini saqlaydi [6]. Neyroprotektiv mexanizmda oksidlovchi stress va yallig'lanishni kamaytirib, BDNF (miya neyrotrofik faktori) ekspressiyasini oshiradi va neyronlarni himoya qiladi [4].

Umuman olganda, tabiiy aldegidlarning ta'sir mexanizmlari ko'p tomonlama va bir-biriga bog'liq bo'lib, ularning elektrofil xususiyati hujayra maqsadlari bilan selektiv bog'lanishni ta'minlaydi. Bu mexanizmlar ularni barqaror va ko'p funksiyali terapevtik vositalar sifatida ko'rsatadi.

### *Qo'llanilish va xavfsizlik masalalari*

Tabiiy aldegidlarning farmakologik xususiyatlari ularni turli sohalarda qo'llash imkonini beradi. An'anaviy tibbiyotdan tortib zamonaviy farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati va kosmetikagacha bu birikmalar keng qo'llanilmoqda. Ularning tabiiy manbalari barqaror va ekologik toza alternativ sifatida qaraladi.

### An'anaviy va xalq tabobatidagi qo'llanilishi

O'zbekiston va Markaziy Osiyo xalq tabobatida dolchin (cinnamaldehyde), zira (cuminaldehyde) va yalpiz (menton) ming yillar davomida ishlatilgan. Bu



o'simliklar yallig'lanish, yuqumli kasalliklar, ovqat hazm qilish muammolari va sovuqni davolashda qo'llanilgan [1]. Masalan, zira ovqat hazmini yaxshilash va yallig'lanishni kamaytirish uchun ovqatga qo'shilgan, dolchin esa issiqlik va og'riq qoldiruvchi vosita sifatida tanilgan. Bu an'anaviy qo'llanilish zamonaviy tadqiqotlarda ularning biologik faolligini tasdiqlaydi.

## Zamonaviy tibbiyot va farmatsevtikadagi qo'llanilishi

Zamonaviy tibbiyotda tabiiy aldegidlar yangi dori vositalari ishlab chiqarishda istiqbolli. Cinnamaldehyde va citral antioksidant va yallig'lanishga qarshi dorilar sifatida o'rganilmoqda – surunkali yallig'lanish, artrit va ichak kasalliklarida potentsial [2, 5]. Anticancer adjuvant sifatida saraton hujayralarida apoptosni rag'batlantirish va neyroprotektiv vositalar sifatida Altsgeymer, Parkinson kabi kasalliklarda klinik tadqiqotlarda sinovdan o'tkazilmoqda [3, 4]. Vanillin antidiabetik va anticancer potentsialga ega [6].

Nanoenkapsulyatsiya usuli bioavailablelikni oshirishda muhim rol o'ynaydi. Liposomlar, protein kapsulalar yoki nanozarralar orqali aldegidlarni kapsulalash faollikni 2–5 barobar kuchaytiradi va toksiklikni kamaytiradi [2]. Bu usul cinnamaldehyde va vanillin uchun eng samarali natijalar bergan.

## Oziq-ovqat, kosmetika va boshqa sanoatlardagi qo'llanilishi

Tabiiy aldegidlar GRAS (Generally Recognized As Safe) statusiga ega bo'lib, oziq-ovqat sanoatida saqlash muddatini uzaytirish uchun antibakterial va antifungal qo'shimcha sifatida ishlatiladi [1]. Lemongrass citrali va citronella citronellali tabiiy konservant va xushbo'y modda sifatida qo'llaniladi [5]. Kosmetikada antimikrob va antioksidant xususiyatlari tufayli krem, loson va shampunlarga qo'shiladi. Shuningdek, repellent (chivin qaytaruvchi) vositalarda citronellal keng tarqalgan.

## Xavfsizlik masalalari va cheklovlar

Tabiiy kelib chiqishi bo'lsa-da, xavfsizlik doza va konsentratsiyaga bog'liq. Past dozalarda (oziq-ovqat va kosmetikada ishlatiladigan miqdorda) odatda xavfsiz va GRAS deb tan olingan [1]. Biroq yuqori konsentratsiyalarda toksiklik xavfi mavjud: teri va nafas yo'llari irritatsiyasi, allergik reaksiyalar, hujayra shikastlanishi va hatto genotoksiklik (DNK shikastlanishi) kuzatilishi mumkin [1, 3].  $\alpha$ , $\beta$ -



To'yinmagan aldegidlar (cinnamaldehyde, citral) bu jihatdan ko'proq ehtiyotkorlik talab etadi.

Homilador ayollar, emizikli onalar, bolalar va allergiyasi bor shaxslarda qo'llashdan oldin ehtiyot bo'lish zarur. Markaziy Osiyo o'simliklaridagi aldegidlar (zira, yalpiz) tabiiy manbalar tufayli nisbatan xavfsizroq, ammo laboratoriya tahlili va doza nazorati talab etiladi [7].

Xavfsizlikni oshirish uchun nanofarmulyatsiyalar va past dozalarda qo'llash tavsiya etiladi. Kelajakda toksiklikni kamaytirish va faollikni oshirish uchun yangi formulalar va klinik sinovlar dolzarb bo'ladi.

## Xulosa

Tabiiy aldegidlar dorivor o'simliklarning efir moylari va ikkilamchi metabolitlarida keng tarqalgan biofaol birikmalar bo'lib, ularning salomatlikka ta'siri va tibbiy qo'llanilishi zamonaviy tibbiyotda katta qiziqish uyg'otmoqda. Ushbu sharhda cinnamaldehyde, citral, vanillin, cuminaldehyde va boshqa asosiy tabiiy aldegidlarning manbalari, kimyoviy xilma-xilligi, farmakologik faolliklari, ta'sir mexanizmlari, qo'llanilishi va xavfsizlik masalalari keng qamrovli tahlil qilindi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, tabiiy aldegidlar kuchli antioksidant, antimikrob (antibakterial va antifungal), yallig'lanishga qarshi, immunomodulyator, neyroprotektiv va anticancer xususiyatlarga ega. Ularning mexanizmlari elektrofil reaktivlik, NF- $\kappa$ B yo'llarini inhibirlash, erkin radikallarni tutish, mikroba membranalari buzish va apoptosni rag'batlantirish kabi jarayonlarga asoslangan. Bu ta'sirlar oksidlovchi stress, yuqumli kasalliklar, surunkali yallig'lanish, neyrodegenerativ holatlar va saraton kabi dolzarb tibbiy muammolarni hal qilishda katta potentsial ko'rsatadi.

Maxsus e'tibor Markaziy Osiyo, xususan O'zbekiston florasiga qaratildi: zira, yalpiz, shuvoq va boshqa dorivor o'tlarning efir moylari noyob va boy manba hisoblanadi. An'anaviy xalq tabobatida ming yillar davomida qo'llanilgan bu o'simliklar zamonaviy tadqiqotlarda hali to'liq o'rganilmagan – bu ilmiy bo'shliqni to'ldirish O'zbekiston tibbiy kimyo fanida muhim istiqbol yaratadi.



Past dozalarda tabiiy aldegidlar odatda xavfsiz deb tan olingan bo'lsa-da, yuqori konsentratsiyalarda toksiklik (hujayra shikastlanishi, allergiya, genotoksiklik xavfi) mavjudligi ehtiyotkorlikni talab etadi. Nanoenkapsulyatsiya va biotexnologik usullar orqali xavfsizlikni oshirish va faollikni kuchaytirish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, tabiiy aldegidlar barqaror, tabiiy va ko'p funksiyali terapevtik vositalar sifatida katta potentsialga ega. Ular an'anaviy tibbiyotdan zamonaviy farmatsevtikaga o'tishda muhim ko'priq vazifasini bajaradi. Kelajakda quyidagi yo'nalishlar dolzarb:

Markaziy Osiyo florasida o'simliklaridagi aldegidlarning chuqur kimyoviy va farmakologik tahlili.

Yangi nanoformulyatsiyalar va klinik sinovlar orqali dori ishlab chiqarish.

Xavfsizlik standartlarini ishlab chiqish va toksiklikni kamaytirish usullari.

Biotexnologik sintez va barqaror ishlab chiqarish.

Ushbu tadqiqotlar tabiiy aldegidlarni nafaqat tibbiyot, balki oziq-ovqat xavfsizligi, ekologik toza kosmetika va biotexnologiya sohasida keng qo'llash imkonini beradi. Natijada, tabiiy aldegidlar zamonaviy tibbiyotda barqaror va samarali yechimlar sifatida muhim o'rin egallashi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Çelik H, Kumaş E. Natural Aldehydes on Health Effects. *Oriental Journal of Chemistry*. 2025;41(4):1132-1146. doi:10.13005/ojc/410407.
2. Guo J, et al. Advances in pharmacological effects of cinnamaldehyde. *Frontiers in Pharmacology*. 2024;15:1365949. doi:10.3389/fphar.2024.1365949.
3. Han R, et al. Cinnamaldehyde: Pharmacokinetics, anticancer properties. *International Journal of Oncology*. 2024;65(2):85. doi:10.3892/ijo.2024.5663.
4. Karimirad R, et al. Recent Advances on Cinnamaldehyde and Its Derivatives. *Antioxidants*. 2025;14(7):765. doi:10.3390/antiox14070765.
5. Li Y, et al. Citral: Bioactivity, Metabolism. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2025;24(3):e70168. doi:10.1111/1541-4337.70168.
6. Kafali M, et al. Vanillin and Its Derivatives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;4(4):30. doi:10.3390/ijms0404030.



7. Fidan H. Chemical Composition and Biological Activity of Essential Oil from cumin. *BIO Web of Conferences*. 2025;205:01008. doi:10.1051/bioconf/202520501008.
8. Msegued Ayam I, et al. Chemical Composition, Antioxidant, and Antifungal Activity of Cumin Seeds. *Chemistry & Biodiversity*. 2025;e202402687. doi:10.1002/cbdv.202402687.
9. Gheisary B, et al. Enhancing antioxidant and antibacterial activities of *Cuminum cyminum*. *Scientific Reports*. 2025;15:10814. doi:10.1038/s41598-025-10814-4.
10. Wang B, et al. Exploring Cinnamaldehyde: Preparation Methods. *Food Reviews International*. 2025;in press. doi:10.1080/87559129.2024.2409183.
11. Solon IG, et al. Citral as an anti-inflammatory agent. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2025;in press. doi:10.1016/j.prmcm.2025.1132.
12. Saqib HM, et al. Harnessing *Cuminum cyminum* L. essential oil. *Industrial Crops and Products*. 2025;in press. doi:10.1016/j.indcrop.2025.2893.
13. Allaq AA, et al. Cumin (*Cuminum cyminum* L.): A review. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2020; updated 2025.