Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Traditional Medicine

THYMUS VULGARIS SURUNKALI OBSTRUKTIV O'PKA KASALLIGIDA: FITOKIMYO, TA'SIR MEXANIZMLARI VA TERAPEVTIK ISTIQBOLLAR

Shohjahon Tohirjonovich Ismoilov
“Nektar” xususiy shifoxonasi, shifokor
https://orcid.org/0009-0004-9007-5897
E-mail: shohisnoil@gmail.com

Guyohon Alijonovna Mo'minova
Andijon davlat tibbiyot instituti, Biologik kimyo kafedrasi i.o. professori, biologiya fanlari doktori
https://orcid.org/0000-0003-3531-7772

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.719

Annotatsiya. Surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi (SOOK) oksidlovchi stress va surunkali yallig‘lanish fonida kechadi. Sharhda Thymus vulgaris fenol birikmalarining (timol, karvakrol, rozmarin kislotasi) NF-κB, MAPK va Nrf2/HO-1 yo‘llariga ta’siri tahlil qilindi. SOOK hayvon modellaridagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri ma’lumotlar faqat karvakrol va Zataria multiflora bilan olingan; timyan saqlovchi preparatlar bo‘yicha klinik dalillar o‘tkir bronxit bilan cheklangan. SOOK bemorlarida randomizatsiyalangan tadqiqotlar zarur.

Kalit so‘zlar: surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi, Thymus vulgaris, timol, karvakrol, fitoterapiya

Havola uchun
Ismoilov, S. T. o'g'li, & Mo'minova , G. A. THYMUS VULGARIS SURUNKALI OBSTRUKTIV O’PKA KASALLIGIDA: FITOKIMYO, TA’SIR MEXANIZMLARI VA TERAPEVTIK ISTIQBOLLAR. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.719

Kirish. Surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi (SOOK) dunyo sog‘liqni saqlash tizimlarining eng dolzarb muammolaridan biri bo‘lib, yuqori kasallanish, nogironlik va o‘lim darajasi bilan tavsiflanadi [1]. Kasallik havo oqimining barqaror cheklanishi, surunkali respirator simptomlar, o‘pka funksiyasining progressiv pasayishi va qo‘zg‘alishlar bilan namoyon bo‘ladi. SOOK yuki aholining qarishi, chekishning keng tarqalganligi, biomassa yoqilg‘isidan foydalanish, atmosfera havosining ifloslanishi va kasbiy ta’sirlar tufayli ortib bormoqda [1,2].

Zamonaviy tasavvurlarga ko‘ra, SOOK faqat havo yo‘llarining surunkali yallig‘lanishi emas, balki oksidlovchi stress, proteaza–antiproteaza muvozanatining buzilishi, epitelial shikastlanish, tug‘ma va adaptiv immunitet disregulyatsiyasi, havo yo‘llari remodellanishi va sistemik yallig‘lanish o‘zaro bog‘liq bo‘lgan ko‘p omilli, heterogen holatdir [3,4]. Oksidlovchi stress NF-κB transkripsiya omilini faollashtirib, yallig‘lanish genlarining ekspressiyasini kuchaytiradi [3,5,6].

GOLD tavsiyalariga muvofiq SOOK davosi uzoq ta’sir etuvchi bronxodilatatorlar, ingalyatsion glyukokortikosteroidlar, fosfodiesteraza-4 ingibitorlari, o‘pka reabilitatsiyasi va kislorod terapiyasiga tayanadi [1,2]. Bu yondashuvlar simptomlarni nazorat qilish va qo‘zg‘alishlarni kamaytirishda samarali bo‘lsa-da, kasallikning patogenetik mexanizmlariga ta’siri cheklangan.

So‘nggi yillarda tabiiy kelib chiqishli biologik faol moddalarga qiziqish ortdi. Thymus vulgaris L. (oddiy timyan, Lamiaceae oilasi) tarkibidagi timol, karvakrol, rozmarin kislotasi va flavonoidlar eksperimental tadqiqotlarda yallig‘lanishga qarshi, antioksidant va antimikrob faollik namoyon etgan [7–9]. Bu birikmalar SOOK patogenezida muhim o‘rin tutuvchi NF-κB, MAPK va Nrf2/HO-1 signal yo‘llariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [7,8]. Biroq SOOK bemorlarida timyan preparatlarining samaradorligi o‘rganilmagan, mavjud klinik ma’lumotlar esa asosan o‘tkir bronxitga tegishli.

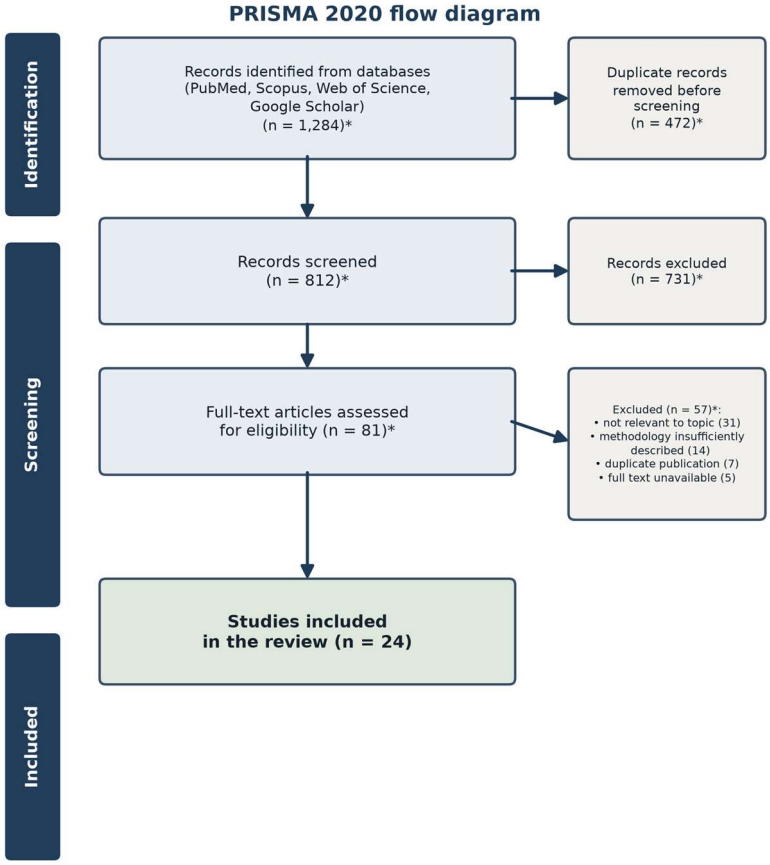
Ushbu sharhning maqsadi — T. vulgaris va uning asosiy birikmalari (timol, karvakrol, rozmarin kislotasi) bo‘yicha fitokimyoviy, eksperimental va klinik ma’lumotlarni SOOK patogenezi nuqtai nazaridan tanqidiy tahlil qilish, dalillar darajasini ajratib ko‘rsatish hamda kelgusi klinik tadqiqotlar yo‘nalishini belgilashdan iborat.

Tadqiqot metodlari

Ushbu sharh narrativ sharh bo‘lib, tizimli qidiruv elementlaridan foydalanilgan; qidiruv va saralash jarayoni PRISMA 2020 oqim diagrammasi bo‘yicha bayon etildi (1-rasm). Qidiruv PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar ma’lumotlar bazalarida 2000-yil yanvaridan 2026-yil martigacha chop etilgan nashrlar bo‘yicha o‘tkazildi. Qo‘llanilgan MeSH terminlari va erkin kalit so‘zlar: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD, Thymus vulgaris, Thyme, Thymol, Carvacrol, Phytotherapy, Essential oils, Oxidative stress, NF-κB, Nrf2, Randomized controlled trial.

Kiritish mezonlari: ingliz tilida, ekspert baholanadigan jurnallarda chop etilgan; T. vulgaris, timol yoki karvakrolning nafas yo‘llari kasalliklaridagi ta’sirini baholagan in vitro, in vivo yoki klinik tadqiqotlar va tizimli sharhlar. Chiqarib tashlash mezonlari: konferensiya tezislari, ekspert fikrlari, alohida klinik holatlar tavsifi, takrorlanuvchi nashrlar va metodologiyasi yetarlicha bayon etilmagan tadqiqotlar.

Boshlang‘ich qidiruvda 1284 ta yozuv aniqlandi; dublikatlar chiqarilgach 812 ta yozuv skrining qilindi, 81 ta to‘liq matn baholandi va 24 ta nashr yakuniy tahlilga kiritildi (1-rasm). Ma’lumotlar tadqiqot turi (in vitro, hayvon modellari, klinik) bo‘yicha guruhlandi va narrativ tarzda sintez qilindi. Klinik tadqiqotlarda turli preparatlar va turli kasalliklar o‘rganilgani sababli miqdoriy meta-tahlil o‘tkazilmadi.



1-rasm. Tadqiqotlarni tanlash jarayonini aks ettiruvchi PRISMA 2020 oqim diagrammasi (aniqlangan yozuvlar n=1284; dublikatlar chiqarilgandan so‘ng skrining n=812; to‘liq matn n=81; yakuniy kiritilgan n=24).

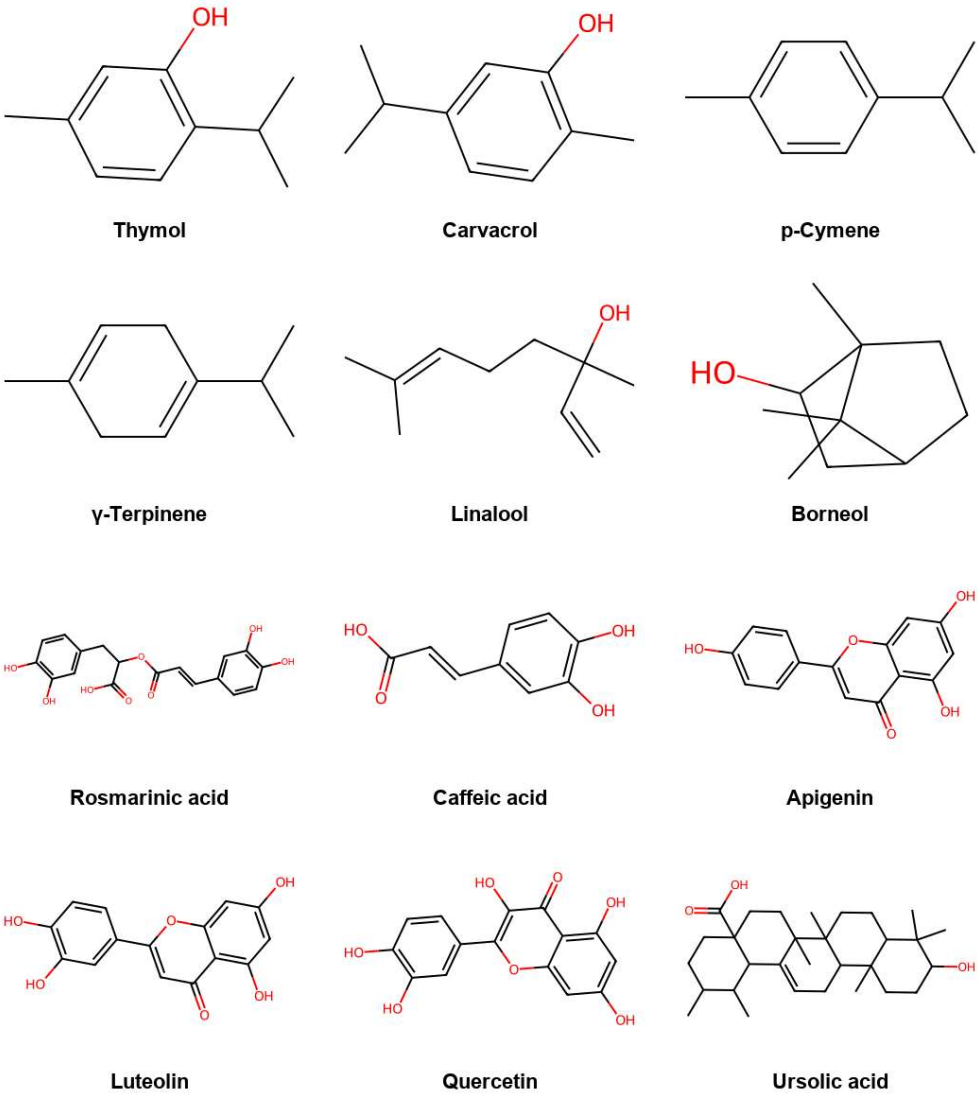
Tadqiqot natijalari

Fitokimyoviy tarkib

T. vulgaris — Lamiaceae oilasiga mansub ko‘p yillik yarim butasimon xushbo‘y o‘simlik bo‘lib, nafas yo‘llari kasalliklarida an’anaviy tibbiyotda qo‘llanadi [9,10]. Efir moyining asosiy komponentlari timol, karvakrol, p-tsimol, γ-terpinen, linalool va borneol; ekstraktlarda rozmarin va kofe kislotalari, flavonoidlar (apigenin, lyuteolin, kversetin) hamda triterpenoidlar (ursol kislota) aniqlangan [9,10] (1-jadval, 2-rasm). Efir moyi tarkibi kemotip, geografik hudud va yig‘im vaqtiga qarab keng o‘zgaradi: ba’zi kemotiplarda timol, boshqalarida karvakrol yoki linalool ustun bo‘ladi [9,10]. Shu sababli preparatlarning faolligi standartlashtirilgan, fitokimyoviy tavsiflangan ekstraktlar bilan baholanishi lozim.

1-jadval. Thymus vulgaris *ning asosiy biologik faol birikmalari va ularning ta’siri*

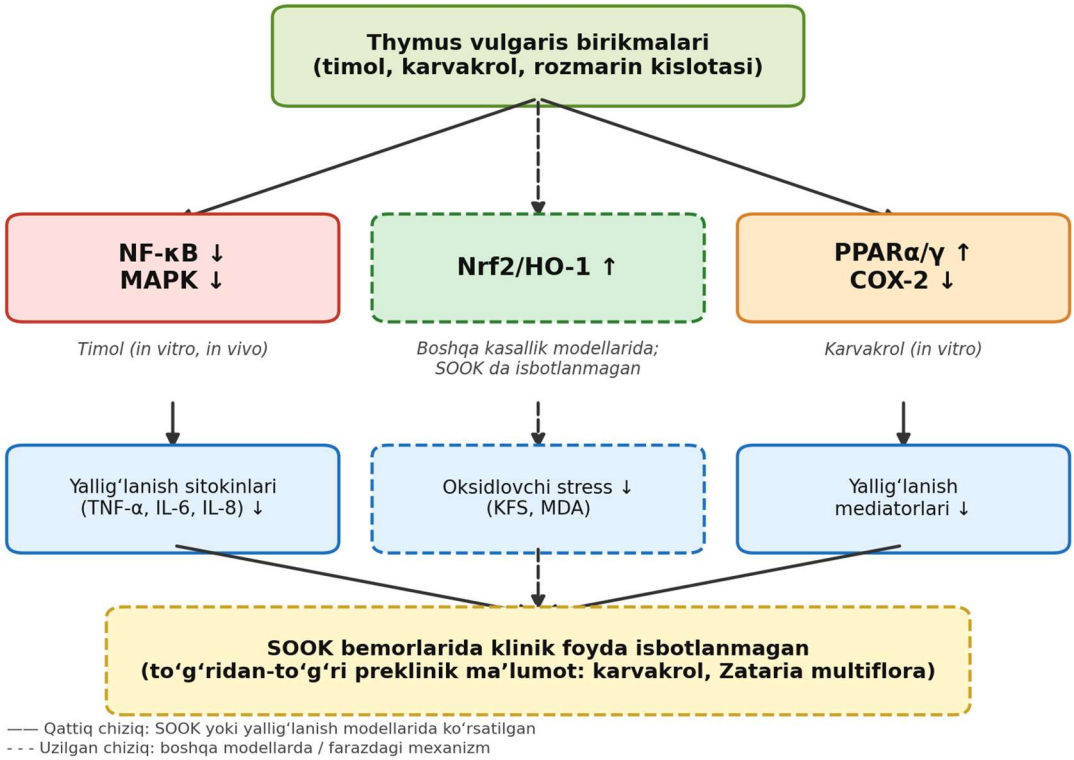
Birikmalar sinfi	**Vakillari**	**Asosiy ta’sir (ma’lumot manbasi)**
Fenolli monoterpenlar	Timol, karvakrol	Antimikrob (in vitro), antioksidant, yallig‘lanishga qarshi; timol — NF-κB/MAPK ni bostirish, karvakrol — PPARα/γ faollashuvi va COX-2 pasayishi [7,8,11,12]
Boshqa monoterpenlar	p-Tsimol, γ-terpinen, linalool, borneol	Efir moyi komponentlari; miqdori kemotipga bog‘liq; SOOK uchun alohida farmakologik ahamiyati o‘rganilmagan [9,10]
Fenol kislotalar	Rozmarin kislotasi, kofe kislotasi	Antioksidant va yallig‘lanishga qarshi ta’sir; Nrf2/HO-1 bilan bog‘liq mexanizmlar boshqa modellarda [9,10]
Flavonoidlar	Apigenin, lyuteolin, kversetin	Antioksidant va yallig‘lanishga qarshi ta’sir [9,10]
Triterpenoidlar	Ursol kislota	Yallig‘lanishga qarshi va sitoprotektiv ta’sir haqidagi ma’lumotlar [10]



2-rasm. Thymus vulgaris ning asosiy biologik faol birikmalarining kimyoviy tuzilishi (muallif tomonidan RDKit yordamida tayyorlangan).

Molekulyar ta’sir mexanizmlari. Hujayra kulturalari va yallig‘lanish modellarida timol NF-κB va MAPK (ERK, JNK, p38) signal kaskadlarini bostirishi, COX-2 va iNOS ekspressiyasini kamaytirishi ko‘rsatilgan [7,13]. Karvakrol PPARα va PPARγ retseptorlarini faollashtirib, COX-2 ekspressiyasini pasaytiradi (in vitro) [12]. Antioksidant ta’sir mexanizmlari sifatida kislorodning faol shakllari (KFS) hosil bo‘lishini cheklash, lipidlar peroksidlanishini kamaytirish va Nrf2/HO-1 yo‘li orqali endogen antioksidant fermentlar (superoksiddismutaza, katalaza, glutationperoksidaza) faolligini oshirish tilga olinadi [7–9]; biroq bu ma’lumotlarning katta qismi SOOK emas, boshqa kasallik modellaridan olingan.

Timol va karvakrolning Haemophilus influenzae, Streptococcus pneumoniae, Moraxella catarrhalis va Staphylococcus aureus kabi respirator patogenlarga qarshi faolligi in vitro ko‘rsatilgan [8,11]; SOOK qo‘zg‘alishlariga klinik ta’siri esa tekshirilmagan. Timyan ekstrakti 5-lipoksigenaza faolligini va leykotrienlar (LTB4, cysLT) hosil bo‘lishini pasaytirgan, timyan/primula kombinatsiyasi esa kalamushlarda LPS bilan chaqirilgan o‘pka yallig‘lanishida bronxoalveolyar lavaj suyuqligidagi yallig‘lanish ko‘rsatkichlarini kamaytirgan [14]. Mavjud ma’lumotlar 3-rasmda umumlashtirilgan.



3-rasm. Thymus vulgaris birikmalarining SOOK patogenezidagi taxminiy ta'sir nuqtalari (muallif tomonidan preklinik ma'lumotlar asosida tayyorlangan sxema).

SOOK eksperimental modellaridagi to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar

Sigaret tutuni ta'sirida SOOK modeli yaratilgan dengiz cho'chqalarida (3 oy) Zataria multiflora ekstrakti va uning komponenti karvakrol (ichimlik suvida 60, 120 va 240 mkg/ml) bronxoalveolyar lavaj suyuqligidagi leykotsitlar sonini va IL-8 darajasini kamaytirgan, oksidlovchi stress ko'rsatkichlariga ta'sir etgan; natijalar deksametazon bilan taqqoslangan [15]. Shu modelda karvakrol sistemik yallig'lanish ko'rsatkichlarini ham kamaytirgan [16].

Muhim izoh: bu tadqiqotlarda T. vulgaris emas, boshqa turkumga mansub Zataria multiflora ekstrakti va sof karvakrol qo'llangan, shu sababli ular T. vulgaris preparatlarining SOOK dagi samaradorligini bevosita tasdiqlamaydi. T. vulgaris yoki timolni sigaret tutuni modelida baholagan tadqiqot qidiruv doirasida aniqlanmadi. Nrf2 faollashuvining o'zi SOOK ning sichqon modellarida o'pka funksiyasini yaxshilagani, yallig'lanishni kamaytirgani va bronx epiteliysi qarishini sekinlashtirgani ko'rsatilgan [17]; biroq bu ish timyan preparatlarini o'rganmagan va faqat Nrf2 yo'lining terapevtik nishon sifatidagi ahamiyatini asoslaydi (2-jadval).

2-jadval. SOOK va yallig'lanish modellaridagi asosiy preklinik tadqiqotlar

Ish (muallif, yil)	Model	Ta'sir ob'ekti	Asosiy natijalar
Boskabady, Gholami Mahtaj, 2015 [15]	Dengiz cho'chqasi, sigaret tutuni modeli (SOOK)	*Zataria multiflora* ekstrakti; karvakrol (60–240 mkg/ml)	BAL leykotsitlari va IL-8 ↓; oksidlovchi stress ko'rsatkichlari o'zgargan; deksametazon bilan taqqoslangan
Gholami Mahtaj va boshq., 2015 [16]	Dengiz cho'chqasi, SOOK modeli	Karvakrol	Sistemik yallig'lanish ko'rsatkichlari ↓
Hotta va boshq., 2010 [12]	In vitro, hujayra kulturasi	Karvakrol (timyan moyi komponenti)	PPARα/γ faollashuvi ↑; COX-2 ekspressiyasi ↓

Ish (muallif, yil)	Model	Ta’sir ob’ekti	Asosiy natijalar
Islam va boshq., 2024 [13]	In vivo + molekulyar dinamika	Timol	Shish va og‘riq ↓; COX-2 bilan bog‘lanish (in silico)
Seibel va boshq., 2018 [14]	Kalamush LPS modeli + in vitro	Timyan ekstrakti; timyan/primula kombinatsiyasi	BAL yallig‘lanish ko‘rsatkichlari ↓; 5-LO va LTB4/cysLT ↓
Jin va boshq., 2025 [17]	SOOK sichqon modeli	Nrf2 aktivatorlari (timyan emas)	O‘pka funksiyasi ↑; yallig‘lanish ↓; epiteliy qarishi ↓

Klinik ma’lumotlar. SOOK bemorlarida timyan preparatlarining samaradorligini baholagan randomizatsiyalangan tadqiqotlar qidiruv doirasida aniqlanmadi. Mavjud klinik dalillar o‘tkir bronxitdagi tadqiqotlarga tegishli bo‘lib, ularda timyan boshqa o‘simlik ekstraktlari bilan kombinatsiyada qo‘llangan (3-jadval).

Kemmerich va hammualliflarning ikki ko‘r platsebo-nazoratli tadqiqotida (361 bemor) timyan va pechak (Hedera helix) barglari suyuq ekstrakti kombinatsiyasi 7–9-kunlarda yo‘tal xurujlari sonini boshlang‘ich darajaga nisbatan platsebo guruhiga qaraganda ko‘proq kamaytirdi (68,7% va 47,6%; p<0,0001) [18]. Timyan va primula (birinchi bahor, Primula veris) ildizi quruq ekstrakti kombinatsiyasi ham platsebodan ustun bo‘lgan (67,1% va 51,3%; p<0,0001; 361 bemor) [19]. Gruenwald va hammualliflarning 150 bemorli tadqiqotida timyan suyuq ekstrakti va primula ildizi nastoykasi bronxit og‘irligi shkalasi (BSS) ballini platsebodan ko‘proq kamaytirgan [20].

2025-yilda e’lon qilingan ko‘p markazli ochiq randomizatsiyalangan tadqiqotda (325 bemor) timyan kombinatsiyalari taqqoslash preparati sifatida qo‘llangan: yakka pechak ekstrakti ikkala kombinatsiyadan (pechak/timyan va timyan/primula) kam bo‘lmagan, pechak/timyan kombinatsiyasidan esa ustun samara bergan; platsebo guruhi bo‘lmagan [21]. Demak, bu tadqiqot timyan kombinatsiyalarining qo‘shimcha afzalligini tasdiqlamaydi. Barcha tadqiqotlarda kombinatsiyalangan preparatlar sinalgani sababli samarani timyanning o‘ziga bog‘lab bo‘lmaydi; bundan tashqari, 2025-yilgi tadqiqotda surunkali bronxit chiqarib tashlash mezoni bo‘lgan [21].

3-jadval. Timyan saqlovchi preparatlar bilan o‘tkir bronxitdagi klinik tadqiqotlar (SOOK bemorlarida emas)

Ish	Dizayn, N	Preparat	Asosiy natija
Kemmerich va boshq., 2006 [18]	Ikki ko‘r, platsebo-nazoratli; 361 (182/179)	Timyan + pechak barglari suyuq ekstrakti, 11 kun	Yo‘tal xurujlari 7–9-kunda ↓: 68,7% va 47,6% (p<0,0001)
Kemmerich, 2007 [19]	Ikki ko‘r, platsebo-nazoratli; 361 (183/178)	Timyan + primula ildizi quruq ekstrakti, 11 kun	Yo‘tal xurujlari 7–9-kunda ↓: 67,1% va 51,3% (p<0,0001)
Gruenwald va boshq., 2005 [20]	Ikki ko‘r, platsebo-nazoratli; 150 (75/75)	Timyan suyuq ekstrakti + primula ildizi nastoykasi	BSS ning platsebodan ko‘proq pasayishi
Kardos va boshq., 2025 [21]	Ochiq, 3 guruhli; 325; platsebo yo‘q	Pechak EA 575 va ikki kombinatsiya (pechak/timyan; timyan/primula)	Pechak ikkala kombinatsiyadan kam bo‘lmagan, pechak/timyandan ustun (BSS, 7-kun)

Xavfsizlik

Klinik tadqiqotlarda timyan saqlovchi preparatlar tavsiya etilgan dozalarda yaxshi o‘zlashtirilgan: jiddiy nojo‘ya hodisalar qayd etilmagan, yengil hodisalar (jumladan teri va tomoq tirnalishi) kam uchragan [18,19,21]. Lamiaceae oilasi vakillariga allergik reaksiyalar ehtimoli e’tiborga olinishi lozim. Timolning farmakokinetikasi bo‘yicha tadqiqotda og‘iz orqali qabul qilingandan keyin u tez so‘rilishi, glyukuronid va sulfat konjugatlar shaklida chiqarilishi, maksimal konsentratsiyaga taxminan 2 soatda erishilishi ko‘rsatilgan [22]. Mavjud xavfsizlik ma’lumotlari qisqa kurslarga (7–11 kun) tegishli; SOOK bemorlarida uzoq muddatli qo‘llash xavfsizligi o‘rganilmagan. Homiladorlik va laktatsiya davrida timyan preparatlarini qo‘llash bo‘yicha ma’lumot yetarli emas, ehtiyotkorlik tavsiya etiladi [8].

Muhokama. Sharh T. vulgaris bo‘yicha dalillar uch darajada ekanini ko‘rsatadi: (i) in vitro va hayvon tadqiqotlarida timol, karvakrol va boshqa fenol birikmalarining yallig‘lanishga qarshi, antioksidant va antimikrob ta’siri; (ii) SOOK hayvon modellarida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ma’lumotlar faqat karvakrol va Zataria multiflora bo‘yicha; (iii) odamlarda — faqat o‘tkir bronxitda kombinatsiyalangan preparatlar bo‘yicha randomizatsiyalangan tadqiqotlar. SOOK bemorlarida klinik dalil mavjud emas.

NF-κB, MAPK va Nrf2/HO-1 yo‘llariga ta’sir nazariy jihatdan SOOK patogenezi bilan mos keladi [3,6], biroq bu mexanizmlarning katta qismi timyan komponentlari uchun SOOK dan boshqa modellarda ko‘rsatilgan. O‘tkir bronxitdagi natijalarni SOOK ga ko‘chirish mumkin emas: o‘tkir bronxit odatda o‘z-o‘zidan o‘tuvchi infeksion jarayon bo‘lib, SOOK da esa surunkali yallig‘lanish, qaytmas havo oqimi cheklanishi va qo‘zg‘alishlarning oldini olish asosiy vazifalardir [1,23].

Kombinatsiyalangan preparatlar tadqiqotlari timyanning alohida hissasini ajratib ko‘rsatmaydi. Kardos va hammualliflar tadqiqotida (2025) timyan kombinatsiyalari pechak ekstraktidan ustun chiqmagan; mualliflar hujayra tajribalarida timyan ekstrakti pechak ekstraktining β2-adrenoretseptor signaliga ijobiy ta’sirini qisman kamaytirishi mumkinligini muhokama qilgan [21]. Bu timyan ekstraktlari samarasi har bir preparat uchun alohida isbotlanishi zarurligini ko‘rsatadi.

Standartlashtirish muammosi ham muhim: faol komponentlar miqdori kemotip, hudud va yig‘im vaqtiga bog‘liq [9,10], shuning uchun kelgusi tadqiqotlarda fitokimyoviy jihatdan tavsiflangan ekstraktlardan foydalanish kerak. Sharhning cheklovlari: narrativ xarakter, faqat ingliz tilidagi nashrlar, nashr tanlovi (publication bias) ehtimoli va kiritilgan tadqiqotlar metodologik sifatining rasmiy ball bilan baholanmagani.

Shu asosda quyidagi tadqiqot dizayni taklif etiladi: GOLD bo‘yicha spirometrik 2–3-daraja (FEV1/FVC<0,7), B yoki E guruhidagi barqaror holatdagi SOOK bemorlarida standart terapiyaga standartlashtirilgan timyan ekstrakti yoki platsebo qo‘shiladigan ko‘p markazli ikki ko‘r randomizatsiyalangan tadqiqot (kamida 12 oy); birlamchi yakuniy nuqta — o‘rtacha va og‘ir qo‘zg‘alishlarning yillik soni; ikkilamchi — 1-soniyadagi forsirlangan ekspirator hajm (FEV1) dinamikasi, hayot sifati so‘rovnomalari va xavfsizlik. Undan oldin xavfsizlik va dozani aniqlash uchun kichik hajmli tadqiqot maqsadga muvofiq.

Xulosa. T. vulgaris fenol birikmalari (timol, karvakrol, rozmarin kislotasi) preklinik tadqiqotlarda SOOK patogenezi bilan bog‘liq NF-κB, MAPK va Nrf2/HO-1 yo‘llariga ta’sir ko‘rsatadi; SOOK modellarida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ma’lumotlar faqat karvakrol va Zataria multiflora bilan olingan. Timyan saqlovchi kombinatsiyalangan preparatlar o‘tkir bronxitda platsebodan ustun bo‘lgan, ammo SOOK bemorlarida randomizatsiyalangan tadqiqotlar yo‘q. Shu sababli timyanni SOOK da qo‘llash hozircha tavsiya etilmaydi; u standart terapiyaga potensial qo‘shimcha sifatida faqat klinik tadqiqotlar doirasida ko‘rib chiqilishi mumkin. Navbatdagi vazifa — standartlashtirilgan ekstrakt bilan SOOK bemorlarida qo‘zg‘alishlar soni va FEV1 ni yakuniy nuqta qilgan randomizatsiyalangan tadqiqot o‘tkazishdir.

Adabiyotlar

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: 2026 Report. GOLD; 2025. https://goldcopd.org/2026-gold-report-and-pocket-guide/

2. Agustí A, et al. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 Report: GOLD Executive Summary. Eur Respir J. 2023;61(4):2300239.

3. Barnes PJ. Inflammatory mechanisms in patients with chronic obstructive pulmonary disease. J Allergy Clin Immunol. 2016;138(1):16–27.
4. Brusselle GG, Joos GF, Bracke KR. New insights into the immunology of chronic obstructive pulmonary disease. Lancet. 2011;378(9795):1015–1026.
5. Kirkham PA, Barnes PJ. Oxidative stress in COPD. Chest. 2013;144(1):266–273.
6. Barnes PJ. Oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. Antioxidants (Basel). 2022;11(5):965.
7. Nagoor Meeran MF, et al. Pharmacological properties and molecular mechanisms of thymol: prospects for its therapeutic potential and pharmaceutical development. Front Pharmacol. 2017;8:380.
8. Sharifi-Rad M, et al. Carvacrol and human health: a comprehensive review. Phytother Res. 2018;32(9):1675–1687.
9. Salehi B, et al. Thymol, thyme, and other plant sources: health and potential uses. Phytother Res. 2018;32(9):1688–1706.
10. Patil SM, Ramu R, Shirahatti PS, Shivamallu C, Amachawadi RG. A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of Thymus vulgaris Linn. Heliyon. 2021;7(5):e07054. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07054
11. Marchese A, et al. Antibacterial and antifungal activities of thymol: a brief review of the literature. Food Chem. 2016;210:402–414.
12. Hotta M, et al. Carvacrol, a component of thyme oil, activates PPARα and γ and suppresses COX-2 expression. J Lipid Res. 2010;51(1):132–139.
13. Islam MT, et al. Anti-inflammatory effects of thymol: an emphasis on the molecular interactions through in vivo approach and molecular dynamic simulations. Front Chem. 2024;12:1376783.
14. Seibel J, Wonnemann M, Werz O, Lehner MD. A tiered approach to investigate the mechanism of anti-inflammatory activity of an herbal medicinal product containing a fixed combination of thyme herb and primula root extracts. Clin Phytosci. 2018;4:4. doi:10.1186/s40816-018-0062-2
15. Boskabady MH, Gholami Mahtaj L. Lung inflammation changes and oxidative stress induced by cigarette smoke exposure in guinea pigs affected by Zataria multiflora and its constituent, carvacrol. BMC Complement Altern Med. 2015;15:39. doi:10.1186/s12906-015-0574-y
16. Gholami Mahtaj L, Feizpour A, Kianmehr M, Soukhtanloo M, Boskabady MH. The effect of carvacrol on systemic inflammation in guinea pigs model of COPD induced by cigarette smoke exposure. Pharmacol Rep. 2015;67(1):140–145.
17. Jin F, Lin H, Pan S. Novel therapeutic strategy: Nrf2 activation in targeting senescence-related changes in chronic obstructive pulmonary disease. J Thorac Dis. 2025;17(2). https://jtd.amegroups.org/article/view/96972
18. Kemmerich B, Eberhardt R, Stammer H. Efficacy and tolerability of a fluid extract combination of thyme herb and ivy leaves and matched placebo in adults suffering from acute bronchitis with productive cough. Arzneimittelforschung. 2006;56(9):652–660. doi:10.1055/s-0031-1296767
19. Kemmerich B. Evaluation of efficacy and tolerability of a fixed combination of dry extracts of thyme herb and primrose root in adults suffering from acute bronchitis with productive cough. Arzneimittelforschung. 2007;57(9):607–615. doi:10.1055/s-0031-1296656
20. Gruenwald J, Graubaum HJ, Busch R. Efficacy and tolerability of a fixed combination of thyme and primrose root in patients with acute bronchitis: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. Arzneimittelforschung. 2005;55(11):669–676. doi:10.1055/s-0031-1296916
21. Kardos P, de Zeeuw J, Trompetter I, Braun S, Ilieva Y. Efficacy and safety of a single ivy extract versus two herbal extract combinations in patients with acute bronchitis: a multi-center, randomized, open-label clinical trial. Pharmaceuticals (Basel). 2025;18(5):754. doi:10.3390/ph18050754
22. Kohlert C, et al. Systemic availability and pharmacokinetics of thymol in humans. J Clin Pharmacol. 2002;42(7):731–737.

23. Kardos P. Phytotherapy in acute bronchitis: what is the evidence? Clin Phytosci. 2015;1:2. doi:10.1186/s40816-015-0003-2