

**FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.K.05.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI

SHERG‘OZIYEV QILICHBEK MARUFJON O‘G‘LI

***ANABASIS APHYLLA* L. O‘SIMLIGI HAMDA USHBU O‘SIMLIK
ENDOFIT ZAMBURUG‘LARINING KIMYOVIY TARKIBI VA
BIOLOGIK FAOLLIGI**

02.00.10-Bioorganik kimyo

**KIMYO FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi AVTOREFERATI**

Farg‘ona-2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Sherg‘oziyev Qilichbek Marufjon o‘g‘li:

Anabasis aphylla L. o‘simligi hamda ushbu o‘simlik endofit zamburug‘larining kimyoviy tarkibi va biologik faolligi 3

Шергозиев Киличбек Маруфжон угли:

Химический состав и биологическая активность растения *Anabasis aphylla* L. и эндофитных грибов этого растения 21

Shergoziyev Kilichbek Marufjon ogli

Chemical composition and biological activity of the plant *Anabasis aphylla* L. and its endophytic fungi 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works 43

**FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.K.05.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI

SHERG‘OZIYEV QILICHBEK MARUFJON O‘G‘LI

***ANABASIS APHYLLA* L. O‘SIMLIGI HAMDA USHBU O‘SIMLIK
ENDOFIT ZAMBURUG‘LARINING KIMYOVIY TARKIBI VA
BIOLOGIK FAOLLIGI**

02.00.10-Bioorganik kimyo

**KIMYO FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi AVTOREFERATI**

Farg‘ona-2025

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/K897 raqam bilan ro'yhatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Farg'ona davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.fdu.uz) va "Ziyonet" Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Jalolov Iqboljon Jamolovich
kimyo fanlari doktori (DSc), dotsent

Rasmiy opponentlar:

Aripova Salimaxon
kimyo fanlari doktori, professor

Siddiqov G'opurjon Usmanovich
kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Yetakchi tashkilot:

Qo'qon davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Farg'ona davlat universiteti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.K.05.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil "_____" soat ____ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 150100, Farg'ona sh., Murabbiylar ko'chasi, 19. Tel: (99873)244-44-02, faks (99873)244-44-93).

Dissertatsiya bilan Farg'ona davlat universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (____ raqami bilan ro'yhatga olingan). (Manzil: 150100, Farg'ona sh., Murabbiylar ko'chasi, 19. Tel.: (99873)244-44-02, faks (99873)244-44-93, e-mail: fardu_info@umail.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "_____" kuni tarqatildi.

(2025-yil "_____" dagi _____ raqamli reestr bayonnomasi).

A.A.Ibragimov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi
kimyo fanlari doktori, professor

Sh.Sh.Turg'unboyev
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash ilmiy kotibi,
kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Sh.V.Abdullayev
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi
kimyo fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi.

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda zamburug‘larning ikkilamchi metabolitlari hamda ularning birikmalari tibbiyotda, farmasevtika va kimyo sanoatida, xalq xo‘jaligida, qishloq va o‘rmon xo‘jaligining turli sohalarida qo‘llanilmoqda. Ikkilamchi metabolitlar biologik faolliklaridan kelib chiqib antibiotiklar, fungitsidlar, gerbitsidlar, dorivor vositalar, ingibitorlar va ekologik toza vositalar olishda qo‘llaniladi. O‘simlik endofit zamburug‘laridan fiziologik faol moddalarni ajratib olish va ularning tuzilishini o‘rganish hamda biologik faolliklarini atroflicha o‘rganish va ularni tibbiyot, xalq xo‘jaligi, qishloq xo‘jaliklari amaliyotiga qo‘llash muhim hisoblanadi.

Jahonda biologik faol moddalarga boy bo‘lgan *Amaranthaceae* oilasi o‘simlik turlari kimyoviy tarkibini o‘rganish hamda ushbu o‘simliklar endofit zamburug‘lari sintez qiladigan biologik faol moddalarni individual holda ajratib olish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. *Anabasis* turkumi o‘simliklaridan individual moddalarni ajratib olishni ishlab chiqish, ularning kimyoviy tuzilishini va biologik faolligini aniqlashning zamonaviy usullarini yaratish, ajratib olingan moddalardan xalq tabobati, tibbiyot, farmakologiya va qishloq xo‘jaligida qo‘llaniladigan biologik vositalar yaratishga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda o‘simliklar va mikrozamburug‘larning ikkilamchi metabolitlari asosida yangi dori-darmonlar va ekologik toza dorivor preparatlar olishning yangi uslublarini yaratishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yilning 28-yanvardagi “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-62-sonli farmoniga asosan dorivor vositalar va biologik faol qo‘shimchalar olish usullarini tatbiq etish “Farmatsevtika sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 3 barobar ko‘paytirish va mahalliy bozorni ta‘minlash darajasini 80 foizga yetkazish”ga yo‘naltirilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada O‘zbekiston hududida keng tarqalgan *A. aphylla* L. o‘simligi endofit zamburug‘laridan fiziologik faol moddalarni ajratib olish, ularning tuzilishi hamda biologik faolliklarini o‘rganish va ular asosida import o‘rnini bosuvchi dori vositalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”¹gi Farmoni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-apreldagi PQ-4670-sonli “Yovvoyi holda o‘sovchi dorivor o‘simliklarni muhofaza qilish, madaniy holda yetishtirish, qayta ishlash va mavjud resurslardan oqilona foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi va 2017-yil 29-avgustdagi PQ-3264-son “Kimyo sanoati tashkilotlarining eksport-import faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi 2022-yilning 28-yanvardagi PF-60-sonli Farmoni.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi Mazkur tadqiqot respublikada fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. “Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar” ustuvor yo‘nalishlariga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Hozirgi kunda jahonning turli mamlakatlarida o‘simlik endofit zamburug‘lardan ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish, sintez qilish va ularning modifikatsiyasiga doir tadqiqotlar yetakchi olimlar P. Tiwari, H. Bae, J. Tremouillaux-Guiller, T. Rohr, R. Rohr, V.A. Huss P. Hardoim, L. van-Overbeek, J. van-Elsas, B.R. Murphy, F.M. Doohan, T.R. Hodgkinson, S.K. Deshmukh, M.K. Gupta, V. Prakash, S. Saxena, W.J. Ding, S.S. Wang, J.Q. Ren, G. Li, J.P. Zhan, K. Yoji, S. Noryoshi, S. Fakako, F. Tomoyuki, Y. Keiko, H. Kiyoshi, H. Tsuyoshi, K. Takeshi, F. Yoji, N. Hideyuki, S. Sadao, K. Teiichiro, J.T. Russel, M.L. Jennifer, H. Suha, V.I. Bilay, N.M. Pidoplichko, A.X. Sarkisov, Z.E. Bekker, M. Lukner, M.O. Moss, N. Masato, J. Yusunobu, O. Kiyoshi, M. Yuji, S. Shin-Ichi, T. Masaki, N. Mitsuo, Y. Satoshi, Y. Syuji, J. Satoru, N. Yuriko hamda O‘zbekiston olimlaridan A.S. Sodiqov, M.K. Yusupov, X.A. Aslanov, A.I. Begisheva, Z.K. Yenikeyeva, K.M. Zuparova, S.F. Aripova, M.I. Isayev, N.Yu. Zuxritdinova va boshqa olimlar tomonidan ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ushbu olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari, ikkilamchi metabolitlarni o‘simlik endofit zamburug‘lardan ajratib olish, ularning hosilalarini samarali sintez usullari yaratish, shuningdek, olingan birikmalarning tuzilishini tahlil qilish hamda va biologik faol birikmalar asosida dorivor preparatlarni olish texnologiyalari ishlab chiqilgan.

Hozirgi kunda o‘simlik endofit zamburug‘lardan ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish orqali kimyo va farmasevtika sanoati, qishloq xo‘jaligi va tibbiyotda foydalanish mumkin bo‘lgan birikmalarni olish, ishlab chiqarish uchun yangi vositalarini yaratish bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Farg‘ona davlat universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq “Tabiiy birikmalardan biologik faol moddalar ajratib olish” mavzusidagi ilmiy yo‘nalish doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi *A. aphylla* L. o‘simligi kimyoviy tarkibini aniqlash, endofit zamburug‘idan ikkilamchi metabolitlarini ajratib olish, ularning tuzilishi, fizik-kimyoviy va biologik xossalarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

A. aphylla L. o‘simligi endofit zamburug‘ining ikkilamchi metabolitlarini turli ozuqa muhitida o‘stirish orqali sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash;

A. aphylla L. o‘simligi endofit zamburug‘ining ikkilamchi metabolitlarini kolonkali xromatografik usulda ajratish, ularning tuzilishi va kimyoviy xossalarini aniqlash;

A. aphylla L. o‘simligining endofit zamburug‘lari ekstraktini mikrobg qarshi faolligini tahlil qilish;

A. aphylla L. o‘simligining spirtli ekstraksiyasini amalga oshirish orqali alkaloidlarni saqlash dinamikasini tahlil qilish;

A. aphylla L. o'simligining fenol birikmalari kolonkali xromatografik usulda ajratish, ularning tuzilishi va kimyoviy xossalari aniqlash;

A. aphylla L. o'simligi mineral tarkibini neytron-aktivatsion usulida tahlil qilish;

A. aphylla L. o'simligi aminokislota va vitaminlar tarkibini YuSSX usulida tahlil qilish;

A. aphylla L. o'simligidan ajratib olingan anabazin alkaloidi asosida o'simlik zararkunandalariga qarshi pestitsid ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti *A. aphylla* L. o'simligi va o'simlik endofit zamburug' shtammi hamda ularning birikmalaridan iborat.

Tadqiqotning predmeti *A. aphylla* L. o'simligi va o'simlik endofit zamburug'i kimyoviy tarkibiga kiruvchi alkaloidlar, aminokislotalar, vitaminlar, makro va mikroelementlar hamda biologik faolligini tadqiq etish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda ekstraksiya, IQ, ^1H va ^{13}C YaMR spektroskopiya, gaz xromatografiya usullari hamda yuqori samarali yupqa qatlamli xromatografiya, yuqori samarali gaz-suyuqlik adsorbsion xromatografiya usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Ilk bor *A. aphylla* L. o'simligi endofit zamburug'idan 2-(3,4-digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-on), 3-metilkatexol, dezoksixol kislota va di-(2-etilgeksil)ftalat ikkilamchi metabolitlari ajratib olingan, tuzilishi va kimyoviy xossalari aniqlangan;

A. aphylla L. o'simligi spirtli ekstarktidan apigenin 5-galaktozid va luteolin 5-galaktozidlari ajratib olingan, tuzilishi va kimyoviy xossalari aniqlangan;

A. aphylla L. o'simligining aminokislota va vitaminlar tarkibi isbotlangan hamda neytron-aktivatsion tahlili usuli yordamida tarkibida 38 ta makro- va mikroelement miqdori aniqlangan;

birinchi marotaba anabazin sulfat tuzi, *A. gypsophiloides* va *X. campestris* ekstraktlari, askorbin kislota asosida o'simlik zararkunandalariga qarshi preparat ishlab chiqilgan;

A. aphylla L. o'simligining endofit zamburug'ining yangi shtammi aniqlangan va uning ekstraktini mikroba qarshi faolligi isbotlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Ilk bor *A. aphylla* L. o'simligining endofit zamburug'i ekstraktidan ikkilamchi metabolitlarini ajratib olishning samarali usuli ishlab chiqilgan;

A. aphylla L. o'simligining endofit zamburug'i ekstraktidan ikkilamchi metabolitlarning boy tabiiy manbasi sifatida ishlatilishi mumkinligi isbotlangan;

A. aphylla L. o'simligining endofit zamburug'i terpenoid va fenol birikmalarining kimyoviy tadqiqot natijalaridan *Anabasis* L. turkumi o'simliklarining xemosistematikasini aniqlashda qo'llash mumkinligi isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Ishda IQ, ^1H va ^{13}C YaMR spektroskopiya, gaz xromatografiya, yuqori samarali suyuqlik xromatografiya, neytron-aktivatsion usullarini keng qo'llanilganligi, shuningdek, tadqiqot natijalarini nufuzli ilmiy nashrlarda e'lon qilinganligi hamda xalqaro va milliy konferensiyalarda muhokama qilinganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati *Clonostachys aranearum* zamburug‘idan ajratib olingan ikkilamchi metabolitlarni ajratib olish, ularni tuzilishi isbotlanishganligi bilan asoslanadi, bu esa *Clonostachys aranearum* zamburug‘ining kimyoviy tarkibini yangi ma’lumotlar bilan boyitish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, anabazin sulfat tuzi asosida o‘simlik zararkunandalariga qarshi preparat ishlab chiqilib, uning yelimlovchi ta’sirga ega bo‘lishi uchun *A. gypsophiloides* o‘simligi ekstrakti, barqarorligi askorbin kislotasi va *X. campestris* ekstrakti bilan ta’minlanganligi qishloq xo‘jaligi uchun turli vositalar ishlab chiqarishda qo‘llashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. *A. aphylla* L. o‘simligi va uning endofit zamburug‘idan ajratib olingan ikkilamchi metabolitlarini tuzilishi va biologik faolliklarini aniqlash bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

A. aphylla L. o‘simligidan ajratib olingan *Clonostachys aranearum* endofit zamburug‘ining nukleotidlar ketma ketligi Milliy biotexnologiya ma’lumotlar markazida (National center for biotechnology information, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/2929818510>) ro‘yxatga olingan va PV290627 raqami berilgan. Natijada, endofit zamburug‘ shtammi genetik materiali ma’lumotlaridan soha olimlarini foydalanishiga imkon yaratilgan;

Anabazin alkaloidi sulfat kislotali tuzi asosida olingan o‘simlik zararkunandalari (shira, o‘rgimchakkana, kapalak lichinkalari, tripislar)ga qarshi preparat Farg‘ona viloyati Oltiariq tumanidagi “Zilxa Istiqol Fayz”, “Muzaffar Muxtor Zamini” hamda “Sardor Saxovat Fayz” paxta-g‘allachilik fermer xo‘jaliklarida amaliyotga joriy etilgan (Qishloq xo‘jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazining 2025-yil 10-maydagi 05/06-02-449-sonli ma’lumotnomasi). Natijada, paxta o‘simligini zararkunandalardan himoya qilish va hosildorlikni 3-4% oshirish imkonini bergan;

A. aphylla L. o‘simligining endofit zamburug‘i kimyoviy tarkibini aniqlash natijalaridan “Tabiiy manbaalardan biologik faol moddalarni ajratish, tozalash va tahlil qilish” nomli o‘quv qo‘llanma tayyorlashda foydalanilgan (Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 11-noyabrdagi 429-sonli buyrug‘i). Natijada, oliy o‘quv yurtlarida bioorganik kimyo bo‘yicha mutaxassislarining bilimlarini mustahkamlash imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot ilmiy natijalari 6 ta, jumladan, 2 ta xalqaro va 6 ta respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiyalarda ma’ruza qilingan va muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi. Tadqiqot natijalari asosida jami 13 ta ilmiy maqola va tezislar nashr etilgan, jumladan, O‘zbekiston Respublikasi OAK tomonidan falsafa doktorlik (PhD) dissertatsiyalarining asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 1 ta maqola xorijiy jurnallarda va 4 ta maqola respublika ilmiy nashrlarida chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, uchta bob, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 99 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, maqsad va vazifalar, shuningdek tadqiqotning obyekt va predmeti ifodalangan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlantirish yo‘nalishlariga muvofiqligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “*Anabasis aphylla* L. o‘simligi umumiy tavsifi, kimyoviy tarkibi va biologik faolligi” deb nomlangan birinchi bobida *Anabasis* L. turkumi o‘simliklari, taksonomiyasi, o‘simlikning botanik tavsifi, kimyoviy tarkibi, shuningdek, ushbu o‘simlikdan ajratib olingan biologik faol moddalar, jumladan, alkaloidlar, fenol birikmalar, saponinlar, flavonoidlar, terpenoidlar kislotalar, fitoسترinlar va steroidlar, kul va mineral tarkibi, ularning miqdoriy ko‘rsatkichlari, biologik faolligi, endofit zamburug‘larini o‘stirish va uning istiqbollari bo‘yicha adabiyotlar tahlili haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “*Anabasis aphylla* L. o‘simligi va endofit zamburug‘lari kimyoviy tarkibi va biologik faolligini tahlili” deb nomlangan ikkinchi bobida *Anabasis aphylla* L. o‘simligi aminokislota, vitamin, mineral tarkibining tahlili, o‘simlikning alkaloidlarni saqlash dinamikasi, o‘simlik endofit zamburug‘lari ekstraktidan ajratib olingan birikmalar tuzilishi, endofit zamburug‘ ekstraktini mikrobgga qarshi faolligi, endofit zamburug‘dan ajratib olingan ikkilamchi metabolitlar tahlili bo‘yicha olib borilgan izlanishlarining natijalari keltirilgan.

Anabasis aphylla o‘simligi aminokislota tarkibining tahlili

A. *aphylla* o‘simligi mevasi tarkibidagi aminokislotalar miqdori yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli bilan tahlil qilindi. YuSSX usulida olingan xromatogrammani tahlil qilqish natijasida A. *aphylla* o‘simligi mevasi tarkibida oqsil sintezida ishtirok etuvchi barcha 20 ta aminokislotalarning sifat va miqdor tarkibi aniqlangan. Aniqlangan aminokislotalarning umumiy miqdori 25,900399 mg/g ni tashkil etdi (1-jadval).

1-jadval

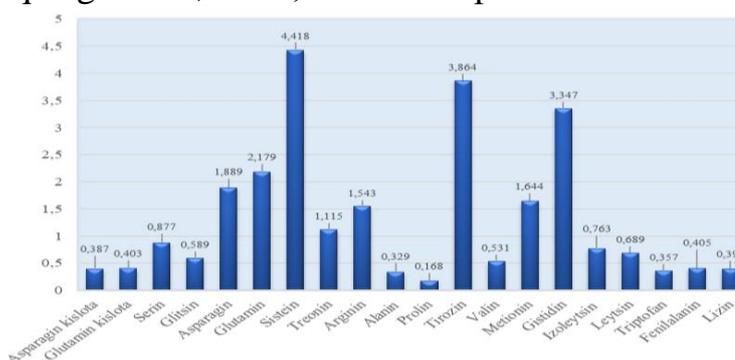
Anabasis aphylla o‘simligi mevasi aminokislotalari miqdori (mg/g)

Aminokislotalar	Simvol	O‘simlik mevasi
		Konsentratsiya, mg/g
Asparagin kislota	Asp	0,387458
Glutamin kislota	Glu	0,403522
Serin	Ser	0,876734
Glitsin	Gly	0,589464
Asparagin	Asn	1,889647
Glutamin	Gln	2,179182
Sistein	Cys	4,418643
Treonin*	Thr	1,115348
Arginin	Arg	1,543846
Alanin	Ala	0,328943
Prolin	Pro	0,167812
Tirozin	Tyr	3,864289

Valin*	Val	0,531487
Metionin*	Met	1,644621
Gistidin	His	3,346851
Izoleytsin*	Ile	0,763268
Leytsin*	Leu	0,689012
Triptofan*	Trp	0,356664
Fenilalanin*	Phe	0,404986
Lizin*	Lys	0,398622
Jami		25,900399

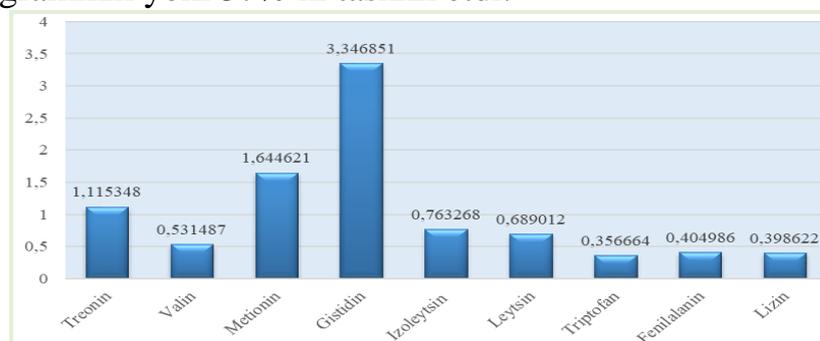
*almashinmaydigan aminokislotalar

A. aphylla o'simligi mevasi tarkibidagi oqsil aminokislotalari orasida eng ko'p miqdorda sistein aniqlandi (1-rasm). Sistein miqdori jihatidan barcha aniqlangan aminokislotalarning 17,06% ni tashkil etdi. Uning miqdori boshqa aminokislotalarga qaraganda 1,43-26,3 marta ko'pdir.



1-rasm. *Anabasis aphylla* o'simligi mevasi tarkibidagi aminokislotalar tarkibi

Miqdori ko'proq bo'lgan aminokislotalarni tahlil qladigan bo'lsak, tirozin, gistidin va glutamin 2,17-3,86 mg/g miqdorga ega. Eng kam miqdorda prolin aminokislotalasi aniqlangan. Hidroksil guruh tutuvchi aminokislotalar treonin, tirozin va serin miqdori 5,856371 mg/g bo'lib, aminokislotalar umumiy massasiga nisbatan 23,425% ni hamda oltingugurt tutuvchi aminokislotalar sistein va metionin miqdori 6,063267 mg/g bo'lib, aminokislotalar umumiy massasiga nisbatan 24,25% ni tashkil etdi. Almashinmayadigan aminokislotalarning umumiy miqdori 9,25 grammni yoki 37% ni tashkil etdi.



2-rasm. Almashinmaydigan aminokislotalari miqdori (mg/g)

Almashinmayadigan aminokislotalarning miqdori quyidagi tartibda ortib boradi: triptofan < lizin < fenilalanin < valin < leytsin < izoleytsin < treonin < metionin < gistidin (2-rasm). Gistidinning boshqa almashimaydigan aminokislotalarga nisbatan miqdori 2,04-9,38 marta ko'pdir.

Anabasis aphylla o'simligi vitamin tarkibining tahlili

Tadqiqotni amalga oshirishda B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂ va C vitaminlarining standart eritmalaridan foydalanildi. *A. aphylla* o'simligi yer ustki qismi tarkibidagi suvda eruvchan vitaminlardan B₂, B₃, B₉ va B₁₂ vitaminlari aniqlandi. *A. aphylla* o'simligi yer ustki qismida B₁, B₆ va C vitaminlari aniqlanmadi. *A. aphylla* o'simligi yer ustki qismida suvda eruvchan vitaminlarning miqdori 73,103 mg/g ni tashkil etdi (2-jadval).

2-jadval.

***Anabasis aphylla* o'simligi yer ustki va endofitlari vitamin miqdori (mg/g)**

№	Vitamin	Namuna	
		O'simlik	Endofit zamburug'lar
1	B ₁	-	-
2	B ₂	7,422	-
3	B ₃	23,651	0,491
4	B ₆	-	-
5	B ₉	20,845	-
6	B ₁₂	21,185	6,085
7	C	-	-

Eng ko'p miqdorda B₃ vitamini aniqlangan. Uning miqdori aniqlangan suvda eruvchan vitaminlarning 32,35% ni tashkil etadi. B₆ miqdori qolgan aniqlangan suvda eruvchan vitaminlar miqdorlari nisbatan 1,12-3,19 marta ko'pdir. *A. aphylla* o'simligining barglari aniqlangan suvda eruvchan vitaminlar miqdori quyidagi tartibda ortib boradi: B₂ < B₉ < B₁₂ < B₃. *A. aphylla* o'simligi endofit zamburug'leri tarkibida B₃ va B₁₂ vitaminlari aniqlangan. B₁, B₂, B₆, B₉, va C vitaminlari esa aniqlanmadi. *A. aphylla* o'simligi endofit zamburug'leri tarkibida aniqlangan suvda eruvchan vitaminlarning miqdori 6,576 mg/g ni tashkil etdi. B₁₂ vitamini ko'proq miqdorda aniqlangan.

Anabasis aphylla o'simligi mineral tarkibining tahlili

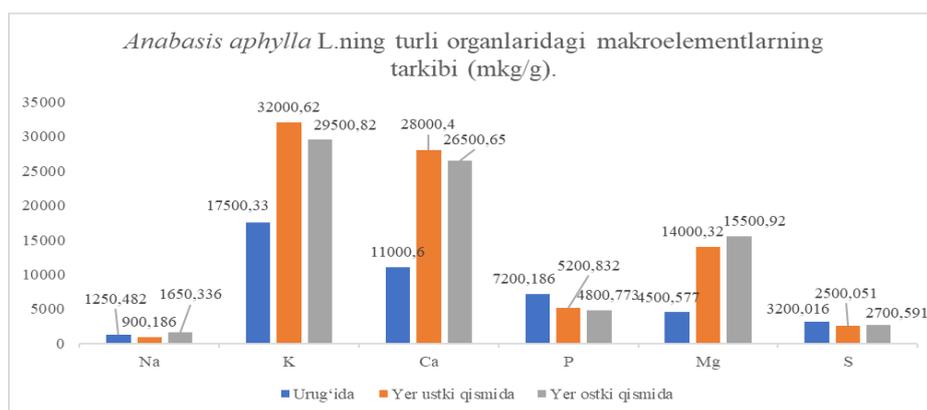
A. aphylla o'simligining yer ustki va yer osti qismlari hamda urug'leri tarkibidagi makro va mikroelementlarning miqdori neytron-aktivatsion tahlili usuli bilan aniqlangan. *A. aphylla* o'simligining yer ustki va yer osti qismlari hamda urug'leri tarkibi natriy (Na), magniy (Mg), fosfor (P), oltingugurt (S), kaliy (K) va kalsiy (Ca) makroelementlari aniqlangan (3-jadval).

3-jadval.

***Anabasis aphylla* o'simligi turli organlaridagi makroelementlar miqdori (mkg/g)**

№	Element	Urug'i	Yer ustki qismi	Yer ostki qismi
1	Na	1250,482	900,186	1650,336
2	K	17500,33	32000,62	29500,82
3	Ca	11000,6	28000,4	26500,65
4	P	7200,186	5200,832	4800,773
5	Mg	4500,577	14000,32	15500,92
6	S	3200,016	2500,051	2700,591

Makro va mikroelementlarning miqdori 45362,81 mkg/g dan 84261,09 mkg/g gacha o'zgarib turadi. Ularning eng ko'p miqdori o'simlikning yer ustki qismida (84261,09 mkg/g), eng kam miqdori esa urug'ida (45362,81 mkg/g) aniqlangan. O'simlik qismlari tarkibida 6 ta makroelement aniqlangan (3-rasm).



3-rasm. Turli organlaridagi makroelementlarning solishtirma diagrammasi

A. *aphylla* o'simligining urug'lari tarkibidagi makroelementlarning miqdori quyidagi tartibda ortib boradi: Na < S < Mg < P < Ca < K; yer ustki qismida Na < S < P < Mg < Ca < K hamda yer ostki qismida Na < S < Mg < P < Ca < K. Tadqiqotga ko'ra, A. *aphylla* o'simligining makroelementlar miqdori yer ustki qismida (82602,42 mkg/g) va yer ostki qismida (80654,09 mkg/g) urug'iga nisbatan sezilarli darajada yuqori ekanligi aniqlangan.

4-jadval

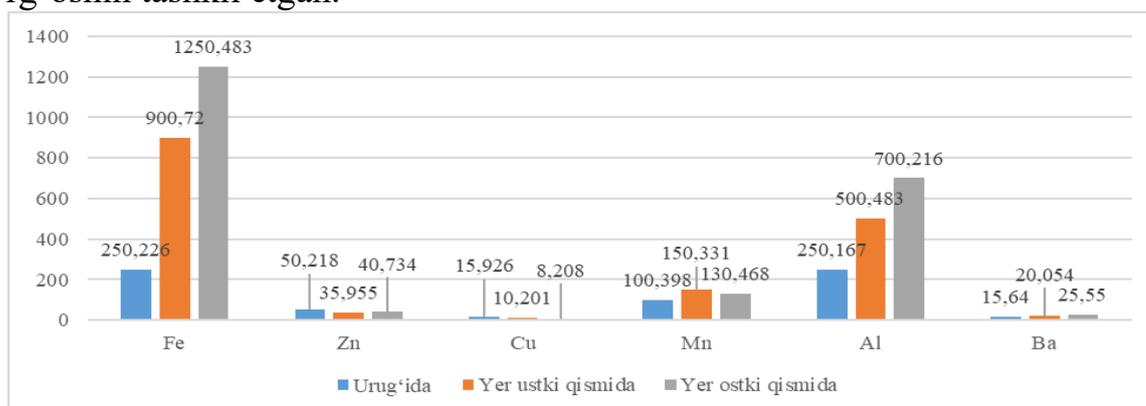
Anabasis aphylla o'simligi turli organlaridagi mikroelementlar miqdori (mkg/g)

№	Element	Urug'i	Yer ustki qismi	Yer ostki qismi	№	Element	Urug'i	Yer ustki qismi	Yer ostki qismi
1	Fe	250,226	900,720	1250,483	16	Sr	7,572	10,843	12,057
2	Zn	50,218	35,955	40,734	17	Ti	2,207	4,977	5,183
3	Cu	15,926	10,201	8,208	18	Al	250,167	500,483	700,216
4	Mn	100,398	150,331	130,468	19	Ba	15,640	20,054	25,550
5	Mo	2,356	3,517	4,881	20	Bi	0,051	0,078	0,171
6	Co	1,751	1,592	2,826	21	Ta	0,054	0,072	0,128
7	Cr	2,514	3,481	4,307	22	Be	0,026	0,035	0,041
8	Se	0,528	1,173	1,292	23	Sb	0,038	0,055	0,062
9	Rb	5,475	7,188	8,923	24	Tl	0,015	0,015	0,024
10	Zr	0,850	1,262	1,556	25	U	0,027	0,032	0,040
11	Sn	1,512	2,640	2,581	26	In	0,026	0,039	0,048
12	Ag	0,269	0,330	0,476	27	Nb	0,047	0,064	0,083
13	W	0,652	0,852	1,846	28	Cs	0,032	0,047	0,051
14	Ge	0,053	0,074	0,098	29	Re	0,011	0,015	0,023
15	Ga	0,108	0,158	0,271					

A. *aphylla* o'simligining urug'lari tarkibidagi mikroelementlarning miqdori quyidagi tartibda ortib boradi: Re < Tl < In=Be < U < Cs < Sb < Nb < Bi < Ta < Ga < Ag < Se < W < Zr < Sn < Co < Ti < Mo < Cr < Rb < Sr < Cu < Ba < Zn < Mn < Al < Fe hamda yer ustki qismida Re = Tl < U < Be < In < Cs < Sb < Nb < Ta < Bi < Ga < Ag < W < Se < Zr < Co < Sn < Cr < Mo < Ti < Rb < Sr < Cu < Ba < Zn < Mn < Al < Fe va yer ostki qismida Re < Tl < U < Be < In < Cs < Sb < Ge < Nb < Ta < Bi < Ga < Ag < Se < Zr < W < Sn < Co < Cr < Mo < Ti < Sr < Rb < Sr < Ba < Zn < Mn < Al < Fe (4-jadval).

Zaharli elementlar aniqlangan umumiy elementlar massasiga nisbatan miqdori urug'ida 0,0041%; yer ustki qismida 0,0028 hamda yer ostki qismida 0,0042% ni

tashkil etdi. Qo'rg'oshin (1,8-3,4 mkg/g) boshqa toksik elementlarga nisbatan ko'proq miqdorda aniqlandi. Ya'ni toksik elementlarning asosiy miqdorini qo'rg'oshin tashkil etgan.



4-rasm. Turli organlaridagi mikroelementlarning solishtirma diagrammasi
Anabasis aphylla o'simligining alkaloidlarni saqlash dinamikasining tahlili

A. *aphylla* o'simligining alkaloidlarni saqlash dinamikasini tadqiq qilish natijalariga ko'ra o'simlikning yosh davrida alkaloidlarning miqdori eng ko'p 3,6% ga teng ekanligi aniqlangan. Rivojlangan davriga kelib yer uski qismidagi alkaloidlar miqdori 2,7%, yer ostki qismida esa 1,4%ga teng bo'ldi. O'simlikning gullash davrida o'tkazilgan tadqiqotda miqdor jihatdan alkaloidlar yer uski qismida 1,3%, yer ostki qismida esa 1,8%ni tashkil etgan. O'simlikning o'sish davriga mos ravishda texnik anabazin va lupininning miqdorlari 75-80%, 70-76% va 60-65% ga teng bo'ldi. Bundan tashqari o'simlikning urug'i tarkibidagi alkaloidlar tekshirilganda 0,78% gacha mavjud bo'lishi aniqlangan (5-jadval).

5-jadval

Anabasis aphylla o'simligining alkaloidlar saqlash dinamikasi

Yosh davri	Alkaloidlar (%)		Anabazin va lupinin alkaloidlar yigindisiga nisbatan (%)
Yosh davri (aprel)	3,6		75-80 (tex)
Rivojlangan davri (iyul)	Yer ustki	2,7	70-76 (tex)
	Ildiz	1,4	
Mevalash davri	Yer ustki	1,3	60-65 (tex)
	Ildiz	1,8	

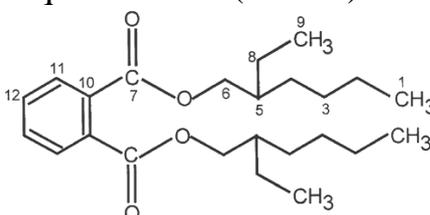
Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bahorda o'simlikning yer ustki qismida alkaloidlar miqdori yuqori bo'lib, bu davrda o'simlik o'zining himoya mexanizmlarini kuchaytiradi. Bu jarayon alkaloidlarning yosh va o'sish davrida ko'proq sintezlanishi va o'simlikning himoya ehtiyojlariga bog'liq holda taqsimlanishi bilan bog'liq. Tajribaviy va tahliliy qismda anabazin va lupinin alkaloidlarining miqdorlari va ularning o'simlikning turli qismlarida sintezlanish dinamikasi o'rganildi. Rivojlanish jadallashgan sari alkaloidlar miqdori ildiz qismida to'planib borishi aniqlandi, bu esa o'simlikning o'sish mavsumiga mos ravishda himoya mexanizmlarini o'zgartirishini ko'rsatadi. Gullash davridan keyin esa alkaloidlarning ildiz qismida to'planishi kuzatilib, o'simlikning himoya mexanizmlari tuproqdagi ekologik xavflardan himoyalanihga yo'naltirilishi ko'rsatib berildi.

A. aphylla o‘simligidan olingan anabazin alkaloidi sulfat kislotali tuzi asosida o‘simlik zararkunandalari (shira, o‘rgimchakkana, kapalak lichinkalari, tripslar)ga qarshi foydalaniladigan preparat tayyorlandi. Ushbu preparat zararkunandalar qarshi faol ta’sir etuvchisi sifatida anabazin sulfat tuzi sifatida qo‘llanildi. Preparatning yelimlovchi ta’sirga ega bo‘lishi uchun *A. gypsophiloides* o‘simligi ekstraktidan foydalanildi. Anabazin sulfat tuzi hamda *A. gypsophiloides* o‘simligi ekstrakti o‘zaro reaksiyasini oldini olish uchun stabilizator ya’ni barqarorligini ta’minlash maqsadida askorbin kislotasi (C vitamin) va *Xanthomonas campestris* bakteriyasi ekstrakti qo‘shildi.

***Anabasis aphylla* o‘simligining endofit zamburug‘lari ekstraktidan ajratib olingan birikmalar tuzilishining tahlili**

Di-(2-etilgeksil)ftalat

Di-(2-etilgeksil)ftalat *A. aphylla* o‘simligining endofit zamburug‘lari ekstraktidan ajratib olingan oq birikmadir (5-rasm).

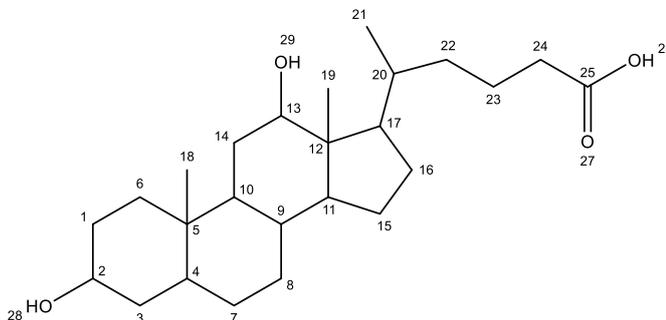


5-rasm. Di-(2-etilgeksil)ftalatning tuzilishi

Tarkibi $C_{24}H_{38}O_4$ hamda Mr 380. UB spektr (EtOH, λ_{max} , nm): 231, 281. 1H -YaMR spektr ma’lumotlari: 0.84-0.88 (12H, t, 7.2 Gs, 4CH₃), 1.22-1.37 (16H, m, 8CH₂), 1.61-1.66 (2H, m, 2CH), 4.10-4.17 (4H, t, 6.8 Gs, 2CH₂O), 7.66 (2H, dd, 3.6 va 5.6 Gs, H-4,5), 7.73 (2H, dd, 3.6 va 5.6 Gs, H-3,6). ^{13}C -YaMR spektr ma’lumotlari: δ_C 167.88 (C-1,8), 132.60 (C-2,7), 131.00 (C-4,5), 128.93 (C-3,6), 68.27 (C-1’, 1’’), 38.87 (C-2’, 2’’), 30.49 (C-3’, 3’’), 29.06 (C-4’, 4’’), 23.88 (C-5’,5’’), 23.11 (C-6’, 6’’), 14.17 (C-7’, 7’’), 11.08 (C-8’, 8’’).

Dezoksixolat kislota

Toza holatda ajratib olingan moddaning dastlabki fizik xossalari o‘rganildi (6-rasm). Unga ko‘ra modda qattiq, rangi oqsimon, suyuqlanish harorati 174-177°C ga teng.



6-rasm. Dezoksixolat kislotaning tuzilishi.

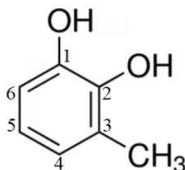
Modda ultrabinafsha (UB), infraqizil (IQ), yadro magnit-rezonans (YaMR) kabi fizikaviy-kimyoviy usullar yordamida o‘rganildi. Moddaning UB-yutilish spektrini o‘lchash orqali uning tuzilishi haqida dastlabki ma’lumotlar olindi. Unga ko‘ra olingan spektr 208 nm maksimal yutilish nuqtasini kuzatish mumkin. Infraqizil (IQ) spektr tahlili molekulada mavjud bo‘lgan turli funksional guruhlarni

aniqlashga yordam beradi. Olingan spektrga ko‘ra 3300–2500 cm^{-1} oralig‘ida keng yutilish kuzatildi, bu gidroksil guruh (O-H) ning cho‘zilish tebranishiga mos keladi. Bilamizki, karboksilik kislotalarda bu yutilish odatda keng shaklda bo‘lib, spirtlar esa nisbatan torroq yutilish chiziqlarini hosil qilishi mumkin. 1700–1725 cm^{-1} da esa karbonil (C=O) cho‘zilish tebranishi natijasida paydo bo‘lgan yutilish kuzatildi.

^1H YaMR spektrida bir nechta rezonans signallar molekula tarkibidagi vodorod atomlarini turli xil kimyoviy sharoitlarda joylashganligini anglatadi. 0.70 m.q. kimyoviy siljish maydonida kuzatilgan signal (-CH₃) metil guruhiga tegishli bo‘lib, bu guruh benzol halqasiga ulanmaganligiga ishora qilishi mumkin. 0.91, 0.95, va 1.43 m.q. da kuzatilgan yuqori zichlikdagi ko‘p signal aromatik bo‘lmagan uglevodorod zanjiridagi vodorod atomlariga mansub bo‘lib, bu guruhlar bir-biriga yaqin joylashganligini anglatadi. Buning bilan birga, yuqoriroq m.q. maydonlarida — 2.10 va 2.22 m.q. — aromatik tizimga yaqin joylashgan vodorod atomlari borligini ko‘rsatmoqda. 3.65 m.q. maydonidagi signal alohida gidroksil (-OH) yoki metoksil (-OCH₃) guruhiga bog‘langan uglerodga yaqin joylashgan vodorod atomi sifatida tavsiflanadi. 4.06 m.q. dagi singlet signal esa, ehtimoliy benzol halqasiga ulanishi mumkin bo‘lgan alohida protonni ifodalaydi. ^{13}C YaMR spektrida esa 0.70-1.70 m.q. da kuzatilgan signallar uglerod atomlarining farqlangan joylashishini bildiradi va benzol halqasiga ulangan karbonil yoki aromatik tizimning mavjudligini tasdiqlashga yordam beradi.

3-Metilkatexol

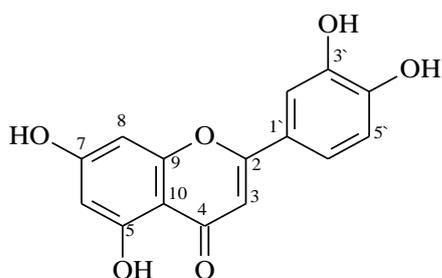
3-Metilkatexol (C₇H₈O₂) (7-rasm) molekulyar massasi 124,14 g/mol bo‘lgan oq kristall qattiq moddadir. Kimyoviy birikmaning suyuqlanish harorati 68°C va qaynash harorati 241°C. 9:1 nisbatdagi xloroform va metanolning erituvchi tizimi yordamida xromatografik tahlil 3-metilkatexolning *R_f* qiymatini 0,7 ga teng berdi. Ajratib olingan moddaning tuzilishi YaMR, SX-MS, YuSSX, UB va IQ spektroskopiyasi yordamida o‘rganildi va tuzilishi aniqlandi.



7-rasm. 3-Metilkatexolning tuzilishi

2-(3,4-Digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-onning tuzilishi (C₁₅H₁₀O₆)

2-(3,4-Digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-on molekulyar massasi 286,24 g/mol bo‘lgan sariq igna kabi kristallar shaklida olingan (8-rasm). Suyuqlanish harorati 239-240°C. Moddaning fizik-kimyoviy va YaMR spektr ma’lumotlari tahliliga asosan uning tuzilishi 2-(3,4-digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-on ekanligi aniqladi.



8-rasm. 2-(3,4-Digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-onning tuzilishi

5-Gidroksi-2-(gidroksimetil)-4H-piran-4-on va etandikarbon kislotaning tuzilishi

5-Gidroksi-2-(gidroksimetil)-4H-piran-4-on ($C_6H_6O_4$) rangsiz kristall modda bo'lib, suyuqlanish harorati $153.5^\circ C$ ga teng bo'ldi (9-rasm). Ushbu moddaning strukturasi aniqlash uchun monokristallarini roentgen defraksiya usul yordamida tahlil qilindi. Strukturasi monoklinik kristallik tizimida molekuladagi asosiy funksional guruhlarning kimyoviy faolligi va ular orasidagi o'zaro bog'lanishlar batafsil tahlil qilindi. Molekuladagi karbonil guruh ($C=O$) va gidroksil guruhlari ($-OH$) asosiy elektron donor va akseptor markazlari sifatida harakat qiladi.



9-rasm. 5-Gidroksi-2-(gidroksimetil)-4H-piran-4-on va etandikarbon kislotaning fazoviy tuzilishi

Molekulyar tuzilma ichida $C-H...O$ va $O-H...O$ vodorod bog'lanishlari asosiy rol o'ynaydi, bu bog'lanishlar molekulaning kristall fazadagi joylashuvini barqarorlashtiradi, molekulaning yuqori qutblilik xususiyatlarini namoyon etib, uning biologik muhitda fermentlar bilan o'zaro ta'sirini aniqlaydi.

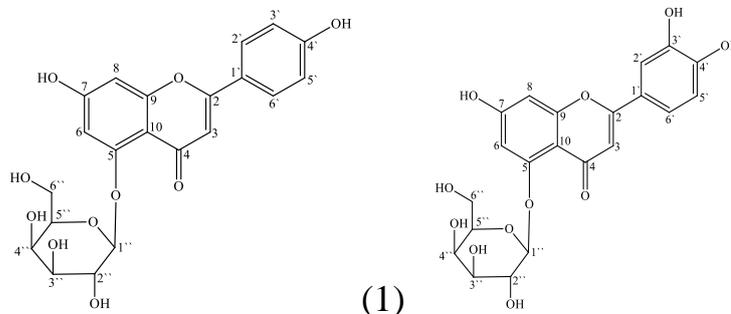
Etandikarbon kislota ($C_4H_6O_4$) kristall tuzilishli modda bo'lib, $235^\circ C$ ga teng bo'ldi. Uning ichki elektron zichligi rentgenografik tahlil yordamida batafsil o'rganildi. Olingan ma'lumotlar molekulalarning dimerik tuzilishi va ulardagi asosiy bog'lanishlarning xususiyatlarini ochib berdi. Molekulalari o'zaro $O-H...O$ bog'lanishlari orqali birlashgan bo'lib, ushbu bog'lanishlarning uzunligi taxminan $1,71 \text{ \AA}$ bo'lganligi aniqlangan. Bog'lanishlarda kuzatilgan yuqori elektron zichligi (0.12 e/\AA^3) bu bog'lanishlarning mustahkamligini tasdiqladi.

Kristallar ichida molekulalar qator shakllarida joylashgan bo'lib, bu molekulyar qatlamlarning o'zaro ta'sirlarini kuchaytiradi. Molekulalarida karbon-karbon bog'lanishlari orasida uzunlikning alternatsiyasi kuzatilgan, bu esa tuzilmaning barqarorligini ta'minlovchi muhim omillardan biri ekanligini ko'rsatadi. Molekulalar orasidagi vodorod bog'lanishlarning elektron zichlik taqsimoti rentgenografiya natijalarida kuzatilgan. Kristallik fazasi uning qattiq moddadagi energetik barqarorligiga asosiy sabab bo'ladi.

Ushbu kislotalar molekulyar tuzilmasidagi elektron zichlik taqsimoti va vodorod bog'lanishlarining batafsil o'rganilishi molekulalarning barqarorligini va kimyoviy reaktivligini ifodalaydi.

Apigenin-5-galaktozid va Luteolin 5-galaktozidning tuzilishi

Apigenin-5-galaktozid ($C_{21}H_{20}O_{10}$) molekulyar massasi 432,4 g/mol bo'lgan modda. Suyuqlanish harorati 255-256°C. Luteolin 5-galaktozid ($C_{22}H_{22}O_{10}$) molekulyar massasi 446,4 g/mol bo'lgan modda. Suyuqlanish harorati 260°C. Moddalarni YaMR spektr ma'lumotlariga asoslanib ularni tuzilishi aniqlandi va ushbu flavanodlar *A. aphylla* o'simligidan birinchi marotaba ajratib olindi (10-rasm, 6-jadval).



10-rasm. Apigenin-5-galaktozid (1) va Luteolin 5-galaktozid (2)ning tuzilishi

6-jadval

Apigenin-5-galaktozid (1) va luteolin 5-galaktozid (2)ning 1H va ^{13}C YaMR spektrining kimyoviy siljishlari

(DMSO- d_6 +CCl $_4$ (39.52), δ , m.d., 400 MGs) va HMBC ma'lumotlari

Atom C (1)	δ_c (1)	δ_H (J/Gs) (1)	HMBC (1)	Atom C (2)	δ_c (2)	δ_H (J/Gs) (2)	HMBC (2)
2	161.25			2	161.47		
3	105.48	6.54, s	2, 4, 10, 1'	3	105.49	6.44, s	2, 4, 10, 1'
4	176.93			4	176.91		
5	158.60			5	158.59		
6	104.92	6.85, d (2.3)	5, 7, 8, 10	6	104.87	6.84, d (2.3)	5, 7, 8, 10
7	162.51			7	162.51		
8	98.38	6.64, d (2.3)	6, 7, 9, 10	8	98.34	6.65, d (2.3)	6, 7, 9, 10
9	158.21			9	158.23		
10	108.36			10	108.35		
1'	121.05			1'	121.45		
2'	127.48	7.78, d (8.8)	2, 4', 6'	2'	112.85	7.31, d (2.2)	2, 3', 4', 6'
3'	115.62	6.87, d (8.8)	1', 4', 5'	3'	145.47		
4'	160.69			4'	149.04		
5'	115.62	6.87, d (8.8)	1', 3', 4'	5'	115.66	6.84, d (8.3)	1', 3', 4'
6'	127.48	7.78, d (8.8)	2, 2', 4'	6'	117.96	7.27, dd (8.3, 2.2)	2, 2', 4'
1''	105.25	4.59, d (7.6)	5	1''	105.16	4.60, d (7.6)	5
2''	73.36	3.37, m	1'', 3''	2''	73.47	3.38, m	1'', 3''
3''	75.43	3.27, m	2''	3''	75.45	3.29, m	
4''	69.56	3.27, m		4''	69.56	3.27, m	
5''	77.53	3.29, m		5''	77.51	3.31, m	
6''	61.03	3.62, m		6''	61.00	3.61, ddd (12.0, 6.1, 5.3)	
		3.81, ddd (12.0, 6.4, 2.1)				3.80, ddd (12.0, 6.1, 2.0)	
7-OH		10.63, s	6, 7, 8	7-OH		10.67, s	
4'-OH		9.94, s	3', 4', 5'	3'-OH		9.14, s	
2''-OH		5.81, dd (1.7, 1.1)	2'', 3''	4'-OH		9.42, s	
3''-OH		4.95, d (4.1)		2''-OH		5.84, d (1.1)	2'', 3''
4''-OH		4.87, d (4.9)		3''-OH		4.98, d (4.1)	
6''-OH		4.34, m		4''-OH		4.89, d (4.4)	
				6''-OH		4.38, t (6.1)	

Anabasis aphylla o‘simligining endofit zamburug‘lari ekstraktini mikrobgga qarshi faolligining tahlili

A. aphylla o‘simligidan ajratib olingan endofit zamburug‘lari ekstraktlarining biologik faolligini farmakologik jihatdan tahlil qilishda uning mikrobgga qarshi va zamburug‘ga qarshi ta‘sir doirasi chuqurroq o‘rganildi. Ayniqsa, Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalar, shuningdek, *Candida albicans* kabi zamburug‘larga qarshi qilingan sinovlar uning farmakologik ahamiyatini oshiradi (7-jadval).

7-jadval

Mikrobgga qarshi faollikni *in vitro* skrining natijalari

№	Sinov namunalari va moddalari	Ingibirlanish diametri (m.m.)				
		Gramm-musbat bakteriyalar		Gramm-manfiy bakteriyalar		Zamburug‘
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Candida albicans</i>
1	O‘simlik endofit zamburug‘larining ekstrakti 1	17	22	8	18	28
2	O‘simlik endofit zamburug‘larining ekstrakti 2	8	12			13
3	Ampicillin/Sulbactam (10 µg+10 µg disc)	24	19	-	-	-
4	Gentamicin (10 µg/disc)	-	-	14	17	-

- Ingibirlash yo‘q: - (N/A)
- Zaif: ingibirlash zonasi ≤ 6 mm (weak)
- Sezilarli: 8-14 mm (appreciable)
- Yaqqol: 14-20 mm (appreciable)
- Kuchli: ≤ 20 mm (strong)

Gram-musbat bakteriyalarga qarshi faollik. *Bacillus subtilis* bakteriyasiga nisbatan endofit ekstrakti ta‘sir zonasi 17 mm bo‘lib, u Ampicillin/Sulbactamga (24 mm) qaraganda biroz pastroq faollik ko‘rsatadi. Ammo, Gentamicin ta‘sir ko‘rsatmaydi (0 mm), bu esa endofit ekstrakti *Bacillus subtilis*ga qarshi muqobil sifatida ko‘rib chiqilishi mumkinligini ko‘rsatadi. *Staphylococcus aureus*ga nisbatan esa endofit ekstrakti ta‘sir zonasi 22 mm. Ampicillin/Sulbactam (19 mm) va Gentamicin (0 mm)ga qaraganda ancha yuqoridir. Bu jihat endofit ekstraktining *Staphylococcus aureus*ga qarshi faolligini antibiotiklardan ustun ekanini ko‘rsatib, uni kuchli tabiiy antibakterial vosita sifatida baholash imkonini beradi.

Gram-manfiy bakteriyalarga qarshi faollik. *Escherichia coli*ga nisbatan endofit ekstrakti 8 mm ta‘sir zonasi ko‘rsatadi. Bu ko‘rsatkich Gentamicin (14 mm)dan pastroq, lekin Ampicillin/Sulbactam (0 mm)dan ustundir. Ushbu natijalar endofit ekstrakti *Escherichia coli*ga qarshi Ampicillin/Sulbactam bilan solishtirganda bir oz yuqori faollikka ega ekanini ko‘rsatadi. *Pseudomonas aeruginosa*ga nisbatan endofit ekstrakti 18 mm ta‘sir zonasi bilan Gentamicin (17 mm) va Ampicillin/Sulbactam (0 mm)dan ustun ekanligini namoyish etadi.

Zamburug‘ga qarshi faollik *Candida albicans*ga nisbatan endofit ekstrakti juda yuqori darajada faollik (28 mm) ko‘rsatdi, bu ko‘rsatkich Ampicillin/Sulbactam va Gentamicindan sezilarli darajada ustundir (barchasida faollik 0 mm).

Ushbu yuqori faollik ko‘rsatkichi endofit ekstraktini kuchli tabiiy

zamburug‘ga qarshi vosita sifatida ilmiy ahamiyatini oshiradi. Zamburug‘ga qarshi preparatlarda chidamlilik rivojlanayotgan davrda tabiiy ekstraktning yuqori faolligi ahamiyatli kashfiyot hisoblanadi. Endofit ekstrakti Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalarga, shuningdek, zamburug‘larga qarshi yuqori faollik ko‘rsatgani uchun u ko‘plab antibiotik va zamburug‘ga qarshi preparatlarga qaraganda samaraliroq deb baholanishi mumkin. U Gram-musbat bakteriyalarda *Staphylococcus aureus*ga qarshi, Gram-manfiy bakteriyalarda esa *Pseudomonas aeruginosaga* nisbatan Gentamicin va Ampicillin/Sulbactamdan ustunlik qiladi. Bu holatlar hozirgi klinik amaliyotda muhim bo‘lib, bakteriyalar va zamburug‘larga qarshi dori vositalari qidirish jarayonida yangi istiqbollarni ochib beradi. Xulosa qilib aytish mumkinki, *A. aphylla* o‘simligidan olingan endofit ekstrakti kuchli tabiiy mikrobgga qarshi va zamburug‘ga qarshi vosita bo‘lib, klinik amaliyotda antibiotiklar va zamburug‘ga qarshi dorilar o‘rnini bosadigan yoki ularni to‘ldiruvchi tabiiy dori sifatida keng qo‘llanilishi mumkin. Shu sababli, ushbu ekstrakti izchil o‘rganish va uni ko‘plab infeksiyalarga qarshi klinik sharoitlarda qo‘llash bo‘yicha chuqur tadqiqotlar o‘tkazilishi zarur.

***Anabasis aphylla* o‘simligidan endofit zamburug‘i *Clonostachys araneorum* zamburug‘idan ajratib olingan ikkilamchi metabolitlar tahlili**

A. aphylla o‘simligidan endofit zamburug‘i ajratib olindi. O‘simlik tarkibidan endofit zamburug‘larni ajratib olish uchun na‘munalarning kichik qismlaridan ekib olindi. Endofitik zamburug‘ni o‘simlik qismlaridan ajratib olish uchun 3 kun davomida na‘munalarni termostatda saqladik va o‘sib chiqan na‘munalarni har birini alohida petrilarga qayta tozalash uchun ekib oldik.

8-jadval

***Clonostachys araneorum* zamburug‘ining molekulyar identifikatsiyasi**

Zamburug‘ nomi	GenBank ga kirish kodi	5.8S ribosoma RNK geni
<i>Clonostachys araneorum</i> (544 ta nukteotid)	PV290627	GAAGTAAAAAGTCGTAACAAGGTCTCCGTTGGTGAACCAG CGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCATG TGAACATACTACTGTTGCTTCGGCGGGATTGCCCGGGCG CCTCGTGTGCCCCGGATCAGGCGCCCGCCTAGGAAACTTA ATTCTTGTTTTATTTTGAATCTTCTGAGTAGTTTTTACAAA TAAATAAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCAT CGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATT GCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG CGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCTGAGCGTCA TTTCAACCCTCATGCCCTAGGGCGTGGTGTGGGGATCGG CCAAAGCCCGCGAGGGACGGCCGGCCCTAAATCTAGTGG CGGACCCGTCGTGGCCTCCTCTGCGAAGTAGTGATATTCCG CATCGGAGAGCGACGAGCCCCCTGCCGTTAAACCCCAACT TCCAAGGTGACCTCAGA

Tozalangan na‘munalardan endofit zamburug‘ ajratib olindi va kartoshkali suyuq ozuqa muhitda 15 kun davomida o‘stirildi. Zamburug‘ hujayralari etilasetat yordamida ekstraktlari olindi. Tadqiqotimiz davomida ajratib olingan endofit zamburug‘ni molekulyar identifikatsiya qilindi. Buning uchun endofitning ribosomal genning ichki transkripsiyalangan spacer (ITS) hududi ketma-ketlikda molekulyar identifikatsiya qilindi. Zamburug‘lar genetik materiali

modifikatsiyalangan issiq fenol usuli bilan ajratib olindi. So'ngra ajratib olingan DNK 10 μ L hajmda polimeraza zanjiri reaksiyasi (PZR) tahlili uchun ishlatildi. PZR qilish orqali olingan genetik nukleotidlarni gel elektroforez usulida tozalab sekvens amaliyoti bajarildi. Olingan nukleotidlar ketma ketligi aniqlangach ushbu ma'lumot NCBI ma'lumotlar bazasiga yuklandi (kirish kodi PV290627) va BLAST qidiruvi natijasida zamburug' shtammi *Clonostachys araneorum* ekanligi aniqlandi (8-jadval).

Dissertatsiyaning “**Anabasis aphylla L. o'simligi hamda endofit zamburug'larining kimyoviy tarkibi va biologik faolligini tadqiq qilish**” deb nomlangan uchinchi bobida o'simlikni tajriba uchun tayyorlash, minokislotalar, vitamin, mineral, alkaloidlar tarkibi va miqdorini aniqlash, o'simlik hamda uning endofit zamburug'ining ekstraksiyasi, undan individual moddalarni ajratish, endofit zamburug'ning *in vitro* sharoitda mikrobgga qarshi faolligini o'rganish usullari keltirilgan.

XULOSALAR

A. aphylla o'simligi va endofit zamburug'larining kimyoviy komponentlari va biologik faolligini o'rganish yuzasidan o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. *A. aphylla* L. o'simligining alkaloidlarni saqlash dinamikasini tadqiq qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra o'simlikning rivojlanish bosqichida alkaloidlar miqdori eng ko'p 3,6% ga teng ekanligi aniqlandi. Anabazin sulfat tuzi asosida o'simlik zararkunandalariga qarshi preparat ishlab chiqilib, uning yelimlovchi ta'sirga ega bo'lishi uchun *A. gypsophiloides* o'simligi ekstrakti, barqarorligi askorbin kislotasi va *X. campestris* ekstrakti bilan ta'minlandi.

2. *A. aphylla* L. o'simligini spirtli ekstraksiyasi amalga oshirildi. Moddalar yig'indisidan apigenin-5-galaktozid va luteolin 5-galaktozid ajratib olindi va tuzilishi fizik-kimyoviy usullar bilan identifikatsiya qilindi.

3. *A. aphylla* L. o'simligi endofit zamburug'lari ekstrakti olindi va ekstraktdan di-(2-etilgeksil)ftalat, dezoksixol kislota, 3-metilkatexol va 2-(3,4-digidroksifenil)-5,7-digidroksi-4H-xromen-4-on ajratib olindi va tuzilishi fizik-kimyoviy usullar bilan identifikatsiya qilindi.

4. *A. aphylla* L. o'simligi endofit zamburug'lari ekstraktining *in vitro* sharoitda mikrobgga qarshi faolligi o'rganildi. Endofit ekstrakti *Candida albicans*ga qarshi nafaqat antibiotiklardan ham ancha samaraliroq ekanligini ko'rsatdi.

5. *A. aphylla* L. o'simligidan endofit zamburug'i ajratib olindi hamda molekulyar identifikatsiyasi amalga oshirish natijasida zamburug' shtammi *Clonostachys araneorum* ekanligi aniqlandi.

6. Farg'ona viloyati hududida o'suvchi *A. aphylla* L. o'simligining aminokislota va vitamin tarkibi tadqiq etildi. O'simlik tarkibida barcha 20 ta oqsil tuzuvchi, almashinmaydigan aminokislotalar va suvda eruvchan B₂, B₃, B₉ va B₁₂ vitaminlari aniqlandi.

7. Neytron-aktivatsion tahlili usuli yordamida *A. aphylla* L. o'simligini makro- va mikroelement tarkibini o'rganish natijasida 38 ta element aniqlandi. O'simlikning kaliy, kaltsiy, magniy va fosfor elementlariga boy ekanligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
PhD.03/30.12.2019.K.05.01 ПРИ ФЕРГАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

ФЕРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ШЕРГОЗИЕВ КИЛИЧБЕК МАРУФЖОН УГЛИ

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
РАСТЕНИЯ *ANABASIS ARHYLLA* L. И ЭНДОФИТНЫХ ГРИБОВ
ЭТОГО РАСТЕНИЯ**

02.00.10-Биоорганическая химия

**АВТОРЕФЕРАТ диссертации доктора философии (PhD)
по ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Фергана–2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.4.PhD/K897.

Диссертация выполнена в Ферганском государственном университете.

Автореферат диссертации доктора философии (PhD) на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета при Ферганском государственном университете (www.fdu.uz) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:

Жалолов Икболжон Жамолович
доктор химических наук, доцент

Официальные оппоненты

Арипова Салимахон
доктор химических наук, профессор

Сиддиков Гопуржон Усманович
доктор философии по химическим наукам
(PhD), доцент

Ведущая организация:

Кокандский государственный университет

Защита диссертации состоится “___” _____ 2025 г. в ___ часов на заседании Научного совета № PhD.03/30.12.2019.K.05.01 при Ферганском государственном университете (Адрес: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар, 19. Тел.: (+99873) 244-44-02; факс: (+99873) 244-44-93).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ферганского государственного университета (регистрационный номер № ____). (Адрес: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар, 19. Тел.: (+99873) 244-44-02; факс: (+99873) 244-44-93; e-mail: fardu_info@umail.uz).

Автореферат диссертации разослан “___” _____ 2025 года.

(Реестр протокола рассылки _____ от “___” _____ 2025 года).

А.А. Ибрагимов
Председатель Научного совета по
присуждению учёной степени,
д.х.н., профессор

Ш.Ш. Тургунбаев
Учёный секретарь Научного
совета по присуждению учёной
степени, PhD, доцент

Ш.В. Абдуллаев
Председатель Научного семинара
при Научном совете по присуждению
учёной степени, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Вторичные метаболиты грибов и их соединения находят широкое применение в медицине, фармацевтике, химической промышленности, народном хозяйстве, а также в различных областях сельского и лесного хозяйства. На основе биологической активности вторичных метаболитов разрабатываются антибиотики, фунгициды, гербициды, лекарственные средства, ингибиторы и экологически чистые препараты. Выделение физиологически активных веществ из эндوفитных грибов растений, изучение их структуры, всестороннее исследование биологической активности и внедрение в практику медицины, народного и сельского хозяйства имеют большое значение.

Поиск методов получения природных лекарственных средств для лечения распространённых инфекционных заболеваний, разработка методов выделения биологически активных веществ, синтезируемых эндوفитными грибами растений, установление их химической структуры и биологической активности с использованием современных технологий, а также создание на их основе различных химических препаратов, противовирусных и противораковых антибиотиков, цитотоксических препаратов, биопрепаратов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур требуют проведения научных исследований.

В Республике Узбекистан особое внимание уделяется разработке новых методов получения лекарственных средств и экологически чистых лечебных препаратов на основе вторичных метаболитов растений и микроскопических грибов. Согласно Указа Президента Республики Узбекистан № УП-62 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», определены важные задачи по внедрению методов получения лекарственных средств и биологически активных добавок, направленных на «тройное увеличение объемов производства фармацевтической продукции и достижение уровня обеспечения местного рынка на 80%».

В этом направлении особое значение имеет выделение физиологически активных веществ из эндوفитных грибов растения *Anabasis aphylla* L., широко распространённого на территории Узбекистана, изучение их структуры, биологической активности и создание на их основе импортозамещающих лекарственных средств.

Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы¹», Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4670 от 10 апреля 2020 года «О мерах по охране дикорастущих лекарственных растений, их культурному выращиванию, переработке и рациональному использованию имеющихся ресурсов», а также Постановление № ПП-3264 от 29 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»

организаций химической промышленности» и другие нормативно-правовые акты, касающиеся данной области, определяют задачи, выполнение которых в определённой степени поддерживается результатами данного диссертационного исследования.

Соответствие исследования приоритетам развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан – VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В настоящее время в различных странах мира ведущими учеными П. Тивари, Х. Бэ, Ж. Трёмуйо-Гийе, Т. Рор, Р. Рор, В.А. Хусс, П. Хардоим, Л. ван-Овербек, Й. ван-Элсас, Б.Р. Мерфи, Ф.М. Дуган, Т.Р. Ходкинсон, С.К. Дешмукх, М.К. Гупта, В. Прашаш, С. Саксена, В.Дж. Дин, С.С. Ван; Цюй Жэнь, Г. Ли, Чжан Цзюньпин, К. Йоджи, С. Нориоши, С. Факако, Ф. Томоюки, Й. Кейко, Х. Киёши, Х. Цуюши, К. Такеши, Ф. Йоджи, Н. Хидеюки, С. Садао, К. Тейичиро, Дж.Т. Рассел, М.Л. Дженнифер, Х. Суха, В.И. Билай, Н.М. Пидопличко, А.Х. Саркисов, З.Э. Беккер, М. Лукнер, М.О. Мосс, Н. Масато, Дж. Юсунобу, О. Киёши, М. Юджи, С. Шин-Ичи, Т. Масаки, Н. Мицуо, Й. Сатоси, Й. Сюдзи, Дж. Сатору, Н. Юрико, а также учеными Узбекистана А.С. Содиковым, М.К. Юсуповым, Х.А. Аслановым, А.И. Бегишевой, З.К. Еникеевой, К.М. Зупаровой, С.Ф. Ариповой, М.И. Исаевым, Н.Ю. Зухритдиновой и другими проводятся научные исследования по выделению, синтезу и модификации вторичных метаболитов из эндофитных грибов растений. Научные исследования, проведённые этими учёными, направлены на выделение вторичных метаболитов из эндофитных грибов растений, создание эффективных методов синтеза их производных, а также анализ структуры полученных соединений и разработку технологий получения лекарственных препаратов на основе биологически активных соединений.

В рамках научных исследований, выполненных этими учёными, были разработаны методы выделения вторичных метаболитов из эндофитных грибов растений, эффективные способы синтеза их производных, а также технологии анализа структуры полученных соединений и создания лекарственных препаратов на основе биологически активных веществ.

На сегодняшний день продолжаются научные исследования, направленные на получение соединений, пригодных для применения в химической и фармацевтической промышленности, сельском хозяйстве и медицине, путём выделения вторичных метаболитов из эндофитных грибов растений и разработки новых средств их производства.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами вуза. Диссертационное исследование было проведено в рамках научно-исследовательского плана Ферганского государственного университета в рамках научной тематики «Извлечение физиологически активных веществ из эндофитных грибов растения *Anabasis aphylla* L., исследование их структуры и биологической активности, а также разработка эффективных лекарственных средств для медицины и сельского хозяйства».

Цель исследования заключается в определении химического состава растения *A. aphylla* L., выделении вторичных метаболитов из его эндофитного гриба, установлении их структуры, физико-химических и биологических свойств.

Задачи исследования:

определение качественного и количественного состава вторичных метаболитов эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. при выращивании на различных питательных средах;

выделение вторичных метаболитов эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. колоночным хроматографическим методом, определение их структуры и химических свойств;

анализ антимикробной активности экстракта эндофитного гриба растения *A. aphylla* L.;

анализ динамики накопления алкалоидов при проведении спиртовой экстракции растения *A. aphylla* L.;

выделение фенольных соединений растения *A. aphylla* L. колоночным хроматографическим методом, определение их структуры и химических свойств;

анализ минерального состава растения *A. aphylla* L. методом нейтрон-активационного анализа;

анализ содержания аминокислот и витаминов в растении *A. aphylla* L. методом ВЭЖХ;

разработка пестицида против вредителей растений на основе алкалоида анабазина, выделенного из растения *A. aphylla* L.

Объекты исследования: растение *A. aphylla* L. и штамм эндофитного гриба растения, а также их соединения.

Предмет исследования: изучение химического состава растения *A. aphylla* L. и эндофитного гриба растения, включая аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы, а также их биологическая активность.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы экстракции, ИК, ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопия, газовая хроматография, а также высокоэффективная тонкослойная хроматография, высокоэффективная газо-жидкостная адсорбционная хроматография.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые из эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. были выделены вторичные метаболиты: 2-(3,4-дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-он, 3-метилкатехол, дезоксихолевоая кислота и ди-(2-этилгексил)фталат, установлены их структура и химические свойства;

из спиртового экстракта растения *A. aphylla* L. выделены апигенин 5-галактозид и лютеолин 5-галактозид, установлены их структура и химические свойства;

доказан аминокислотный и витаминный состав растения *A. aphylla* L., а также с использованием метода нейтронно-активационного анализа определено содержание 38 макро- и микроэлементов;

впервые разработан препарат против вредителей растений на основе

сульфатной соли анабазина, экстрактов *A. gypsophiloides* и *X. campestris*, аскорбиновой кислоты;

выявлен новый штамм эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. и доказана антимикробная активность его экстракта.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан эффективный метод выделения вторичных метаболитов из экстракта эндофитного гриба растения *A. aphylla* L.;

доказано, что экстракт эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. может быть использован в качестве богатого источника вторичных метаболитов природного происхождения;

результаты химических исследований терпеновых и фенольных соединений эндофитного гриба *A. aphylla* L. показали, что их можно рекомендовать для использования для определения химосистематики растений рода *Anabasis* L.

Достоверность результатов исследования Работа основана на широком применении методов ИК, ¹H и ¹³C ЯМР спектроскопии, газовой хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии и нейтронно-активационных методов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в выделении вторичных метаболитов из гриба *Clonostachys aranearum*, их структурном анализе с использованием физико-химических методов и исследовании их биологической активности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что с помощью разработанных экстракционных методов были выделены соединения из класса фенолов и стероидов из эндофитного гриба *Clonostachys aranearum*, ассоциированного с растением *A. aphylla* L., и была установлена их активность против микроорганизмов.

Разработан препарат на основе сульфатной соли анабазина для борьбы с растительными вредителями, наличие его клеящего эффекта объясняется использованием экстракта растения *A. gypsophiloides*, а стабильность обеспечена аскорбиновой кислотой и экстрактом *X. campestris*.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных данных по определению структуры и биологической активности вторичных метаболитов, выделенных из растения *A. aphylla* L. и его эндофитного гриба:

последовательность нуклеотидов эндофитного гриба *Clonostachys aranearum*, выделенного из растения *A. aphylla* L., была зарегистрирована в Национальном центре биотехнологической информации (National center for biotechnology information, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/2929818510>) и получила номер PV290627. В результате обеспечен доступ учёных к генетическим данным штамма эндофитного гриба;

препарат против вредителей растений (тля, паутинный клещ, гусеницы бабочек, трипсы), полученный на основе сульфатной соли алкалоида анабазина, был внедрён в фермерских хозяйствах хлопково-зернового

направления «Зилха Истикол Файз», «Музаффар Мухтор Замини» и «Сардор Саховат Файз» Алтыарыкского района Ферганской области (Справка №05/06-02-449 Национального центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве от 10 мая 2025 года). В результате стало возможным защитить хлопчатник от вредителей и повысить урожайность на 3–4%;

результаты определения химического состава эндофитного гриба растения *A. aphylla* L. были использованы при подготовке учебного пособия «Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ из природных источников» (Приказ Министерства высшего образования, науки и инноваций № 429 от 11 ноября 2024 года). Это обеспечило укрепление знаний специалистов в области биоорганической химии в вузах.

Опробация результатов исследования. Научные результаты исследования были представлены и обсуждены на 6 научно-практических конференциях, в том числе 2 международных и 4 республиканских.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 13 научных работ, в том числе 5 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание учёной степени доктора философии (PhD), из них 1 статья опубликована в зарубежном журнале.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, списка использованной литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 99 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснована актуальность и необходимость выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования, а также указаны объект и предмет исследования. Рассмотрено соответствие исследования направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Освещены научная новизна и практические результаты работы, а также научное и практическое значение полученных результатов. Приведены данные о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Общее описание растения *Anabasis aphylla* L., этого химический состав и биологическая активность»**, рассматриваются растения рода *Anabasis*, их таксономия, ботаническое описание, химический состав, а также биологически активные вещества, выделенные из этого растения, включая алкалоиды, фенольные соединения, сапонины, флавоноиды, терпеновые кислоты, фитостерины и стероиды. Приводятся данные об их количественном содержании, биологической активности, а также о культивировании эндофитных грибов и их перспективы. В главе также представлен обзор литературы по указанным вопросам.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Химический состав и биологическая активность *Anabasis aphylla* L. и этого эндофитных**

грибов», приведены результаты исследований, касающиеся анализа аминокислотного, витаминного и минерального состава растения *A. aphylla*, динамики накопления алкалоидов в растении, структуры соединений, выделенных из экстракта эндобитных грибов растения, их микробиологической активности, а также анализа вторичных метаболитов, выделенных из эндобитных грибов.

Анализ аминокислотного состава растения *Anabasis aphylla*

Содержание аминокислот в плодах растения *A. aphylla* было проанализировано методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В результате анализа хроматограммы, полученной с использованием ВЭЖХ, был определен качественный и количественный состав всех 20 аминокислот, участвующих в синтезе белков, присутствующих в плодах *A. aphylla*. Общая концентрация выявленных аминокислот составила 25,900399 мг/г (табл. 1).

Таблица 1

Содержание аминокислот в плодах *A. aphylla* (мг/г)

Аминокислоты	Символы	Плоды растения	Аминокислоты	Символы	Плоды растения
		Концентрация, мг/г			Концентрация, мг/г
Аспарагиновая кислота	Asp	0,387458	Тирозин	Tyr	3,864289
Глутаминовая кислота	Glu	0,403522	Валин*	Val	0,531487
Серин	Ser	0,876734	Метионин*	Met	1,644621
Глицин	Gly	0,589464	Гистидин	His	3,346851
Аспарагин	Asn	1,889647	Изолейцин*	Ile	0,763268
Глутамин	Gln	2,179182	Лейцин*	Leu	0,689012
Цистеин	Cys	4,418643	Триптофан*	Trp	0,356664
Треонин*	Thr	1,115348	Фенилаланин*	Phe	0,404986
Аргинин	Arg	1,543846	Лизин*	Lys	0,398622
Аланин	Ala	0,328943	Общий		25,900399
Пролин	Pro	0,167812			

* Незаменимые аминокислоты

В составе аминокислот, содержащихся в плодах *A. aphylla*, наибольшее количество отмечено для аминокислоты цистеина (рис. 1), что составляет 17,06% от общего количества всех определённых аминокислот. Его количество в 1,43-26,3 раза превышает содержание других аминокислот.

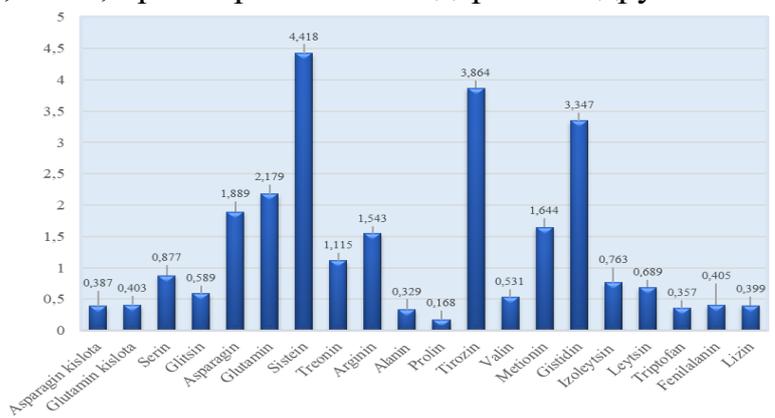


Рисунок 1. Состав аминокислот в плодах *A. aphylla*

При анализе аминокислот наибольшее содержание было установлено для тирозина, гистидина и глутамина в количестве от 2,17 до 3,86 мг/г. Наименьшее количество аминокислоты было обнаружено для пролина. Аминокислоты с гидроксильной группой (треонин, тирозин и серин) составляют 5,856371 мг/г, что соответствует 23,425% от общей массы аминокислот, в то время как аминокислоты, содержащие серу (цистеин и метионин), составляют 6,063267 мг/г, что соответствует 24,25% от общей массы аминокислот. Общий объем незаменимых аминокислот составляет 9,25 мг/г или 37%.

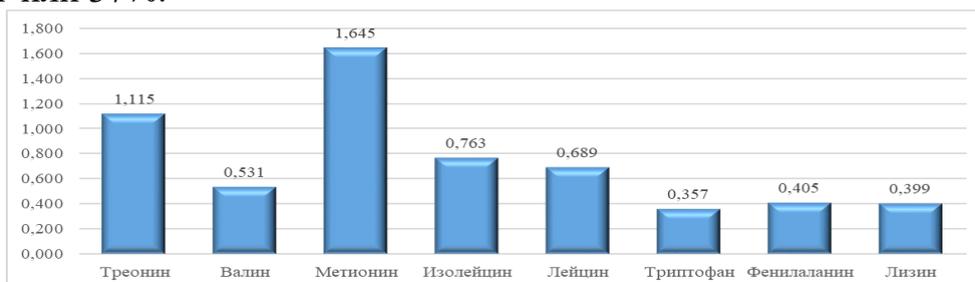


Рисунок 2. Количество незаменимых аминокислот в плодах *A. aphylla* (мг/г)

Количество незаменимых аминокислот увеличивается в следующем порядке: триптофан < лизин < фенилаланин < валин < лейцин < изолейцин < треонин < метионин < гистидин (рис 2.). Количество гистидина в сравнении с другими незаменимыми аминокислотами в 2,04–9,38 раза больше.

Анализ витаминного состава растения *Anabasis aphylla*

В ходе исследования использовались стандартные растворы витаминов В1, В2, В3, В6, В9, В12 и С. В водорастворимых витаминах надземной части растения *A. aphylla* были выявлены витамины В2, В3, В9 и В12. Витамины В1, В6 и С в надземной части растения *A. aphylla* не были обнаружены. Количество водорастворимых витаминов в надземной части растения *A. aphylla* составило 73,103 мг/г (табл. 2).

Таблица 2

Содержание витаминов в надземной части и эндофитах растения *A. aphylla* (мг/г)

№	Витамин	Образец		№	Витамин	Образец	
		Растение	Эндофитные грибы			Растение	Эндофитные грибы
1	В ₁	-	-	5	В ₉	20,845	-
2	В ₂	7,422	-	6	В ₁₂	21,185	6,085
3	В ₃	23,651	0,491	7	С	-	-
4	В ₆	-	-				

Выявлено наибольшее количество витамина В3 было выявлено. Его содержание составляет 32,35% от общего количества обнаруженных водорастворимых витаминов. Содержание витамина В6 в 1,12–3,19 раза выше, чем у других обнаруженных водорастворимых витаминов. Содержание водорастворимых витаминов в листьях *A. aphylla* увеличивается в следующем порядке: В2 < В9 < В12 < В3. В эндофитах *A. aphylla* были обнаружены витамины В3 и В12. Витамины В1, В2, В6, В9 и С не были выявлены. Содержание водорастворимых витаминов в эндофитах *A. aphylla*

составило 6,576 мг/г. Витамин В12 был найден в большем количестве.

Анализ минерального состава растения *A. aphylla*

Содержание макро- и микроэлементов в надземных и подземных частях растения *A. aphylla* и его семенах было определено методом нейтронной активации. В составе растения *A. aphylla* в надземных и подземных частях, а также в семенах были выявлены следующие макроэлементы: натрий (Na), магний (Mg), фосфор (P), сера (S), калий (K) и кальций (Ca) (табл. 3).

Таблица 3.

Количество макроэлементов в различных органах *A. aphylla* (мкг/г)

№	Элемент	Семя	Надземная часть	Подземная часть	№	Элемент	Семя	Надземная часть	Подземная часть
1	Na	1250,482	900,186	1650,336	4	P	7200,186	5200,832	4800,773
2	K	17500,33	32000,62	29500,82	5	Mg	4500,577	14000,32	15500,92
3	Ca	11000,6	28000,4	26500,65	6	S	3200,016	2500,051	2700,591

Количество макро- и микроэлементов варьируется от 45362,81 мкг/г до 84261,09 мкг/г. Наибольшее количество было обнаружено в надземной части растения (84261,09 мкг/г), а наименьшее — в семенах (45362,81 мкг/г). В составе частей растения было выявлено 6 макроэлементов (рисунок 3).

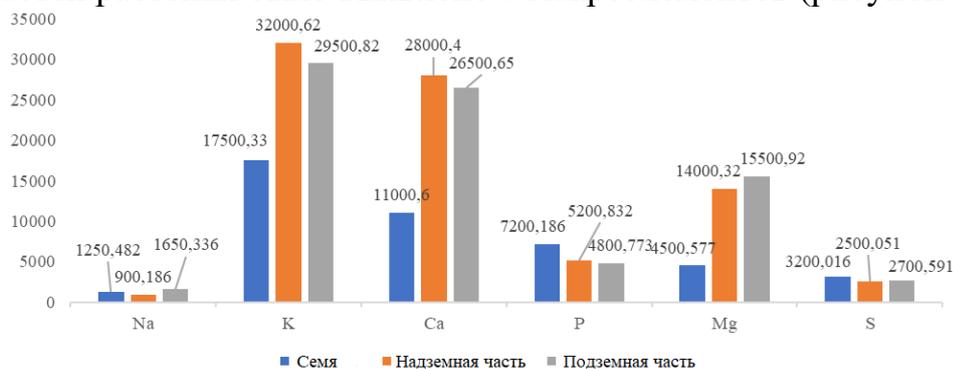


Рисунок 3. Сравнительная диаграмма макроэлементов в различных органах

Макроэлементы в семенах растения *A. aphylla* L. увеличиваются в следующем порядке: Na < S < Mg < P < Ca < K; в надземной части Na < S < P < Mg < Ca < K, а в подземной части Na < S < Mg < P < Ca < K. Согласно исследованию, содержание макроэлементов в растении *Anabasis aphylla* L. в надземной части (82602,42 мкг/г) и подземной части (80654,09 мкг/г) значительно выше, чем в семенах. Содержание микроэлементов в семенах *A. aphylla* L. увеличивается в следующем порядке: Re < Tl < In=Be < U < Cs < Sb < Nb < Bi < Ta < Ga < Ag < Se < W < Zr < Sn < Co < Ti < Mo < Cr < Rb < Sr < Cu < Ba < Zn < Mn < Al < Fe, в надземной части Re = Tl < U < Be < In < Cs < Sb < Nb < Ta < Bi < Ga < Ag < W < Se < Zr < Co < Sn < Cr < Mo < Ti < Rb < Sr < Cu < Ba < Zn < Mn < Al < Fe и в подземной части Re < Tl < U < Be < In < Cs < Sb < Ge < Nb < Ta < Bi < Ga < Ag < Se < Zr < W < Sn < Co < Cr < Mo < Ti < Sr < Rb < Sr < Ba < Zn < Mn < Al < Fe (табл. 4).

Таблица 4.

Содержание микроэлементов в различных органах растения *Anabasis aphylla* L. (мкг/г)

№	Элемент	Семена	Надземная часть	Подземная часть	№	Элемент	Семена	Надземная часть	Подземная часть
---	---------	--------	-----------------	-----------------	---	---------	--------	-----------------	-----------------

1	Fe	250,226	900,720	1250,483	16	Sr	7,572	10,843	12,057
2	Zn	50,218	35,955	40,734	17	Ti	2,207	4,977	5,183
3	Cu	15,926	10,201	8,208	18	Al	250,167	500,483	700,216
4	Mn	100,398	150,331	130,468	19	Ba	15,640	20,054	25,550
5	Mo	2,356	3,517	4,881	20	Bi	0,051	0,078	0,171
6	Co	1,751	1,592	2,826	21	Ta	0,054	0,072	0,128
7	Cr	2,514	3,481	4,307	22	Be	0,026	0,035	0,041
8	Se	0,528	1,173	1,292	23	Sb	0,038	0,055	0,062
9	Rb	5,475	7,188	8,923	24	Tl	0,015	0,015	0,024
10	Zr	0,850	1,262	1,556	25	U	0,027	0,032	0,040
11	Sn	1,512	2,640	2,581	26	In	0,026	0,039	0,048
12	Ag	0,269	0,330	0,476	27	Nb	0,047	0,064	0,083
13	W	0,652	0,852	1,846	28	Cs	0,032	0,047	0,051
14	Ge	0,053	0,074	0,098	29	Re	0,011	0,015	0,023
15	Ga	0,108	0,158	0,271					

Количество токсичных элементов по отношению к общей массе элементов в семенах составило 0,0041%; в надземной части — 0,0028%, а в подземной части — 0,0042%. Свинец (1,8-3,4 мкг/г) был обнаружен в большем количестве по сравнению с другими токсичными элементами. То есть основную часть токсичных элементов составил свинец.

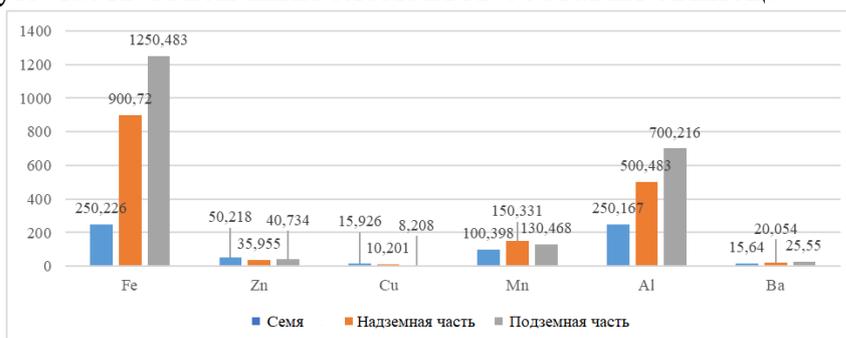


Рисунок 4. Сравнительная диаграмма содержания микроэлементов в различных органах растения *A. aphylla*

Анализ динамики накопления алкалоидов в растении *A. aphylla*

По результатам исследования динамики накопления алкалоидов в растении *A. aphylla*, на ранней стадии развития растение содержит наибольшее количество алкалоидов — 3,6%. К периоду бурного роста содержание алкалоидов в надземной части составило 2,7%, а в подземной части — 1,4%. В период цветения растения содержание алкалоидов в надземной части составило 1,3%, а в подземной части — 1,8%. В зависимости от фазы роста растения содержание технических анабазина и лупинина составило 75-80%, 70-76% и 60-65%. Также было установлено, что содержание алкалоидов в семенах растения составляет до 0,78% (табл. 5).

Таблица 5.

Динамика накопления алкалоидов в растении *A. aphylla*

Период развития	Алкалоиды (%)		Анабазин и лупинин (%)
Ранний период (апрель)	Надземная часть - 3,6		75-80 (тех)
Период бурного роста (июль)	Надземная часть	2,7	70-76 (тех)
	Корни	1,4	
Период плодоношения	Подземная часть	1,3	60-65 (тех)
	Корни	1,8	

Результаты исследования показывают, что весной в надземной части растения содержится большее количество алкалоидов, что связано с усилением защитных механизмов растения в этот период. Этот процесс обусловлен повышенным синтезом алкалоидов на ранних стадиях и периода бурного роста, а также их распределением в зависимости от защитных потребностей растения. В ходе экспериментальной и аналитической части были изучены количества алкалоидов анабазина и лупинина, а также динамика их синтеза в различных частях растения. Выявлено, что по мере интенсификации развития алкалоиды накапливаются в корневой части, что свидетельствует об адаптации защитных механизмов растения в зависимости от вегетационного сезона. После периода цветения наблюдается накопление алкалоидов в корневой части, что указывает на направленность защитных механизмов растения и защиту от экологических угроз в почве.

На основе сульфатной кислой соли алкалоида анабазина, полученного из растения *A. aphylla* L., был разработан препарат для борьбы с растительными вредителями (тля, паутинный клещ, гусеницы бабочек, трипсы). В качестве активного компонента против вредителей использовалась сульфатная соль анабазина. Для обеспечения клеящего эффекта в состав препарата был включён экстракт растения *A. gypsophiloides*. С целью предотвращения реакции между сульфатной солью анабазина и экстрактом *A. gypsophiloides*, а также для стабилизации препарата были добавлены аскорбиновая кислота (витамин С) и экстракт бактерии *Xanthomonas campestris*.

Анализ структуры соединений, выделенных из экстракта эндофитных грибов растения *Anabasis aphylla* L.

Ди-(2-этилгексил)фталат

Ди-(2-этилгексил)фталат представляет собой белое кристаллическое соединение, выделенное из экстракта эндофитных грибов растения *Anabasis aphylla* (рис. 5).

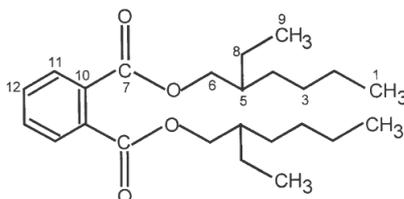


Рисунок 5. Структура ди-(2-этилгексил)фталата

Состав: $C_{24}H_{38}O_4$, **Мм:** 380, **УФ спектр** (этанол, λ_{max} , нм): 231, 281. **Данные 1H ЯМР спектра:** 0.84–0.88 (12H, t, 7.2 Гц, 4CH₃), 1.22–1.37 (16H, m, 8CH₂), 1.61–1.66 (2H, m, 2CH), 4.10–4.17 (4H, t, 6.8 Гц, 2CH₂O), 7.66 (2H, dd, 3.6 и 5.6 Гц, H-4,5), 7.73 (2H, dd, 3.6 и 5.6 Гц, H-3,6). **Данные ^{13}C ЯМР спектра (δ , м.д.):** 167.88 (C-1,8), 132.60 (C-2,7), 131.00 (C-4,5), 128.93 (C-3,6), 68.27 (C-1', 1''), 38.87 (C-2', 2''), 30.49 (C-3', 3''), 29.06 (C-4', 4''), 23.88 (C-5', 5''), 23.11 (C-6', 6''), 14.17 (C-7', 7''), 11.08 (C-8', 8'')

Дезоксихолева кислота

В исходной форме были изучены первоначальные физические свойства выделенного вещества (рис. 6). Согласно полученным данным, вещество является кристаллическим, беловатого цвета, с т. пл. 174–177°C.

Вещество было изучено с использованием физико-химических методов, таких как УФ, ИК и ЯМР спектроскопии. Первоначальные сведения о структуре вещества были получены посредством измерения УФ спектра поглощения. Согласно данным, максимум поглощения наблюдался при 208 нм. Анализ ИК спектра позволяет определить различные функциональные группы, присутствующие в молекуле. В спектре наблюдалось широкое поглощение в диапазоне 3300–2500 см⁻¹, что соответствует колебаниям гидроксильной группы (-ОН). Как известно, у карбоновых кислот это поглощение обычно имеет широкую форму, тогда как спирты формируют более узкие линии поглощения. Поглощение в области 1700–1725 см⁻¹ указывает на поглощение карбонильной группы (C=O).

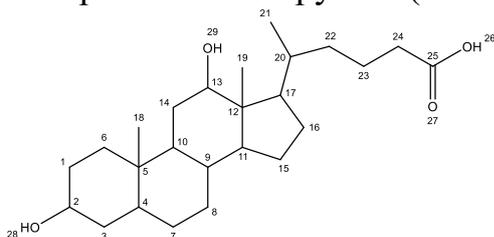


Рисунок 6. Структура дезоксихолевой кислоты

В ¹H ЯМР спектре зарегистрировано несколько резонансных сигналов, что свидетельствует о наличии атомов водорода в различных химических условиях. Сигнал химического сдвига, наблюдаемый в области 0,70 м.д., относится к метильной группе (-CH₃), не связанной с бензольным кольцом. Сигналы с высокой интенсивностью в областях 0,91, 0,95 и 1,43 м.д. принадлежат водородным атомам алифатической цепи, расположенным вблизи друг от друга. В области более высоких сдвигов (2,10 и 2,22 м.д.) наблюдаются сигналы, связанные с протонами, находящимися вблизи ароматической системы. Сигнал при 3,65 м.д. соответствует атому водорода, расположенному близко к углероду, связанному с гидроксильной (-ОН) или метоксильной (-OCH₃) группой. Синглет при 4,06 м.д., вероятно, указывает на протон, соединённый с бензольным кольцом.

В ¹³C ЯМР спектре сигналы в области 20–170 м.д. отражают различное положение углеродных атомов и подтверждают наличие карбонильной или ароматической систем, связанных с бензольным кольцом.

3-Метилкатехол

3-Метилкатехол (C₇H₈O₂) (рис. 7) представляет собой белое кристаллическое вещество с молекулярной массой 124,14 г/моль, т.пл. соединения составляет 68°C, температура кипения — 241°C. Хроматографический анализ с использованием растворителя (хлороформ:метанол) в соотношении 9:1 показал значение R_f=0,7. Структура выделенного вещества была определена с помощью ЯМР, спектрометрии масс (SX-MS), жидкостной хроматографии высокого разрешения (ВЭЖХ), а также УФ и ИК спектроскопии.

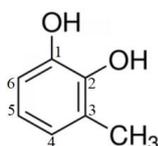


Рисунок 7. Структура 3-метилкатехола

2-(3,4-Дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-он

2-(3,4-Дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-он ($C_{15}H_{10}O_6$) был получен в виде желтых кристаллов в форме игл с т.пл. 239–240°C и молекулярной массой 286,24 г/моль. На основании анализа физико-химических свойств и данных спектров ЯМР установлено, что структура вещества соответствует 2-(3,4-дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-ону (рис. 8)

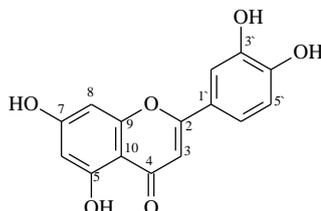


Рисунок 8. 2-(3,4-Дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-он

5-Гидрокси-2-(гидроксиметил)-4Н-пиран-4-он и этандикарбоновая кислота

5-Гидрокси-2-(гидроксиметил)-4Н-пиран-4-он ($C_6H_6O_4$) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с т.пл. 153,5°C (рис. 9). Для определения структуры данного вещества монокристаллы были исследованы методом рентгеновской дифракции. Структура анализировалась в моноклинной кристаллической системе с подробным изучением химической активности основных функциональных групп молекулы и их взаимосвязей. Карбонильная группа ($C=O$) и гидроксильные группы ($-OH$) выступают в качестве основных электронных донорных и акцепторных центров.



Рисунок 9. Пространственная структура 5-гидрокси-2-(гидроксиметил)-4Н-пиран-4-она и этандикарбоновой кислоты

В молекулярной структуре водородные связи $C-H...O$ и $O-H...O$ играют ключевую роль, стабилизируя расположение молекулы в кристаллической фазе, проявляя её высокую полярность и определяя взаимодействие с ферментами в биологической среде.

Этандикарбоновая кислота ($C_4H_6O_4$) представляет собой вещество с т.пл. 235°C. Её внутренняя электронная плотность была детально изучена методом рентгенографического анализа. Полученные данные раскрыли димерную структуру молекул и особенности их основных связей. Установлено, что молекулы соединены между собой через водородные связи $O-H...O$, длина которых составляет примерно 1,71 Å. Наблюдаемая высокая электронная плотность ($0,12 e/\text{Å}^3$) подтверждает прочность этих связей.

Внутри кристаллов молекулы располагаются в виде упорядоченных рядов, что усиливает межмолекулярное взаимодействие. В структурах наблюдается чередование длин связей углерод-углерод, что является одним из ключевых факторов стабильности молекулы. Распределение электронной

плотности водородных связей между молекулами было зафиксировано в результате рентгенографического анализа. Кристаллическая фаза является основным фактором, обеспечивающим энергетическую стабильность вещества в твёрдом состоянии.

Детальное изучение распределения электронной плотности и водородных связей в молекулярной структуре этих кислот иллюстрирует их стабильность и химическую реактивность.

Апигенина-5-галактозид и лютеолина-5-галактозид

Апигенин-5-галактозид ($C_{21}H_{20}O_{10}$) — вещество с молекулярной массой 432,4 г/моль, т.пл. составляет 255–256°C. Лютеолин-5-галактозид ($C_{22}H_{22}O_{10}$) — вещество с молекулярной массой 446,4 г/моль, т.пл. 260°C.

На основании данных спектра ЯМР были определены структуры этих веществ, и установлено, что эти флавоноиды были впервые выделены из растения *Anabasis aphylla* (рис. 10, табл. 6).

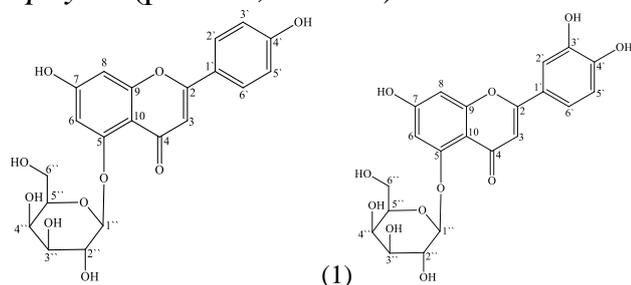


Рисунок 10. Апигенина-5-галактозид (1) и лютеолина-5-галактозид (2)

Таблица 6

Химические сдвиги 1H и ^{13}C ЯМР спектров апигенина-5-галактозида (1) и лютеолина-5-галактозида (2)

($DMSO-d_6+CCl_4$ (39.52), δ , м.д., 400 МГц) и данные HMBC

Атом C (1)	δ_C (1)	δ_H (Дж/Гц) (1)	HMBC (1)	Атом C (2)	δ_C (2)	δ_H (Дж/Гц) (2)	HMBC (2)
2	161.25			2	161.47		
3	105.48	6.54, с	2, 4, 10, 1'	3	105.49	6.44, с	2, 4, 10, 1'
4	176.93			4	176.91		
5	158.60			5	158.59		
6	104.92	6.85, д (2.3)	5, 7, 8, 10	6	104.87	6.84, д (2.3)	5, 7, 8, 10
7	162.51			7	162.51		
8	98.38	6.64, д (2.3)	6, 7, 9, 10	8	98.34	6.65, д (2.3)	6, 7, 9, 10
9	158.21			9	158.23		
10	108.36			10	108.35		
1'	121.05			1'	121.45		
2'	127.48	7.78, д (8.8)	2, 4', 6'	2'	112.85	7.31, д (2.2)	2, 3', 4', 6'
3'	115.62	6.87, д (8.8)	1', 4', 5'	3'	145.47		
4'	160.69			4'	149.04		
5'	115.62	6.87, д (8.8)	1', 3', 4'	5'	115.66	6.84, д (8.3)	1', 3', 4'
6'	127.48	7.78, д (8.8)	2, 2', 4'	6'	117.96	7.27, дд (8.3, 2.2)	2, 2', 4'
1''	105.25	4.59, д (7.6)	5	1''	105.16	4.60, д (7.6)	5
2''	73.36	3.37, м	1'', 3''	2''	73.47	3.38, м	1'', 3''
3''	75.43	3.27, м	2''	3''	75.45	3.29, м	
4''	69.56	3.27, м		4''	69.56	3.27, м	
5''	77.53	3.29, м		5''	77.51	3.31, м	
6''	61.03	3.62, м		6''	61.00	3.61, ддд (12.0, 6.1, 5.3)	
		3.81, ддд (12.0, 6.4, 2.1)				3.80, ддд (12.0, 6.1, 2.0)	
7-OH		10.63, с	6, 7, 8	7-OH		10.67, с	
4'-OH		9.94, с	3', 4', 5'	3'-OH		9.14, с	
2''-OH		5.81, дд (1.7, 1.1)	2'', 3''	4'-OH		9.42, с	
3''-OH		4.95, д (4.1)		2''-OH		5.84, д (1.1)	2'', 3''
4''-OH		4.87, д (4.9)		3''-OH		4.98, д (4.1)	
6''-OH		4.34, м		4''-OH		4.89, д (4.4)	
				6''-OH		4.38, т (6.1)	

Анализ антимикробной активности экстрактов эндофитных грибов растения *Anabasis aphylla*

В ходе фармакологического анализа биологической активности экстрактов эндофитных грибов, выделенных из растения *A. aphylla*, более подробно исследована их антимикробная и антифунгальная активность. Особенно важными являются результаты тестов против грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также грибка *Candida albicans*, что подчеркивает фармакологическое значение экстрактов (табл. 7).

Активность против грамположительных бактерий. Экстракт эндофита проявил зону подавления 17 мм относительно бактерий *Bacillus subtilis*, что немного ниже активности ампициллин/сульбактам (24 мм). Однако, гентамицин не оказывает воздействия (0 мм), что может указывать на возможность использования экстракта эндофита как альтернативы против *Bacillus subtilis*. Против *Staphylococcus aureus* экстракт эндофита показал зону подавления 22 мм, что значительно выше активности ампициллин/сульбактам (19 мм) и гентамицина (0 мм). Это свидетельствует о том, что экстракт эндофита более эффективен против *Staphylococcus aureus*, чем антибиотики, и может рассматриваться как мощное натуральное антимикробное средство.

Таблица 7

Результаты скрининга антимикробной активности *in vitro*

№	Испытательные образцы и вещества	Диаметр ингибирования (мм)				
		Грамм-положительные бактерии		Грамм-отрицательные бактерии		Грибы
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Candida albicans</i>
1	Экстракт эндофитных грибов растения <i>A. aphylla</i> L. 1	17	22	8	18	28
2	Экстракт эндофитных грибов растения <i>A. aphylla</i> L. 2	8	12			13
3	Ampicillin/Sulbactam (10 µg+10 µg disc)	24	19	-	-	-
4	Gentamicin (10 µg/disc)	-	-	14	17	-

Ингибирования нет: - ; Слабое: зона ингибирования ≤ 6 мм; Заметное: 8-14 мм; Явное: 14-20 мм; Сильное: ≤ 20 мм.

Активность против грамотрицательных бактерий. Против *Escherichia coli* экстракт эндофита продемонстрировал зону подавления 8 мм, что ниже, чем у гентамицина (14 мм), но выше, чем у ампициллин/сульбактам (0 мм). Эти результаты показывают, что экстракт эндофита имеет немного более высокую активность против *Escherichia coli* по сравнению с ампициллин/сульбактам. Против *Pseudomonas aeruginosa* экстракт эндофита проявил зону подавления 18 мм, что выше, чем у гентамицина (17 мм) и ампициллин/сульбактам (0 мм).

Активность против грибов. Экстракт эндофита проявил очень высокую активность (28 мм) в отношении *Candida albicans*, что значительно превосходит показатели Ампициллина/Сульбактама и Гентамицина (все с активностью 0 мм).

Этот высокий показатель активности повышает научную значимость экстракта эндофита как мощного природного противогрибкового средства. В

условиях растущей устойчивости к противогрибковым препаратам высокая активность природного экстракта является важным открытием. Поскольку экстракт эндофита проявляет высокую активность против грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также грибов, его можно считать более эффективным по сравнению со многими антибиотиками и противогрибковыми препаратами. Он превосходит Гентамицин и Ампициллин/Сульбактам в отношении *Staphylococcus aureus* среди грамположительных бактерий и *Pseudomonas aeruginosa* среди грамотрицательных. Эти факты имеют важное значение для современной клинической практики и открывают новые перспективы в поиске лекарственных средств против бактерий и грибов.

В заключение можно сказать, что экстракт эндофита, полученный из растения *A. aphylla*, является мощным природным антимикробным и противогрибковым средством, которое может быть широко использовано в клинической практике как природное лекарство, заменяющее или дополняющее антибиотики и противогрибковые препараты. В связи с этим необходимо проведение углублённых исследований по его всестороннему изучению и применению в клинических условиях против различных инфекций.

Анализ вторичных метаболитов эндофитного гриба *Clonostachys araneorum*, выделенного из растения *Anabasis aphylla*

Эндофитный гриб был выделен из растения *A. aphylla*. Для выделения эндофитных грибов из состава были засеяны отдельные части образцов. Для выделения эндофитного гриба из частей растения образцы хранились в термостате в течение 3 дней, а затем из них выделенные грибы были перенесены на отдельные чашки Петри для дополнительной очистки. Из очищенных образцов был выделен эндофитный гриб и выращен в картофельной жидкой питательной среде в течение 15 дней. Экстракты клеток гриба были получены с помощью этилацетата. В ходе нашего исследования был выполнен молекулярный анализ выделенного эндофитного гриба. Для этого был выполнен молекулярный анализ внутреннего транскрибируемого промежуточного региона (ITS) рибосомной РНК эндофита.

Таблица 8.

Молекулярная идентификация гриба *Clonostachys araneorum*

Гриб	Код	Ген 5.8S рибосомальной РНК
<i>C. araneorum</i> (544 нуклеотид)	PV290627	GAAGTAAAAAGTCGTAACAAGGTCTCCGTTGGTGAACCAGCGGAGGGATCATTAC CGAGTTTACAACSTCCCAAACCCATGTGAACATACCTACTGTTGCTTCGGCGGGATT GCCCCGGGCGCCTCGTGTGCCCGGATCAGGCGCCCGCTAGGAAACTTAATTCTT GTTTATTTTGGAACTTCTGAGTAGTTTTTACAATAAAATAAAAACTTCAACAA CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATG TGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAG TATTCTGGCGGGCATGCCTGTCTGAGCGTCATTTCAACCSTCATGCCCTAGGGCG TGGTGTGGGGATCGGCCAAAGCCCCGCGAGGGACGGCCGGCCCTAAATCTAGTG GCGGACCCGTCGTGGCCTCCTCTGCGAAGTAGTGATATTCGCATCGGAGAGCGA CGAGCCCTGCCGTTAAACCCCAACTTCCAAGGTGACCTCAGA

Генетический материал гриба был выделен с использованием модифицированного горячего фенольного метода. Затем выделенная ДНК

использовалась для анализа с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) объемом 10 мкл. Генетические нуклеотиды, полученные в результате ПЦР, были очищены методом гель-электрофореза, и затем выполнена секвенирование. После определения последовательности нуклеотидов, эти данные были загружены в базу данных NCBI (код доступа PV290627), и с помощью BLAST поиска было установлено, что грибной штамм является *Clonostachys araneorum* (табл. 8).

Выводы

В результате проведенных исследований химических компонентов и биологической активности растения *A. aphylla* L. и его эндофитных грибов были сделаны следующие выводы:

1. Изучена динамика накопления алкалоидов в *A. aphylla*. Результаты исследований показали, что на раннем этапе развития растения содержание алкалоидов достигает максимума — 3,6%. На основе сульфатной соли анабазина был разработан препарат для борьбы с растительными вредителями, при этом его клеящий эффект обеспечен экстрактом растения *A. gypsophiloides*, а стабильность — аскорбиновой кислотой и экстрактом *X. campestris*.

2. Впервые из спиртовой экстракции растения *A. aphylla* выделены апигенин-5-галактозид и лютеолин-5-галактозид, идентификация которых была подтверждена физико-химическими методами.

3. Впервые из экстракта эндофитных грибов *A. aphylla* были выделены ди-(2-этилгексил)фталат, дегоксихолева кислота, 3-метилкатехол и 2-(3,4-дигидроксифенил)-5,7-дигидрокси-4Н-хромен-4-он, идентификация которых была подтверждена физико-химическими методами.

4. Изучена антимикробная активность экстракта эндофитных грибов *A. aphylla* в условиях *in vitro*. Экстракт эндофитов показал значительно более высокую эффективность против *Candida albicans* по сравнению с антибиотиками.

5. Впервые из *A. aphylla* выделен эндофитный гриб, в результате молекулярной идентификации было установлено, что штаммом гриба является *Clonostachys araneorum*.

6. Исследован аминокислотный состав растения *A. aphylla*, произрастающего в Ферганской области. В составе растения были выявлены все 20 белокобразующих, незаменимых аминокислот, а также водорастворимые витамины В2, В3, В9 и В12.

7. С помощью метода нейтронной активации было изучено содержание макро- и микроэлементов в *A. aphylla*. Выявлено 35 элементов. Установлено, что растение богато калием, кальцием, магнием и фосфором.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE
PhD.03/30.12.2019.K.05.01 AT FERGANA STATE UNIVERSITY**

FERGANA STATE UNIVERSITY

SHERGOZIYEV KILICHBEK MARUFJON UGLI

**CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF
ANABASIS APHYLLA L. PLANT AND ITS ENDOPHYTIC FUNGI**

02.00.10–Bioorganic chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) on CHEMICAL SCIENCES**

The topic of the doctor of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number № B2024.4.PhD/K897

The doctoral dissertation was conducted at Fergana state university.

The dissertation's abstract in three languages (uzbek, russian, english (resume)) can be found in the following webpages of the scientific council at Fergana state university: (www.fdu.uz) and Information-educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Zhalolov Ikbolzhon Zhamolovich

doctor of chemical sciences, associate professor

Official opponents:

Aripova Salimakhon

doctor of chemical sciences, professor

Siddikov Gopurjon Usmanovich

doctor philosophy in chemical sciences (PhD), associate professor

Leading organisation:

Kokand state university

The defense of the dissertation will take place on «__» _____ 2025 at ____ at the meeting of the Scientific council on award of scientific degree № PhD.03/30.12.2019.K.05.01 at Fergana state university at the following address: (19, Murabbiylar street, Fergana city, 150100. Tel. (+99873) 244-44-02; fax: (+99873) 244-44-93, e-mail: fardu_info@umail.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of Fergana state university (registration number № ____) Address: (19, Murabbiylar street, Fergana city, 150100. Tel. (+99873) 244-44-02; fax: (+99873) 244-44-93, e-mail: fardu_info@umail.uz.)

The abstract of the dissertation was delivered on «__» _____ 2025 y.

(mailing report № __ on «__» _____ 2025 y.)

A.A.Ibragimov

Chairman of the Scientific Council
awardingscientific degree,
doctor of chemical sciences, professor

Sh.Sh.Turgunboev

Scientific secretary of the Scientific
Council awarding scientific degree,
PhD, associate professor

Sh.V.Abdullaev

Chairman of the Scientific
Seminarat the Scientific Council awarding
scientific degree, doctor of
chemical sciences, professor

INTRODUCTION (Abstract to the dissertation of the doctor of philosophy (PhD))

The purpose of the research of this dissertation The study of *A. aphylla* L. plant involves the isolation of secondary metabolites from its endophytic fungus and determining their structure, physicochemical properties, and biological characteristics.

The objects of the research The study involves the *A. aphylla* plant, its endophytic fungal strain, and their compounds.

The scientific novelty of the study is as follows:

For the first time, the following secondary metabolites were isolated from the endophytic fungus of the *A. aphylla* plant: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-4H-chromen-4-one, 3-methylcatechol, deoxycholic acid, and di-(2-ethylhexyl)phthalate; their structure and chemical properties were determined;

Apigenin 5-galactoside and luteolin 5-galactoside were isolated from the alcoholic extract of the *A. aphylla* plant, and their structure and chemical properties were identified;

The amino acid and vitamin composition of the *A. aphylla* plant was confirmed, and the content of 38 macro- and microelements was determined using the neutron activation analysis method;

For the first time, a plant protection agent against pests was developed based on the sulfate salt of anabasine, extracts of *A. gypsophiloides* and *X. campestris*, and ascorbic acid;

A new strain of the endophytic fungus of the *A. aphylla* plant was identified, and the antimicrobial activity of its extract was confirmed.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained in determining the structure and biological activity of secondary metabolites isolated from the *A. aphylla* plant and its endophytic fungus:

The nucleotide sequence of the endophytic fungus *Clonostachys aranearum* isolated from the *A. aphylla* plant was registered in the National Center for Biotechnology Information (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/2929818510>) under accession number PV290627. As a result, access to the genetic data of the endophytic fungal strain has been provided for researchers in the field;

A plant protection agent against pests (aphids, spider mites, caterpillars, thrips), based on the sulfate salt of the anabasine alkaloid, was implemented in cotton and grain farms "Zilkha Istiqlol Fayz", "Muzaffar Muxtor Zamini", and "Sardor Saxovat Fayz" in the Oltiariq district of Fergana region (according to reference No. 05/06-02-449 of the National Center for Knowledge and Innovation in Agriculture dated May 10, 2025). As a result, it became possible to protect cotton plants from pests and increase yield by 3–4%;

The results of determining the chemical composition of the endophytic fungus of the *A. aphylla* plant were used in the preparation of the textbook "Isolation, Purification and Analysis of Biologically Active Substances from Natural Sources" (Order No. 429 of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation dated November 11, 2024). As a result, it helped strengthen the knowledge of specialists

in bioorganic chemistry at higher educational institutions.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, a list of references, and appendices. The total length of the dissertation is 99 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, part I)

1. Жалолов И.Ж., Шергозиёв К.М., Обидов М.В.. Изучение химического состава элементов в растении *Anabasis aphylla* L. // *Universum* – 2024. 12(126). С 49-52.
2. Жалолов И.Ж., Шергозиёв К.М., Мирзаолимов М.М.. Изоляция и характеристика 3-метилкатехола, синтезируемого грибами из *Anabasis aphylla* L. // *FarDU ilmiy xabarlar* – 2024. –№6. С.113-117.
3. Шергозиёв К.М., Жалолов И.Ж., Тургунбоев Ш.Ш. Исследование биологически активных веществ, синтезированных эндوفитными грибами растения *Anabasis aphylla* L. // *O'zMU xabarlari* – 2024. № 3/2/1. С 444-447.
4. Sherg'oziyev Q.M., Jalolov I.J., Oxunov I.I., Islomova D.I.. Farg'ona vodiysi chenopodiaceae oilasiga mansub *Anabasis aphylla* L. o'simligining alkaloid tarkibini tadqiq qilish // *Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar* – 2024 №4. В 46-50.
5. Sherg'oziyev Q.M., Jalolov I.J., Nazarov O.M.. O'zbekistondagi *Anabasis aphylla* L. o'simligining fitokimyoviy komponentlarini o'rganish // *FarDU ilmiy xabarlar* – 2024. №6. В.125-128.

II bo'lim (II часть, part II)

6. Jalolov I.J., Sherg'oziyev Q.M.. O'simliklar o'sishi va rivojlanishida endofit zamburug'lari hamda biologik faol moddalar sintezining ahamiyati // “Bioorganik kimyo fani muammolari” XI respublika yosh kimyogarlilar ilmiy-amaliy konferensiya materiallari – NamDU 2024. В. 212-214.
7. Jalolov I.J., Sherg'oziyev Q.M.. *Anabasis aphylla* L. o'simligi va endofit zamburug'larining kimyoviy tadqiqi // “Bioorganik kimyo fani muammolari” XI respublika yosh kimyogarlilar ilmiy-amaliy konferensiya materiallari – NamDU 2024. В. 214-216.
8. Jalolov I.J., Sherg'oziyev Q.M.. *Anabasis aphylla* L. o'simligi va uning endofitlaridan ajratilgan kimyoviy moddalarning tadqiqi // “Kimyo, organik moddalar va neft-gaz sanoati sohalardagi dolzarb muammolar va innovatsion yechimlar” Respublika ilmiy-amaliy anjumani // *NamMTI* – 2024. В. 530-532.
9. Sherg'oziyev Q.M., Mirzaolimov M.M.. *Anabasis aphylla* L. o'simligi kimyoviy elementlar tarkibini aniqlash // *NamMTI* – 2024. В. 597-600.
10. Жалолов И.Ж., Шергозиёв К.М.. Эндوفитные грибы *Anabasis aphylla* L.: биоактивные соединения и их роль в повышении устойчивости растений к стрессу // *Междисциплинарные аспекты современной науки: новые подходы и технологии. Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, Российская Федерация Агентство международных исследований* – 2024 г. С 211-213.
11. Sherg'oziyev Q.M., Nazarov O.M. *Anabasis aphylla* L. o'simligining zamonaviy ekologik muammolarni bartaraf etishdagi o'rni // “Ekologik ta'lim tizimini rivojlantirishning dolzarb masalalari” // *FarDU* – 2025. 214-215.

12. Shergʻoziyev Q.M., Saminov X.N. *Anabasis aphylla* L. oʻsimligi va uning endofit zamburugʻlarining ekologik va atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyati // “Ekologik taʼlim tizimini rivojlantirishning dolzarb masalalari” // FarDU – 2025. 215-217.

13. Жалолов И.Ж., Шергозиев К.М.. Биоактивные метаболиты эндофитов *A. aphylla* L.: выделение, характеристика и спектроскопический анализ // Pedagogical sciences and teaching methods: a collection scientific works of the International scientific conference (17 May, 2025) - Copenhagen: 2025. Part 45. P 252-253.

Avtoreferat Farg‘ona davlat universiteti
tilshunoslik kafedrasida qoshidagi
“Lingvistik tahrir va tarjimashunoslik”
ilmiy - tadqiqot markazida
2025-yil -may kuni tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: -may 2025-yil.
Adadi 100. Bichimi 84 x 108 1/16.
Nashriyot bosma tabog‘i – 3,5. Shartli bosma tabog‘i – 1,75.
“Times New Roman” garniturasida.
“Poligraf Super Servis” MCHJ
Manzil: 150114, Farg‘ona viloyati, Farg‘ona shahar,
Aviasozlar ko‘chasi, 2-uy.

