ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

ALYTICAL REVIEW OF APIGENIN AND ITS PROPERTIES, OBTAINANCE AND APPLICATIONS

Kumush Razzaqova
PhD student, Faculty of Chemistry, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.
Tel: +998946599630
E-mail: kumushrazzaqova@icloud.com
Tursunali Kholikov
Professor, Department of Organic and Oil-Gas Chemistry, Faculty of Chemistry, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Candidate of Chemical Sciences
Tel: +998998907244

Abstract. Apigenin (4′,5,7-trihydroxyflavone) is a natural compound belonging to a small group of flavonoids (flavones) that are widely distributed in the plant world. Apigenin is a natural flavonoid with very broad biological and pharmacological activity. It possesses antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, and neuroprotective properties. It is found in many vegetables, fruits, and medicinal plants in the form of an aglycone or glycoside.

Keywords: apigenin, flavonoid, antioxidant, quercetin, antiviral.

Аннотация. Апигенин (4′,5,7-тригидроксифлавон) — это природное соединение, принадлежащее к небольшой группе флавоноидов (флавонов), широко распространенных в растительном мире. Апигенин — это природный флавоноид, обладающий очень широкой биологической и фармакологической активностью. Он обладает антиоксидантными, противовоспалительными, противораковыми и нейропротективными свойствами. Он встречается во многих овощах, фруктах и лекарственных растениях в виде агликона или гликозида.

Ключевые слова: апигенин, флавоноид, антиоксидант, кверцетин, противовирусный.

Annotatsiya. Apigenin (4′,5,7-trigidroksiflavon) — bu o‘simliklar olamida keng tarqalgan flavonoidlar kichik guruhiga (flavonlar) mansub tabiiy birikma**.** Apigenin juda keng ko‘lamli biologik va farmakologik faollikka ega bo‘lgan tabiiy flavonoiddir. U antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, saratonga qarshi va neyroprotektiv xususiyatlarga ega**.** U ko‘plab sabzavotlar, mevalar va dorivor o‘simliklarda aglikon yoki glikozid shaklida uchraydi**.**

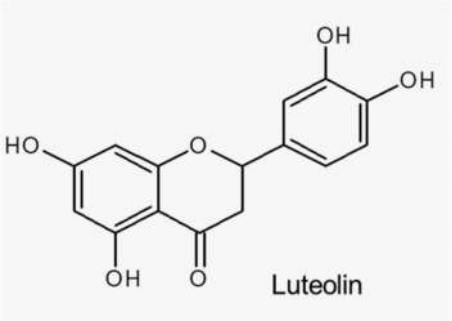
Kalit so‘zlar. Apigenin, flavonoid, antioksidant, kvertsetin, antiviral, neyroprotektiv, antidepressant, Altsgeymer kasalligi**.**

KIRISH.

1.Flavanoidlar va ularning kelib chiqishi

Flavanoidlar — o‘simliklar dunyosida keng tarqalgan, past molekulyar og‘irlikdagi polifenol tabiatli ikkilamchi metabolitlar guruhidir [1]. Hozirgi kunga qadar tabiiy manbalardan 8,000 dan 10,000 gacha turli xil flavanoidlar ajratib olingan va ularning soni har oyda o‘rtacha 10 taga ko‘payib bormoqda [2].

Flavanoidlarning biosintezi o‘simliklarda murakkab jarayon bo‘lib, barcha flavanoidlar o‘simliklarda fenilalanin aminokislotasidan umumiy fenilpropanoid yo‘li orqali sintezlanadi [3].



1-rasm



2-rasm

Flavanoidlar markaziy geterotsiklik C halqasining oksidlanish darajasi va almashinish shakliga qarab bir necha yirik kichik guruhlarga bo‘linadi [4]:

1. Flavonlar: Masalan, apigenin va lyuteolin [1-rasm].
2. Flavonollar: Masalan, kvertsetin [2-rasm], kempferol va miratsetin.
3. Flavanonlar: Masalan, gesperetin va naringenin.
4. Flavan-3-ollar (katexinlar): Masalan, epikatexin va gallokatexin [5].
5. Antotsianidinlar: O‘simliklarga qizil, binafsha va ko‘k rang beruvchi pigmentlar [6].
6. Izoflavonlar: Asosan dukkakli o‘simliklarda uchraydi [7].

Flavanoidlar o‘simliklarning o‘sishi va atrof-muhit bilan o‘zaro ta'sirida muhim rol o‘ynaydi: O‘simliklarni zararli ultrabinafsha nurlanishidan himoya qiladi va quyosh nurini yutuvchi filtr vazifasini o‘taydi [8]. Gullar va mevalarning rangini belgilab, hasharotlar va qushlarni changlatish hamda urug‘ tarqatish uchun jalb qiladi. O‘simliklarni mikroblardan, qo‘ziqorinlardan, viruslardan va hasharotlar hujumidan himoya qiluvchi fitoleksinlar vazifasini bajaradi. Tuproqdagi mikroorganizmlar bilan muloqotda ishtirok etadi, masalan, dukkakli o‘simliklarda ildiz tugunlari hosil bo‘lishini tartibga soladi. Flavanoidlar inson organizmiga tushganda keng ko‘lamli farmakologik ta'sir ko‘rsatadi: *Antioksidantlik:* Bu ularning eng muhim xossasi bo‘lib, erkin radikallarni neytrallash orqali hujayra va DNKni oksidlanish shikastlanishidan himoya qiladi [9]. *Yallig‘lanishga qarshi:* Yallig‘lanish mediatorlari (masalan, prosta-glandinlar) va fermentlarni (COX-2) ingibirlash orqali surunkali kasalliklarning oldini oladi [10]. *Yurak-qon tomir tizimini himoya qilish:* Qon tomirlari o‘tkazuvchanligini normallashtiradi (P-vitamin faolligi), kapillyarlarni mustahkamlaydi va xolesterin

ISSN 3030-3907

darajasini pasaytiradi [11]. Flavanoidlarning saraton hujayralari o‘sishini to‘xtatish, antiviral (viruslarga qarshi) va neyroprotektor (asab hujayralarini asrash) xususiyatlari ilmiy isbotlangan [12].

"Flavanoid" so‘zi lotincha *flavus* (sariq) so‘zidan olingan bo‘lib, flavon va flavonollar sariq rangga ega. Antotsianlar pH muhitiga qarab rangini qizildan ko‘kka o‘zgartirishi mumkin. Ular tabiatda erkin shaklda (aglykonlar) yoki qandlar bilan birikkan (glikozidlar) holda uchraydi. Glikozidlar suvda yaxshi eriydi, aglykonlar esa ko‘proq organik erituvchilarda (spirt, atseton) eriydi. Flavanoidlar og‘ir metallar (temir, mis, alyuminiy) ionlari bilan barqaror xelat komplekslar hosil qilish qobiliyatiga ega. Manbalarga ko‘ra, o‘simliklar dunyosida flavanoidlar miqdori turlararo juda keng farqlanadi. Quyidagi o‘simliklar flavanoidlarning turli kichik guruhlariga eng boy manbalar hisoblanadi: Quritilgan petrushka apigenin miqdori bo‘yicha rekord darajadagi ko‘rsatkichga ega (100 grammda o‘rtacha 4503 mg). Yangi uzilgan petrushkada ham apigenin va miratsetin miqdori yuqori. Meksika oreganosi (Oregano): Quritilgan holatda lyuteolin (1028 mg/100g) va naringenin (372 mg/100g) ning juda boy manbaidir. Seldr urug‘i (Celery seed): Lyuteolin (762 mg/100g) va apigenin (78 mg/100g) ga boy. Lyuaj (Lovage): Barglarida kvertsetin miqdori juda yuqori bo‘lib, 100 grammda 170 mg ni tashkil qiladi. Kapers (Capers): Kempferol (259 mg/100g) va kvertsetin (233 mg/100g) ning eng boy sabzavot manbalaridan biridir. Ayniqsa qizil piyoz kvertsetinga boy bo‘lib, uning miqdori o‘rtacha 39 mg/100g (maksimal 191 mg/100g gacha) yetishi mumkin. Karam (Kale) va Ismaloq (Spinach): Kempferol (karamda 46 mg/100g, ismaloqda 6 mg/100g) va kvertsetinning yaxshi manbalaridir. Shovul (Dock): Barglarida kvertsetin miqdori juda yuqori — 86 mg/100g. Marjonmeva (Elderberry): Antotsianidinlar (tsianidin) ga eng boy rezavorlardan biri bo‘lib, miqdori 485 mg/100g ga yetadi. Aroniya (Chokeberry): Tsianidin miqdori juda yuqori (344 mg/100g). Chernika (Blueberry) va Qora smorodina (Black currant): Turli xil antotsianidinlar va flavonollarga (miratsetin, kvertsetin) boy. Anjir (Figs): Kvertsetin va katexinlarning yaxshi manbaidir. Kakao loviyalari (Cacao beans): Flavan-3-ollar (katexinlar) ning eng boy manbaidir. Xom kakao loviyalarida gallokatexin miqdori o‘ta yuqori (8262 mg/100g). Yashil choy katexinlarga (ayniqsa EGCG) juda boy bo‘lsa, qora choyda kempferol va kvertsetin miqdori ko‘proq. Chiya urug‘i (Chia seeds): Kempferol (12 mg/100g) va kvertsetin (18 mg/100g) manbaidir [13].

Flavanoidlar miqdori o‘simlikning o‘sish joyi, iqlim sharoiti va saqlash usuliga qarab sezilarli darajada o‘zgarishi mumkin [14].

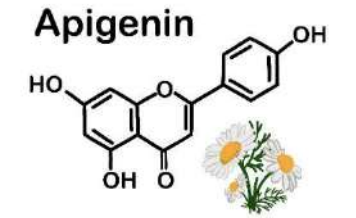
2. Apigenin va uning xossalari

Apigenin [3-rasm] (4′,5,7-trigidroksiflavon) — bu o‘simliklar olamida keng tarqalgan flavonoidlar kichik guruhiga (flavonlar) mansub tabiiy birikma bo‘lib,

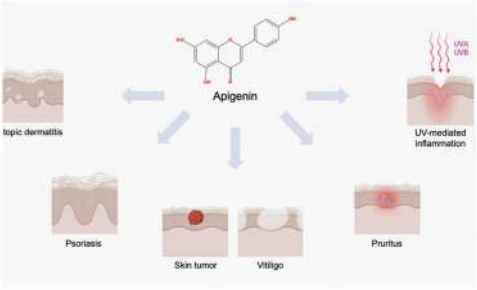
ISSN 3030-3907

uning molekulyar strukturasi va molekulyar massasi 270,24 g/mol ga teng. U ko‘plab sabzavotlar, mevalar va dorivor o‘simliklarda aglikon yoki glikozid shaklida uchraydi [15]. U yaxshi sinovdan o‘tgan va sog‘liq uchun juda ko‘p foydali xususiyatlarga ega. Apigenin bo‘yicha tadqiqotlar birinchi marta 1960-yillarda, uning kimyoviy himoya xususiyatlari esa 1980 — yillarda boshlangan. So‘nggi yillarda apigeninga katta e’tibor qaratilmoqda, chunki u past toksiklikka ega va bir necha xil hujayra turlarida saraton hujayralarining normal o‘sishi, hayotiyligi uchun turli xil ta’sir ko‘rsatadi. Barcha flavonoidlardan apigenin sog‘liqqa ta’siri bo‘yicha eng keng tarqalgan va eng ko‘p o‘rganilganlardan biridir. Apigenin bizning ozuqamizdagi ko‘plab o‘simliklarda uchraydi:

- petrushka;
- selder;
- piyoz;
- apelsinlar;
- moychechak.



3-rasm



4-rasm

Sof holatda u sariq rangli kukun yoki ignasimon kristallar ko‘rinishida bo‘ladi. Apigenin suvda (taxminan 1,35–2,16 g/mL) va no-polyar erituvchilarda juda yomon eriydi. Biroq, u dimetilsulfoksidda (DMSO) juda yaxshi (>100 mg/mL), shuningdek, issiq etanolda va suyultirilgan kaliy gidroksidda (KOH) mo‘tadil eriydi. Birikma xona haroratida beqaror bo‘lgani sababli, uni -20°C haroratda va yorug‘likdan himoyalangan joyda saqlash tavsiya etiladi [19]. Biopharmaceutics tasniflash tizimiga (BCS) ko‘ra, u II sinf (yuqori o‘tkazuvchanlik va past eruvchanlik) moddalariga kiradi [16].

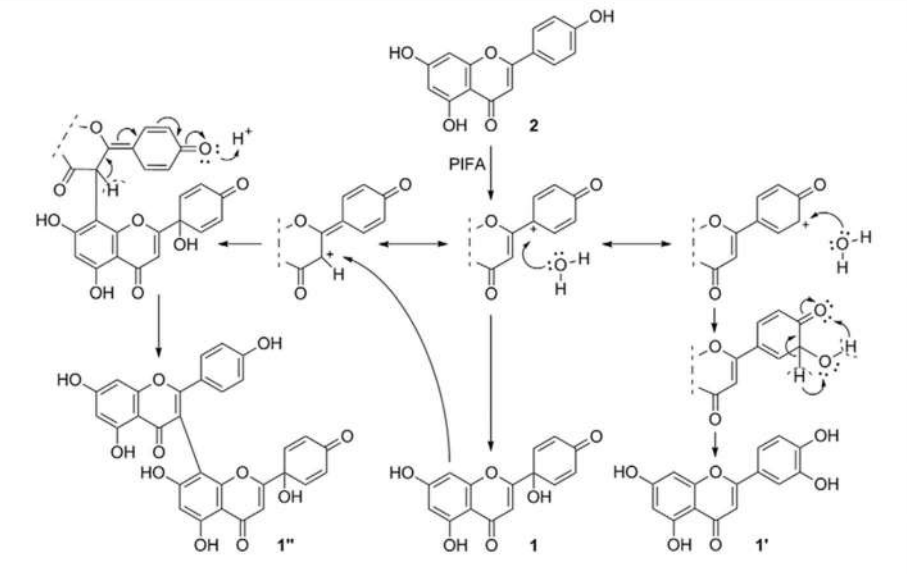
Apigenin ko‘plab o‘simlik manbalarida sezilarli miqdorda mavjud:

Petrushka (Parsley): Quritilgan petrushka apigeninning eng boy manbai hisoblanadi (taxminan 45 mg/g). Moychechak (Chamomile): Moychechak choyi tarkibida 0,8% dan 1,2% gacha apigenin mavjud bo‘lib, u o‘zining tinchlantiruvchi ta'siri bilan mashhur [17]. Seldr, piyoz, apelsin, grapefruit, kumkvat, timyan, oregano va ba'zi ichimliklar (choy, pivo va vino) ham boy manbalar sanaladi [18].

Apigeninning ko‘plab xususiyatlari ma’lum, ammo eng mashhurlari uning saratonga qarshi va neyroprotektiv xususiyatlari [4-rasm]. Adabiyotlarda

ISSN 3030-3907

yozilishicha bir qator olimlar past toksikligi bilan yangi istiqbolli saraton kasalligiga qarshi vosita bo‘luvchi protoapigenon, B-halqasida noodatiy p-kinol guruhi mavjud bo‘lgan tabiiy flavonoid hozirda ishlab chiqilmoqda. Apigenindan protoapigenonning birinchi iqtisodiy, bir bosqichli sintezi gramm miqyosigacha tavsiflangan. Shuningdek, 13 ta yangi 19-O-alkilflavon analoglari sintez qilingan, ularning ba’zilari apigenindan, ba’zilari esa b-naftoflavondan olingan [1-sxema]. Har bir birikmaning in vitro sitotoksik faolligi olti inson saraton hujayra liniyalarida (HepG2, Hep3B, Ca9-22, A549, MCF-7 va MDA-MB-231) sinovdan o‘tkazilgan. 19-O-alkil-protoapigenon hosilalari holatida, tuzilma-faollik munosabatlari yon zanjirga bog‘liq ekani aniqlangan va protoapigenon 19-O-butil efiri uchta hujayra liniyasiga (Hep3B, MCF-7 va MDA-MB-231) uning o‘zgartirilmagan analogi protoapigenondan ancha kuchliroq ta’sir ko‘rsatishi ma’lum bo‘lgan [19].



1-sxema. Protoapigenon sintezi.

Antidepressant va tinchlantiruvchi ta’siri. Yuqori dozalarda apigenin yengil sedativ va mushak tinchlantiruvchi ta’sirga ega bo‘lishi mumkin. Kichikroq bo‘lsa, u tashvish va depressiv simptomlarni kamaytirishi mumkin, ammo sedativ ta’sir ko‘rsatmaydi. Oshqozon-ichak traktiga singib ketgandan so‘ng, apigenin qon-miya to‘sig‘ini yengib, miyaga yetib borishi mumkin.

Klinik tadqiqot depressiya tashxisi qo‘yilgan bemorlarda o‘tkazildi, ularga kuniga uch marta 500 mg dan 1,2% standartlashtirilgan romashka ekstrakti berildi. Bu kuniga jami 18 mg apigenin berdi. Tadqiqot ikki bosqichga bo‘lingan. Birinchi holda, romashka barcha 179 bemorga romashka qo‘shimchalariga javob beradigan odamlarni tanlash uchun berildi. Ikkinchi bosqichga 93 kishi, ya’ni butun guruhning 52 foizi o‘tdi. Ushbu bosqichda bemorlar ikki guruhga bo‘lingan: romashka ekstrakti bilan davolanishni davom ettirgan va platsebo olgan.

ISSN 3030-3907

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, romashka apigenin kasallikning qaytalanish xavfini biroz kamaytirdi, ammo depressiya belgilarining og‘irligini aniq kamaytirdi. Moychechak guruhining qo‘shimcha afzalliklari vazn yo‘qotish va qon bosimining pasayishi edi. Davolash xavfsiz edi va xabar qilingan nojo‘ya ta’sirlar tadqiqot guruhi sezilarli darajada farq qilmadi. Ammo shuni yodda tutingki, romashka tarkibida boshqa flavonoidlar ham mavjud bo‘lib, ular ta’sirga ham ta’sir qilishi mumkin.

Tinchlantiruvchi ta’sir tufayli apigenin ba’zan kechqurun uyqu sifatini yaxshilash uchun ishlatiladi. Afsuski, 6 oydan ortiq uyqusizlik bilan og‘rigan odamlarda o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, >2,5 mg apigenin bilan romashka ekstrakti uxlab qolish va uxlash vaqtini yaxshilamagan, lekin hech bo‘lmaganda kunduzgi faoliyatini biroz yaxshilagan.

Altsgeymer kasalligi va xotira muammolaridan himoya qilish.

Bugungi kunga qadar Altsgeymer kasalligi uchun samarali dori ishlab chiqilmagan va zamonaviy farmakologik muolajalar simptomlarni yengillashtirishga qaratilgan. Tadqiqotchilar diet apigenin mikrogliya faollashuvining oldini olish va Altsgeymer kasalligining boshlanishini oldini olish yoki kechiktirish uchun samarali uzoq muddatli vosita bo‘lishi mumkinligini tan olishadi. Apigeninning neyroprotektiv ta’siri sichqonlarda o‘tkazilgan bir qancha tadqiqotlarda ko‘rsatilgan.

Kasallikning ushbu modeliga ega sichqonlarda apigenin qo‘shilishi xotiraning yaxshilanishiga va o‘rganish qobiliyatining buzilishini bartaraf etishga, shuningdek, Altsgeymer kasalligining rivojlanishi va rivojlanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lgan erimaydigan beta-amiloid peptid kontsentratsiyasining pasayishi bilan tolali amiloid birikmalarining kamayishiga olib keldi. Bundan tashqari, apigenin xotira funktsiyalarida ishtirok etadigan va Altsgeymer kasalligi ayniqsa ta’sir qiladigan ERK/CREB/BDNF yo‘lining samaradorligini tiklaganligi ko‘rsatildi. Amneziya sichqonlarida o‘tkazilgan yana bir tadqiqotda apigenin xotira va fazoviy o‘rganish qobiliyatini yaxshilagan.

3. Apigenin olishning bir necha usullari

Apigeninni sof holda yoki yuqori konsentratsiyali ekstrakt ko‘rinishida olishning bir nechta asosiy usullari mavjud. Bular asosan tabiiy manbalardan ajratib olish (ekstraktsiya) va kimyoviy/biotexnologik sintez usullariga bo‘linadi.

1. Tabiiy manbalardan ajratib olish (Ekstraktsiya)

Bu eng keng tarqalgan va ekologik toza usul bo‘lib, unda apigeninga boy o‘simliklardan (masalan, quritilgan petrushka barglari yoki moychechak gullaridan) foydalaniladi.

- **An'anaviy usul (Sokslet ekstraktsiyasi yoki Masersiya):**

ISSN 3030-3907

O‘simlik kukuni etanol (spirt), metanol yoki ularning suvdagi aralashmasi (odatda 70-80% li etanol) bilan ma'lum vaqt davomida qaynatiladi yoki ivitib qo‘yiladi. Apigenin organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

- **Ultratovush yordamida ekstraktsiya (UAE - Ultrasound-Assisted Extraction):**

Bu zamonaviy va tezkor usuldir. Ultratovush to‘lqinlari o‘simlik hujayralari devorini parchalab, apigeninning erituvchiga (masalan, 80% li etanoli) oson va ko‘p miqdorda chiqishini ta'minlaydi. Odatda 30-35 daqiqa davom etadi.

- **Mikroto‘lqinli ekstraktsiya (MAE - Microwave-Assisted Extraction):**

Mikroto‘lqinlar yordamida o‘simlik materialini tez qizdirish orqali erituvchi sarfini kamaytirgan holda qisqa vaqt ichida yuqori unumdorlikka erishiladi.

- **Superkritik fluid (CO_2) ekstraktsiyasi:**

Yuqori bosim ostidagi suyuq karbonat angidrid gazidan erituvchi sifatida foydalaniladi. Bu usul zaharli kimyoviy erituvchilarsiz, mutlaqo toza apigenin olish imkonini beradi.

Tozalash va Kristallash (Purification)

O‘simlikdan olingan xom ekstrakt tarkibida faqat apigenin emas, balki boshqa moddalar ham bo‘ladi. Uni sof holda ajratib olish uchun:

1. **Kislotali gidroliz:** O‘simliklarda apigenin ko‘pincha glyukozaga birikkan holda (*apigenin-7-O-glucoside*) bo‘ladi. Uni sof apigeninga (aglikon) aylantirish uchun ekstrakt kislota bilan qaynatiladi (gidroliz qilinadi).
2. **Xromatografiya:** Kolonkali xromatografiya yoki Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) yordamida modda toza fraksiyalarga ajratiladi.
3. **Qayta kristallash:** Tozalangan fraksiya qayta kristallash orqali toza kukun holiga keltiriladi.

2. Kimyoviy Sintez Usuli

Laboratoriya yoki sanoat sharoitida apigeninni sun'iy molekulalardan qurish mumkin.

- **Baker-Venkataraman qayta guruhlanishi:** Bu klassik kimyoviy usul bo‘lib, unda *2,4,6-trigidroksiasetofenon* va *4-gidroksibenzoy kislotasi* hosilalari reaksiyaga kirishadi. Hosil bo‘lgan oraliq mahsulot kislotali sharoitda siklizatsiya (halqa hosil qilish) jarayonidan o‘tkazilib, apigenin molekulasi sintez qilinadi.
- *Kamchiligi:* Kimyoviy sintez ko‘p bosqichli bo‘lib, zaharli reaktivlar va yuqori energiya talab qiladi, shuning uchun tibbiyot va oziq-ovqat uchun ko‘pincha baribir tabiiy ekstrakt afzal ko‘riladi.

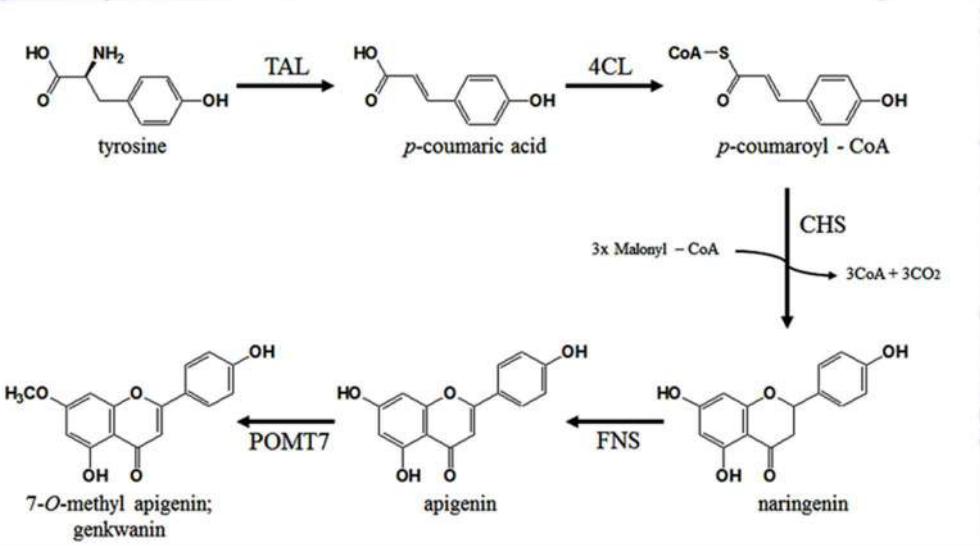
3. Biotexnologik (Mikrobiologik) Usul

Oxirgi yillarda gen muhandisligi yordamida apigenin olish yo‘lga qo‘yilmoqda.

- **Metabolik muhandislik:** *Escherichia coli* (ichak tayoqchasi) yoki *Saccharomyces cerevisiae* (pivo achitqisi) kabi mikrorganizmlarning geni

ISSN 3030-3907

o‘zgartiriladi. Ularga o‘simliklardagi apigenin sinteziga mas'ul bo‘lgan fermentlar genlari kiritiladi.



2-sxema. Mikrorganizmlarning geni o‘zgartirish orqali apigenin sintezi.

Bu mikrorganizmlar oddiy ozuqa muhitida (masalan, glyukoza yoki tirozin amino kislotasi mavjud muhitda) ko‘payib, o‘zlaridan apigenin ishlab chiqara boshlaydi. Bu usul kelajakda o‘simliklarni kesmasdan yoki yig‘masdan turib, tonnalab sof apigenin olish imkonini beradi.

O‘simlik materiallaridan ustunli xromatografiya (Sephadex LH-20, silikagel) va yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) yordamida ajratib olinadi [20].

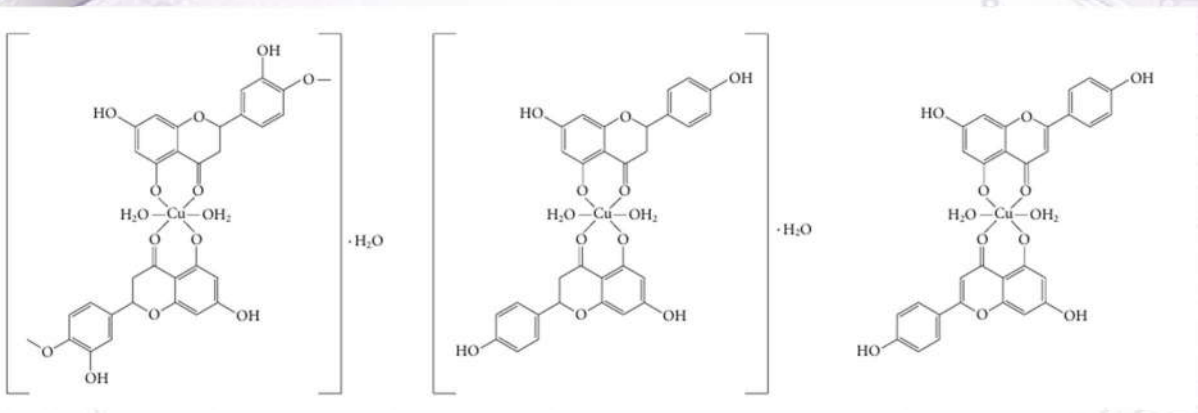
Zamonaviy ekstraksiya usullari: Subkritik suv ekstraksiyasi (SCW), mikroto‘lqinli va ultratovushli ekstraksiya usullari jarayonni samaraliroq va ekologik toza qilish imkonini beradi [21]. *Biosintez:* O‘simliklarda u fenilpropanoid yo‘li orqali L-fenilalanin yoki L-tirozin aminokislotalaridan sintezlanadi. *Mikrobiologik sintez:* Genetik muhandislik yordamida *E. coli* mikroorganizmlarida o‘simlik genlarini (4CL, CHS, CHI, FNS) rekonstruksiya qilish orqali apigenin olish usullari ishlab chiqilgan [22].

4. Apigeninning biologik aktivligi

Apigenin juda keng ko‘lamli biologik va farmakologik faollikka ega bo‘lgan tabiiy flavonoiddir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, u antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, saratonga qarshi va neyroprotektiv xususiyatlarga ega [23].

So‘ngi yillarda bir qator olimlar temir(II) komplekslari va Cu-koordinatsiyali apigenin hosilalariga qiziqishlar ularning tibbiy foydalanishlari sababli oshib bormoqda [3-sxema]. Metall asosidagi birikmalarni ishlab chiqishga ularning saratonga qarshi muvaffaqiyati turtki bo‘ldi [24].

ISSN 3030-3907

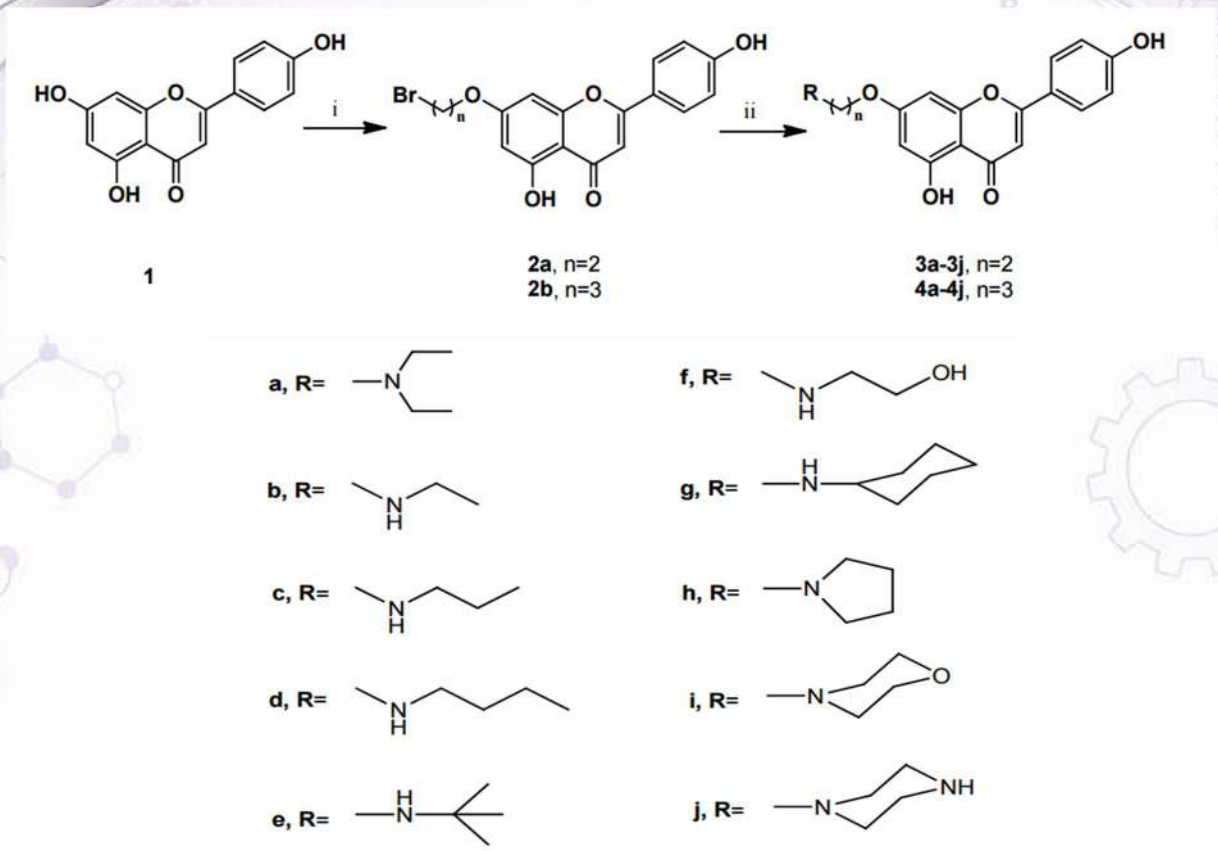


3-sxema. Cu(II) komplekslarining mumkin bo‘lgan tuzilmalari

Quyida apigeninning asosiy biologik faollik turlari keltirilgan:

Saratonga qarshi faollik: Apigenin turli xil saraton hujayralarining (ko‘krak, prostata, o‘pka, jigar, yo‘g‘on ichak va boshqalar) ko‘payishini tormozlaydi [25]. U buni hujayra siklini to‘xtatish (asosan G2/M va G0/G1 fazalarida) va apoptozni (hujayra o‘limini) qo‘zg‘atish orqali amalga oshiradi. Shuningdek, u yangi qon tomirlari hosil bo‘lishini (angiogenez) va saraton hujayralarining tarqalishini (metastaza) tormozlaydi [26]. *Antioksidant xossasi:* Apigenin erkin radikallarni yo‘qotuvchi agent sifatida harakat qiladi va organizmdagi antioksidant fermentlar (masalan, SOD, katalaza, glutation reduktaza) faolligini oshiradi. U oksidlovchi stress bilan bog‘liq bo‘lgan hujayra zararlanishini, DNK shikastlanishini va lipid peroksidlanishini kamaytiradi [27]. *Yallig‘lanishga qarshi ta'siri:* U yallig‘lanish sitokinlari (TNF-, IL-1, IL-6) va vositachilarining (COX-2, iNOS) darajasini pasaytiradi. Apigenin bu jarayonlarni NF-B, MAPK va boshqa muhim signal yo‘llarini tormozlash orqali boshqaradi [28]. *Neyroprotektiv faollik:* Apigenin qon-miya to‘sig‘ini kesib o‘tish qobiliyatiga ega bo‘lib, neyronlarni himoya qiladi va neyroyallig‘lanishni kamaytiradi [29]. U Altsgeymer kasalligida xotirani yaxshilash va amiloid tugunlari to‘planishini kamaytirishda, shuningdek, Parkinson kasalligi va depressiyada ijobiy ta'sir ko‘rsatishi aniqlangan. *Metabolik va yurak-qon tomir tizimiga ta'siri:* Antidiabetik: Qon shakari darajasini pasaytiradi, insulin sekretsiyasini stimullaydi va -glyukozidaza fermenti faolligini to‘xtatadi. Kardioprotektiv: Ateroskleroz rivojlanishini sekinlashtiradi, qon bosimini pasaytiradi va lipid almashinuvini (xolesterin va triglitseridlarni kamaytirish orqali) tartibga soladi. Apigenin antiviral (masalan, gepatit C, gripp, OIV-1), antibakterial va antiallergik xususiyatlarga ham ega. Shuningdek, u terini ultrabinafsha nurlanishidan himoya qiladi va yaralarning bitishini tezlashtiradi. Apigeninning eng katta kamchiligi uning suvda past eruvchanligi va past bio-o‘zlashtirilishi (bioavailability) bo‘lib, hozirda uning samaradorligini oshirish uchun nanopreparatlar ustida ishlanmoqda.

ISSN 3030-3907

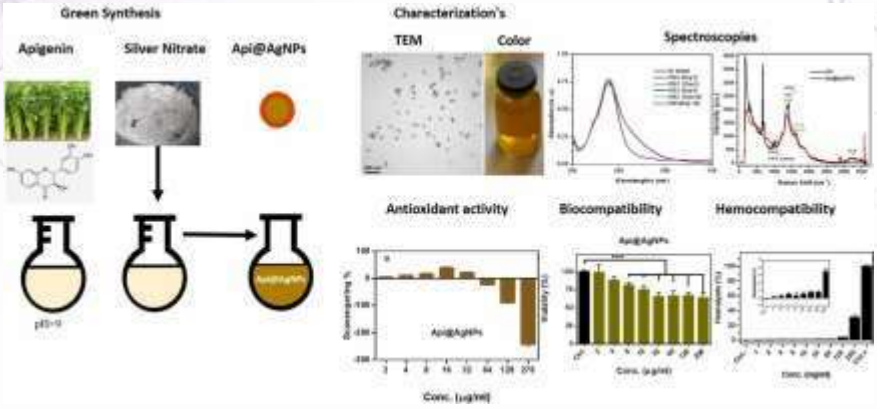


4-sxema. Modifikatsiyalangan apigenin hosilalarini sintezi.

Apigeninning biologik faoliyatini oshirish maqsadida, bir qator olimlar apigenin hosilalarini sintez qildi, bunda apigenin halqa tizimi C-7 pozitsiyasida turli oraliq birikmalar yordamida alkil amin guruhlari bilan bog‘langan, bu esa ularning lipofil sifatini oshirdi. 2a va 2b birikmalarining turli siklik va nosiklik alkil aminlar bilan suvsiz DMF muhitida 80 °C haroratda 2 dan 4 soatgacha reaktsiyaga kirishi natijasida mos ravishda 3a–3j va 4a–4j hosil bo‘ldi [4-sxema] [30].

Hozirgi kunda nanotexnologiyalarda muhim ehtiyoj metall nanozarrachalarni zararli bo‘lmagan usullar bilan ishlab chiqarishga kirish imkoniyatidir. Bu metall nanozarrachalar turli sanoat, kosmetika va farmatsevtika sohalarida jumladan biomeditsina sohasida ko‘plab qo‘llanmalarga ega bo‘lishi mumkin. Ko‘plab tadqiqotchilar metall nanozarrachalarni sintez qilishda ion-to‘ldiruvchi yoki yuzani stabilizatsiya qiluvchi sifatida ajratilgan o‘simlik birikmalarini kiritgan. Yaqinda chiqqan adabiyotlarda alkaloidlar, kurkuminoidlar, fenol kislotalari, flavonoidlar va boshqalarni ishlatib metall nanozarrachalarni sintez qilish haqida xabar berilgan.

ISSN 3030-3907



Bu yerda tabiiy 3-gidroksiflavon «apigenin (API)» dan o‘lchami boshqarilishi mumkin bo‘lgan kumush nanozarralar sintezi va ularning tavsifi keltirilgan. Nanozarralarning tuz eritmasida va oqsil namunasi mavjudligida barqarorligi tavsiflangan. Nihoyat, birinchi marta antioksidant faollik, hujayralarga toksiklik va gemoyacksonlik baholangan [31].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Verma A. K., Pratap R. The biological potential of flavones //Natural product reports. – 2010. – T. 27. – №. 11. – C. 1571-1593.
2. Berhow M. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination //Flavonoids in cell function. – 2002. – C. 61-76.
3. Ma D. et al. Expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of flavonoid in wheat leaves in response to drought stress //Plant physiology and biochemistry. – 2014. – T. 80. – C. 60-66.
4. Jurinjak Tušek A., Šamec D., Šalić A. Modern techniques for flavonoid extraction—to optimize or not to optimize? //Applied Sciences. – 2022. – T. 12. – №. 22. – C. 11865.
5. Bhagwat S., Haytowitz D. B., Holden J. M. USDA database for the flavonoid content of selected foods, Release 3.1 //US Department of Agriculture: Beltsville, MD, USA. – 2014. – C. 324-473.
6. Ginwala R. et al. Potential role of flavonoids in treating chronic inflammatory diseases with a special focus on the anti-inflammatory activity of apigenin //Antioxidants. – 2019. – T. 8. – №. 2. – C. 35.
7. Alseekh S. et al. The style and substance of plant flavonoid decoration; towards defining both structure and function //Phytochemistry. – 2020. – T. 174. – C. 112347.
8. Verma A. K., Pratap R. The biological potential of flavones //Natural product reports. – 2010. – T. 27. – №. 11. – C. 1571-1593.
9. Furuta E. et al. Fatty acid synthase gene is up-regulated by hypoxia via activation of Akt and sterol regulatory element binding protein-1 //Cancer research. – 2008. – T. 68. – №. 4. – C. 1003-1011.

ISSN 3030-3907

10. Lotito S. B., Frei B. Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon? //Free Radical Biology and Medicine. – 2006. – T. 41. – №. 12. – C. 1727-1746.
11. Morris M. E., Zhang S. Flavonoid–drug interactions: effects of flavonoids on ABC transporters //Life sciences. – 2006. – T. 78. – №. 18. – C. 2116-2130.
12. Bhagwat S., Haytowitz D. B., Holden J. M. USDA database for the flavonoid content of selected foods, release 3 //US Department of Agriculture: Beltsville, MD, USA. – 2011. – T. 159.
13. Феськова Е. В. и др. Условия экстракции и идентификация флавоноидов, стимулирующих регенерацию тканей //Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2019. – №. 1 (217). – С. 49-53.
14. Madunić J. et al. Apigenin: A dietary flavonoid with diverse anticancer properties //Cancer letters. – 2018. – T. 413. – C. 11-22.
15. Xu Y., Li X., Wang H. Protective roles of apigenin against cardiometabolic diseases: a systematic review //Frontiers in nutrition. – 2022. – T. 9. – C. 875826.
16. Thomas S. D. et al. Pharmacological and molecular insight on the cardioprotective role of apigenin //Nutrients. – 2023. – T. 15. – №. 2. – C. 385.
17. Jiang X., Huang H. The therapeutic potential of apigenin against atherosclerosis //Heliyon. – 2025. – T. 11. – №. 1.
18. Kashyap P. et al. Functionality of apigenin as a potent antioxidant with emphasis on bioavailability, metabolism, action mechanism and in vitro and in vivo studies: A review //Journal of food biochemistry. – 2022. – T. 46. – №. 4. – C. e13950.
19. Hunyadi A. et al. Direct semi-synthesis of the anticancer lead-drug protoapigenone from apigenin, and synthesis of further new cytotoxic protoflavone derivatives //PLoS One. – 2011. – T. 6. – №. 8. – C. e23922.
20. 20.Tomou E. M. et al. Bio-actives from natural products with potential cardioprotective properties: isolation, identification, and pharmacological actions of apigenin, quercetin, and silibinin //Molecules. – 2023. – T. 28. – №. 5. – C. 2387.\
21. Cvetanović A. et al. Isolation of apigenin from subcritical water extracts: Optimization of the process //The Journal of Supercritical Fluids. – 2017. – T. 120. – C. 32-42.
22. 이혜진 et al. Biosynthesis of Two Flavones, Apigenin and Genkwanin, in Escherichia coli //Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2015. – T. 25. – №. 9. – C. 1442-1448.
23. Kim J. K., Park S. U. Recent insights into the biological functions of apigenin //EXCLI journal. – 2020. – T. 19. – C. 984.

ISSN 3030-3907

24. Tan M. et al. Synthesis, cytotoxic activity, and DNA binding properties of copper (II) complexes with hesperetin, naringenin, and apigenin //Bioinorganic chemistry and applications. – 2009. – T. 2009. – №. 1. – C. 347872.
25. Yan X. et al. Apigenin in cancer therapy: Anti-cancer effects and mechanisms of action //Cell & bioscience. – 2017. – T. 7. – №. 1. – C. 50.
26. Ashrafizadeh M. et al. Apigenin as tumor suppressor in cancers: biotherapeutic activity, nanodelivery, and mechanisms with emphasis on pancreatic cancer //Frontiers in Chemistry. – 2020. – T. 8. – C. 829.
27. Allemailem K. S. et al. Apigenin: a bioflavonoid with a promising role in disease prevention and treatment //Biomedicines. – 2024. – T. 12. – №. 6. – C. 1353.
28. Yoon J. H., Kim M. Y., Cho J. Y. Apigenin: A therapeutic agent for treatment of skin inflammatory diseases and cancer //International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – T. 24. – №. 2. – C. 1498.
29. Islam M. A. et al. Evaluation of cholinesterase inhibitory and antioxidant activity of Wedelia chinensis and isolation of apigenin as an active compound //BMC complementary medicine and therapies. – 2021. – T. 21. – №. 1. – C. 204.
30. Zhao L. et al. Efficient synthesis and in vitro hypoglycemic activity of rare apigenin glycosylation derivatives //Molecules. – 2023. – T. 28. – №. 2. – C. 533.
31. Mohammadi E., Amini S. M. Green synthesis of stable and biocompatible silver nanoparticles with natural flavonoid apigenin //Nano-Structures & Nano-Objects. – 2024. – T. 38. – C. 101175.

ISSN 3030-3907