

Жаратылыстану ғылымдары



Естественные науки



Natural sciences

FTAMP 62.09.99

М.Б. Садыкова¹ (orcid - 0009-0005-0443-0272) – негізгі автор,
А.К. Мухтаров² (orcid - 0000-0001-9020-2551)

¹Магистрант, ²Хим. ғылым. канд., доцент,

^{1,2}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан
e-mail:¹manshuksadykova01@gmail.com, ²abilkhas@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/DTTS5328>

ФЛАВОНОИДТАР НЕГІЗІНДЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР ӨНДІРІСІ

Аңдатпа. Бұл жұмыс флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттарды өндірудегі зерттеулер мен әзірлемелердің қазіргі жағдайына шолу жасайды және олардың медицинада, тамақ және косметика өнеркәсібіндегі әлеуетті маңыздылығын көрсетеді.

Тірек сөздер: Флавоноидтар, биологиялық белсенді заттар, бөліп алу, модификация, Биологиялық белсенділік, Антиоксиданттар, өндіріс.

Кіріспе. Флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттардың өндірісін зерттеу осы уақытқа дейін толық ашылмаған өзекті және перспективалы тақырып болып табылады. Флавоноидтарды белсенді зерттеуге қарамастан, олардың өндірісіне, тұрақтылығына және биожегімділігіне байланысты көптеген аспектілер әлі де аз зерттелген. Бұл қосымша теориялық және эксперименттік зерттеулерге жол ашады. Бұл мақала флавоноидтар туралы түсінікті кеңейтіп қана қоймай, осы табиғи қосылыстарды медицина мен өнеркәсіпте қолданудың жаңа мүмкіндіктерін қарастыруға мүмкіндік береді.

Фитопрепараттардың перспективалы көздерінің бірі құрамында флавоноидтар бар дәрілік өсімдіктер болып саналады, олар өсімдіктерде кең таралуына және құрылымдық әртүрлілігіне байланысты қазіргі уақытта фармакогнозия, фармация және медицина саласындағы зерттеушілердің назарында [1].

Флавоноидтар-жемістерде, көкөністерде, дәндерде, қабықта, тамырларда, сабақтарда және гүлдерде кездесетін әртүрлі фенолдық құрылымы бар табиғи заттар тобы [2].

Олар өсімдіктерде әртүрлі функцияларды атқарады, атап айтқанда пигментацияға жауап береді және саңырауқұлақтар мен жәндіктерден қорғауға қатысады. Химиялық құрылымы бойынша құрылымына байланысты флавонолдар, антоцианидиндер, флавонондар, флавонондар және халкондар болып бөлінеді [3].

Эксперименттік және клиникалық зерттеулер олардың антиоксидантты, антибактериалдық, цитопротекторлық, гепатопротекторлық, антигипоксикалық және басқа да көптеген әсерлерін анықтады [4].

Флавоноидтардың ағзаға әсеріне қатысты ең үлкен назар олардың күшті антиоксиданттық белсенділігіне аударылуы керек. Флавоноидтарға антиоксидант ретінде қызығушылық 1990 жылдардың ортасында пайда болды және көбінесе "Француз парадоксы" сияқты тағамдық құбылыстың пайда болуымен байланысты болды [5].

Бірқатар эпидемиологиялық зерттеулер көрсеткендей, Жерорта теңізі елдерінің тұрғындары майлы тағамдарды тұтынуы, көбінесе физикалық белсенділіктің төмендігіне және темекі шегудің таралуына қарамастан, тамақтану ерекшеліктері жүрек-қан тамырлары ауруларының салыстырмалы түрде төмен пайызымен және өмір сүру ұзақтығымен ерекшеленеді. Осы елдерді мекендейтін адамдардың диетасын зерттеу олардың рационында негізінен көкөністерде, жемістерде, қызыл шарапта және қызыл жүзімде әртүрлі флавоноидты қосылыстардың едәуір мөлшерінің болуын көрсетті [6].

In vitro жүргізген көптеген зерттеулер флавоноидтарды бос радикалдар тудыратын жасушалық зақымдануды тікелей немесе жанама түрде әлсіретуге немесе алдын алуға қабілетті ферментті емес антиоксиданттарға жатқызуға болатынын көрсетеді [7].

Антиоксиданттар организмді тотығу стрессінен қорғауға көмектеседі, бұл процесс жасушалардың зақымдалуына және әртүрлі ауруларға әкелуі мүмкін. Флавоноидтар бос радикалдардың түзілуін азайтып, бос радикалдарды жоя алады, бұл оларды тиімді антиоксиданттарға айналдырады [8]. Бос радикалдар-бұл дене жасушаларын зақымдауы және тотығу стрессін тудыруы мүмкін тұрақсыз молекулалар. Тотығу стрессі өз кезегінде қатерлі ісік, жүрек-қан тамырлары аурулары және қартаю сияқты әртүрлі патологиялық жағдайлардың дамуымен байланысты [9].

Флавоноидтардың in vitro антиоксиданттық тиімділігі жақсы зерттелгенімен, олардың in vivo антиоксиданттық белсенділігі, ең алдымен, олардың адамның ағзасымен сіңірілуі туралы шектеулі білімге байланысты аз зерттелген. Флавоноидтардың көпшілігі әртүрлі фенол қышқылдарына дейін қарқынды ыдырайды, олардың кейбіреулері әлі де радикалдарды сіңіру қабілетіне ие. Бұл флавоноидтардың денсаулыққа пайдасы олардың тікелей антиоксиданттық белсенділігіне ғана емес, сонымен қатар олар шығаратын метаболиттерге де байланысты болуы мүмкін екенін көрсетеді [10].

Флавоноидтар сонымен қатар токсиндерді жоятын ферменттерді индукциялау арқылы сауықтыру әсеріне ықпал ететін прооксиданттық белсенділікті көрсете алады. Олардың антиоксиданттық және прооксиданттық қасиеттері арасындағы тепе-теңдік күрделі және олардың құрылымдық ерекшеліктері мен жасушалық ортасын қоса алғанда, әртүрлі факторларға байланысты [11].

Флавоноидтар арасында микробқа қарсы агенттерді іздеу антибиотикке төзімді микроорганизмдер штаммдарынан туындаған жұқпалы ауруларды емдеудегі айтарлықтай қиындықтарға байланысты жыл сайын маңыздылығы артып келеді [12].

Флавоноидтардың микробқа қарсы қасиеттерін зерттеу өткен ғасырдың аяғынан бастап тарала бастады және бұл негізсіз емес. Флавоноидтардың микробқа қарсы белсенділігі көптеген зерттеулерде расталды. Мысалы, зерттеулердің бірінде флавоноидтардың тұмау, қарапайым герпес және АИТВ вирустарына қарсы вирусқа қарсы белсенділігі бар екендігі көрсетілген. Басқа зерттеулер флавоноидтар бактериялардың әртүрлі түрлерінің, соның ішінде стафилококктардың, стрептококктардың және эшерихиялардың өсуі мен дамуын тежейтінін көрсетті [13].

Нозокомиальдық инфекцияның қоздырғыштарын (*Stenotrophomonas maltophilia* және *Acinetobacter baumannii*) in vitro микробқа қарсы белсенділігі туралы деректер бар [14]. Флаваноидтар *Alternaria alternata* саңырауқұлақтарына (тыныс алу аурулары мен бронх демікпесінің себептері) қарсы айтарлықтай антифунгальды белсенділікке ие [15].

Флавоноидтардың микробқа қарсы белсенділігін көрсететін механизмдерінің бірі-олардың микроорганизмдермен әрекеттесу және олардың өмірлік циклін бұзу қабілеті. Мысалы, флавоноидтар микроорганизмдердің жасушаларына еніп, олардың генетикалық материалымен әрекеттесіп, олардың өліміне әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, флавоноидтар ағзаның иммундық жүйесін күшейте алады, бұл инфекциялармен тиімді күресуге ықпал етеді [16].

Флавоноидтардан микробқа қарсы агенттерді алу үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады. Мысалы, флавоноидтарды өсімдіктерден бөліп алуға болады және фармацевтика мен диеталық қоспаларда белсенді ингредиенттер ретінде қолданылады. Сонымен қатар, флавоноидтарды зертханалық жағдайда синтездеу арқылы алуға болады, бұл таза және тұрақты қосылыстар алуға мүмкіндік береді [17].

Флавоноидтардың қабынуға қарсы қасиеттері бар, олар адам ағзасына оң әсер етуі мүмкін. Олар қабыну медиаторларының өндірісін тежеу және тіндердің қабыну медиаторларының, химокиндердің және жабысқақ молекулалардың әртүрлі топтарының белсенділігін төмендету арқылы ағзадағы қабынуды азайта алады. Флавоноидтар сонымен қатар тамырлардағы тотығуды тежеуге, гендік мутациялардың алдын алуға және қатерлі ісіктің дамуына жол бермейді [18].

Соңғы жылдары флавоноидтардың қабынуға қарсы әсері туралы бірқатар маңызды монографиялар мен шолу мақалалары жарияланды [19].

Зерттеулер антиоксиданттардың қабынуға қарсы қасиеттері бар екенін көрсетті, атап айтқанда келесі бағыттар бойынша:

1. Қабыну медиаторларының өндірісін азайту;

Антиоксиданттар цитокиндер, интерлейкиндер және ісік некрозының факторлары (TNF- α) сияқты қабыну медиаторларының өндірісін төмендетуі мүмкін. Бұл дененің қабыну реакциясын төмендетуі мүмкін.

2. Қабыну ферменттерінің белсенділігінің төмендеуі;

Антиоксиданттар сонымен қатар қабыну простагландиндері мен лейкотриендердің синтезіне қатысатын циклооксигеназа (COX) және 5-липоксигеназа (5-LOX) сияқты ферменттердің белсенділігін төмендетуі мүмкін.

3. Сигнал беру жолдарын реттеу;

Антиоксиданттар NF- κ B және MAP киназалары сияқты қабынуға байланысты сигнал беру жолдарына әсер етуі мүмкін және осылайша қабыну реакцияларын тежейді.

4. Митохондриялық функцияны жақсарту;

Антиоксиданттар митохондриялық функцияны жақсарта алады, бұл бос радикалдардың өндірісін, демек қабынуды азайтады [20].

Антиоксиданттардың қабынуға қарсы қасиеттері оларды артрит, астма, созылмалы өкпе аурулары және тіпті жүрек аурулары сияқты әртүрлі қабыну ауруларын емдеуде және алдын алуда пайдалы етеді. Олар сондай-ақ онкологиялық ауруларға қосымша терапия ретінде зерттелуде [21].

Жоғарыда айтылған қасиеттерге сүйене отырып флавоноидтар негізінде медицинада қолданылатын биологиялық белсенді заттарды өндіруге болады.

Флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттарды өндіру әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. Осындай әдістердің бірі-құрамында флавоноидтардың көп мөлшері бар дәрілік өсімдіктерді қолдану. Өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді заттарды алу үшін экстракция,

айдау, фракциялау және синтезді қоса алғанда, әртүрлі технологиялар қолданылады [22].

Табиғи өсімдік көздерінен флавоноидтарды алу өте көп уақытты қажет ететін және қымбат процедура. Синтез өсімдік шикізатынан флавоноидтарды алуды және тазартуды қамтиды. Флавоноидтар әдетте өсімдіктерде күрделі биохимиялық жолдар арқылы синтезделеді [23].

Өсімдік шикізатынан флавоноидтарды синтездеудің жалпы процесі:

- Өсімдік материалын жинау: флавоноидтарға бай өсімдік бөліктерін жинаудан бастаңыз. Бұл өсімдікке және қажетті флавоноидтарға байланысты гүлдер, жапырақтар, қабықтар, тамырлар немесе жемістер болуы мүмкін.
- Экстракция: өсімдік шикізаты өсімдік жасушаларынан флавоноидтарды алуға мүмкіндік беретін экстракциядан өтеді. Экстракцияны этанол, метанол немесе су сияқты әртүрлі еріткіштерді қолдану арқылы жасауға болады.
- Сүзу және тазарту: алынған сығынды қатты заттар мен өсімдік материалының қалдықтарын кетіру үшін сүзіледі. Содан кейін қоспалардан құтылу және флавоноидтардың тазалығын жақсарту үшін хроматография сияқты тазалау жүреді.
- Концентрация: тазартылған сығынды флавоноидтардың құрамын арттыру үшін шоғырлануы мүмкін.
- Сәйкестендіру және талдау: өсімдіктерден алынған флавоноидтарды олардың құрылымы мен тазалығын анықтау үшін спектроскопия және хроматография сияқты әртүрлі әдістерді қолдану арқылы талдауға болады.
- Қосымша модификация: кейбір жағдайларда флавоноидтардың белгілі бір түрлерін алу үшін гидролиз немесе ацилдену сияқты қосымша модификация қажет болуы мүмкін [24].

Өсімдіктерден флавоноидтардың синтезін тамақ, косметика, фармацевтика және басқа салаларда қолдануға болатын табиғи флавоноидтарды алу үшін пайдалануға болады. Сондай-ақ, қоршаған ортаға зиян келтірмеу және өсімдік түрлерінің биоәртүрлілігін сақтау үшін Өсімдік шикізатын тұрақты жинауға қатысты ережелер мен ережелердің сақталуын қадағалау маңызды [25].

Флавоноидтар негізінде биологиялық белсенді заттарды өндіру зерттеудің өзекті және перспективалы саласы болып табылады.

Біріншіден, осы саладағы зерттеулер жаңа дәрі-дәрмектер мен терапевтік агенттерді әзірлеуге перспективалы мүмкіндіктер ашады. Флавоноидтар жанама әсерлері аз синтетикалық дәрі-дәрмектерге табиғи балама ретінде потенциалды көрсетті. Флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттарды алудың әртүрлі әдістерін зерттей отырып, зерттеушілер жақсартылған фармакологиялық қасиеттері бар жаңа қосылыстар жасай алады. Бұл әртүрлі ауруларды емдеудің тиімдірек әдістерінің ашылуына, жалпы денсаулық пен қоғамның әл-ауқатының жақсаруына әкелуі мүмкін [26].

Екіншіден, функционалды тағамдар мен қоспалар өндірісінде флавоноидтарды қолдану тамақтануды жақсартуға және адам денсаулығын жақсартуға үлкен әлеуетке ие. Зерттеулер флавоноидтардың биожетімділігі мен биологиялық белсенділігін мұқият әзірленген формулалар ретінде тұтынған кезде атап өтті. Бұл заттар жүрек-қан тамырлары денсаулығына,

иммундық функцияға және тотығу стрессін басқаруға оң әсер етуі мүмкін. Тиісінше, осы саладағы әрі қарайғы зерттеулер флавоноидтарға негізделген функционалды тамақ өнімдерін өндірудің инновациялық тәсілдерін зерттей алады, оларды күнделікті рационға оңай енгізуге болады, сайып келгенде, аурудың алдын алуға және жалпы денсаулықты нығайтуға ықпал етеді [27].

Сонымен қатар, флавоноидты биологиялық белсенді заттарды өндіру тұрақты егіншілік пен экологиялық таза тәжірибеге мүмкіндіктер ашады. Флавоноидтар өсімдіктерді зиянкестер мен аурулардан қорғау үшін қорғаныс механизмдерінде шешуші рөл атқарады. Флавоноидты биосинтез жолдарын және биотехнологиялық құралдарды пайдалана отырып, зерттеушілер осы құнды қосылыстардың өсімдіктер өндірісін арттыру әдістерін әзірлей алады. Бұл синтетикалық пестицидтер мен химиялық тыңайтқыштарға тәуелділікті азайтуға көмектесуі мүмкін, бұл қоршаған ортаға да, экономикаға да пайдалы тұрақты ауылшаруашылық тәжірибелеріне әкеледі [28].

Алайда, флавоноидтардың барлық артықшылықтарына қарамастан, оларды биологиялық белсенді заттарды өндіруде қолданудың да шектеулері бар. Мысалы, кейбір флавоноидтар канцерогендік қасиеттерге ие болуы мүмкін және дене тіндерінің парамагниттік орталықтарына теріс әсер етуі мүмкін. Сондықтан флавоноидтарға негізделген жаңа препараттарды әзірлеу кезінде олардың ықтимал қауіптерін ескеру және олардың қауіпсіздігін бағалау үшін қосымша зерттеулер жүргізу қажет [29].

Әрі қарайғы зерттеулерге келетін болсақ, флавоноидтардың басқа биологиялық белсенді қосылыстармен біріктірілген ықтимал синергетикалық әсерлерін зерттеу перспективалы бағыт болуы мүмкін. Өсімдіктердің көптеген түрлерінде флавоноидтардың күрделі қоспасы бар және олардың басқа фитохимиялық заттармен әрекеттесуі биологиялық белсенділіктің жоғарылауына әкелетін синергетикалық немесе аддитивті әсерлерге әкелуі мүмкін. Мұндай синергияны зерттеу тиімділігі жоғарылаған және әртүрлі салаларда әлеуетті қолданылуы бар жаңа биологиялық белсенді заттардың дамуына әкелуі мүмкін [30]. Бірқатар зерттеу жұмыстары адамның денсаулық сақтау жүйесіндегі әртүрлі ауруларды емдеуде қолдану үшін ықтимал флавоноидты молекулаларды анықтау үшін молекулалық қондыру зерттеулері қажет екенін атап өтті. Жедел және созылмалы ауруларды емдеуде флавоноидтардың рецепторлық молекулалармен өзара әрекеттесуі болашақ зерттеулердің маңызды саласы болып табылады. Денеге зиянды синтетикалық дәрі-дәрмектерді қолдануды алмастыратын табиғаттың жомарттығынан жаңа флавоноидтарды табу үшін көбірек зерттеулер қажет. Бұл тұрғыда болашақтың сенімді және қауіпсіз бейнесін беретін *in vivo* зерттеулерді қамтитын ғылыми-зерттеу бағдарламалары қажет. Қазіргі уақытта флавоноидтары бар жемістерді, көкөністерді және сусындарды тұтыну ұсынылады, дегенмен флавоноидтарды күнделікті тұтыну бойынша ұсыныстар беру әлі ерте.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттарды өндіруді зерттеу жүйелі талдауды және осы заттарды алу үшін әртүрлі бастапқы материалдарды пайдалануды талап етеді. Бастапқы материалдар деп әртүрлі концентрациялар мен формаларда флавоноидтары бар өсімдіктерді айтамыз. Мысалы, зерттеу жүргізу үшін цитрус жемістері, ақжелкен, жасыл шай және флавоноидтардың жоғары құрамымен танымал басқа да өсімдіктердің бірнеше түрін таңдауға болады. Бұл өсімдіктердің әртүрлі бөліктерін, гүлдерін, жапырақтарын, қабықтарын, жемістерін немесе мақсатты қосылыстардың концентрациясы бар басқа

бөліктерін бастапқы материал ретінде пайдалануға болады. Әртүрлі материалдарды зерттеу кезінде олардың географиялық және маусымдық әртүрлілігін ескеру қажет, өйткені флавоноидтардың концентрациясы қоршаған орта факторларына, климатқа, топырақ түріне, өсу жағдайларына және өсімдіктің даму сатысына байланысты өзгеруі мүмкін.

Сонымен қатар, осы өсімдіктерден флавоноидтарды алудың әртүрлі әдістерінің тиімділігіне салыстырмалы талдау жасауға болады. Бұған әртүрлі еріткіштерді қолдану (мысалы, этанол, метанол, су), экстракцияның әртүрлі әдістерін қолдану (мысалы, макерация, сохлексия, ультрадыбыстық өңдеу) жатады.

Флавоноидтарды бөліп алу жағдайларын оңтайландыру да зерттеудің негізгі аспектісі болып табылады. Бұл биологиялық белсенді қосылыстарды максималды мөлшерде алу үшін оңтайлы температураны, экстракция уақытын және материал-еріткіш қатынасын анықтауды қамтиды.

Өсімдіктерден алынған сығындыларды тазарту және концентрлеу кезеңінде бөлшектерді жою немесе артық компоненттерді тұндыру үшін сүзу сияқты әдістерді қолдануға болады. Бағаналы немесе жұқа қабатты хроматографияны қолдану, флавоноидтарды бөліп алу және тазарту үшін тиімді болуы мүмкін.

Алынған заттардың биологиялық белсенділігін талдау ферментативті процестерге әсерін анықтау үшін биохимиялық сынақтарды, фармакологиялық белсенділікті бағалау үшін жасуша процестеріне және жануарлар үлгілеріне әсерін зерттеу үшін жасуша культураларын пайдалану қажет.

Зерттеудің маңызды аспектісі-экстракция және тазарту әдістерін әзірлеу ғана емес, сонымен қатар алынған биологиялық белсенді заттарды медицинада, косметологияда және басқа салаларда одан әрі қолдану жолдарын зерттеу. Бұл жаңа препараттарды немесе функционалды қоспаларды жасау үшін осы қосылыстардың әлеуетін бағалауға мүмкіндік береді.

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Шолу мақаласының нәтижелері бойынша флавоноидтар бірегей химиялық қасиеттері мен биологиялық белсенділігіне байланысты биологиялық белсенді заттарды өндіруде шешуші рөл атқарады. Флавоноидтар айқын антиоксиданттық қасиеттерге, ағзадағы қабыну процестерінің төмендеуіне ықпал ететін қабынуға қарсы қасиеттерге, инфекциялар мен бактериялық аурулармен күресуде пайдалы микробқа қарсы қасиеттерге ие. Қан тамырларының кеңеюіне және қан айналымының жақсаруына ықпал етеді. С дәрумені сияқты дәрумендердің метаболизміне әсер етуі мүмкін, бұл иммундық жүйені нығайтуға және жалпы денсаулыққа ықпал етеді. Бұл олардың әртүрлі ауруларды емдеуде және функционалды өнімдердің құрамдас бөліктері ретінде әлеуетті қолданылуын көрсетеді. Талқылаудың маңызды бөлігі флавоноидтарды анықтаумен және олардың құрылымдық сипаттамаларымен байланысты. Біздің шолуымыз флавоноидтар құрылымының әртүрлілігі олардың биологиялық белсенділігіне әсер ететін негізгі аспект екенін көрсетеді. Сонымен қатар шолу медициналық тәжірибеде жоғары флавоноидты дәрілік өсімдіктердің заманауи қолданылуын қамтиды. Бұл олардың тиімділігі мен қауіпсіздігін растайтын зерттеулердің сипаттамасын қамтуы мүмкін. Маңызды аспект-дәрілік өсімдіктерден флавоноидтарды алу әдістерін және сапаны стандарттау процестерін талқылау. Бұл өнімнің консистенциясы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мақалада келтірілген

мәліметтер биотехнология мен медицина саласында айтарлықтай маңызға ие болуы мүмкін. Флавоноидтардың жоғары белсенділігі олардың құрылымдық әртүрлілігімен бірге жаңа дәрі-дәрмектер мен функционалды өнімдерді жасауға мүмкіндік береді. Бұл флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттарды өндіру әдістерінің жақсаруына және оларды медициналық және тағамдық қолданбаларда кеңінен қолдануға әкелуі мүмкін.

Қорытынды. Флавоноидтарға негізделген биологиялық белсенді заттардың өндірісі табиғат пен ғылымның керемет қиылысын білдіреді. Әр түрлі өсімдіктерде кездесетін бұл табиғи қосылыстар пайдалы қасиеттердің таңғажайып спектріне ие және біздің денсаулығымыз бен әл-ауқатымызға маңызды әсер етеді. Флавоноидтар медицинадағы инновацияларды шабыттандырып қана қоймай, тамақ өнеркәсібі мен ауыл шаруашылығы туралы түсінігімізді өзгертетінін ескеру маңызды. Олар біздің өнімдерге дәм мен түс қосады, сонымен қатар оларды пайдалы қасиеттермен байытады. Флавоноидтар табиғи консерванттар мен антиоксиданттар ретінде қызмет ете алады, сақтау мерзімі мен азық-түлік қауіпсіздігін арттырады.

Заманауи технологиялар мен биотехнологиялық әдістердің дамуымен біз флавоноидтар өндірісін құруға және оңтайландыруға қабілетті боламыз. Бұл бізге инновациялық өнімдер мен емдеу әдістерін жасауға шексіз мүмкіндіктер ашады. Флавоноидтардың биосинтезі және оларды өндіру әдістері туралы ғылыми түсінік тұрақты түрде өсіп келе жатқанын атап өту маңызды, яғни біз олардың шынайы күшін пайдалануға жақындап келеміз.

Әрбір жаңа ашылу мен дамумен флавоноидтар біздің өміріміздің және қоршаған ортамыздың сапасын жақсартуда өз әлеуетін көрсетуді жалғастыруда. Бұл молекулалар заманауи зерттеулер мен инновациялардың негізгі элементтерінің біріне айналды және олардың рөлі олардың таңғажайып қасиеттері мен қолданылуын зерттеуді жалғастыра отырып ғана артады.

Әдебиеттер тізімі

1. Куркин, В.А. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений [Текст] /В.А. Куркин // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 11-9. – с.1897-1901;
2. Panche A.N, Diwan A.D, Chandra S.R. Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci*. 2016 Dec 29;5:e47. doi: 10.1017/jns.2016.41. PMID: 28620474; PMCID: PMC5465813.
3. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях [Текст] / М.Н. Запрометов. // – М., –1993. – 119 с.
4. Kinoshita T., Lepp Z., Kawai Y. et al. /An integrated database of flavonoids / *Biofactors*. –2006. – Vol. 26 (3). – P. 179–188.
5. Burr M. L. Explaining the French paradox. *J. R. Soc. Health*. - 1995. - Vol. 115. - P. 217-219.
6. Renaud S., de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets, and French paradox for coronary heart disease. *Lancet*. -1992. - Vol. 339. -P. 1523-1526. Lachman J., Sulc M., Schilla M. Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. // *Food Chem*. - 2007. - Vol. 103. - P. 802-807.
7. Prochazkova D., Bousova I., Wilhelmova N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. // *Fitoterapia*. - 2011. - Vol. 82.- p. 513-523.
8. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. *J Nat Prod*. - 2000 – July. No. 63(7): 1035-1042 p. doi: 10.1021/np9904509. PMID: 10924197

9. Кравченко, Л.В. Оценка антиоксидантной и антитоксической эффективности природного флавоноида дигидрокверцетина [Текст] / Л.В. Кравченко, С.В. Морозов, Л.И. Авреньева и др. // Токсикол. вестн. – 2005. – № 1. – с.14–20.
10. Kelly E.H., Anthony R.T., Dennis J.B., Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2002, P 572-584, ISSN 0955-2863, [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5).
11. Procházková D., Boušová I., Wilhelmová N., Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids, *Fitoterapia*, 2011, p 513-523, ISSN 0367-326X, <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.01.018>.
12. Schmieder R., Edwards R. Insights into antibiotic resistance through metagenomic approaches. *Future. Microbiol.*, 2012, vol. 7, pp. 73–89.
13. Лужанин, В.Г. Противомикробная активность соединений полифенольной природы. [Текст] / А.К. Уэйли, А.О. Понкротова, В.В. Новикова, Е.А.Безверхняя // Разработка и регистрация лекарственных средств. –2022; 11(2): 65–72. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-2-65-72>
14. Haraguchi, H., Tanimoto, K., Tamura, Y., Mizutani, K., Kinoshita, T. Mode of antibacterial action of retrochalcones from *Glycyrrhiza inflata*. *Phytochemistry*, 1998, vol. 48, pp. 125–129.
15. Nemaishwarya, S., Kruthiventi, A.K., Doble, M. Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. *Phytomedicine*, 2008, vol. 15, pp. 639–652.
16. Солёнова, Е.А. Антимикробные эффекты флавоноидов и их механизмы действия [Текст] / Е.А.Солёнова // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов. – 2017. – с. 159-164.
17. Солёнова, Е.А. Флавоноиды. Перспективы применения в антимикробной терапии [Текст] / Е.А.Солёнова // *Actamedica Eurasica*. – 2017. – №. 3. – с. 50-57.
18. Азарова, О.В. Флавоноиды: механизм противовоспалительного действия [Текст] / О.В.Азарова, Л.П.Галактионова // *Химия растительного сырья*. – 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/flavonoidy-mehanizm-protivovospalitelno-go-deystviya>.
19. Азарова, О.В. Флавоноиды: механизм противовоспалительного действия [Текст] / О.В. Азарова, Л.П. Галактионова // *Химия растит. сырья*. – 2012. – № 4. – с.61–78. [Azarova O.V., Galaktionova L.P. Flavonoids: anti-inflammatory mechanism of action. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2012; 4: 61-78.
20. Lago J.H.G, Toledo-Arruda A.C, Mernak M., et al. Structure-activity association of flavonoids in lung diseases. *Molecules*.–2014; 19(3): 3570-95. doi: 10.3390/molecules19033570.
21. Азизов, С.Д. Обзор фармакологической активности флавоноидов [Текст] / С.Д.Азизов, Е.А. Скочилова // *Современные проблемы медицины и естественных наук*. – 2019. – с. 83-85.
22. Тутельян, В.А. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флавонолы и флавоны: распространенность, пищевые источники, потребление [Текст] / В.А.Тутельян, Н.В.Лашнева // *Вопросы питания*. – 2013. – Т. 82. – №. 1. – с. 4-22.
23. Маматханова, М.А. Изучение надземной части *Glycyrrhiza glabra* в качестве перспективного сырья для производства препаратов на основе флавоноидов [Текст] / М.А.Маматханова // *Химия растительного сырья*. – 2016. – №. 1. – с. 171-176.
24. Tariq H, Asif S, Andleeb A, Hano C, Abbasi B.H. Flavonoid Production: Current Trends in Plant Metabolic Engineering and De Novo Microbial Production. *Metabolites*. 2023 Jan 13;13(1):124. doi: 10.3390/metabo13010124. PMID: 36677049; PMCID: PMC9864322.
25. Cheng, Kui & Wang, Kangmei & Fang, Xiaochuan & Yang, Junli & Yao, Yongfang & Nandakumar, Kutty Selva & Salem, Muhamed. (2020). Recent

- Research on Flavonoids and their Biomedical Applications. Current Medicinal Chemistry. 27. 10.2174/0929867327666200713184138.
26. Хоссам, Э. Новая область применения флавоноидов лекарственных растений [Текст] / Э. Хоссам, В. Леонтьев. // Наука и инновации. – 2018. – Т. 8. – №. 186. – с. 50-53.
 27. Климова, Е. В. Биодоступность флавоноидов для человека: всасывание, усвоение, обмен, биологическая активность [Текст] / Е. В. Климова // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2010. – №. 3. – с. 634-634.
 28. Кудрявцев, Г. П. Характеристика флавоноидов растений с переходной экологической стратегией жизни (CSR). [Текст] / Г. П. Кудрявцев // Лекарственные растения Ботанического сада – 2010. – с. 145-152
 29. Харьковская, О. О., Влияние флавоноидов на канцерогенез [Текст] / О. О. Харьковская, М. М. Фокина // – 2016. – с. 147-147.
 30. Вагнер, Х. Исследование синергии: создание нового поколения фитопрепаратов [Текст] / Х. Вагнер, Г. Ульрих-Мерцених. // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2016. – Т. 24. – №. 3. – с. 183-189.

Материал редакцияга 16.10.23 түсті.

М.Б. Садыкова¹, А.К. Мухтаров²

^{1,2}*Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Астана, Казахстан*

ПРОИЗВОДСТВО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ФЛАВОНОИДОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается современное состояние исследований и разработок в области производства биологически активных веществ на основе флавоноидов и подчеркивается их потенциальное значение в медицине, пищевой и косметической промышленности.

Ключевые слова: флавоноиды, биологически активные вещества; выделение; модификация; Биологическая активность; Антиоксиданты; производство.

M.B.Sadykova¹, A.K.Mukhtarov²

^{1,2}*Eurasian National University named after L. N. Gumilyov*

PRODUCTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES BASED ON FLAVONOIDS

Abstract. This article reviews the current state of research and development in the production of flavonoid-based bioactive substances and highlights their potential importance in medicine, food and cosmetics.

Key words: flavonoids, biologically active substances, isolation; modification; Biological activity; Antioxidants; production.

References

1. Kurkin, V.A. Flavonoidy kak biologicheski aktivnye soedineniya lekarstvennykh rastenij. [Fundamental'nye issledovaniya] / A.V.Kurkina, E.V.Avdeeva // – 2013. – № 11-9. – p.1897-1901. [in Russian]
2. Panche, A.N, Diwan A.D, Chandra S.R. Flavonoids: an overview. J Nutr Sci. 2016 Dec 29; No.5. doi: 10.1017/jns.2016.41. PMID: 28620474; PMCID: PMC5465813.

3. Zaprometov M.N. Fenol'nyesoedineniya:rasprostranenie, metabolizm i funkcii v rasteniyah / M.N. Zaprometov//. – M., 1993. – 119 p. [in Russian]
4. Kinoshita T., Lepp Z., Kawai Y. et al. /An integrated database of flavonoids / Biofactors. –2006. – Vol. 26 (3). – P. 179–188.
5. Burr M. L. Explaining the French paradox. J. R. Soc. Health. - 1995. - Vol. 115. - P. 217-219.
6. Renaud S., de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets, and French paradox for coronary heart disease. Lancet. -1992. - Vol. 339. -P. 1523-1526. Lachman J., Sulc M., Schilla M. Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. // Food Chem. - 2007. - Vol. 103. - P. 802-807.
7. Prochazkova D., Bousova I., Wilhelmova N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. // Fitoterapia. - 2011. - Vol. 82.-P. 513-523.
8. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. J Nat Prod. 2000 Jul;63(7):1035-42. doi: 10.1021/np9904509. PMID: 10924197
9. Kravchenko, L.V. Ocenka antioksidantnoj i antitoksicheskoj effektivnosti prirodnoho flavonoida digidrokvercetinina / L.V. Kravchenko, S.V. Morozov, L.I. Avren'eva i dr. // Toksikol. vestn. – 2005.– № 1. – p.14–20. [in Russian]
10. Kelly E.H., Anthony RT., Dennis J.B., Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships, The Journal of Nutritional Biochemistry, 2002, P 572-584, ISSN 0955-2863, [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5).
11. Procházková D., Boušová I., Wilhelmová N., Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids, Fitoterapia, 2011, P 513-523, ISSN 0367-326X, <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.01.018>
12. Schmieider R., Edwards R. Insights into antibiotic resistance through metagenomic approaches. Future. Microbiol., 2012, vol. 7, pp. 73–89.
13. Luzhanin, V.G. Protivomikrobnaya aktivnost' soedinenij polifenol'noj prirody. /A.K. Uejli, A.O. Ponkratova, V.V. Novikova, E.A. Bezverhnyaya// [Razrabotka i registraciya lekarstvennyh sredstv]. –2022; 11(2):65–72. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-2-65-72>. [in Russian]
14. Haraguchi H., Tanimoto K., Tamura Y., Mizutani K., Kinoshita T. Mode of antibacterial action of retrochalcones from Glycyrrhiza inflata. Phytochemistry, 1998, vol. 48, pp. 125–129.
15. Hemaiswarya S., Kruthiventi A.K., Doble M. Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. Phytomedicine, 2008, vol. 15, p. 639–652.
16. Solyonova, E.A. Antimikrobnyye efekty flavonoidov i ikh mekhanizmy dejstviya /E.A. Solyonova// [Sbornik nauchnyh trudov molodyh uchenyh i specialistov]. – 2017. – p. 159-164. [in Russian]
17. Solyonova, E.A. Flavonoidy. Perspektivy primeneniya v antimikrobnuyu terapiyu /E.A. Solyonova // [Acta medica Eurasica]. – 2017. – № 3. – p. 50-57.
18. Azarova, O.V. Flavonoidy: mekhanizm protivovospalitel'noy dejstviya /O.V. Azarova, L.P. Galaktionova// [Himiyarastitel'noy syr'ya]. –2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/flavonoidy-mekhanizm-protivovospalitelnoy-deystviya>. [in Russian]
19. Azarova, O.V. Flavonoidy: mekhanizm protivovospalitel'noy dejstviya /O.V. Azarova, L.P. Galaktionova // [Himiyarastit. syr'ya]. – 2012. – № 4. – p. 61–78. [in Russian]
20. Lago J.H.G, Toledo-Arruda A.C, Mernak M., et al. Structure-activity association of flavonoids in lung diseases. Molecules. 2014;19(3):3570-95. doi: 10.3390/molecules19033570.
21. Azizov, S.D. Obzor farmakologicheskoy aktivnosti flavonoidov /S.D. Azizov, E.A. Skochilova// [Sovremennyye problemy mediciny i estestvennyh nauk]. – 2019. – p. 83-85. [in Russian]

22. Tutel'yan, V.A. Biologicheskii aktivnyye veshchestva rastitel'noy proiskhozhdeniya. Flavonoly i flavony: rasprostranennost', pishchevye istochniki, potrebleniye /V.A. Tutel'yan, N.V. Lashneva // [Voprosy pitaniya]. – 2013. – T. 82. – №. 1. – p. 4-22. [in Russian]
23. Mamathanova, M.A. Izuchenie nadzemnoy chasti Glycyrrhizaglabra v kachestve perspektivnogo syr'yadlyayaproduktov preparatov na osnove flavonoidov /M.A. Mamathanova// [Himiyarastitel'noy syr'ya]. – 2016. – №. 1. – p. 171-176. [in Russian]
24. Tariq H, Asif S, Andleeb A, Hano C, Abbasi BH. Flavonoid Production: Current Trends in Plant Metabolic Engineering and De Novo Microbial Production. *Metabolites*. 2023 Jan 13;13(1):124. doi: 10.3390/metabo13010124. PMID: 36677049; PMCID: PMC9864322.
25. Cheng, Kui & Wang, Kangmei & Fang, Xiaochuan & Yang, Junli & Yao, Yongfang & Nandakumar, Kuttyselva & Salem, Muhamed. (2020). Recent Research on Flavonoids and their Biomedical Applications. *Current Medicinal Chemistry*. 27. 10.2174/0929867327666200713184138.
26. Hossam, E. Novaya oblast' primeneniya flavonoidov lekarstvennykh rasteniy /E. Hossam, V. Leont'ev. // Nauka i innovatsii. – 2018. – T. 8. – №. 186. – p. 50-53. [in Russian]
27. Klimova, E.V. Biodostupnost' flavonoidov dlyacheloveka: vsasyvaniye, usvoeniye, obmen, biologicheskaya aktivnost' /E.V. Klimova// [Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal]. – 2010. – №. 3. – p. 634-634. [in Russian]
28. Kudryavcev, G.P. Harakteristika flavonoidov rasteniy s perekhodnoy ekologicheskoy strategiej zhizni (CSR). /G.P. Kudryavcev// [Lekarstvennyye rasteniya Botanicheskogo sada] – 2010. – p. 145-152. [in Russian]
29. Har'kova, O.O., Vliyanie flavonoidov na kancerogenez /O.O. Har'kova, M.M. Fokina// – 2016. – p. 147-147. [in Russian]
30. Vagner, H. Issledovaniye sinergii: sozdaniye novogo pokoleniya fitopreparatov /H. Vagner, G. Ul'rih-Mercenih. // RMZH. [Medicinskoe obozreniye]. – 2016. – T. 24. – №. 3. – p. 183-189. [in Russian]