

ӘӨЖ 539.2

**БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСПАЛАРДАҒЫ ПОЛИҚАНЫҚПАҒАН
МАЙЛАРДЫҢ ҚҰРАМЫН СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ**

Кеңесова А.Н.

Kakdidar@list.ru

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ 4-курс студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Абдрахметова А.А.

Дұрыс тамақтану – адам денсаулығының кепілі. Адам ағзасының дұрыс жұмыс істеуі үшін, түрлі факторлар, атап айтқанда: жасына, жынысына, дене салмағына, кәсібіне, еңбек жағдайына, тұрғылықты жеріне байланысты белгілі мөлшерде ақуыздар, майлар, көмірсулар ағзаға жеткізіліп отырылуы қажет. Адам ағзасының көптеген ауруларының көрінісі тамақтану рационы мен тағамға деген құштарлық пен тәуелділікке тікелей байланысты және оның себебі болып тамақ өнімдерінің құрамында түрлі патологияларды тудыратын ингредиенттердің болуы табылады [1].

Денедегі " сау " майдың қалыпты пайыздық мөлшері жынысына байланысты: жас ер адамдар үшін дене салмағының шамамен 15-20%, жас әйелдер үшін 20-25% - ға дейін болуы қажет. Жасы ұлғайған сайын дене майының орташа пайызы ағзада артады [2]. Гипертонияға бейім адамдарда майлар тамақтану рационының жалпы калориясының 30% - ынан аспауы керек, осы орайда, мұндай науқастарға қаныққан майларды тұтынуды шектеу ұсынылады.

Алайда, бір мезгілде ағзаға жеткілікті мөлшерде полиқанықпаған май қышқылдарының жеткізілуі қамтамасыз етілуі керек [1].

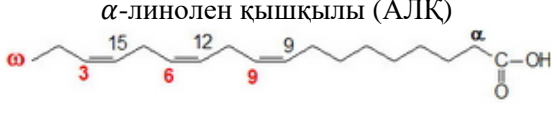
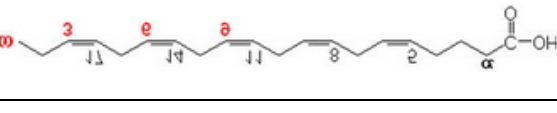
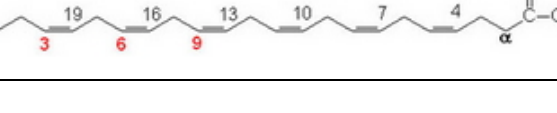
Жалпы майлар дегеніміз – глицерин мен май қышқылдарының үш атомды спиртінің толық күрделі эфирлері болып табылатын табиғи органикалық қосылыстар. Барлық май қышқылдарында көміртек атомдарының саны жұп болады және олар өзара тізбектей жалғанған. Кейбір көміртек атомдары арасы қарапайым байланысқа ие болады және қаныққан майлар деп аталады, ал басқалары қосарланған байланысқа ие болады және олар қанықпаған болып саналады. Омега-3, омега-6 және омега-9 — бұл табиғи қанықпаған майлардың барлық түрлері. Дұрыс тамақтану саласындағы сарапшылардың көпшілігі оларды қаныққан майларға қарағанда әлдеқайда пайдалы деп санайды. Қанықпаған май қышқылдарын: моноқанықпаған – яғни көрші көміртекті атомдар бір ғана қосарланған байланысқа ие болады (омега-9) және бұл қышқылдар маңызды қышқылдар тобына жатпайды; және полиқанықпаған – мұнда қосарланған байланыстар көбірек болады (омега-3, омега-6) деп екі топқа бөліп қарастырамыз. Полиқанықпаған май қышқылдары (ПҚМҚ) адам денсаулығының маңызды элементтерінің бірі болып табылады және тамақтанудың маңызды факторларына жатады. Олар организмде пайда болмайды және тек тамақпен бірге жеткізіледі[3].

Зерттеу жұмысында омега-3 полиқанықпаған майлары қарастырылғандықтан, осы майлардың құрылымы төмендегі 1 кестеде көрсетілген.

Жалпы алғанда, омега-3 май қышқылдарының үш негізгі түрі бар, олар: альфа-линолен қышқылы (АЛҚ), эйкозапентаен қышқылы (ЭПК) және докозагексаен қышқылы (ДГК). Бұл май қышқылдары ағзамен игерілгеннен кейін дене АЛҚ-н ЭПК мен ДГК- на түрлендіреді. ЭПК мен ДГК жасушалық сигнализациясының модуляторлары үшін, ген экспрессиясы және қабыну процестерінің алдын-алу үшін маңызды прекурсорлар ретінде қызмет етеді. ПҚМҚ табиғатында кездесетін басқа да көптеген омега-3 майлары бар, бірақ ағзаның қажеттіліктері үшін олардың негізгілері АЛҚ, ЭПК және ДГК болып табылады [4].

Кестеге сәйкес, май қышқылдары молекулаларында қосарланған байланыстар көп болған сайын спираль түрінде көмірсутектер тізбегі соғұрлым күшті болады. Бұл олар тікелей кіретін биологиялық мембраналардың қалыпты жұмыс істеуі үшін өте маңызды. Сонымен қатар, ПҚМҚ холестериннің алмасуына әсер етеді, оның тотығуының күшеюіне және ағзадан шығарылуына ықпал етеді. ПҚМҚ қолданған кезде қан тамырларының серпімділігі жоғарылайтыны белгілі, асқазан-ішек жолдарының ферменттері белсендіріледі, қорғаныс механизмдері ынталандырылады. Harris W.S. (1997) омега-3 ПҚМҚ қанның липидты спектрін қалыпқа келтіретіндігін, триглицерид деңгейін 25-30%, жалпы холестеринді 8-12%, төмен тығыздықты липопротеинді 10-15% төмендетіп, жоғары тығыздықты липопротеинді 10%-ға дейін көтеретінін зерттеген [1].

Кесте 1 - Омега-3 май қышқылдарының жалпы құрылымы [4]

Сандық таңба	Жалпы атауы және құрылымы	Пікір
18: 03 ^{D9} 12,15	<p>α-линолен қышқылы (АЛҚ)</p> 	Омега-3 полиқанықпаған май қышқылдары
20: 05 ^{D5} 8,11,14,17	<p>Эйкозапентаен қышқылы (ЭПК)</p> 	Омега-3 полиқанықпаған май қышқылдары, байытылған балық майы
22: 06 ^{D4} 7,10,13,16,19	<p>Докозагексаен қышқылы (ДГК)</p> 	Омега-3 полиқанықпаған май қышқылдары, байытылған балық майы

Қазіргі заманғы зерттеулер көрсеткендей, бүгінгі күні орташа адам осы пайдалы майларды өте аз қолданады. Ересек адамның рационнда омега-3 майының мөлшері өмірлік норманың тек 50-70% құрайтыны анықталды. Сондықтан тамақтануды қалыптастыруға ерекше назар аудару керек. Ол үшін омега-3 май қышқылдарын қай тағамнан табуға болатындығын білу де маңызды. Омега-3 полиқанықпаған майлары әдетте теңіз өнімдерінде, атап айтқанда: сетінек (треска) бауырында, атлантикалық ақсеркеде, анчоус, скумбрия, ашпаяндарда кездеседі, өсімдік майларында: зығыр, рапс, соя майында, және грек жаңғағында кездееді. Сетінек бауыры майлы болғандықтан осы омега-3 майларының шикізат көзі болып табылады [3].

Біздің өмір сүретін өңірге байланысты, омега-3 тің басты көзі – теңіз өнімдерін тікелей, күнделікті өмірде қолданысқа енгізе алмаған соң, құрамында омега-3 бар тағамдық өнімдерді сатып алуға тура келеді. Алайда, осы биологиялық белсенді тағамның сипаттамасында көрсетілген омега-3 майларының бар болуы және оларға қосымша ретінде қосылатын қоспалардың сапалық қасиетін анықтау үшін зерттеулер жүргізіліп, қолданысқа енгізіп жатқандары ой слады. Сондықтан, ұсынылып отырған жұмыс спектрокопиялық әдістермен құрамында полиқанықпаған майлары бар белсенді қоспаларды сапалық зерттеуге бағытталған.

Зерттеу объектілері ретінде жергілікті дәріханаларда жиі кездесетін төрт түрлі полиқанықпаған майлары бар биологиялық белсенді қоспалар таңдалынып алынды, және олардың жалпы сипаттамалары төмендегі 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Полиқанықпаған майлары бар биологиялық белсенді қоспалардың жалпы сипаттамалары

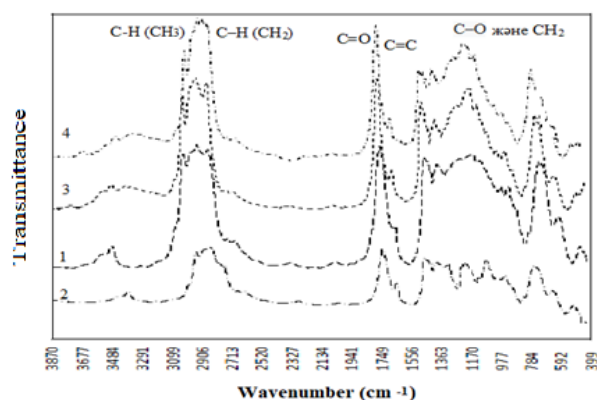
№	Биологиялық белсенді қоспа атауы	Өндіруші мемлекет	Жалпы мөлшері/омега мөлшері	ЭПҚ мөлше рі	ДГҚ мөлше рі	Қосымша қоспалар мөлшері
1	Мегиаль форте	Lysi Исландия	1000 мг / 620 мг	310 мг	205 мг	Балық майы (этиль эфирлері) 1000 мг, Желатин, ылғалдандырғыш (глицерол E422), тазартылған су, антиоксиданттар (табиғи токоферолдар қоспасы E306) 1,5 мг
2	Smart Омега-3	EuroCaps Limited (Біріккен Корольдік)	1406 мг / 300 мг	180 мг	120 мг	Капсула қабығы: желатин, глицерин. ГМО жоқ
3	Doppel herz Омега-3	Квайссер Фарма ГмбХ и Ко. КГ Фленсбург, Германия	1186 мг / 300 мг	144 мг	96 мг	Желатин, су, глицерин, Витамин Е (токоферол) 16,22 мг
4	Биоконтур рыбий жир	Полярис ЖШҚ Александро в филиалы, Ресей	990 мг / 150 мг	30 мг	37,5 мг	Капсула қабығы құрамы: Желатин 136,13 мг, глицерол 62,92 мг, тазартылған су 17,6 мг, метилпарагидроксибензоат 0,28 мг Витамин құрамы: Витамин-А 500 МЕ, Витамин-Д 50 МЕ,

Зерттеу әдістері ретінде орташа инфрақызыл (ИК) $400-4000\text{cm}^{-1}$ аралықтағы молекулалардың тербелмелі құрылымының өткізу спектрін зерттеу үшін Jasco (Жапония) фирмасының ИҚ спектроскометрі FT-IR 4600 және $190-1100\text{nm}$ аралығында жұтылу спектрін алу үшін Спектрофотометр СФ-200 (РФ) қолданылды. Көрсетілген екі әдісте де үлгіні алдын ала әзірлеуді қажет етпейді, өйткені зерттеліп отырған майлар сұйық түрде өткізу спектрін алу үшін KBr терезелерінің ортасына тамызылса, жұтылу спектрін алу үшін кварцты кюветаларға құйылып өлшеулер жүргізілді.

Фурье түрлендіргіші негізіндегі орташа аймақтағы инфрақызыл спектроскопия (MID FT-IR) әдісі өте сезімтал, дәлдігі жоғары, жылдам әрі бұзбай зерттеу әдістердің бірі болып табылады және осы әдісті қолдана отырып омега-3 май қышқылдарына бай балық майларының құрамын сапалық және сандық талдау түрлі авторлармен зерттелген. [5] жұмысында негізгі компоненттердің талдауы үлгілерді күрделі эфирлер негізінде бөліп қарастырады. Балық майы бар тағамдық қоспалар үшін 1038cm^{-1} қисығының әсерін көрсетті, және оны $\text{C}=\text{C}$ және $\text{C}-\text{O}$ валентті тербелістерімен байланысты болатынын түсіндіріп кетті. [6, 7] әдебиеттерінде де саусақ ізі аймағындағы ($800-1500\text{cm}^{-1}$), әсіресе $1050-950\text{cm}^{-1}$ аймағындағы қисықтардың шыңын анық көрсетеді, бұл $=\text{C}-\text{H}$ сызығына сәйкес келеді. Атап айтқанда, күрделі эфир сызықтарындағы карбонил топтары $\text{C}=\text{O}$ $1750-1700\text{cm}^{-1}$ -де, ал $\text{C}-\text{O}$ $1275-1050\text{cm}^{-1}$ әдетте омега-3 липидтері үшін маңызды орын алады. [8] зерттеу жұмысында FT-IR, NIR және Раман спектроскопиясын біріктіріп отырып балық майы бар қоспалардағы эйкозапентаен қышқылы, докозагексаен қышқылы концентрациясы мен омега-3 май қышқылдарының жалпы санын (n-3 FAs) анықтауда қолдану мүмкіндіктерін қарастырады.

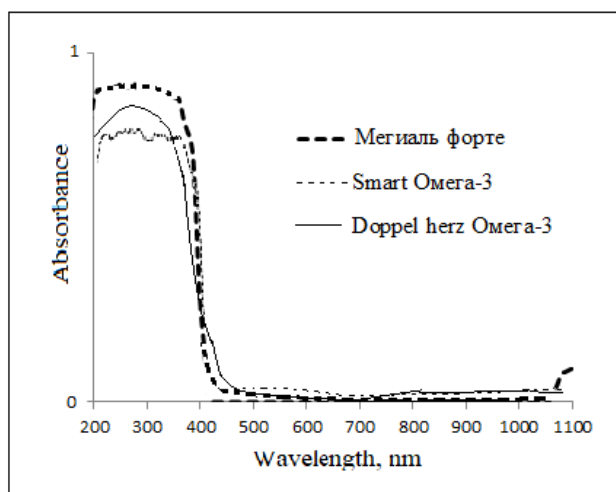
Жоғарыда қарастырылған жұмыстардың негізінде жұмыс барысында алынған 1, 2, 3, 4 үлгілердің (2-кесте) ИҚ облыстағы өткізу спектрлері төмендегі суретте көрсетілген.

Суретте көрсетілгендей көптеген жолақтардан тұрады және осы жолақтардың негігілеріне тоқталып кететін болсақ барлық үлгілер үшін бірдей $3200-3500\text{cm}^{-1}$ қисығын аңғаруға болады және бұл қисық еркін гидрооксил иондарының болуымен сипатталады. Интенсивтілігі әлдеқайда жоғары облысы 2850cm^{-1} және 2920cm^{-1} $\text{C}-\text{H}$ (CH_2) 3010cm^{-1} $=\text{C}-\text{H}$ радикалдар топтарына және дәл сондай қарқындылыққа ие 1650cm^{-1} $\text{C}=\text{C}$ және 1750cm^{-1} $\text{C}=\text{O}$ валентті тербелістер тобына сәйкес келеді. $715-1460\text{cm}^{-1}$ аралығында көптеген тербелістер жолақтарын аңғаруға болады. Осы орайда № 1 «Мегиаль форте» тағамдық қоспаның басқа да өнімдермен салыстырғанда кейбір аймақтардағы жолақтарның: $600, 715, 755, 910, 930, 1370\text{cm}^{-1}$ қарқындылығы басым болатындығын байқауға болады. [6, 7] әдебиеттеріне сәкес көрсетілген жолақтар $=\text{C}-\text{H}(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$ сызығына сәйкес келеді. Ал 1035cm^{-1} жолағы $\text{C}-\text{O}$ валентті тербелістерімен байланысты. Және де осы № 1 «Мегиаль форте» үлгісінде $\text{C}=\text{C}$ байланысын көрсететін 1650cm^{-1} облысындағы жолағы да басқа үлгілермен салыстырған қарқынды. № 2 «Смарт үлгісі» керісінше, барлық аймақтардағы жолақтарының қарқындылығы басқа үлгілермен салыстырғанда төмен екендігін көрсетеді.



1 сурет – Биологиялық белсенді қоспалардың ИҚ облыстағы өткізу спектрлері (1-Мегиаль форте; 2- Smart Омега-3; 3- Doppel herz Омега-3; 4- Биоконтур рыбий жир)

2 кестеге сәйкес барлық тағамдық қоспалардың құрамында омега-3 майларынан басқа қосымша компонент ретінде Е дәрумені деп аталатын токоферол химиялық қоспасын бірге енгізетінін байқауға болады. Мұндай қосымша заттың болуы жиі кездесетін қалыпты жағдай. Қазіргі таңда токоферолдар Е306 (токоферол қоспасы), Е307 (α-токоферол), Е308 (γ-токоферол) және Е309 (δ-токоферол) тағамдық қоспалар ретінде тіркелген. Е дәрумені ашық сарытүсті, тұтқыр сұйықтық түрінде болады. Суда ерімейді, хлороформда, эфирлерде, гександа жақсы ериді сондықтан да балық майынан ажырату тек иіс сезіну арқылы болады. Ерітінділер қарқынды флуоресцентті (жұтылу спектрінің максимумы 295 нм, жарық шығару спектрінің максимум 320-340 нм) болып табылады. Сондықтан да зерттеу жұмысында белсенді қоспалардың ультракүлгін облысындағы жұтылу спектрлерін алу көзделген.



2 сурет – Биологиялық белсенді қоспалардың ультракүлгін облыстағы жұтылу спектрлері

Биологиялық белсенді қоспалардың үш түрлі үлгілері үшін ультракүлгін облыстағы жұтылу спектрлері алынды. Осы көрсетілген барлық үлгілердің 200 нм ден 400 нм-ге дейін спектрдің кең облысында бір немесе бірнеше дәрумендер тәріздес қосылыстарға негіделген қатты жұтылу орын алады. Мысалы, [9] жұмысында жабайы балық майларының құрамын абсорбциялық спектроскопия әдісімен зерттеулер нәтижесінде максимумдыра 280 нм, 290 нм, 320 нм, 350 нм болатын қысықтар алынған және олар Е, А дәрумендердің, альбумин және/немесе нафтол, сонымен бірге полициклді ароматты көмірсутек болуымен түсіндіріледі.

Барлық токоферолдар хроманол сақинасына негізделген, оған: гидроксил тобы, гидрофобты көмірсутек тізбегі және нөлдік, екі немесе үштік метил топтары бекітілген. Сондықтан да құрамында омега майлары бар биологиялық белсенді қоспалардың ИҚ спектрлеріндегі жолақтарына қосымша токоферолдың және де басқа да дәрумен тәріздес, синтезделуге икемді қоспалардың болуы айтарлықтай әсер ететіндігі де айдан анық. Осыған спектрлердегі метил (СН) топтары жолақтарының қарқындылығы немесе гидрооксилды байланыстарға ($3200-3500 \text{ см}^{-1}$) сәйкес келетін жолақтардың болуын мысалдар келтіре аламыз.

Қорытындылай келе, жұмыстың нәтижесі хроматография, хемометрия секілді жиі қолданатын әдістермен бірге осы жұмыс барысында бұзбай өлшеу MID FT-IR спектроскопия әдісі мен абсорбциялық спектрометрия әдістерін тиімді қолдана отырып, органикалық қосылыстарды, оның ішінде омега-3 биологиялық белсенді қоспалардың сапасын анықтауға болатынын көрсетеді. Алайда, органикалық молекулалардың құрамы күрделі болғандықтан, олардың тербелмелі спектрлерін дұрыс талдауда тек физикалық білім жеткіліксіз, биология мен химия секілді ғылымдардың үйлестігін қажет етеді. Дегенімен, зерттеу жұмысында қолданылған техникаларды болашақта өндірісте қолдану қызықты әрі перспективалы.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Аронов, Д.М. Место омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в лечении и профилактике атеросклероза и ИБС // Русский медицинский журнал, Т.14, №20, 2006, С. 1418-1423.

2. Вся правда о жире: что мы знаем о нём и чего не знаем // <https://herbalife.ru/blog/pitanie/vsya-pravda-o-zhire-cto-my-znaem-o-nyem-i-chego-ne-znaem/> 24.03.2022.
3. Омега-3, омега-6, омега-9: что такое жирные кислоты и зачем они нужны // <https://mgbsmp.by/informatsiya/informatsiya-dlya-patsientov/530-rol-zhirnykh-kislot-v-organizme-cheloveka>. 25.03.2022.
4. Омега-3, -6, и -9 жирные кислоты // <https://sergkomisar.livejournal.com/79279.html>. 25.03.2022.
5. Marçal Plans, Michael J. Wenstrup, Luis E. Rodriguez-Saona. Application of Infrared Spectroscopy for Characterization of Dietary Omega-3 Oil Supplements // Journal of the American Oil Chemists' Society. July 2015, V. 92. №7. P. 957-966.
6. Dr. Rosaria Ciriminna, Dr. Claudia Lino, Dr. Mario Pagliaro. Omeg@Silica: Entrapment and Stabilization of Sustainably Sourced Fish Oil // Chemistry Open. May 2021, V. 10, №5. P. 581-586.
7. Xuebing Zhang, Liu Lin, Zhuanxia Chen, Jing Zhang, Xichang Wang, Ningping Tao. Characterization of refined fish oil from small fish in Mauritania // [Aquaculture and Fisheries](https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.11.003). December 2020 // <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.11.003>. 25.03.2022.
8. Michael Bekhit, B. Grung, S. Mjøs. Determination of Omega-3 Fatty Acids in Fish Oil Supplements Using Vibrational Spectroscopy and Chemometric Methods // Applied Spectroscopy. 2014, V. 68, №10. P.1190-1200.
9. Edwin Antonio Pena. Detection of PAHs in Commercial and Wild Caught Fish Oil using Scanning Fluorescence Spectroscopy / Seton Hall University Dissertations and Theses (ETDs) // <https://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=3078&context=dissertations>. 25.03.2022.