

1 – Дәріс Кіріспе.

Жоспары:

1. Биофизика ғылымының даму тарихы.
2. Биофизика пәнінің міндеті және мақсаты.

Биофизика өз алдына ғылым ретінде 19 ғ. бастап қалыптаса бастады. Көптеген физиолог ғалымдар қазіргі кездегі биофизикалық зерттеу объектілерімен сол кездің өзінде – ақ айналыса бастады. Мысалы, белгілі физиолог И.М. Сеченовтың осы бағыттағы зеріттеудің пионері деп айтуға болады. Ол тыныс алу процесінің динамикасын зерттей отырып, биологиялық ертінділердегі газдардың еру заңдылықтарын анықтады. Белгілі физик Гельмогольц термодинамика проблемалардын зерттеуде тірі жүйелер энергетикасын түсінуге жол ашты. Ол көру мүшелерінің жұмысы мен нерв бойымен қозудың жылжу жылдамдығын зерттеді.

Физика, коллоидты химия ғылымдарының дамуына байланысты биофизиканың зерттеу шеңбері кеңейе түсті. Осы позиция тұрғысынан сыртқы әсерлерге тірі организмдер реакцияларының механизмдерін түсінуге талпыныстар жасалынды. Биофизиканың дамуында Лебаның мектебі үлкен роль атқарды. Ол партогенез бен ұрықтану құбылыстарының физикалық – химиялық негіздерін бақылаған. Иондар антагонизмі құбылысының физикалық – химиялық қасиеттері де интерпретацияға ұшырады. Осы проблемалармен байланыста. Лебаның «Тірі заттар динамикасы» атты кітабы көптеген тілдерде шығарылды. 1906 жылы бұл кітаптың аудармасы Россияда жарық көрді. Кейінірек қабыну паталогиясындағы иондық және коллоидтық процестердің ролі жөніндегі Шаденің жұысы пайда болды. 1921 ж. Оның «физическая химия во внутренней медицине» деген іргелі еңбегі орыс тілінде шығарылды.

1922 ж. СССР-да «биофизика институты ашылды. Оны П.П. Лазерев басқарды. Бұл институтта С.И. Вавилов адам көзінің сезгіштігінің, П.А. Ребиндер мен В.В. Ефимов өткізгіштіктің физикалық – химиялық механизмдерін және өткізгіштік пен беттік керілу арасындағы байланыстың, С.В. Кравков түстерді ажыратудың физикалық – химиялық негіздерін зерттеді. Совет одағындағы биофизиканың дамуына Н.К. Кольцованың мектебі үлкен үлес қосты. Сыртқы ортаның физикалық – химиялық әсерлерінің клеткалар мен олардың құрылымдарына тигізетін әсерлері жөніндегі мәселелермен оның оқушылары айналысты. Н.К. Кольцованың инициативасымен МГУ-да физикалық – химиялық биология кафедрасы ашылды, оны С.Н. Скадовский басқарды.

30 жылдардың аяғында биологиядағы физикалық – химиялық бағыт СССР ҒА. В.Н. Бах атындағы институтында дамыды. А.М. Горький атындағы бүкілодақтық экстер медицина институтында биофизика бөлімі ұйымдастырылды, онда П.П. Лазарев, Г.М. Франц Д.Л. Рубинштейндер қызмет істеді.

К.А. Тимирязевтің фотосинтез шеңберінде жүргізілген зерттеулері – фотобиофизиканың негізін қалады. Тіршілік әрекетімен байланысты әлсіз

хемимлюминесценциялау, (митогенетические лучи А.Г. Гуревича), фотоактивтік құбылыстар (Радионов С.Ф. Франц) ашылды. Электронды парамагниттік резонанс әдісі (Эвовойский Е.К.) фотобиология шеңберіндегі жұмыстар (А.Н. Теренин, В.М. Инюшин) т.б. бұл аталғандар биофизикалық әдістеулердің кейбір мысалдары ғана;

XX ғасырда 50 жылдардың басында СССР ҒА. Биофизика институты мен М. Ломоносов атындағы МГУ-дің биология – топырақ тану факультетінде биофизика кафедрасы ашылды. Кейінірек биофизика кафедралары А. Жданов атындағы ЛГУ мен басқада университеттер мен медициналық институттарда да ашыла бастады.

1973 ж. С.М. Киров атындағы КазГУ-дің биология кафедрасында да биофизика ашылды (каф.мең.проф. В.М. Инюшин). Кафедра қызметкерлері қолданылмалы биофизика мен фотобиология мәселелерімен айналысты.

Соңғы кезде тірі материалдар қасиеттерін түсінуде химия мен физика және сол сияқты физика, химия биологиясына түйіскен жеріндегі ғылымдар үлкен роль атқаруда. Сондай ғылымдардың қатарына биологиялық физика да жатады.

Биофизика – биологиялық жүйелердің түрлі деңгейлерінде жүретін физикалық және химиялық процестерді зерттейтін ғылым саласы. Биофизика биологиялық құбылыстарды классикалық биологиямен салыстырғанда тереңірек түсіндіруге мүмкіндік береді, осы арқылы физиологияға физикалық және химиялық базис жасайды.

Биофизиканың негізгі міндеті тірі организмдерде физикалық, физико – химиялық және химиялық процесстердің қалай жүретіндігін нағыз биологиялық материалдар негізінде көрсету.

Биофизика дербес ғылым ретінде физиология, биохимия, физикалық химия, физика сияқты пәндерден айырмашылықтары болғанымен, биофизикамен олардың арасындағы шекара шартты түрде ғана.

Биофизиканың негізгі нысаны – организмдегі физикалық және физика – химиялық процестерді зерттеу. Осыған байланысты биофизикалық зерттеулерде, негізінен, физикалық және физико – химиялық әдістер қолданады. Бұл әдістемелер биофизикалық зерттеулердің мақсатына сәйкес өзгертіліп, жаңартылып отырады. Биофизиканың биохимиядан айырмашылығы – биофизика жүйелерді олардың жекелеген компоненттеріне бөлшектемей тұтастай қарастырады. Мұның өзі клеткалардың оптикалық қасиеттерін зерттегенде сәуле бөлудің әлсіз көздерін, электр параметрлерін өлшегенде әлсіз электр тоқтарын және әлсіз техникалық күшейткіштерді қолдануға мүмкіндік береді. Бұл әдістердің барлығы да жақсы нәтиже береді, мұның өзі тірі жүйелердің түрлі физикалық – химиялық параметрлердегі өзгерістер арасындағы сандық тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты биофизика талдаудың математикалық әдістерін, физикалық және математикалық модельдеу әдістері мен есептеу техникаларын кеңінен

қолдана алады. Соның нәтижесінде биофизика биологияны нақты ғылым деңгейіне дейін көтере алады.

Биофизика биологиялық молекулалардың құрылысы мен физикалық қасиетін (белоктар, нуклеин қышқылдары), биологиялық процестердің кинетикасы мен термодинамикасын, клетканың ультратұрақтылығын, оны физикалық және физико – химиялық ерекшеліктері мен клеткалардың функциональдық активтіліктерінің пайда болуын: өткізгіштік биоэлектрлік потенциалдар т.б., реакциялардың физико – химиялық механизмдерін, сыртқы әсерлер энергиясын нерв клеткаларының спецификалық реакцияларына айналуы мен сезім мүшелеріндегі ақпараттарды кодтау механизмдерін, көпклеткалы жүйелердің реттелу және өзін - өзі реттеу проблемаларын (күрделі жүйелер биофизикасы), физикалық факторлардың әсер ету механизмдерін және сол сияқты диагностика, прогноз, бен организмнің функциональдық жағдайларын бағалау процестерін зерттейді.

Биофизиканың негізгі міндеттерінің бірін – бірі организмдерге тән физикалық және физико – химиялық параметрлерді зерттеу. Тірі клеткаларға тән қасиеттердің бірі – сыртқы орта мен клеткадағы потенциалдар айырмашылығы; калий мен натрий иондары бойынша клетканың іші мен сартындағы иондық градиентті ұстап тұру қабілеті мен электр өсін поляризациялау мүмкіндігі.

Биофизика иондық сәулеленудің биологиялық әсері мен фотосинтез механизмін және сол сияқты энергияның миграциясы мен оның механизмін зерттейді.

Бұл пәннің келесі бір маңызды міндеттерінің қатарына клетка мен тканьдердің өткізгіштік қасиеті мен биоэлектрлік потенциалдардың пайда болып, дамуы, олардың пайда болу көздерін анықтау мен тұқым қуалау қасиеттерінің берілу механизмдерінің физикалық және химиялық мәселелерін талдау процестері жатады.

Тағы бір маңызды міндеттерге автореттеу проблемасы кіреді. Автореттеу проблемасымен биология мен медицина ғылымдары ғана айналысып қоймай, техника ғалымдары да қызығуда. Өйткені тірі организмдердегі автореттеудің кейбір механизмдері техника саласында да жаңа идеялардың көзі болуы мүмкін. Жануарлар мен өсімдіктерді қоршаған орта өзгерістеріне бейімделу процестерінде автореттелу механизмі үлкен роль атқарады. Автореттелу мәселелерін түсіну үшін термодинамика мен биологиялық процестердің кинетикасын зерттеу қажет, бұл биофизиканың маңызды міндеттерінің біріне жатады.

Қорыта келгенде, жоғарыда келтірілген мәселелерді шешу үшін тірі субстраттағы жүріп жатқан физикалық және химиялық процестер туралы ақпараттар жөнінде толық мағлұматтар блуы қажет.

2 – Дәріс

Жоспары:

1. Биофизика – биологиялық кеңістіктегі физикалық процестер туралы ғылым.
2. Биофизиканы іргелі жеке ғылым саласы болып қалыптасуы. Биофизиканың жаратылыстанудың басқада салаларымен байланысы.
3. Биофизиканың теориялық және практикалық маңызы, медициналық биофизика, агрофизика, биофизикалық мониторинг.

Материяның биологиялық және химиялық қозғалыстарының негізіне физикалық процестер, жатады. Демек, аса күрделі биологиялық процестерді дәлелдеуде физиканың методологиялық әдістері кеңінен қолданылады. Бірақ, биологиялық процестерді жай біріктіре салу оң нәтиже бермейді, танымдық тоқырауға әкеп соғады. Мұндай бағытты редуccionизм деп атайды. Мысалы: профессор М.В. Волькенштейннің белгілі еңбектері. Бұл кісі молекулалық биология жөнінен ірі маман. Дегенмен, өткен ғасырдың басында В.И. Вернадский биологиялық кеңістіктің «өлі» физика – химиялық кеңістіктен айырмашылығын алғаш рет көрсетті. Биофизикалық холизм идеясы профессор А.Г. Гурбичтің еңбегі арқылы енген.

Холизм идеясы – тұтастық идея, ол философиялық негізде баяндалған, оның мазмұны бойынша барлық органдар заттардың негізін сезуге болмайтын материалдық емес заттардан тұрады. Эволюция барысында материяның формасы өзгермейді, жаңармайды, бірақ тұрақтылық қасиетінен айырылған. Холизмдік процесс материяның сақталу заңын мойындамайды. Қазіргі кездегі батыс әдебиеттерінде холизм термині біртұтастық принципті белгілеу үшін ғана қолданылады.

Қазіргі кезде биологиялық кеңістіктегі жүріп жатқан – физикалық процестер ерекше қасиеттерге ие болуда.

Биофизика – құрылымдардың түрлі деңгейлеріндегі биологиялық кеңістіктердің физикалық процестері мен қасиеттері: электроннан биосфераға дейінгі. Биофизиканың қалыптасуы физика, физиология, эмбродология, цитологя, физикалық химия, кибернетика, т.б. ғылым салаларының дамуымен тығыз байланысты.

Биофизика өзінің дамуында ең күрделі методологиялық принциптер мен аса нәзік эксперименталдық техникаларды басшылыққа алады. Алғашқы биофизикалық зерттеулер 19 ғасырдың аяғы мен 20 ғасырдың басында яғный К. Тимирязевтің хлорофилл спектірін; профессор А. Гурбичтің клеткалардың митогенетикалық сәулеленудің табиғатын ашу кезеңімен сәйкес жүргізіледі. Ал, А.Л. Чижевский болса космостық биофизиканың негізін қалады.

1939 ж. Нью – Йорте биофизика бойынша бірінші халықаралық конгресс өткізілді, оның құрметті президенті болып проф. А. Л. Чижевский сайланды. Биофизиканың дамуына венгер ғалымдары Э.Бауер («Теориялық биология», 1933, монография) мен А. Сент – Дьердьи

(«Кибернетика, 1964, «Субмолекулалық биологияға кіріспе, 1965) үлкен үлестерін қосты. Сент – Дьердьи өз еңбектерінде молекуланы қоршап тұрған электр өрісінің биологиялық процестердегі маңызды ролі туралы әңгімелейді. Клетка – машина, ол жұмыс істеу үшін энергия қажет. Ол цитология проблемаларын құрылымдық және энергетикалық тұрғыдан қарастырады. Электрондар энергия тасушы молекулаларға қарағанда әлде қайда тиімді қызмет атқарады.

Биофизиканы біздің еліміз бен шет елдердегі дамуы 20 ғасырдың 40 жылдарының аяғынан басталады. Биофизиканың барынша дамуына Американың Жапонияға қарсы атом қаруын қолдануы себеп болды. Биофизика ғылыми зерттеу институты ашылып, МГУ, ЛГУ және басқада университеттер мен мед. институттарда биофизика кафедрасы қалыптасты.

1973 ж. КазГУ-де биофизика кафедрасы ашылып, бұл – орта азия мен қазақстанда ұйымдастырылған алғашқы кафедра болды. Биофизика – биологияның теориялық негізін қалады (биотермодинамика). Биофизика медицинамен, экология проблемаларымен, инженерлік психологиямен, ауылшаруашылығымен, тамақ өндірісімен, геофизика және сейсмологиямен тығыз байланысты. Биофизиканың табыстары терапияда, диагностикада, биотехнология мен қоршаған ортаны зерттеуде жана әдістемелердің пайда болып, дамуына ықпал етеді. Биофизиканың өзі бірнеше салаларға бөлінеді.

- Молекулалық биофизика. Ол биополимерлердің физикалық қасиетін зерттеп, физикалық химия, қатты денелердің физикасы және кристаллография сияқты ғылыми бағыттардың методологиялық тәсілдермен ұштасып жатады.
- Квантты биофизика – биологиялық құрылымдардағы кванттық процестерді зерттейді.
- Биофизика – биологиялық жүйелердегі энергияның жиналуын, өзгеруін және олардың таралуын қарастырады.
- Күрделі жүйелердің биофизикасы мен биоэнергетикасы биологиялық процестердің реттелу принциптерін зерттейді.
- Фотобиология – тірі организмдердің жарықпен әрекеттесу механизмін тексереді.

3 – Дәріс «Биотермодинамика негіздері».

Жоспары:

1. Термодинамика нені зерттейді және оның биологияны танудағы ролі.
2. Термодинамикалық жүйелердің типтері туралы негізгі ұғымдар.
3. Термодинамиканың бірінші заңы.
4. Тіршілік иелерінің жылу түзулері және оның көзі, өлшеу әдістері.
5. Рубнер константасы.
6. Тірі организмдердің энергияны пайдалану коэффициенті.

« Тірі клетка аса күрделі жүйе....,
термодинамикалық жағынан мүлде
шексіз...» және мұндай

жағдайда өзінің құрылысына қажетті энергияны толықтай пайдаланып болғанша қала алады». А. Хилл, 1929

Биология – тірі материяның қозғалыс заңдылығы туралы ғылым. Бұл формадағы қозғалыстың алуан – түрлілігі баршаға мәлім. Демек, барлық тіршілік қозғалысының фундаментальдық негізін зерттеу қажеттілігі туындайды. Бұл жағынан алып қарағанда тіршілікке термодинамикалық көзқарастың қалыптасуы аса маңызды құбылыс. Тірі жүйелер өз энергиялары есебінен тіршіліктеріне қажетті қызметтерін атқарады, сондықтан олардың тіршілігі қалыпты тұрақты ортаға ғана байланысты.

Термодинамикалық жүйелердегі энергияның өзгерістері туралы ғылым. Тіршілік процесінің барысында тірі организм мен қоршаған орта арасында зат және энергия алмасу құбылыстары жүріп отырады демек, тіршіліктің барлық процестері «тірі организм – қоршаған орта» жүйесінде энергетикалық тепе – теңдіктің өзгерістерімен байланысты. Жалпы биологиялық заңдылықтар термодинамикалық зерттеулердің объектісіне айналып отыр. Классикалық термодинамика – статистикалық ғылым. Ол макрожүйелердегі процестердің нақты жолдарын анықтайды. Термодинамика – жүйе туралы ұғыммен тығыз байланысты, ал термодинамикалық жүйе деп толып жатқан бөлшектерден тұратын материалдық объектіні айтады. Жүйелердің кеңістіктік параметрлері оны құрайтын бөлшектердің көлемінен әлде қайда үлкен. Химиядағы тізбекті реакциялар негізінде жүйелерде туындайтын бос энергия өз құрылымындағы бөлшектер қызметін өзгертуге жұмсайды.

Тірі жүйеде:

1. Жүйенің жұмыс қабылеттілігі өз мұқтажына жұмсалуы қажет.
2. Сыртқы түрткілер әсер еткенде жүйе олардың күшін өзгертуге бағытталған жұмыс өндіреді.
3. Жүйенің жұмысы тепе – теңдікке қарсы бағытталған, өйткені ол сыртқы орта өзгерістерінің нәтижесінде туындап отырады.

Жүйенің үш типі белгілі:

1. Жекеленген жүйе – сыртқы орта мен байланысы жоқ.
2. Тұйықталған жүйе – сыртқы ортамен зат емес, энергия ғана алмасады.

3. Ашық жүйе – қоршаған ортамен зат және энергия алмасады.

Термодинамика бойынша тірі организм – ашық жүйеге жатады. Тірі жүйелер ешуақытта тепе – теңдік жағдайында болмайды және өздерінің бос энергиясы есебінен физика мен химияның заңына сәйкес өздерінің тұрақты қызметін атқарады.

Түрлі массалы тірі жүйелердің тұрақтылық принципі.

Жүйелердің кез келген күйін термодинамикалық функцияның көмегімен сипаттауға болады. Жүйелердің массасына немесе ұсақ бөлшектерінің санына тәуелді термодинамикалық функциялар экстенсивті немесе сиымдылық факторлары деп аталынады (көлем, энергия, энтропия). Жүйенің массасына немесе оның бөлшектер санына тәуелсіз термодинамикалық параметрлерді интенсивті параметрлер немесе потенциалдар факторлары (қысым, температура, жылдамдық, энтропияның өзгерістері) деп атайды.

Энергия – материяның бір күйден екінші бір күйге ауысуының белгілі формасының шегі, энергия – жүйенің белгілі бір қызмет атқару қабілетін сипаттайды. Физиканың басты заңы – энергияның сақталу заңы. Бұл заңға сәйкес энергия жоқтан бар болмайды, тек бір формадан екінші бір формаға ауысып отырады.

Энергия – интенсивтілік факторының экстенсивті факторы немесе потенциал факторының көлемді факторға көбейтіндісі, мысалы:

Механикалық энергия PV (P – қысым, V – көлем)

Электірлік EI (E – кернеу, I – тоқ күші)

Химиялық $f(V, S, m_1, m_2, \dots)$ (V – көлем, S – энтропия, m_1 – компоненттер массасы), (T – температура, S – энергия),

Бұл белгілер тірі жүйелердегі байқалатын термодинамиканың принциптері мен заңдылықтарын толықтап айқындап алады. Тұрақты тепе – теңдік сияқты қалыптан тыс ауытқулар әруақытта бастапқы қалпына келіп отырады. Тірі жүйелер тәрізді біркелкілігі жоқ тепе – теңдік жағдайлар тұрақты түрде қысқарып отырады және тұрақтылықтың барлық принциптері шоғырланған. Тірі жүйелер қозған кезде бос күйіндегі түзілетін ортақ энергияны тірі жүйенің бос энергиясы деп аталынады.

$P = m M$ m – масса M – тірі массаның бірлік өлшеміне сәйкес алынған бос энергия.

Принциптік сандық сипаттамасы.

1. Тірі жүйе – тепе – теңдіктің бұзылуына қарсы ғана қызмет атқарады.
2. Егер тірі жүйеге ешқандай сыртқы түрткілер әсер көрсетпесе, яғни ешқандай энергия келмесе, онда барлық бос энергия тепе – теңдікті баяулатуға бағытталады.

$$P_1 - C = E \quad X_1 - \frac{OX}{Ot} \quad \text{От} \quad E \quad X_1 \frac{OX}{Ot} = \text{От}$$

P – тепе – теңдік пайда болу кезіндегі тірі жүйелердегі бос энергия.

X – факторлар айырмашылығының суммасы (P_1 е – потенциалдардың электрлік айырмашылықтары)

ΔH туғызатын өзгерістер, ΔG – тірі жүйелер өзгерісінің уақыты суммалар айырмашылығы мынаған негізделген тірі жүйелердегі еріксіз әсер ететін күштер уақыт бойынша бөгде функциялар туғызуы мүмкін, өйткені ол тепе – теңдік процесіне қарсы әсер етеді. Термодинамикалық тепе – теңдік кезінде тірі жүйенің жұмыс істеу қабілеті нольге тәуелді, мұндай жағдайдан жүйе сырттай қосымша энергия алмаса шыға алмайды, яғни $\Delta G = 0$, градиенті жоқ. Термодинамикалық тепе – теңдік – биологиялық жүйелер үшін жат жағдай, ондай жағдайдан жүйелер әр кезде шығуға әрекет етеді.

Жүйенің атқаратын қызметі ондағы түзілетін жылу мен ішкі энергиясының, арасындағы айырмашылыққа тең.

$$\Delta A = \Delta Q - \Delta I \quad \Delta Q = \Delta I - \Delta A$$

ΔA – орындалған жұмыстың саны.

ΔQ – енгізілген жылу саны

ΔI – ішкі энергияның өзгерісі

Бұл заң сандық формасы тұрғысынан энергияның сақталу заңын көрсетеді. Ішкі энергияға жүйеге енетін бөлшектер энергиясының өзара әрекеттесулері, молекулаларының әртүрлі бағыттағы және атомдардың ырғақтық қозғалыстарынан туындайтын энергияның молекулалық өзара әрекеттестіктің энергиясы мен ішкі ядролық энергия қосындыларынан тұрады. Заң – жұмыс жүйесінің ішкі энергиясының өзгеруі есебінен немесе қандайда жылу мөлшерінің жүйе ішінде өзара алмасуы нәтижесінде орындалады.

Циклды жұмыс атқаратын жылу машиналарында ПӘК мына формула бойынша анықталады.

$$\text{ПӘК} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad T_1 \text{ және } T_2 \text{ жылу көзімен тоңазытқыштың температурасы}$$

(T – ның абс. шкаласы бойынша)

Мысалы, ет – жылу машинасы, оның ПӘК 30% тең. Оның T_1 – табуға әрекет жасайық. Ол үшін шкала бойынша T_2 (K^0) температурасын табамыз.

T_2 (K^0) = $(25 + 275)^0$ Формулаға еттің $1/3 T_2$ (K^0) мен ПӘК мәнін қою арқылы мынаны аламыз:

$$\frac{T_1 - 298}{T_1} = 1/3. \text{ Бұдан } T_1 = 447^0 \text{ K немесе } 174^0 \text{ C.}$$

T_1 температурасы шындыққа сәйкес келеді деп айту қиын, өйткені белоктар денатурациясы, әдетте $40 - 60^0 \text{ C}$ ғана пайда болады. Бұдан, тірі организмдегі жұмыс тек қана жүйенің ішкі энергиясының өзгеруі есебінен орындалады деп қорытынды шығаруға болады. Ал, машиналарда жұмыс сырттан энергия кіргізу есебінен жүреді.

Машинаның құрамды бөліктері қандайда бір энергияны, мысалы, химиялық жылу, электр өзгерту үшін ғана қолданылады. Машина бөлшектерінің ішкі жағдайы үйкеліс есебінен туындайтын тізуді есепке алмағанда өзгеріссіз қала береді. Ал, тірі жүйелерде болса өздеріне ғана тән биоэнергетикалық құрылымдар ғана жұмысқа айналады. Сырттан енгізілген керектік заттар энергиясы тірі материяның құрылымының көмегімен

жұмысқа айналмайды, керісінше, биоэнергочұрылымның ішкі тепе – теңдік жағдайын жаңартып отыруға жұмсалады. Демек, тірі жүйелер машина емес. Тамақтың құрамындағы химиялық энергия тірі жүйелерде тікелей жұмысқа айналмайды. Бұл – I₃ қолдану кезінде тіршілік иелерінен алынған қорытынды. Бірақ, тіршілік иелері жылу машинасы емес, яғни тамақтың құрамындағы химиялық энергия тікелей жылуға айнала алмайды. Бұл термодинамиканың II – заңының тірі организмге қолдануға болмайтындығын көрсетеді.

Эволюциялық баспалтақта энергия алмасуының күші термодинамикалық жүйе күрделенген сайын кенет арта түседі. Мұны рубнер константасының артуы анық көрсетеді. $R = \frac{it}{m}$,

t – күнмен есептегенде тіршілік ұзақтығы.

m- кг алынған салмақ

I – 24 сағат кал. алынған оттегінің пайдалынған мөлшері.

Тірі организм жылудың есебінен қызмет атқармайды, яғни термодинамикалық емес, хемодинамикалық машина. Химиялық энергия организмде тікелей жұмысқа айналып отырады. Бұл аккумулятор арқылы қозғалысқа келетін машинамен тең деуге болады. Бұл дұрыс емес, өйткені организмдегі энергия қандайда бір трансформатордың көмегімен тікелей басқа бір түрге айналмайды, тірі жүйе термодинамикалық немесе хемодинамикалық машина емес. Олар ерекше заңдылыққа бағынады, бірақ, термодинамика заңы өз маңызын жоғалтпайды, ал ол заңдылық басқа формада көрініс табуына байланысты тірі жүйелерге қолдану мүмкін емес.

Биіктікке байланысты Рубнеровск константының мөлшері

таблица 1.

Жануарлардың Түрлері	Тіршілік ету ұзақтығы күндері	Салмағы кг	24 сағ. O ₂ пайдалану, кал	K
Жылқы				
Қой				
Ит				
Мысық				
Адам				

Таблица мәліметтері бойынша эволюциядағы заңдылық Рубнеровск константасының көбеюі, яғни жылу түзілуі болып табылады. Жылу жасалуы – организмдегі алмасу процестерінің деңгейін бейнелейді. Рубнеровск константасы эволюциялық сатыда жоғары тұратын топтарда арта түседі.

М.В. Ломоносов материя мен энергияның сақталу заңдылығын бірінші болып ашты. 1748 ж. Ол былай деп жазды: “табиғаттағы болып жататын өзгерістер бір нәрсе екінші бір нәрсеге қосылып, немесе сондай деңгейде алынып жатса ғана пайда болады. Мысалы, қандайда бір денеге

қанша материя қосылып жатса, екінші біреулерінен соншасы алынып жатады;

Табиғаттың бұл заңдылығы бәріне бірдей, ол жүру ережесіне де, денегеде тән заңдылық, өйткені ол өзінің әсерімен басқаларды қозғалысқа келтіреді, бірақ өз жылдамдығын сондай дәрежеде жоғалтады.

Ломоносов ұйқы мен сергектілікті мысалға келтіре отырып, жалпыға бірдей заңдылықтың биологияға қарсы екендігін көрсеткісі келген болу керек.

А. Эйнштейн өзінің жалпы салыстырмалы заңында энергияның, мысалы, сәуленің де салмағы болатындығын көрсетті. Сондықтан жұлдыздан тараған сәулелер күнге таяу өткен кезде оған тартылады.

Эйнштейн бойынша, массаның $1 \text{ гр. } 9 \cdot 10^{20}$ энергияға эквиваленттілігі, яғни масса мен энергияның эквиваленттілігі мына теңдеу бойынша шешіледі: $F = mc^2$ C – жарық жылдамдығы, E - энергия, m - масса.

Франция ғалымы Лавузье алғаш рет жылы қанды жануарлардың температурасы көректік заттардың оттегінің қатысуымен тотығуы есебінен тұрақты түрде болатындығын көрсетті. Бенедикт мен Этуотераның колориметрлік тәжірибелері (1908) организм тамақтық заттан қанша энергия алса, соншасын шығаратындығын көрсетті, яғни энергияның келуі мен оның шығыны тең екендігін көрсетті.

Мұны төмендегі мәліметтерден көруге болады:

Кіріс	Шығыс
Тәуліктік тамақтану	Тәулік бойы жылу шығыны
56,8 г. белок 237 калория	Бөлінген жылу 1374 калория
137 г. май 1307 калория	Дем шығарумен шыққан газдар 43 калория
79,9 г. көмірсу 335 калория	Зәр мен нәжіс 23 калория
	Тыныс алу жолдары арқылы булану 181 калория, тері арқылы булану 227 калория, түрлу түзетулер 11 калория
	Барлығы 1859 калория

Энергияның қаншасы тірі материяның өсуі мен қалыптасуына яғни синтетикалық процеске кететіндігін білудің маңызы зор. Ашытқының өсуін көрсететін пастердің классикалық тәжірибелері тірі материяны қалыптастыруға жұмсалатын энергияның мөлшері O_2 бар жоғына тәуелді болатындығын көрсетті.

Мысалы, ашытқыны құнарлы сұйық ортада емес, яғни O_2 бар сұйықта сақталған, 24 сағаттан кейін сұйықтықтағы жұмсалған 93 мг қанттың есебінен 24 мг ашытқы алынған. Бірақ, O_2 келуін қиындатса (жабық ыдыста) 3 айдан соң ғана 45 000 мг қант есебінен 255 ашытқы алынған, яғни анаэробты ортада 1 мг ашытқы алу үшін 180 мг қант кеткен.

Мұндай айырмашылықтар мынаған байланысты: оттегі жоқ жерде қант спирт пен көмірқышқылына айналады, мұндай жағдайда 1 гр. Қантқа шаққанда небарі 122 кал. ғана жылу, ал оттегі бар жерде 1 гр. Қантқа 3750

кал. жылу бөле отырып, су мен көмірқышқылына айналады. Құрғақ ашытқы 1 гр. Қантқа 4500 калория бөледі. Ашытқыны оттегінсіз өсіргенде организм аса көп қант өндіреді. Тірі протоплазма түзілу үшін төменгі сатыдағы, типті кейде жоғары сатыдағы организмдердің де, химиялық энергия пайдалану коэффициенттері бірдей, яғни $1/3$. Бұл коэффициент көректік заттардың түріне байланысты емес, ол Анридің саңырауқұлақтардың өсуі жөніндегі мәліметтерінен белгілі (1 таблица)

1 таблицадан көрінгендей, тірі заттардың түзілуі мен олардың массасының артуы көректенетін заттардағы жылу энергиясына пропорциональды болады. Бірақ, химиялық энергияны пайдалану коэффициенті тамақтың құрамындағы химиялық санына тәуелді емес және $31 - 39\%$ немесе $1/3$ тең.

Жоғарғы сатыдағы жануарлардың химиялық энергияны пайдалану коэффициенті $1/3$ тең (2 таблица. Анри бойынша).

Адам физикалық жұмыс атқарғанда тұтастай организмнің өнімдік коэффициенті орташа есеппен 20% тең, яғни тамақтың құрамындағы энергияның $1/5$ бөлігі; тамақтағы химиялық энергияның қалған $4/5$ бөлігі жылуға кетеді, яғни шашарай жойылып кетеді.

Ет жұмыс атқарған кезде ғана емес, одан кейін де оттегін пайдаланып, жылу бөлетіндігін Хилл көрсеткен.

Изоляцияланған ет жиырылған кезде оның коэффициенті 94% тең болады.

Мұны былай көрсетуге болады:

$$t(t) = \frac{1}{m(t)} \cdot \frac{ga}{yt} \quad t - \text{жануарлардың (tk) ұрықтануынан бастап (tk) өлгенге}$$

дейінгі аралықтағы синтездік уақыты. Схемедан көрінгендей организмнің меншікті жылу жасауы уақыт бойынша тұтастай функцияны көрсетеді:

F (f) – арта отырып, ең жоғарғы T – 3 шамасына жетеді де, қайта азайып барып, тұрақты шамаға айналады, одан әрі нольдік дәрежеге жетеді.

3. Онтогенезден бастап жылу түзу процесі функция ретінде үш бөліктен тұруы мүмкін.

Жануарлардың бастапқы тіршілігіне сәйкес келетін 1 – фазасы уақыт бойынша эмбриогенезге сәйкес келеді, бұл кезде тірі материяның өсуі дамып келе жатқан жас организмнің морфо – функциональдық дифференциясы мен бірдей болады. Екінші фазасы – организмнің туылғаннан кейінгі өсу процесімен сәйкес келеді. Үшінші фазасы ересек особьтардың тұрақты тіршілігіне сәйкес келеді.

2 таблица.

Саңырауқұлақтың түрлі заттардағы химиялық энергияны пайдалану коэффициенті.

Қорек	Қоректік заттың 1гр. Келетін культураның салмағы (г)	Қоректік заттың грамндағы энергия, кал.	Алынған культурандағы энергия, кал.	Тірі протоплазма-ның энергияны пайдалану коэффициенті.
Шарап				
Лимон қышқылы				
Глюкоза				
Глицерин				
Олив майы				

3 таблица.

Жоғарғы сатыдағы жануарлардың химиялық энергияны пайдалану коэффициенті.

Жануарлар	Туылған кездегі салмағы, кг	Тәуліктік энергиясы, кал.	Даму барысындағы энергияны пайдалану коэффициенті, %
Жылқы			
Сиыр			
Қой			
Шошқа			
Ит			
Мысық			
Қоян			

Оттегі еттердің жиырылуына ғана емес, өнімдердің тотығу процесіне де жұмсалады, мысалы пировиноград қышқылы.

Психикалық құбылыстар заттың сақталу заңына бағына ма деген сұрақтар ғылымда әлде неше рет көтерілді және ерекше психикалық энергияның болатындығы туралы проблема да ұсынылған – ды.

А.А. Ухтомский былай деп жазған: «адамның денесін құрайтын тірі заттар – энергия көзі. Ересек адам салмағының әр келісі (кг) оның тіршілік етуінің барысында орташа есеппен 725 000, жылқы – 163 000, ит – 16 400, сиыр – 141 000 дейін калория жұмсайды екен. Адам өзінің дене салмағын жаңартып отыру үшін аталған энергияның тек 5%, жылқы мен сиыр 33%, ал ит 35%, ғана жұмсайды екен. Сонымен, адамның әр кило салмағы тіршілік ету барысында түрлі процестер үшін 689 000 килокалорий энергиясы қайта өңдеуден өткізіп отырады.

Ой еңбегінің барысында (математикалық есептерін шешу, кітаптар оқу т.б.) оттегін сіңіру орташа есеппен 0,6% артады, яғни өте аз болғандықтан бұл шаманы нақты деп айту қиын.

Физик Больцман өзінің «Популярные письма» атты еңбегінде энергиясыз ой еңбегі жүзеге асырылмайтындығына назар аударған. Бір арнамен домалаған шар арнаның екіге ажыраған жеріне жеткенде қосымша

энергия жұмсамай – ақ өз бағытын өзгерте алады. Былайша айтқанда, ой еңбегі қызмет бағытын өзгерту үшін ғана қажет.

4 Дәріс.

Биологиядағы термодинамиканың екінші басталуы.

Жоспары:

1. Екінші бастаманың формулировкасы.
2. Негізгі ұғымдар мен жағдайлар.
3. Энтропия, неэнтропия және биологиялық процестер.
4. Пригожин принципі және Бауэр принципі.

Термодинамиканың екінші заңы қандайда болмасын энергияның бір түрінің жұмысқа және энергияның басқа түріне айналу заңын айқындайды.

Мұны түсіну үшін градиент, энтропия, бос энергия сияқты ұғымдарымен танысу қажет.

Екінші бастаманың негізгі жағдайы бойынша энергияны өз бетімен көп жақтан аз жаққа қарай тасымалдаумен байланысты процестер ғана атқара алады, яғни градиент бойынша. Градиент – оның ара – қашықтығы бойынша параметрлер деңгейінің айырмашылығы ретінде анықталады. Градиент шаманы ғана емес, бағытты да анықтай алатын вектор – функция. Осмостық градиент, электр градиенті, яғни тірі жүйелер үшін де көптеген градиенттер белгілі.

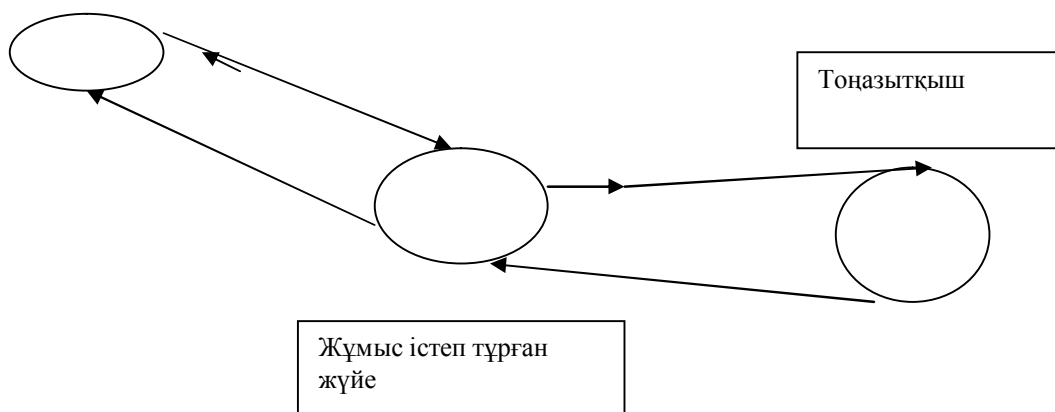
Энтропия. Термодинамиканың екінші заңы бойынша жылу қосымша энергияның қатысуынсыз өз бетімен жұмысқа айнала алмайды. Жүйенің жұмыс қабілеттілігі, оның ПӘК процестің басы мен аяғының айырмашылығымен анықталады.

Шығын мына теңдік бойынша анықталады.

$$A=Q \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Яғни энтропия - энергия шашырауының өлшемі. Мұны жылу машинасының жұмысымен танысу арқылы көз жеткізуге болады.

Жылу көзі T_1 Q_1



Суретте көрсетілгендей, температурасы T_1 болатын жылу көзінен таралған жылудың жартысы Q_1 температурасы T_2 және жылу мөлшері Q_2

болатын тоңазытқышқа пайдасыз беріледі. Кері процесс кезінде сол жылу мөлшері тоңазытқыштан сыртқы энергия есебінен жылу кезінде жеткізіледі. Бұл процесті мына қатынастар бойынша сипаттауға болады.

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \text{ Осы қатынас – энергия.}$$

$$S_1 \frac{Q_1}{T_1} \text{ және } = S_2 \frac{Q_2}{T_2}$$

Демек трансформацияланбаған шашыранды энергия – энтропия болып табылады. Қайтымды процес:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \text{ немесе } S_1 - S_2 = 0$$

Қайтымсыз процесс жағдайындағы (қажалыс, жылу аудару) $S_1 - S_2 > 0$

Тірі жүйелердегі жұмыс көзі – жұмыс пен жылуға айнала алатын химиялық энергия деген болжам бар. Жылу шашырап кетеді және бұл процесс – қайтымсыз. Мысалы, екі бөліктен тұратын жүйе (жылу көзі – жұмыс денесі) нақты жағдайда қызмет істей алмайды. Миллион молекуладан тұратын нақты жүйеде мұндай оқиғаларды орнату нольге тең.

Термодинамиканың екінші заңының математикалық өрнегі былай жазылуы мүмкін:

$$O/S = \frac{SQ}{T} \geq 0$$

Тепе – теңдік белгісі қайтымды процестерде, ал тепе – тең емес белгілер қайтымсыз процестерде қолданылады.

Тұйық жүйеде энтропия өзгеріссіз қалуы, немесе жоғарылауы мүмкін. Энтропия градиенттің азаюымен оның жоғарлау бағыты бойынша өседі.

Энтропия – процестің қайтымды өлшемі. Одан басқа, энтропияны жүйенің тіршілік дәрежесін сипаттай алуы мүмкін, яғнай статикалық критерий болып табылады. Больцман бойынша:

$$S = K \ln W$$

K – Больцман тұрақтылығы $K = R/N = 1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ ДжК}^{-1}$;

W – термодинамикалық мүмкіндік

S – энтропия

Биологиялық жүйенің энтропиясы.

Көптеген ғалымдар термодинамиканың екінші заңын биологиялық жүйелердің жағдайларын шолу үшін қолдануға толық болады деп есептейді; басқалары басқа көзқарасты ұстауда, олардың көзқарасына сәйкес биологиялық жүйелердегі энергетикалық өзгерістерді шолу үшін басқаға термодинамикалық постулат қажет деп байымдайды.

Алдымен бірінші көзқарасқа тоқтайық. Тірі жүйелер ашық жүйелер болып табылады, олар сыртқы ортамен үздіксіз зат және энергия алмасып отырады. Организмдегі биосинтез организмнің басқа да мүшелері мен қоршаған ортадан энтропия есебінен орындалады. Демек, тірі организмдер термодинамикасын ашық жүйелер термодинамикасы ретінде қарау керек. Бірақ, биологиялық жүйелер тепе – теңдік жағдайынан термодинамикалық

аластатылған жүйе екендігін есте сақтаған жөн. Жүйелердің тепе – теңдік жағдайымен ауытқуын заттар, иондар мен электрондардың диффузиялық толқындарын тудырады. Толқындар тудыратын осы күндер жүйені термодинамикалық тепе – теңдіктен шығарады. Толқындардың тұрақтылығына байланысты жүйелердегі тұрақтылық сақталып отырады.

Түрлі ағындар мен термодинамикалық жүйелер арасында өзара, тәуелділіктер байқалады;

$$dx/dy = Zy$$

dx/dy – термодинамикалық жылдамдығы

y – термодинамикалық күш, Z – термодинамикалық коэффициент.

Организмнің түрлі реакциялары кезінде ашық жүйелер термодинамикасында «оң» энтропия ағыны деп, ал сыртқы ортадан енетін энергиясы бар заттарды «теріс» энтропия ағыны деп қарауға болады. Стационарлық жүйе жағдайындағы бос энергияның өзгерістері тұрақты шамаға жатады. Бос энергия шығынын сыртқы ортадан алу есебінен толықтырылып отырады.

Пригожиі принципі.

Егер ашық термодинамикалық жүйе қоршаған орта әсерінен өзгеріске ұшырайтын болса, онда оның өз ішінде бастапқы қалпына келетін процестер жүреді. Тірі организмдегі толықтай өзгеріске ұшырауы энтропияның қамтамасыз процестер кезіндегі өсу өзгерістеріне байланысты: (ΔS) және энтропияның организм мен сыртқы орта арасындағы алмасудың өзгерістеріне $\left(\frac{< Se}{< t} \right)$ яғни $\frac{< Si}{< t}$ - энтропияның жалпы өзгерісі. Тұрақтылық жағдайын сақтау үшін энтропия жұмсалады бірақ, әрбір жағдайда оның мөлшері аз. Осыған байланысты S өсуі де аз мөлшерде байқалады. Яғни, жүйедегі өзгерістер энтропияны минимумға келтіруге бағытталған. Пригожин принципінің мәні осында. Сыртқы параметрлер аз әсер көрсететін тұрақты жағдайда жүйедегі энтропияның түзілу өнімі уақыт бойынша тұрақты, шама бойынша аз.

Венгер ғалымы Э. Бауер 1935 жылы өзінің «категориялық биология» атты еңбегінде тірі жүйелер термодинамикалық жағдайдан алшақта болады деген тұжырымға келген. Ол тірі жүйелердің тұрақты теңгерілмелі емес принципін жасады. Бұл принцип бойынша барлық және тек тірі жүйелер ешқашанда теңгерілмелі жағдайда болмайды және өзінің бос энергиясы есебінен тұрақтылыққа қарсы әсер көрсетеді. Егер біз теңгерілмелі кездегі тірі жүйенің бос энергиясын F белгілесек, потенциалдар айырмашылығының жиынтығын электрлік айырмашылықтар ретінде X белгілесек, аталған факторлар тудыратын өзгерістерді $< X$ және осы өзгерістердің жүрген уақытын $< t$, ал өлі жүйелердегі бұл шамаларды сол белгілермен белгілесек, онда тұрақты теңгерілмелілігі жоқ мәнді алуға болады: бұл формуладан барлық бос энергияның теңгерілмелі жұмысқа қарсы жұмсайтынын көруге болады. Тұрақты теңгерілмелі емес принципін қолдану арқылы тарихи даму заңдылығының бар екендігі жөніндегі принцип дәлелденген. Табиғи

заңдылық мынаған тең: шығармайды. Принциптерін теңгерілмелі емес объектілерге ғана қолдануға болады.

5 – Дәріс

«Биотермодинамика негіздері».

Сұрақтар:

1. Биоэнергетикалық жүйе мен өлі физико – химиялық термодинамикалық жүйеге салыстырмалы сипаттама.
2. Профессор Н. И. Кобозевтің антиэнтропия туралы қағидасы.

Тірі биологиялық жүйенің өлі физико – химиялық жүйеден принципті түрде айырмашылығы бар. Тірі жүйе тұтастай алып қарағанда жекелеген бөліктерден тұратын біртұтас матрица; егер бір дискретті элементті алып тастаса, бұл – жүйенің бұзылуын туғызады.

Өлі жүйе – біртұтас механикалық жүйе, жеке бөліктерді алғашқы, ал тұтастай алғанда екінші. Біртұтастық жекеленген бөліктерден (машина, кристалл т.б.) тұрады.

1. Антистохастылық;
2. Органикалық біртұтас жүйе - өзара әрекеттесетін біртұтастық арқылы орындалады, ал біртұтастық жеке бөліктерді детермендейді.
3. Алгоритмде қайта жаңарту болмайды.

Биологиялық жүйе – біртұтастық алғашқы, ал жеке бөліктері біртұтастық дамуынан пайда болатын органикалық біртұтас жүйе, яғни екінші.

Тірі жүйе біртұтастық жекеленген бөліктердің қасиеті мен процестерін детерминдейді, бірақ әрбір бөлшектің өзінде біртұтастық қасиет болады – бұл биологографиялық принциптің негізін қалайды.

Тірі жүйелер антистохастылық, өлі жүйелерден жоғарғы дәрежедегі когеренттік өзара әрекеттестігі жөнінен ажыратылады. Тірі жүйелерде алгоритмдік жаңарту процестері болмайды, яғни оларды жүйенің элементтерінен құрау мүмкін емес. Биологиялық кеңістіктің миогомерлілігі құрылымдардың қайта постулатын туғызады. Физика – химиялық процедуралардың көмегімен тіршілікті қайта туғызу – термодинамикалық қабаттасумен мүмкіндік бермейді?

Тірі жүйе (Н. И. Кобозев бойынша) теріс энтропиялы болады. Сондықтан ол толық түрде қайта жаңғыра алмайды. Мұндай жүйенің термодинамикалық мүмкіндігі $W > 1$ және $S > 0$ болады да қарапайым жүйелердің молекулалық статикасы тек алгоритмделетін жағдаймен ғана шектеледі. Табиғат алгоритмделмейтін жүйелерге бай, оларға саналы түрде қараған жөн. Адамды жасанды түрдегі интелектімен ешуақытта алмастыруға болмайды. Биоэнергоқұрылым туралы термодинамиканы немесе энергодинамикалық ілімнің негізін профессор Кобозев қалады.

Оның негізгі қағдалары.

Биоэнергетикалық құрылым – заттардың атомдық, молекулалық және плазмалық күйінен тұратын жоғарғы деңгейде ұйымдасқан аса күрделі

энергетикалық жүйе және бұл жүйе графитациялық, электромагниттік және дыбыс т.б. кеңістікпен гетерогенді түрде жалғасқан.

Мұндай жүйенің тұрақтылығы кезкелген элементарлық бөлшектер мен заттардың детерменизациялық біртұтастығы арқылы өтеді және ол детерминацияға кез келген элементарлық құрылымдар мен принциптер қатысады.

Биоплазма – біртұтас орта, эмбриогенез процесіндегі клеткалық пластардың қозғалысы биоплазмалық құрамдармен тығыз байланысты. Аталған кеңістікте, табанда, тілде, ақпараттық биоголограмды өрістер пайда болды. Әрбір биоактивті нүкте мүшелер мен жүйелердің қасиетін бейнелейді.

Егер тірі организмдер теріс энтропиясы бар ортаға ($W < 1$, $S < 0$) жататын болса, олар оң энтропиялық молекулалық жүйеден теріс энтропиялық ортаға энтропияның нольдік мәні арқылы жылжиды, бұл Нернст – Планка теоремасына қайшы келеді, сондықтанда теріс энтропияны пайдаланумен байланысты болу керек.

Н. И. Кобозевтің мидың дұрыс қызмет атқаруына қажетті жағдайды зерттеулері қырқыншы жылдардан басталады. Бұл зерттеудің объектісі адам миы болса, зерттеуді жүргізу барысындағы негізгі гипотеза – ақпараттық энтропия мен мидың жоғарғы молекулалық құрылымының арасындағы сәйкестік туралы, яғни есептеу орталығының дұрыстық дәрежесі мен ақпарат беретін орталықтың қалыпты қызметі арасындағы өзара сәйкестік жөнінде болады.

Негізгі, толық дәлелденген фактілерге мыналар жатады:

1. Ми биохимиялық, клеткалық және нейрофизиологиялық жүйе ретінде ойлау процесін қамтамасыз ете алмайды.
2. Ойлау процесін қамтамасыз ету үшін антиэнтропиндік механизм қажет, яғни мидың жоғарғы молекулалық құрылымдарының жылу қозғалысын басатын механизм болу керек.

Н. И. Кобзев мінез – құлыққа талдау жасай келе, ми тканьдеріндегі жылу қозғалысын басатын механизм параметрлеріне баға береді. Нәтижесінде жылу қозғалысын басатын функцияларға (яғни мидың «салқындататын») массасы 10^{-7} ме болатын жүйелер атқаруы мүмкін деген қорытындыға келді. ме – электрон массасы, геометриялық размері үлкен ($l = 10^{-6}$ см), атомдардың сызықтық размерінен артық. Ішкі тығыздық төмен осы X – газдың бұлты нейрондық торларда адсорбцияланған. Атомдық материямен салыстырғанда мұндай бөлшектер «заттың вакуум» (ЗВ) ретінде танылады.

Н. И. Кобзев мынандай қағидаларды ұсынған;

1. Заттың вакуум (ЗВ) – тіршіліктің қажетті атрибуты.
2. Биологиялық жүйені ЗВ арқылы байыту – оның тіршілік қабілетін арттырады, ал кеміту – ауруға әкеп соғады.
3. Адам организмне ЗВ тамақпен түседі.
4. ЗВ қасиетін зерттеу – материя дамуының жалпы қасиетін түсінуге жол ашады.

Кобзев бойынша адам миы – соматикалық биоплазманың шыңы. Тіршілік өзінің деңгейінде антиэнтроптық компоненттерден тұрады. Психикалық функция мен тіршілікке қажетті антиэнтропияны элементарлық бөлшектер мен оны байланысты кеңістіктен іздеу керек (1970).

Профессор Н. И. Кобзевтің теориялық зерттеулерінің соңғы кезде маңызы арта түсуде. Ол өзінің теориялық қағидаларын бекіту мақсатында көптеген еңбектер жарияланды.

Қазіргі кезде толқынды теңдеудің – «бөлшектерізді» жекеленген электромагнитті «солитондар» толқынын шешудің мүмкін жолдары қарастыруда. «Солитондар» күнделі құрылымды болып, ақпаратты тасымалдаудың материалдық көзі болуы ықтимал. Энергияға жақандағы жөнінен «Солитондар» массасы $10^{-7} \cdot m_e + 10^{+4}$ интервал арасында орналасқан. Сонымен тірі термодинамикалық жүйе атам – молекулалық құрылымнан басқа биоплазмадан тұрады екен.

Биоплазма – көп мөлшерде бос энергия қоры бар теңгерілмелілігі жоқ термодинамикалық жүйе. Биоплазма энергиямен барынша қаныққан. Биоплазманың тұрақтылығы оның тығыздылығына, анизотроптылығына және атом – молекулалық құрылымының тұрақтылығына т.б. байланысты. Тірі организмдердің эволюциялық сатыда орналасу дәрежесіне қарай және олардың күрделене түсулеріне байланысты ондағы биоплазма деңгейі жоғарлап, тығыздығы арта түседі.

Бұл принциптің негізін салып, ғылыми жолмен дәлелдеп бекіткен поляк ғалымы Седиак болды. Тұтастай организмде «біртұтас» және «биоплазмалық дене» деп қарау керек.

Ол макро – және микроқұрылымнан тұрады. Онда екі жолақ бар: гермибиоплазма және соматобиоплазма. Екі жүйедегі энергетикалық потенциалдар онтогенезде негізгі энергетикалық процестер есебінен өзгеріп отырады. Зиготада алдымен энергиялық потенциал жоғарылайды да одан арғы өсу процесінде төмендейді. Эмбриональдық дамудың одан арғы кезеңінде кері процесс басталады – бос энергия мөлшері артатын жаңа гормоплазма қалыптасады.

Биоплазма – қажетті энергияны жинақтайды. Биоплазма арқылы энергия тасымалданады және қайта бөлінеді.

Биоплазма энергияны бір түрден екінші түрге айналдырады.

Сурет салынған

Стрелкамен биоэнергетикалық ағынның жолы көрсетілген. Псиполлюс саналық сама – полюс түйсіктің герма – полюс информациясы есебінен түзілген.

Адамда псилолю қалыптасады, ол барлығында синтездейді. Онда соманың аз бөлігі, германың көп бөлігі бар.

Сома ақыл – ойды қалыптастырады (1 – 2%), герма – түйсіктері, псиполлюсті тұрақтандыру орталығы және болашағы – популяциялық деңгейді пси – полюс есебінен қоғам пайда болады, неғұрлым ол жетілген болса аталған ансамбльдердің түзілуі активтірек өтеді. Адамдардың

көптеген особьтары гермелерін жоғалтып алады, ол қоғамда суықтың ішіне енгізіледі де полюс популяция деңгейіне шығарылады.

6 – Дәріс.

1. Клеткалық және популяциялық деңгейдегі термодинамикалық процестердің мәні.
2. Көбею термодинамикасы.
3. Негізгі термодинамикалық процесс – эволюцияны қозғаушы күші.

Биологиялық термодинамикалық жүйе үш полярлы альтернативті (баламалы) бөліктен тұрады: сом, герма, психополлюс.

Герма – құрылымдық энергияны сақтайтын потенциалды форма. Сомда активті сыртқы жұмыс процестері жүреді. Психополлюсте герма мен сомға ұқсас қасиеттер синтезделеді. Герма мәңгілік. Сом уақытша. Герма – генетикалық ақыл – ойдың резервуары, репродукция үшін жауапты, оған энергияның потенциалдық формасы тән. Германың құрылымы изотропты. Сом – орындаушы механизм, тітіркену қабілеті басым, сондықтан оның ішінде үзбей жұмыс істеп жатады. Сом герма мен салыстырғанда жақсы дифференцияланған.

Биотермодинамикалық жүйенің полярлы бөліктерінің арасында биотермодинамикалық процестің есебіне тұрақты түрде биоэнергетикалық алмасу жүріп жатады.

Сом мен герма арасындағы қарым – қатынас қарама – қарсы болғанмен өзара ұштасты: егер герма басымырақ дамыса сом редуцияланады және керісінше. Мысалы, лосось балығының көбею кезінде деструкция тұрғысынан алғанда самадан ажыратылады, аскариданың сыртқы процестері жоғалып кетеді де герма барынша дамиды. Диназаврларда кері процесс – сом күшті дамыған, яғни термодинамикалық тұйыққа тірелу процесі жүреді.

Э. Бауэр негізгі процесті тірі жүйенің бір бөлігіндегі энергияның басқа бөлігіндегі деструкция есебінен көбею құбылысы екендігін анықтады. Бауэр бойынша, көбею формасының алуан түрлілігі негізінен биотермодинамикалық процестерге негізделген. Мысалы Э. Бауэр былай деп жазған "...қай клеткалы организмдерде болмасын ұрық клеткалары ұрпақ бойы тоқтаусыз жаңарып, көбейіп отырады, клеткалардағы құрылымдық энергия дене клеткаларының өсу процесімен байланысты. Жекеленген клеткалардың көбеюі де ондағы өлген бөліктер энергиясы есебінен жүреді».

Демек, көбею процесі, негізінен биотермодинамикалық процестерге негізделген, ол процесс тіршіліктің барлық кезеңінде кездеседі. Деграциялық процестерде энергиялық ағынның симметриялық бөлінуі байқалады деген жорамал бар. Соматикалық биоплазмадағы энергияның бір бөлігі жылу ретінде таралады да басқа бір бөлігі биоплазманың өткізгіш жолдары арқылы гермобиплазмаға беріледі.

Популяция деңгейіндегі процестерді И. А. Агаджанян зерттеген. Популяциядағы көбею динамикасы өлу динамикасына тәуелді. Мысал ретінде И. А. Агаджаняның ереван мед. институтының эпидемиология

кафедра қызметкерлерімен бірігіп жүргізілген зерттеу жұмыстарын келтіруге болады. 1939 ж. И. А. Агаджанянның ұсынған концепсиясын тексеру мақсатында арнаулы зерттеу жұмыстары жүргізілді, осы концепсияға сәйкес өліп бара жатқан тіршілік иелері қандайда бір сигналдар шығарып тұрады, бұл сигналдар тірі қалғандарының көбеюін күшейтеді. Зерттеу лабораториялық 835 ақ егеуқұйрықтармен жүргізілді. Оларды тәжірибе және бақылау топтарына бөлген. Эксперимент барысында тәжірибе тобынан 7 тәулік ішінде 3% фосфадты цинктен күн сайын бір егеуқұйрықтан өлтіріп, ал бақылау тобынан сол күндері бір особьтан бөліп алып отырған. Барлық қажетті жағдайларды сақтағанмен бақылау тобымен салыстырғанда тәжірибе тобында алынған нәтижелер басым болды:

- Жүктілік 2,9 есе;
- Ұрпақ саны 3,45 есе;
- Әрбір өлтірілген особьтар ұрпақ саны 10 есе артық болған.

Бұдан тірі жәндіктер эволюциясы мен филогенез процесінде қозғаушы күш екендігін болжауға болады. Мұны тіршілік иелерінің бір түрінің жаппай қырылып, жаңа түрлердің пайда болуы дәлелдейді. (Кьювенің катастроф болжамы).

Эволюция процесінде неліктен энергия қоры көбейіп кететіндігін негізгі процессқана түсіндіре алады.

Өлгенде немесе деструкция кезінде антиэнтропинді параметрлі биоэнергия тіршілік қабілеті бар особьтардың гермосымен акцептену арқылы жаңа ұрпақтың термодинамикалық потенциалын арттырады.

Биотермодинамикалық жүйенің үшполності құрылымының схемасы.

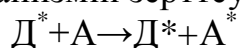
7 – Дәріс.

Жоспары:

1. Биополимерлердегі электрондық қозу жағдайы.
2. Биополимерлерде электрондық – тербелістің өзара әрекеттестігі.
3. Энергияның алмасу – резонанстық көшуі.
4. Флуоресценция және фосфоросенция және олардың биологиядағы қолданылуы.

Электрондық қозулардың екі типі болады: ұзақтығы 10^{-8} сек. Болатын синглентті тип және ұзақтығы 10^{-8} сек. көбірек, типті бірнеше секундқа созылатын триплентті типтері болады.

Синглентті қозу – флуоресценцияны жарық әсерінен жарықтың шығуын туғызады. Стокс заңына сәйкес флуоресценция толқынының ұзындығы әр кезде қоздырушы жарық толқынынан ұзын болады. Электроны 2 және оданда көп квантты бір мезгілде сіңіре алатын антистоксовтік флуоресценция ғана бұдан ауытқиды. Мұндай құбылысты полифотоптық сіңіру деп атайды. Флуоресценцияның көмегімен электрондық қозу энергиясы жылжуынан (миграцияның) биофизикалық механизмін зерттеуге болады. Миграция мына схема бойынша жүреді:



Д мен А- донор молекуласы мен акцептор энергиясы. Негізгі жағдайда доннордың электрондық қозғыш молекуласы мен А акцептор молекуласы арасында сыртқы энергия болмай – ақ энергия алмасуы жүреді. Бұл кездегі қозу және молекулалардың жүйедегі хаостық бөлінуіндегі энергия Д – дан тасымалдаған кезде, А флуоренцияның деполяризациясын қысқартуы мүмкін.

Қазіргі кезде белок молекулаларындағы түрлі топтардың арасындағы электрондық қозу энергиясының тасымалданатындығы дәлелденген. Қозу энергиясының тасымалдануы хромофорлы белок кешінде байқалады. Хромофорлы топтар флуоресценциясының қозуын хромопротиннің белокті бөлігіне сіңген кванттар тудыратындығы дәлелденіп отыр. ДНК – ға қозғыш акридинді адсорбцияланғанда оның УФ – жарық әсеріне төзімділігі артады. ДНК – ның қозған энергиясы қызғылт акридин молекуласына өтеді де флуоресценция түрінде жарықтанады. Сыртқа энергия шағару энергияны тасымалдаушы сингленттік қозу арқылы ғана емес, триплет арқылы да орындалуы мүмкін. Мұны бояғыштардың қатты ертіндісі үшін дәлелдеген академик А. Н. Теренин болды. Тасымалдау 0,1 – 0,3 нм болатын байланыстар ара қашықтығындай мөлшерде жүруі ықтимал. Миграцияның мұндай түрін алмасу – резонанс деп атайды.

Флуоресценция витаминдерінің, катехоламиндердің, вирустар мен антиденелердің аз концентрациясының орналасуын анықтау мақсатында аналитикалық биохимияда, иммунологияда, микробиологияда, микробиология мен цитологияда кеңінен қолданылады. Одан басқа, флуоресценцияның көмегімен иондаушы радиациялар, концорегендер т.б. әсер еткен кездегі ДНК, РНК молекулаларындағы конформациялық өзгерістер де зерттеледі.

Флуоресценцияны анықтағанда спектрофлуориметрлер (СФЛ – 2) қолданады.

8 –Дәріс.

Жоспары:

1. А. Г. Гурвичтің митогенетикалық сәулені ашуы.
2. Митогенетикалық сәулені тіркеу әдістері және олардың сипаттамалары.
3. Биолюминесценция (экзотикалық және аса әлсіз). Биолюминесценция – жануарлардың, өсімдіктер мен адамдардың клеткалары, тканьдері мен мүшелерінің физиологиялық жағдайларының көрсеткіші ретінде.
4. Биолюминесценцияны өлшеу үшін кванттық есептеу жолдарының принципі (ұстанымдары).

1.

Клетка бөлінген кезде митохондриялық сыртқа шашырауын (мсш) 1923 жылы А. Г. Гурвич клетканың бөлінуін зерттеу барысында фотондардың сыртқа шашырау құбылысын ашып, оны митохондрияның сыртқа шашырауы (МСШ) деп атаған болатын. МСШ алғаш рет биологиялық детектордың көмегімен ашылды. Детектор ретінде пияздың

тамыр меристемасы және оған басқа тамыр – донор әсер ету кезінде зеріттелді.

Қазіргі кезде МСШ тіркеудің үш әдісі белгілі: биологиялық, фотоэмульсиялық және фотоэлектрлі. МСШ – ның спектрлік диапазоны анықталған, оның спектрдегі ультракүлгін аумағы 130 – 330 нм қамтиды. МСШ әсерлілігі 1 см қашықтыққа 2 сек. аралығында 10^{15} фотонға дейін барады. МСШ жануарлар мен өсімдіктердің барлық клеткалары мен ұлпаларында байқалған. (ол тек көкжасыл балдырларда ғана болмайды). МСШ – тың жарық шығару қарқыны клеткалар мен ұлпалардың құрылымы өзгеру үрдісі кезінде ғана байқалады.

2.

Профессор Б.Н. Тарусов 50 – жылдардың басында көпкаскадты вакуумды фотоэлементтердің көмегімен 400 – 720 нм болатын спектрдің ккрінетін аумағында аса әлсіз жарық – биолюминесценция (БЛ) шығарылатындығын тіркеген. Жануарлар мен өсімдіктердің физиологиялық күйіне тәуелді болатын БЛ – дің қарқындылығы мен спектральдық құрамының өзара байланыстылығы көрсетілген. Биомолекулалардың жарықтану қарқыны мен конформациялық өзгерістері арасындағы байланысы дәлелденген. Зерттеу жұмысының негізінде Б. Н. Тарусов биолюминесценцияларды тіркеуге арналған кванттық есептегіштерді жасады, ол фотоэлектронды көбейткіштен, электронды күшейткіштен және тіркеуші аппараттан тұрады. Прибор $1 \text{ см}^2/\text{сек. } 10^{15}$ фотондарды тіркей алады.

9 – Дәріс.

Фотобиология негіздері

Сұрақтар:

Жоспары:

1. Аса маңызды пигменттердің сіңіру спекторлары. Фотобиологиялық әсерлердің спекторы.
2. Фотодинамикалық әсер.
3. Ультракүлгін сәуленің биологиялық әсерлері.
4. Фотореактивация.

Фотобиологиялық процестерге физиологиялық реакциялармен аяқталатын және биологиялық қосылыстардың жарықты сіңіруімен байланысты жүретін құбылыстар жатады. Фотобиологиялық процестерді төмендегідей кезеңдерге бөлуге болады.

1. Кванттық жарықты сіңіру.
2. Энергия ажырауындағы ішкі молекулалық процестер.
3. Энергияның молекулалық алмасуы (энергия миграциясы)
4. Фотохимиялық акт.
5. Күңгірт және биохимиялық реакциялар.
6. Физиологиялық реакциялар. (фототропизм, фототаксис, көру, фотопериодизм т. б.)

Әдетте, күн спектірінің әсері – инфрақызыл (ИК), көрінетін және ультракүлгін (ук) бөліктерінен тұрады. Спектрдің ИҚ – бөлігі (толқын

ұзындығы 750 нм артық) жылу, соның ішінде резонанстық эффект туғызады. Көрінетін бөлігі (400 – 750 нм) – көру, фотосинтез және фотопериодизм процестеріне ықпал етсе УК бөлігі (200 – 400 нм) өзгергенде үш бөлімге ажыратылады.

УК – А (315 – 400 нм) – күйдіреді және витамин синтездеуге әсер көрсетеді т.б.,

УК – В (280 – 315) күйдіру, эритема, концорогенез, витаминді синтездеу сияқты құбылыстарды туындатады,

УК – С (200 – 280) болса эритмаға, загарға, концорогенезге, мутация мен бактерицидті құбылыстарға әсер ететін қасиеттері бар.

Фотобиологиялық әсердің спекторы әрекет етуші жарықтың толқын ұзындығына тәуелді. Мысалы, ультракүлгін сәулесінің әсерінен өлетін бактериялардың жоғарғы көрсеткіші оның 2658 нм бөлігінде байқалады және бұл қисықтың нуклеин қышқылдарын сіңіру спектріне ұқсайды.

Жарықтың фотодинамикалық қасиеті фотосенсибилизатордың (ФС) қатысуына байланысты. ФС – организмнің ультракызыл сәулеге сезімталдығын арттыратын зат.

Фотодинамикалық әсер кезінде (белоктардың ДНК, РН – тың фотототығуындағы индукцияланған процесс) ФС квант жарықты сіңіргеннен кейін электронды – қозу жағдайына өтеді, одан кейін молекулалы оттегімен өзара әрекеттесе отырып, қозған синглетті жағдайға ауысады. Қозған O_2 активтілігі қозбаған жағдаймен салыстырғанда 100 есеге дейін артады.

Б – белок молекуласы

Күшті ФС – ға порфирандерге гематопорфирин жатады, ол клеткаларда зат алмасудың түрлі бұзылыстарында немесе теориялық мақсатпен оны қанға енгізу кезінде жинақталу мүмкін.

Фотобиологияда көрінетін және ультракүлгін және ультракүлгін спектрлердің түрлі ұзындықтағы толқындарының биологиялық аутогепизмдердік құбылыстары ертеден зерттеуде. Мұндай әсерлердің фотореактивтілік деп атайды.

Фотоактивтілік УК – сәуле әсер еткенде анық байқалады. Мысалы, егер бактериялар колониясын толқын ұзындығы 315 – 400 нм жарықпен әсер еткенде, онда толқын ұзындығы 20 нм болатын УК – жарықтың бактериоциті әсері әлсірейді. Механизм Гершел әсеріне ұқсас.

10 – Дәріс.

Биоакустика.

Жоспары:

1. Механикалық вибрациялар және олардың адам мен жануарлар организміне әсері.
2. Ультрадыбыс және оның биологиялық әсері.
3. Жарқанаттар мен балықтардағы дыбыс локациясы.

Механикалық дірілдер мен тербелістер клеткалар мен жекелеген мүшелерде физиологиялық өзгерістерді туғызады. Вибрация организмге және оның жекелеген мүшелеріне нақтылы физиологиялық реакцияларды

пайда болуына әсер етеді. Мысалы, Брейтман жүрек аурулары бар адамдарға вибрациялық әсерлер пульс толқындарындағы дірілді жоғалтып, пульс жылдамдығын азайтқан, жүрек қызметін күшейтіп, ішек перистальтикасын жақсартқан қанын анықтаған. Сау адамдарда вибрация алғашқы кезде пульсті жылдамдатқанымен, кейіннен олардың 70% жуығының пульс жиілігін сиретіп, қалғандарында кері реакция жүретіндігін Чигаев байқаған. Ремин тоқтап қалған бақа жүрегіне вибратор тигізгенде жүрек қайта соға бастағанын көрген. Вибрация қарын етінің қызметінің жиырылуына септігін тигізді.

Ефимов және оның қызметкерлерінің мәліметі бойынша вибрациялық массаж бен кәдімгі жай массаждың адам ағзасының физиологиялық күйінде әсерін тигізетіндігін зерттеген. Нәтижесінде, вибрациялық массаждың еттің қозғалыстық хронанциясын өзгертетіндігі дәлелденді. Механикалық вибрация шахтерлар қопарғыш балғалармен жұмыс істеу кезінде ерекше байқалады. Балғаның жылдам вибрациясы кеуде мен қарынға қойғанда бүткіл денеге тарайды. Вибрациядан сақтану үшін жұмысшылардың қолғап киіп, резиналы төсеніште тұруы ұсынылады.

Вибрацияның әсері алуан түрлі. Кондратьева вибрацияның әсерімен клеткаларда көптеген вакуолдер пайда болып, көбею процесі тежелетіндігін байқаған. Щербак шайқалудың нерв жүйесіне тітіркендіргіштік әсерін жазған. Бехтерев пен Чигаева вибрация көздің қарашығын үлкейтіп, пульсті баяулатып, ұйқы келтірмейтіндігін дәлелдеген. Андреева мен Галанина амплитудасы 131 Гц кезіндегі 100 – 250 Гц вибрациядан ауруды сезу түйсігі төмендейтіндігін байқаған.

Вибрациялық сезімталдық табалдырығы өте төмен, мысалы, жылдамдығы 7 Гц болатын вибрацияның амплитудасы 2 тең. Шайқалу $9,81 \text{ см/с}^2$ жылдамдықта басталады да жылдамдық 39 – 49 см/с^2 жеткенде ыңғайсыз сезім пайда болады.

Лифшиц шайқалу табалдырығының жылдамдығы 0,1 см/с, үдеу жылдамдығы 10 – 15 см/с^2 , ал тынымсыз шайқалу үшін жылдамдық 0,4 см/с және үдеу жылдамдығында 30 – 50 см/с^2 тең екендігін көрсеткен.

Вибрация кейбір ауруларды туғызуы да мүмкін. Мысалы, Ефимов тігін фабрикасының антисептік машиналарында істейтін жұмысшылардың саусақтарынан қолдың қатты дірілдеуі нәтижесінен қан тамырларының созылмалы ауруларын байқаған.

Аяқ пен қолдың саусақтарындағы 256. Гц кезінде қайтаратын вибрациялық сезімталдықтың өзгергіштік қасиеті жаспен байланысты төмендеп отырады, ол организмнің жас кезінде барынша дамыған жағдайда болады. 50 жастан кейін вибрациялық сезімталдылық бұзылады, бұл процесс әсіресе атеросклероз кезінде жақсы байқалады.

Шумейкин «теңіз дыбысын», яғни теңіз толқынын тудыратын және ауамен тарайтын, адамның құлағы естімейтін инфрадыбысты ашқан. Сутегімен толтырылған рәзікке шар алыстағы толқыннан 10 Гц болатын периодты тербелістерді ұстаған, ол резонанстар ретінде құлағы ести алмайтын ауа толқындарын күшейте алатын көрінеді. Одан кейін рәзікке

шар ерекше резонатормен алмастырылған (Доброклонский). И. М. Сеченов атындағы институтта ревматизммен ауыратындар теңіз толқыны алдында ешқандай күшейткіштердің көмегінсіз – ақ осы инфрадыбыстың әсерінен құлақтары ауыра бастайтындығын сезетін болған. Шулейкин өзінің «Теңіз физикасы» атты еңбегінде бұл инфрадыбыстар теңіз суларындағы толқындардан пайда болатындығын көрсетті.

Ұсақ теңіз жәндіктерінің дауыл басталар алдында теңіз жағалауынан алысқа кетіп қалатындығы байқалған. Медузалар мен рак – гамафустарды бақылау барысында олардың осы дыбыстарға сақтықпен бейімделгендері анықталды.

Түрлі жиіліктегі дыбыстар адамның қазғалыс хроникасын азайта отырып әсер ететіндігін Ефимов пен Жучкова (1939) байқаған. Қозғалыс хронаксиясының төмендеуі дыбыстың жоғарылығына емес, оның күшіне байланысты. 15 – 45 минут тынығудан кейін хронаксияның мөлшері тәжірибеге дейінгі жағдайға қайтып оралады. Дыбыстан реобаза өзгермейді. Әдетте, хронаксияны алғашқы 5 – 10 минут өткеннен кейін барып әлсіретеді: Ұзаққа созылған дыбысқа бейімделіс пайда болатын көрінеді және моторлық хронаксия тәжірибеге дейінгі мөлшерде қайтып оралады.

Насонов дыбыстың 3000 Гц – тегі жиілігі етті барынша жиырылтуға мәжбүр ететіндігін көрсетті. Онымен қатар, ол түрлі дыбыс жылдамдықтарының ішінен 3000 гц жылдамдық етті бұзу бағытында әсер ететіндігін тапты. Насоновтың байымдауынша дыбыс белок молекулаларын денатурациялауы мүмкін. Насонов пен Равдонин мұндай құбылысты жылы қанды жануарлардың нерв клеткаларынан да байқаған.

Өндіріс жағдайларындағы түрлі жиіліктегі дыбыстан тұратын шуылдар белгілі мөлшерде организмге әсер етеді. Шуыл энергия шығынын арттырады. Жұмыс кезіндегі машинка басатындардың негізгі зат алмасуы 51%, ал шуал кезінде 71% артқан.

Шуыл кезінде адамдардың қарынының жиырылуы, сілекей және қарын сөлінің төмендеуі байқалады. Шуылдан қан және бассүйектің ішкі қысымдары көтеріліп, терінің электрлік кедергісі төмендейді. Үзілісті шуылдар нерв жүйесінің тітіркендіргіші тәрізді әсер етеді.

Адам организмі ұсақ әсер ететін шуылдарға жақсы бейімделе алады, бұны түрлі өндіріс орындарында істейтін жұмысшылардан байқауға болады.

Адам организміне шуылдың әсер көрсетуі дененің түрлі қуыстары мен мүшелерінің оған үндестік резонаторлық жауабында (Лазерев бойынша). Резонаторлық әсерлер диагностикалық мақсат ретінде медицинада ертеден қолданыс тауда. Дәрігерлер аурулардың көкірек қуысын саусағымен немесе балғамен тақылдата отырып дыбыстың өзгеруіне қарай жүректің шекарасын анықтайды. Дыбыстар анық, анық емес, басыңқы және тыныштық болып бөлінеді. Тыныштық дыбыс ішектің үстінде, газдар көбейгенде және өкпедегі кванттың үстіңгі бөлігінен байқалады. Газға

толған бұл қуыстар ұзақ тербелістер туғызатын нағыз гельмгольцевтік резонаторлар.

Өкпедегі дыбыс толқындары жай тербелістер туғызады; ондағы толқын соққылары бүткіл өкпеге таралуы мүмкін. Дыбыс көкбауырдың, бауырдың, өкпенің үстінде өзгереді де дыбыс емес, шуылға айналады.

Егер жүрек үстіне микрофон қойса, оның мембранасы жүректің жұмысын дыбыс үстінде жаңғыртады. Бұл дыбысты электрлі осцилографта жазуға болмайды, өйткені ол дыбыс тербелістерін электрлік осцилляцияға айналдырады.

Ультрадыбыс деп тербеліс жиілігі 20000 Гц жоғары, адам құлағы сезбайтын дыбысты айтады. Қазіргі кезде жылдамдығы аса жоғары ультрадыбыстық толқындар алынған. Қатты денелердегі жиілігі 2000Гц болатын ультрадыбыстың ұзындығы 20 см – ге, сұйықтыкі – 6 см және газда – 1,5 см тең. Қазіргі кездегі ультрадыбыстың ең жоғарғы дәрежелі жиілігі 500 МГц жеткенде қатты денелердегі толқын ұзындығы $8 \cdot 10^{-4}$ см, сұйықта – $2,5 \cdot 10^{-4}$ см және газда – $0,6 \cdot 10^{-4}$ см тең болады.

Француз физигі Ланжеван күшті ультраакустикалық тербелістер генераторын жасаған; бұл жерде ультрадыбыстық толқындардың генераторы: айнымалыэлектромагниттік өрісінде өзгермелі тербелісте кварц тұзының кристалдары болып саналады.

Аса күшті ультрадыбыстық тербелістерді алудың басқа әдісіне магнитострикционды тәсіл жатады, ондағы ферромагнит стержень айнымалы магнит өрісінің өзгерістерінен ұзарып және қысқарып отырады. Тербеліс күші айнымалы магнит өрісінің жиілігі стерженнің меншікті тербеліс жиілігімен өзара түйіскенде аса жоғары болады.

Ультрадыбыс қатты денелер арқылы тез өтеді, ал оны тұтқыр орта мен газ сіңіріп алады. Сұйық – ультрадыбысты жақсы өткізеді, ал сүйек, керісінше оны сіңіріп алады.

Ультрадыбыстың әсерінен сұйықтық пен гелде қысымның жергілікті көтерілуі мен төмендеуі пайда болады. Бұл гравитацияға, яғни еркін газдардың көпіршіктер түрінде бөлініп шығуына әкеп соғады. Газдың бұл көпіршіктері тканьдерді бұзады және көптеген химиялық, коллоидтық және биологиялық процестердің бастамасы болып табылады. Кавитация кезінде пайда болатын электрлік потенциалдардың әсерінен бөлінетін оттегі азонға айналады және, сумен әрекеттесе отырып, сутегі асқын тотығын түзеді. 1912 ж. Ланжеван ультрадыбыстың көмегімен балықты өлтірген; өсімдік клеткаларындағы ультрадыбыстық өрісте протоплазма қабырғадан ажырап, тез өзгеретіндігін, ал жарық шығаратын бактериялардың жарық шығару қабілетінен айырылатындығын анықтаған. Кавитация құбылысы жануарларды өлімге әкеп соғады. Инфузориялардың (парамеций) клетка элементтері істен шығады. Дафния, циклоп, сүлгі, құрттар, ұсақ балықтар мен басаяқшыларда сіреспелі – діріл пайда болады да соңынан өледі. Ересек балықтар мен бақалар да паралич пайда болып, жүзу кезінде тепе – теңдікті сақтау қабілетінен айырылады. Вибрациялаушы сұйықта экспериментатордың саусақтарында да

өзгерістер байқалған. Ультрадыбыс саусақ арқылы өткенде периостальды ауырсыну сезімі пайда болған. Ржевкиннің мәліметі бойынша, интенсивті сәулелендіргендіру кроликтердің қан тамырлары мен ішектерінің бір тұтастығын бұзатындығы келтірілген. Кроликтерге ультрадыбыспен әсер еткенде рентген сәулелерінің әсеріне ұқсас құбылыстар: эритроциттердің бұзылуы, бауыр мен бүйректе қан құйылу, көкбауырда лимфа түйіндері мен ұрық бездерінде атрофия процесстерін байқаған. Бурденко ультрадыбыспен әсер ете отырып, кроликтерде мидың шайқалу құбылысын туғызған; гистологиялық зерттеулер, онда әр жерде қан құйылу, некроз және клеткалар формасының тегістеле түсу құбылыстары айқындалған. Блинкин, Гондина, Полоцкий және Уразовскийлер ультрадыбыстың дизентериялық бацилдер үшін бактериоцивтілік қасиетін тапқан. Ультрадыбыстар туберкулез таяқшаларын зақымдай алады, дегенмен, вирулентті таяқшалар вирулентті емес штаммен салыстырғанда онша сезімтал емес. Бактерицидті әсер үшін ультрадыбыстың жиілігі емес, оның әрекеті мен күшінің маңызы зор. Ультрадыбыс (450 000 Гц) полиомиелит вирустары мен энцефалит вирустарын 5 минут ішінде активсіздендіреді, сыпнотифозды вирустарды 500 000 Гц кезінде 1 секундта әлсіретеді.

Ультрадыбысты тербелістердің бұзушы әсерлері тканьдердегі физикалық – химиялық өзгерістер туғызады. Ультрадыбыстың әсерінен крахмалдың қасиеті де өзгереді. (1 табица) Ультрадыбыс оттегі немесе сутегінің қатысуымен белокты коагуляциялайтындығы анықталған.

5 – табица

Ультрадыбыстың әсерінен крахмал қасиетінің өзгеруі

Крахмал ертіндісі	Тотықсыздандыру қабілеттілігі	РН	Иодпен боялуы
Ультрадыбыспен өңделмеген	00	6,15	Көк
Ультрадыбыспен өңделген 5 сағат бойы	57,19	2,98	Қоңыр күлгін
10 сағат бойы	120,40	2,64	Алқызылашық
15 сағат бойы	198,6	2,37	Қоңыр

Ультрадыбыстық тербелістердің заттарды бөлшектеп, бұза алатын қабілетін ішке енгізуге арналған нәзік эмульсияларды камфора, нафталин, стрептоцид, алу мақсатында қолданылуда. Ультрасәулелер бактериялардан энтотоксиндер алу үшін кеңінен қолданыс табуда. Совет оқымыстылары И. Е. Эльпинер мен А. И. Шейнкер дыбыстандыру арқылы көкжөтел таяқшаларынан энтотоксин алған; сол сол ультрадыбыстық әдіспен құтыруға қарсы ваксиндер мен оспаға қарсы қолданылатын ваксиндер алған. Әлсіз ультрадыбыстық тербелістер тіршілік процесстерін стимулдай алған. Ультрадыбыстық сәулелер медицинада емдеу әдістері ретінде қолданылуда. Терапия үшін 800 Гц пайдалы ,өйткені ол ткань арқылы 2 – 6 см тереңдіктен өткенде сынбайтын қасиеті бар. Ультрадыбыстық әсерлерді қайнаған су немесе май қабаттары арқылы өткізе отырып (емдік

қасиеттерін тканьді маймен пайдалануға болады сылау қолдану ұсынылады, өйткені ауа ультрадыбысты шағылыстырады).

Ультразвук невралгия, неврит, ревматизм, нашар жазылатын жаралар, шеткі қан айналысы бұзылғанда, бронхиальды астма, эмфизема мен іріңді процестер сияқты ауруларда қолданылады. Жалпы алғанда, ультрадыбыстың ауру сезімін басатын, қабынуға қарсы және бактерицидті қасиеті бар.

Сүйектің өсіп келе жатқан клеткалары мен жілік майы ультрадыбысқа аса сезімтал, мұндағы байқалатын реакциялар ренген сәулесінің әсеріне ұқсас.

Ультрадыбыспен әсер еткенде неврит, артрит тудыратын ауырсыну сезімі жоғалатындығы байқалған. Ұстамалы ақсақтық пен қабыну процестері кезінде осы дыбыспен әсер еткенде новокаиндық блокадаға ұқсас әсер көрсеткен. Ультрадыбыс әртүрлі экологиялы жараларға жақсы әсер көрсетіп, сүйек сүйелінің де шуына ықпал етеді, дюпитрендік кантрактура мен жауырынмен иықтың жалғасқан жерінің артрит кезінде пайдалы, және де буындардың ауруын жоғалтып, ондағы қозғалыс тез қалпына келеді.

Жүрек ауруында, жұлынға зақым келгенде миға қан құйылғанда, рак ауруында, кеуде астымасында, ми мен жұлындағы склероз кезінде, полимиелит, бет невральгиясы кезінде ультрадыбысты қолдануға болмайды; өйткені ол өсіп келе жатқан сүйекке, жыныс бездеріне, жатырға жаман әсер көрсетеді.

Қатерлі ісік ауруының пайда болған жерін дәл анықтау мақсатында тканьдердің тығыздығы мен оның өзгерістерін ультрадыбыстың көмегімен іздестіру жолдары қарастырылуда. Аса күшті ультрадыбыстар нерв клеткалары мен қан тамырларын бұзады.

Жарқанаттар түнгі ұшу кезінде өздерінен алысқа толқынды дыбыстар шығару арқылы ешбір затқа соғылмай – ақ еркін ұша береді. Ал, саңырау жарқанаттар болса, заттарға соғылып, оларды айналып өте алмайды. Жарқанаттар сек. 7 000 тербеліс беретін ызылдаған дыбыс шығарады (ұзақтығы j сек.); ультрадыбыс болса сек. 30 000 – 70 000 тербеліс береді; ол сек. 0, 01 созылатын жылдамдық ретінде тыныштық және ұшу кезінде бөлініп отырады. Жарқанат тыныштық кезінде дыбыстан (5 – 10) жоғары дыбыс шығарады, ал қарсы кездескен кедергі кезінде сек. 60 дейін дыбыс бере алады;

Шағылысқан толқындар олардың құлағына дыбыс толқындарының пульсациясы аралығында ғана жетіп отырады, яғни тыныштық интервалында ғана жоғарғы дыбыстарда көмекейде басталады да ауыз арқылы сыртқа шығарылады.

Балықтарда да дыбыстық радиолактация бар деген мәліметтер бар. Олар жиілігі, 200, 500 және 2000 Гц болатын дыбыстар шығарады, ол дыбыстар шағылысқаннан кейін қайтадан бүйір сызықтары арқылы қабылданады. Адамның ішкі құлағындағы иірім түтік осы бүйір сызықтың пайда болған деп қарауға болады, ал құлақтың дыбыс сүйектері болса

желбезек доғасының шеміршегінен пайда болған. Балықтардағы дыбыс генераторлары туралы мәліметтер жоқ. Мұндай дыбыстарды шығару және ұстау мүмкіндігі И. П. Павловтың шартты рефлексстердің пайда болу әдісін қолдану барысында байқауға мүмкіндік туады.