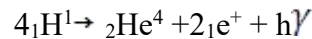


**Canlı orqanizmin energetikası — bioenergetika****Novruz Musayev***pedaqoqika üzrə elmlər doktoru, professor,**Azərbaycan Tibb Universiteti***E-mail:** drmusayev@gmail.com**Rəyçilər:** p.ü.f.d. Ə. Gərayev,  
p.ü.f.d, dos. T. Paşayev**Açar sözlər:** enerji, orqanizm, sistem, termodinamika, çevrilmə, şua, maddə**Ключевые слова:** энергия, организм, система, термодинамика, превращение, луч, вещество**Key words:** energy, organism, system, thermodynamics, transforation, radiation, substance

Bizim canlı aləm, enerjini, günəşdə baş verən nüvə reaksiyaları zamanı ayrılan enerjiden alır. Günəş sistemində gedən nüvə reaksiyasını ümumi şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar:



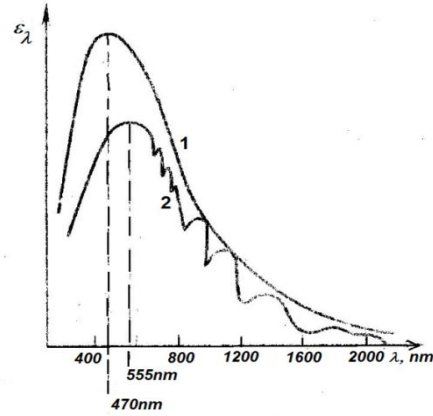
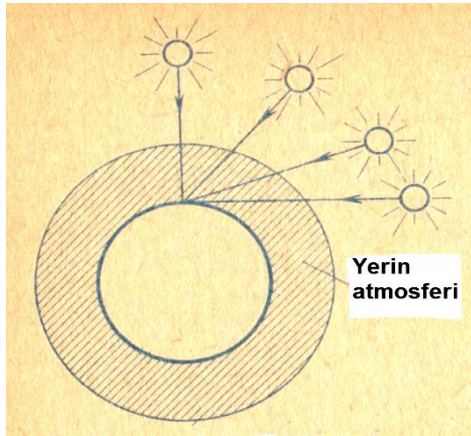
Burada,  $h\nu$  günəşdən şulandırılan enerjinin fotonunun enerjisidir. Yer kürəsində olan bütün canlılar düz və dolaylı yolla bu şulanmadan istifadə edirlər.

Yer atmosferinin yuxarı sərhəddində  $1 \text{ m}^2$  sahəyə düşən, günəş radiasiyasının enerji seli  $1550 \text{ Vt}$  [ $(8,4 \cdot 10^4 \text{ C}/(\text{m}^2 \cdot \text{dəq})$  və ya  $1,93 \text{ kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{dəq})$ ]-yə bərabərdir. Bu ədəd günəş sabiti adlanır. Günəş şuaları yer atmosferindən keçdikdə onun spektral tərkibi bir qədər dəyişir: dalğa uzunluğu  $290 \text{ nm}$ -dən kiçik olan ultrabənövşəyi şualar yer atmosferinin yuxarı qatlarında olan ozon təbəqəsi tərəfindən udulur, uzun dalğalı infra qırmızı şuaların müəyyən hissəsi isə atmosferdə olan su buxarı tərəfindən udulur. Günəşin, yer səthinə çatan radiasiya seli, günəşin, yerin üfüqi səthindən olan hündürlüyündən, atmosferin vəziyyətindən (rütubətliliyindən) və günəş şualarının yer atmosferində getdiyi yolun uzunluğundan asılı olaraq çox geniş diapazonda ( $1,5$ - $1,6 \text{ kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{dəq})$  intervalında), maksimum  $30$  dəfə fərqlə dəyişir. Ən əhəmiyyətli halda yer səthinin  $1 \text{ m}^2$  sahəsinə  $1120 \text{ Vt}$  günəş radiasiyası seli düşür. Günəş radiasiyasının atmosferdə dəyişməsindən asılı olaraq, onun spektral tərkibi də dəyişir. Şəkil 1 b-də günəş şulanmasının spektral sıxlığının dalğa uzunluğundan asılılığının qrafiki verilmişdir. 1 əyrisi yer atmosferinin yuxarı sərhəddində, 2 əyrisi isə yer səthi üzərində həmin asılılığı göstərir. Bir əyrisi, mütləq qara cismin spektral asılılığına yaxındır, onun maksimumu  $470 \text{ nm}$  dalğa uzunluğuna uyğundur. 2 əyrisində isə maksimum, təxminən  $555 \text{ nm}$  bərabərdir.

Günəş şulanmasından istifadə etmək qabiliyyətlərinə görə bütün canlılar avtotrof və heterotrof orqanizmlərə bölünürlər. Avtotrof orqanizmlər, o orqanizmlərdir ki, onlar öz bədənlərini sadə mineral maddələrdən və bəzi mineral duzlardan qurmaq qabiliyyətinə malikdirlər. Həmin maddələr çox az sərbəst enerjiyə malikdirlər, odur ki, onların yüksək energetik səviyyəli birləşmələrə çevrilmələri üçün daxildən enerji sərf edilməsi zəruridir. Avtotrof orqanizmlər (yaşıl bitkilər, yosunlar və s.) günəş enerjisindən istifadə edərək üzvi birləşmələr hazırlayırlar. Heterotrof orqanizmlər özləri üzvi maddə hazırlamaq qabiliyyətindən məhrumdurlar. Onlar lazım olan enerjini, qəbul etdikləri hazır üzvi maddələrin parçalanmasından alırlar.

XIX əsrin 40-cı illərində R. Mayer, C. Coul, H. Helmhols tərəfindən enerjinin saxlanması

qanunu kəşf edildi. Nəticədə uzun müddət aydınlaşdırılmamış (müəmmalı) qalan bir məsələ:



a)

Şəkil 1

b)

insan və heyvan orqanizmlərində istifadə olunan enerjilərin haradan, hansı mənbədən alınması, necə emal olunması məsələsi, yəni, təbiətdə enerjinin dövr etmə qanunauyğunluğu aydınlaşdırıldı. K.A.Timiryazevin göstərdiyi kimi fotosintez prosesi nəticəsində bitki orqanizmlərində, günəş şüalarının sərbəst enerjisi akkumulyasiya olunur (toplanır), yəni, yaşıl bitkilərdə mürəkkəb üzvi birləşmələrin kimyəvi potensial enerjisinə çevrilir. Canlı orqanizmində isə, qəbul edilən yeyinti məhsullarının həzmi nəticəsində, mürəkkəb üzvi birləşmələrin kimyəvi enerjisi, enerjinin kinetik formalarına: istilik, mexaniki və elektrik enerjilərinə çevrilir. Beləliklə, bitkilər gizli potensial enerjini özündə toplayır (akkumulyalaşdırır), heyvanlar isə, orqanizmdə gedən kimyəvi parçalanma reaksiyası nəticəsində bitkilərdə toplanmış (akkumulyasiya olunmuş) və parçalanma nəticəsində ayrılan enerjiden istifadə edir. Heterotrof orqanizmlərdə yüksək molekullu birləşmələr sintez olunmur, onlar bir başa yüksək molekullu yeyinti məhsullarını qəbul edir və onların parçalanması nəticəsində ayrılan enerjiden istifadə edirlər.

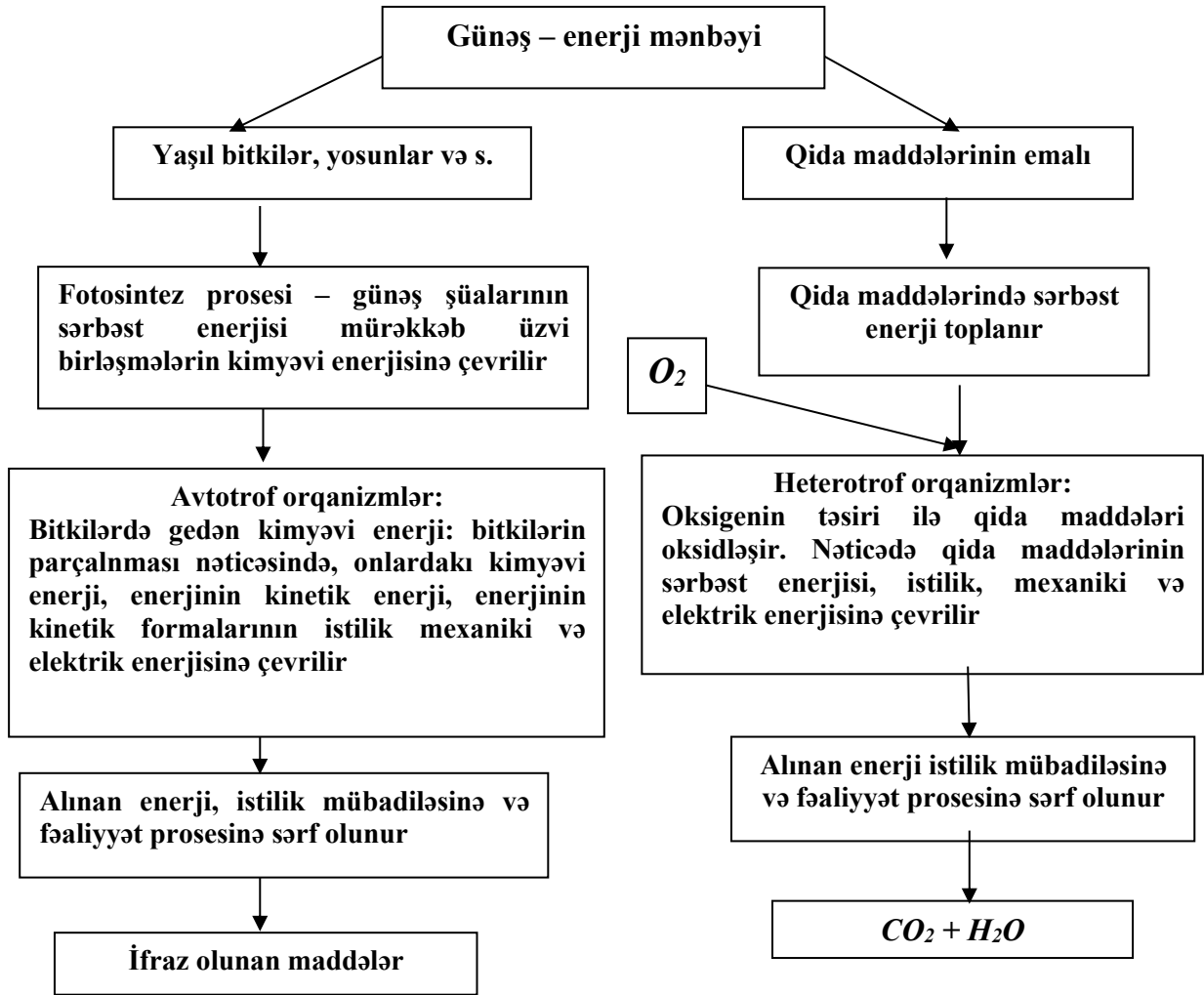
Təbiətdə avtotrof və heterotrof orqanizmlər arasında əlaqə aşağıdakı sxemdə göstərilən formada mövcuddur.

Canlı orqanizmlər, üzvi aləmin sərbəst mövcud olan və özünü tənzimləməyə qabil vahid bir varlığıdır. F. Engelsin sözləri ilə desək: "...orqanizm heç şübhəsiz mexanikanı, fizikanı və kimyanı bir tam şəkildə özündə birləşdirən ən ali varlıqdır". Orqanizm ancaq xarici mühitlə qarşılıqlı təsirdə mövcud ola bilər. Bu qarşılıqlı təsir nəticəsində orqanizm özünü tənzimləyir və özünü təzələyir.

Bütün canlı orqanizmlər energetik cəhətdən biri-biri ilə əlaqədə olub, qida maddələrindən istifadə edirlər. Canlı orqanizmlər istilik maşını kimi işləmirlər, çünki onlar temperatur və təzyiq fərqiindən istifadə edib, faydalı iş görə bilmirlər. Canlılar üçün yeganə enerji mənbəyi, günəş enerjisinin təsiri ilə qida məhsullarında toplanmış və kimyəvi reaksiyalar nəticəsində onların orqanizmlərində ayrılan enerjidir.

Canlı orqanizmlərdə enerji çevrilmələrinin tədqiqi göstərir ki, onlar istilik maşını kimi yox, kimyəvi maşın kimi: kimyamexaniki, kimyaelektrik, kimyaosmotik fəaliyyət göstərirlər. Orqanizmlərdə, iş görmə zamanı ayrılan istilik, hərəkət etdirici qüvvənin yaratdığı itkini əks etdirmir (onun nəticəsi deyil), tamamilə başqa (kənar) itkini, maşın hissələrinin sürtünməsi zamanı ayrılan istiliyə bənzəyir. Orqanizm nəinki istilik maşınlarında olan və onların işləməsinə təmin edən kəskin (böyük) temperatur fərqi yaradan mexanizmə malik deyil, əksinə özünün ali sələfləri olan istiqanlı canlıların malik olduğu qaydada, bütün işləri

izotermik şəraitdə yerinə yetirmək xassəsinə malikdir.



Ona görə də orqanizmdə hasil olan istiliyi mütləq şəkildə əhəmiyyətsiz istilik kimi qəbul etmək olmaz. İstiqanlıların orqanizmi, bədəninin temperaturunu sabit saxlamaq üçün, kifayət qədər istilik enerjisinə ehtiyacı var. Orqanizmi “təmiz güc mühərriki (onu kimi işləyən maşın) ilə müqayisə etmək olmaz, onu daha çox istilik elektrik stansiyası ilə müqayisə etmək lazımdır, hansıdakı itmiş hesab edilən istilik, mənzilləri qızdırmaq üçün istifadə edilir”.

İstiqanlılarda istilik məhsuldarlığı iki mexanizm vasitəsilə tənzimləyə bilər: birinci növ istilik ayrılmasının sürətləndirilməsi və ikinci növ istilik hasilinin artırılması yolu ilə. Məsələn, bədənin ifrat soyuması zamanı orqanizmdə, fizioloji tənzimləmə yolu ilə birinci növ istiliyin ayrılması sürətləndirilir. Bunun üçün oksidləşmə metabolizmi, istilik hasilini əsas alınma üsulundan, dolayı alınma üsuluna yönəldilir. Sonuncu yol az məhsuldardır, ATF-in sintezi azalır, lakin əvəzində, uyğun olaraq daha çox istilik ayrılır. Bundan başqa, orqanizmdə istilik məhsuldarlığı aktiv proseslər (əzələ titrəyişi) hesabına, ikinci növ istiliyin çoxalması hesabına artır.

Canlı sistemlərdə istər bütöv orqanizm, istərsə də ayrıca bir orqan olursa-olsun (əzələ, toxuma və b.) onun işi, yalnız daxildən verilən enerjinin hesabına görülə bilməz, yəni canlı sistem daimi istilik mühərriki kimi işləyə bilməz. Bildiyimiz kimi, istilik mühərrikinin faydalı iş əmsalı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1)$$

$T_1$  – qızdırıcının mütləq temperaturunu,  $T_2$  – soyuducunun mütləq temperaturunu göstərir.

Müxtəlif bioloji proseslərin faydalı iş əmsalı müxtəlifdir və heç zaman 100% effekt alınmır. Qlikoliz prosesinin faydalı iş əmsalı – 36%, bakteriyaların şualanmasının faydalı iş əmsalı 90%, əzələ təqəllüsünün faydalı iş əmsalı 30%, fotosintez prosesinin faydalı iş əmsalı 75% və s. göstərmək olar.

Əgər biz müxtəlif bioloji proseslərin faydalı iş əmsalını nəzərə alıb, onları istilik mühərriki kimi işləyən bir sistem kimi götürərək, onların “qızdırıcılarının” temperaturlarını təyin etsək, o zaman aşağıdakı kimi qeyd edə bilərik: fərz edək ki,  $25^0$  – temperaturda əzələnin faydalı iş əmsalı 30%, qlikoliz prosesininki, 36%, fotosintez prosesininki, isə 75%-dir. Əgər (1) düsturundan istifadə etsək, o zaman aşağıdakı nəticələr alınacaqdır:

1. Əzələnin işləmə temperaturu:

$$T_2 = 25^0 + 273^0 = 298^0$$

$$(T_1 - 298)/T_1 = 1/3; \quad 3T_1 - 894 = T_1;$$

$$2T_1 = 894; \quad T_1 = 894/2 = 447^0 \text{ K}$$

$$t_1 = 447 - 273 = 174^0 \text{ S.}$$

2. Qlikoliz prosesi üçün:

$$T_2 = 273 + 25 = 298^0$$

$$(T_1 - 298)/T_1 = 1/3,6; \quad 3,6T_1 - 3,6 \cdot 298 = T_1;$$

$$3,6T_1 - T_1 = 3,6 \cdot 298; \quad 2,6T_1 = 3,6 \cdot 298$$

$$T_1 = (3,6 \cdot 298)/2,6 = 389,5^0 \text{ K}$$

$$t_1 = 116,5^0 \text{ S}$$

3. Fotosintez prosesi üçün:

$$T_2 = 25^0 + 273^0 = 298^0$$

$$(T_1 - 298)/T_1 = 1/7,5; \quad 7,5T_1 - 7,5 \cdot 298 = T_1;$$

$$6,5T_1 = 7,5 \cdot 298; \quad T_1 = (7,5 \cdot 298)/6,5$$

$$T_1 = 351,5^0 \text{ K}; \quad t_1 = 78,5^0 \text{ S.}$$

Göründüyü kimi, əzələ sistemi istilik maşını kimi işləsəydi  $174^0\text{C}$ , qlikoliz prosesi  $116,5^0\text{C}$  və fotosintez prosesi  $78,5^0\text{C}$  getməli idi. Bu isə real hal deyildir. Çünki həmin proseslərdə iştirak edən fermentlər, xüsusən zülali quruluşlu maddələr  $40-60^0$  temperatur həddünü keçəndən sonra dərhal öz tərkiblərini və quruluşlarını dəyişdirirlər.

**Məqalənin aktuallığı.** Dəqiq elmlərin tibbin müxtəlif sahələrində tətbiqi tibbi tədqiqat üsullarında aktual problemlərdən biridir.

**Məqalənin elmi yeniliyi.** Canlı orqanizmin tədqiqinin, termodinamik tədqiqat üsulları ilə aparılması, müasir elmi tədqiqat üsuludur.

**Məqalənin praktik əhəmiyyəti və tətbiqi.** Canlı orqanizmin energetikasının öyrənilməsində, orqanizmdə enerji çərmələrinin aydınlaşdırılmasında məqalənin müəyyən praktiki əhəmiyyəti var.

## Ədəbiyyat

1. Musayev N.İ. Fiziki modelləşdirmə, onun tibbi və bioloji fizika və fiziologiyanın tədrisində rolu // Odlar yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji xəbərləri, 2008, № 26

2. Федорова В. Н., Фаустов Е.В. Медицинская и биологическая физика. М.: Геотар-медиа, 2010.

З. Антонов В. Ф., Черныш А. М., Пасечник В.И., Вознесенский С. А., Козлова Е. К. Биофизика. М.: ВЛАДОС, 2006.

**Н. Мусаев**

## **Энергетика живого организма — биоэнергетика**

### **Резюме**

Статья посвящена механизму превращения энергии в живых системах, течению обмена энергией между организмом и окружающей средой, определению различий между термодинамическими системами на основе механизмов обмена. Показано, что все живые организмы, будь то автотрофы или гетеротрофы, черпают первичную энергию из ядерных реакции, происходящих на солнце. Но, в виду различий в механизмах использования этой энергии все живые организмы делятся автотрофов и гетеротрофов. Статья так же указывает, что живые организмы действуют не как тепловые машины, а как химические.

**N. Musaev**

## **Energetic of a living organism — bioenergetics**

### **Summary**

The article is dedicated to the mechanisms of energy transformation in a living body, the course of energy exchange mechanisms between organism and the environment, distinction between different thermodynamic systems based on the energy transformation. It is shown that all living organisms, whether autotrophy of heterotrophy, had their primary energy originating from the nuclear reaction in the sun. However, based on the different ways how this energy is used, living organisms are divided in to autotrophy and heterotrophy. Article also stipulates, that living bodies act not like heating machines, rather chemical.

**Redaksiyaya daxil olub:13.05.2019**