

BIOLOGIK OKSIDLANISH**Ulliyeva Nargiza Yuldashevna***Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali Biokimyo
va klinik biokimyo kafedrası assistenti***Qurbonov Abdulaziz Abdurahmon o'g'li***Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali
Davolash ishi fakulteti talabasi***Atoyev Azizbek Barno o'g'li***Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch
filiali Pediatriya fakulteti talabasi*

Annotatsiya: Ushbu maqolada biologik oksidlanish jarayonining chuqur tahlilini ko'rishimiz mumkin. Maqolada jarayonning asosiy bosqichlari, jumladan, elektron tashish zanjiri va ATF sintezi jarayonlari batafsil bayon etiladi. Shuningdek, qisqartirilgan kofermentlarning roli va ularning hujayra energetikasi uchun ahamiyati ko'rib chiqiladi. Biologik oksidlanishning organizm hayoti uchun zarurligi hamda energiya ishlab chiqarishdagi samaradorligi mazkur maqolaning muhim jihatlaridan biridir.

Kalit so'zlar: Ubixinon, sitoxrom, flavin, vitamin PP, nikotinamid, FMN, FAD, KoQ, fosforlanish, substrat, sitoxrom, suksinat dehidrogenaza, ATF sintaza, ekzergonik jarayon

Biologik oksidlanish yoki boshqacha qilib aytganda to'qima nafas olishi deb to'qimalarda kislorod ishtirokida organik moddalarning parchalanishi va karbonat angidridning ajralib chiqishiga aytiladi. Bu turdagi oksidlanish jarayonida energiya ajralib chiqadi va o'z navbatida ekzergonik jarayon hisoblanadi.

Biologik oksidlanish va yonish jarayonlari o'z mohiyatiga ko'ra bir xil hisoblanadi, chunki 1 molekula glyukozaning yonishi yoki oksidlanishi natijasida karbonat angidridi, suv va 686 kkal energiya chiqariladi:



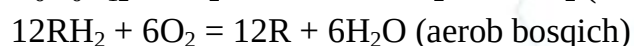
Biroq, biologik oksidlanish jarayoni yonishdan farqli o'laroq, past haroratda, alangasiz va suv ishtirokida amalga oshadi. E'tiborga molik jihati shundaki, O₂ inert gaz sifatida to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kirishmaydi. Ushbu jarayonning mexanizmini tushuntirish maqsadida bir nechta nazariyalar ishlab chiqilgan:

1.Baxning peroksidli nazariyasi. Ushbu nazariyaga ko'ra, yengil oksidlanuvchi moddalar ta'sirida kislorod molekulasining ikkita bog'i emas, balki faqat bitta bog'i uziladi. Keyinchalik, kislorod molekulasini o'sha modda bilan birikib, oraliq mahsulot sifatida peroksid hosil qiladi. Bu peroksid keyinchalik peroksidaza fermenti ta'sirida

parchalanadi, natijada ajralib chiqqan kislorod oksidlanuvchi substrat bilan birlashib, oksidlangan modda hosil bo'ladi.

Mana, berilgan matnni parafraz qildim:

2.Vodorodning faollashuv nazariyasi. Palladin va Viland tomonidan ishlab chiqilgan ushbu nazariyaga ko'ra, metabolitlarning oksidlanishi spetsifik degidrogenazalar ta'sirida H_2 ning ajralishi orqali sodir bo'ladi. Palladinning fikricha, ajralgan H_2 xromogenlar bilan birikadi, Viland esa bu jarayonda O_2 bilan birikishini ta'kidlaydi. Ushbu jarayon, bir vaqtning o'zida substratning oksidlanishi va pigmentning qaytarilishi bilan kechadi, shuning uchun bu jarayon oksidlarning qaytarilish jarayoni sifatida qaraladi.



3.Varburgning elektrolitik nazariyasi. Ushbu nazariya elektron tashuvchi omillar orqali oksidlanuvchi metabolitlarning elektronlari hisobiga kislorodning faollashuviga asoslangan. Bu jarayonda substratdan elektronni kislorodga olib boruvchi omil sifatida biologik oksidlanishda ishtirok etuvchi gemni fermentlaridagi Fe^{3+} elementi xizmat qiladi. Aktivlangan kislorod esa H^+ ionlari bilan birikib suv hosil qiladi.

4.Biologik oksidlanishni zamonaviy nazariyasi. yuqorida keltirilgan uchala nazariyani o'z ichiga oladi va "Sent-Derdvi nazariyasi" deb ataladi. Ushbu nazariyaga ko'ra, to'qimalarda metabolitlarning oksidlanishi bir vaqtning o'zida protonlar va elektronlarning ajralishi va ularning kislorod molekulasiga birikishi bilan sodir bo'ladi. Biroq, elektronlar va protonlar to'g'ridan-to'g'ri kislorod bilan birikmaydi, balki bu jarayon spetsifik fermentlar va kofermentlar ishtirokida amalga oshadi.

Biologik oksidlanish fermentlari. Proton va elektronlarni oksidlanayotgan metabolitdan kislorodga o'tkazilishi quyidagi to'rt guruh fermentlar ishtirokida amalga oshadi:

1. Piridinga bog'liq bo'lgan degidrogenazalar;
2. Flavinga bog'liq bo'lgan degidrogenazalar;
3. Ubixinon;
4. Sitoxromlar;

Piridinga bog'liq bo'lgan degidrogenazalar. Ushbu fermentlar uchun koferment sifatida NAD (nikotinamidadenindinukleotid) va $NADF$ (nikotinamidadenindinukleotidfosfat) ishlatiladi. Ularning tarkibida vitamin PP hosilasi – nikotinamid mavjud. Tuzilishi jihatidan, NAD va $NADF$ dinukleotidlardan iborat bo'lib, nikotinamid va adenilat kislotadan tashkil topadi. $NADF$, NAD dan farqli o'laroq, adeninnukleotid ribozasining uchinchi uglerod atomida qo'shimcha fosfat kislota qoldig'ini oladi. Bu kofermentlar ko'plab oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi, bunda substratdan ajralib chiqayotgan ikki vodorod atomidan biri nikotinamid tarkibiga kirsa, ikkinchisi muhitga vodorod ioni sifatida o'tadi.

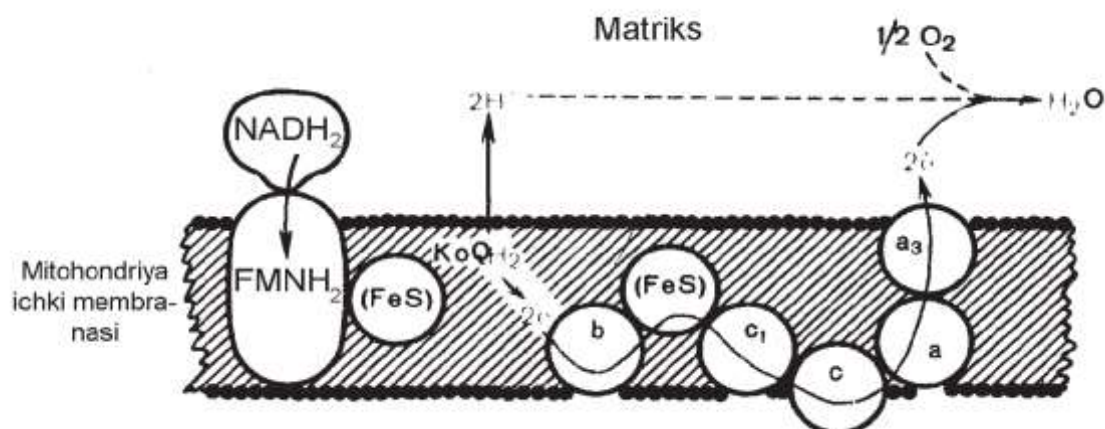
Hujayrada NAD miqdori NADFGa nisbatan yuqoridir: mitoxondriyada taxminan 60%, sitoplazmada esa 40% ni tashkil etadi. NADga bog‘liq degidrogenazalar asosan mitoxondriyalardagi nafas olish zanjirida proton va elektronlar tashish jarayonida ishtirok etadi va aerob degidrogenazalar sifatida tanilgan. NADF esa ko‘proq sitoplazmada joylashgan bo‘lib, unga bog‘liq degidrogenazalar proton va elektronlarni biosintetik reaksiyalarda tashiydi, shuningdek, anaerob degidrogenazalar hisoblanadi. Ko‘pchilik piridinga bog‘liq bo‘lgan degidrogenazalar ikki valentli metall ionlari bilan kuchli bog‘lanadi va kofermentni apoferment bilan bog‘lanishini ta'minlaydi.

Flavinga bog‘liq bo‘lgan degidrogenazalar. prostetik guruh sifatida FAD(flavinadenindinukleotid) yoki FMN(flavinmononukleotid)ni o'z ichiga oladi. Ularning asosiy tarkibiy qismi vitamin B2 – riboflavin hisoblanadi. Piridinga bog‘liq degidrogenazalardan farqli o‘laroq, flavinga bog‘liq degidrogenazalar bir yoki bir nechta FAD va FMN ni o'z ichiga oladi, oqsil qismi bilan kuchli bog‘langan va murakkab oqsil – flavoproteid hosil qiladi.

Ubixinon yoki koenzim Q, mitoxondriyaning lipid qismidan ajratilgan bo‘lib, xinon halqasi va uzun izoprenoid zanjiridan iborat. FAD va FMN dan proton va elektronlar avval semixinon radikalini hosil qiladi, keyin esa ikkinchi elektronni qo‘shib, to‘liq qaytarilgan shaklga o‘tadi. Ubixinondan elektronlar sitoxromlarga o‘tkaziladi, protonlar esa tashqi muhitga o‘tadi.

Sitoxromlar. Hayvonlar va o‘simliklar mitoxondriyalarining ichki membranasida besh xil sitoxrom mavjud: b, c, c1, a1 va a3; tashqi membranada - b5, endoplazmatik to‘rda esa b5 va P450. Barcha sitoxromlar gemoglobin va mioglobinga o‘xshash temir-porfirin prostetik guruhini o'z ichiga oladi. Ammo, sitoxromlarning funksional faol holati temirning valentligining qaytarilishi bilan bog‘liqdir. Shu asosda ular nafas olish zanjirida elektronlarni tashiydi. Sitoxrom C esa boshqa sitoxromlardan farqli o‘laroq, mitoxondriyalarining ichki membranasining tashqi tomonida joylashgan. Sitoxromoksidaza 2 molekula sitoxrom a1, 4 molekula sitoxrom a3 va 2 atom misni o'z ichiga oladi. Sitoxromoksidaza yog' tutuvchi gemoproteid bo‘lib, elektronlarni kislorodga uzatadi va o'z-o'zini oksidlash xususiyatiga ega.

Nafas olish zanjiri. Varburg, Keylin, Grin, Mitchell va Skulachevning tadqiqotlari mitoxondriyalarining ichki membranasida nafas olish zanjiri komponentlarining joylashganligini aniq ko‘rsatib berdi. Nafas olish zanjirining tuzilishi quyidagicha.



Nafas olish zanjirida H^+ ioni kislorodga sitoxrom tizimidan foydalanmasdan, to'g'ridan-to'g'ri Koenzim Q (KoQ) orqali o'tadi. Elektronlar esa butun zanjir bo'ylab harakatlanadi. NAD dan Koenzim Q ga qadar elektronlar ikkita tashiladi, lekin sitoxromlarda bu jarayon bir elektron bilan amalga oshadi. Proton va elektron tashuvchilari nadmolekulyar strukturalar hosil qilib, mitoxondriyalarning ichki membranasida nafas olish ansamblini shakllantiradi. Bu jarayonda ularning prostetik guruhlari chayqalish va aylanish harakati orqali bir-biriga bog'lanishi mumkin, oqsil qismlari esa membrananing tashqi tomonida joylashadi.

Oksidlanishli fosforillanish organizm uchun asosiy energiya manbai hisoblanadi va bu jarayon mitoxondriyalarning ichki membranasida joylashgan nafas zanjirida sodir bo'ladi. Proton va elektronlarning nafas zanjiri orqali o'tishi natijasida katta miqdorda energiya hosil bo'ladi. Ilgari aytib o'tilganidek, NADga bog'liq substratlar oksidlanishi natijasida 52,7 kkal energiya ajralib chiqadi, bu energiyaning 21,3 kkal qismi 3 ta ATF(adenozintrifosfat) sintezi uchun sarflanadi. Qolgan energiya issiqlik shaklida tarqaladi. Har bir molekula ATF sinteziga 7,3 kkal energiya kerak bo'ladi, glyukozaning to'liq aerob oksidlanishi natijasida esa 686 kkal energiya ajralib chiqib, 38 molekula ATF sintezlanadi, bu uchun esa jami 277,4 kkal energiya talab qilinadi. Bu energiyaning faqat 40% ishlatiladi, qolgan 60% esa issiqlik shaklida ajraladi va organizm haroratini muvozanatda ushlab turishga yordam beradi. Sintezlangan ATF energiyasi kimyoviy, mexanik, plastik jarayonlar, faol transport va transdegidrogenaza reaksiyalariga sarflanadi.

Substratli fosforillanish esa mitoxondriyalarning membranasiga bog'liq bo'lmay, sitozolda amalga oshadi. Bu jarayonda energiya manbai sifatida makroergik bog'lar tutuvchi metabolitlar, jumladan, 1,3-difosfoglitserat, fosfoyenolpiruvat, kreatinfosfat va argininfosfat xizmat qiladi. Substratli fosforillanish jarayonida kam miqdorda ATF sintezlanadi. Bu jarayonlar yordamchi energetik mexanizmlar hisoblanadi. Masalan, glyukozaning anaerob oksidlanishi natijasida 2 molekula sut kislotasi va 4 molekula ATF sintezlanadi, bu jarayonda atigi 29,2 kkal energiya ajraladi. Filogenetik nuqtai nazardan, substratli fosforillanish ustunroq hisoblanadi. Kislorodsiz sharoitlarda bu mexanizm oddiy hayvonlarning asosiy energetik manbai bo'lgan. Garchi u katta

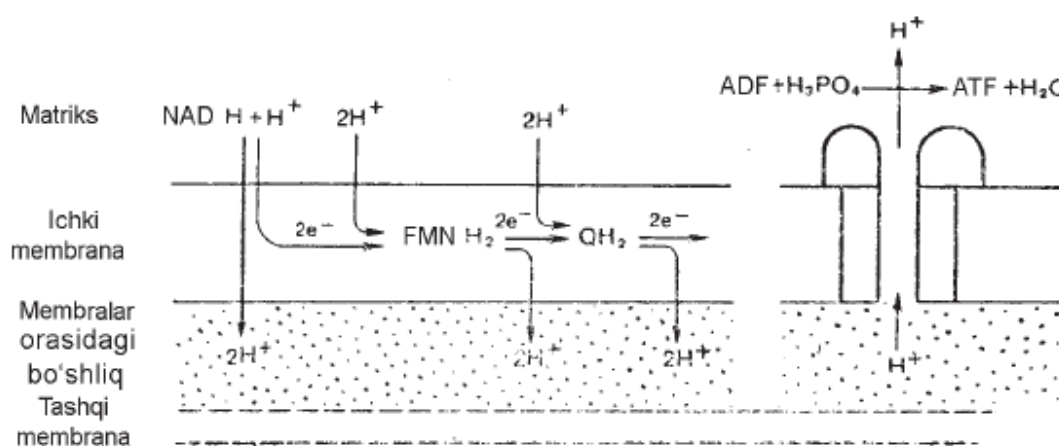
energiya miqdorini ta'minlamasa-da, uning ahamiyati katta, chunki eritrotsitlarda (yadro va mitoxondriyasi bo'lmagan hujayralarda) hamda ko'pchilik kasalliklarda kuzatiladigan gipoksiya holatlarida bu jarayon hujayraning asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Oksidlanishli fosforillanish mexanizmi. Ko'pgina olimlarni oksidlanish jarayoni bilan bir vaqtda fosforillanish qanday sodir bo'lishi masalasi qiziqtirgan. Shu sababli bir qancha nazariyalar ishlab chiqilgan bo'lib, ularga kimyoviy, konformatsion va xemiosmotik nazariyalar kiradi.

1. Kimyoviy nazariyaga ko'ra, nafas zanjirida elektronlar tashilishi bilan ajralgan energiya dastlab qandaydir makroergik moddada yig'iladi, keyin u fermentlarga o'tadi va nihoyat o'z energiyasini ATFga beradi. Biroq oraliq modda hali topilmagan.

2. 1964-yilda Boyyer konformatsion nazariyani ilgari surdi. Unga ko'ra, mitoxondriyalarda oksidlanish va fosforillanish jarayonlari elektronlar tashilayotgan fermentlarning shakliy o'zgarishlari orqali amalga oshadi. 1970-yilda Grin energiyaga to'lgan mitoxondriyalarning kristallari keskin o'zgarishini aniqladi va Boyyerning fikrini tasdiqladi.

3. 1961-yilda Mitchel xemiosmotik nazariyani taklif qildi, 1972-yilda esa V.P. Skulachev bu nazariyani eksperimental isbotladi. Bu nazariyaga ko'ra, nafas olish va fosforillanish mitoxondriya membranasidagi H^+ ionlarining elektrokimyoviy potentsiali bilan bog'liq. Elektronlar mitoxondriya membranasini bo'ylab tashilganda H^+ gradiyenti hosil bo'ladi, bu esa ichki va tashqi membrana orasida vodorod ionlarining to'planishiga olib keladi. Natijada membrananing ichki tomoni manfiy, tashqi tomoni esa musbat zaryadlanadi. Bu zaryadlanish H -ATF-az fermentining faollashuviga va proton kanallari orqali H^+ ionlarining ichkariga kirib, ADF va Fn dan ATF sintezlanishiga olib keladi.



Mitoxonriyalarda protonlarni membrana orqali o'tkazish va ATF sintezi

Nafas olish va fosforillanish ingibitorlari. Turli moddalarning ta'sirida oksidlanish jarayoni fosforillanishdan ajralishi mumkin. Bu holatda elektronlarning nafas olish zanjiri orqali o'tishi o'zgarmaydi va energiya hosil qilinmaydi. Bunday

moddalarga ajratuvchilar deyiladi. Ularning qatoriga 2,4-dinitrofenol, disulfid moddalar, pirofosfatlar, CO₂, tiroksin, bakterial toksinlar, salitsilatlar, papaverin, streptomitsin, penitsillin, gramitsidin, strofantin va boshqalar kiradi. Shuningdek, quyidagi fizik omillar ham shunday ta'sir ko'rsatadi: sovqotish, rentgen va radiofaol nurlar, ochlik, to'liqish va boshqa sharoitlar.

Bundan tashqari, elektronlarni nafas olish zanjirida tashilishini sekinlashtiruvchi moddalar ham mavjud. Bularga rotenon, amital (flavin fermentlarining spetsifik ingibitorlari), antimitsin A (sitoxrom b ning ingibitori) va sianidlar (sitoxromoksidaza ingibitorlari) kiradi. ATF sintezini ingibirlovchi moddalarga oligomitsin, rutamitsin va auroverdinlar kirmoqda. Ko'plab gipoksik holatlarda (kamqonlik, tog kasalligi, qon tashilishi buzilishi) to'qima nafas olish jarayoni buzilib, hujayralarda energiya yetishmasligi kuzatiladi. Bunday holatlar gipovitaminozlar (vitamin PP va B₂ yetishmovchiligi), infeksiyon kasalliklar, intoksikatsiyalarda yuzaga kelishi mumkin.

Biologik oksidlanish jarayonida mitoxondriyalardagi nafas olish zanjirining komplekslari muhim rol o'ynaydi. Ular elektronlarni tashish va energiya ishlab chiqarish jarayonida ishtirok etadilar. Quyida nafas olish zanjirida ishtirok etuvchi beshta asosiy kompleks haqida to'liq ma'lumot beramiz:

I kompleks tarkibida FMN va erkin koferment sifatida NAD⁺ saqlaydi. Elektron tashish uchun Temir-Oltinugurt markazlariga ega(Fe-S). Mitoxondriya reaksiyalarida hosil bo'lgan NADH₂(Krebs siklidan oladi)dan vodorodni oladi, dastlab FMN ga uzatadi va FMNH₂ hosil bo'ladi, keyin esa KoQ ga uzatib KoQH₂(digidroubixinon)ni hosil qiladi. Bu kompleks "NADH₂-KoQ Reduktaza" deb nomlanadi.

II kompleks tarkibida FAD⁺ saqlaydi. Mitoxondriya reaksiyalarida hosil bo'layotgan Suksinatdan vodorodni olib uni fumaratga aylantiradi, o'zidagi FAD ni esa FADH₂ ga aylantiradi. Shuning uchun u "Suksinat dehidrogenaza" deb nomlanadi. Bu kompleks ham vodorodni KoQ ga uzatadi va KoQH₂ hosil bo'ladi.

III kompleks tarkibida sitoxrom b va c₁ ni saqlaydi. KoQH₂ dan faqat elektronlarni oladi va proton membranalararo bo'shliqqa chiqadi. Bu kompleks "KoQH₂ reduktaza" deb nomlanadi.

IV kompleks tarkibida sitoxrom a₁ va a₃ ni saqlaydi. Sitoxrom Cdan elektronni olib O₂ ga uzatadi va O₂ faollanadi, undan so'ng esa H(proton) bilan birikib H₂O ni hosil qiladi. Bu kompleks "Sitoxrom oksidaza" deb nomlanadi.

I, III va IV komplekslar elektron tashiyotganda hosil bo'lgan energiyadan foydalanib 4 tadan proton(vodorod)ni mitoxondriya membranalararo bo'shliqqa chiqaradi.

V kompleks I, III, IV komplekslar membranalararo bo'shliqqa chiqargan har 4 vodoroddan foydalanib 1 ta ATF sintezlaydi. Bu o'z o'rnida "ATF sintaza" deb nomlanad.

Bu

komplekslar nafas olish zanjirining muhim qismlari bo'lib, elektronlarni tashish orqali energiya ishlab chiqarish jarayonida ishtirok etadilar. Har bir kompleks o'ziga xos

vazifani bajaradi va oxir-oqibatda ATF sintezi uchun zarur bo'lgan energiyani ta'minlaydi. Nafas olish zanjiri orqali 1 molekula glukoza to'liq aerob oksidlanishi natijasida 38 molekula ATF sintezlanadi.

Xulosa:

Biologik oksidlanish — bu hujayralarda energiya ishlab chiqarish jarayoni bo'lib, turli moddalarning kislorod ishtirokida oksidlanishi natijasida amalga oshiriladi. Ushbu jarayon natijasida ajralib chiqadigan energiya ATF shaklida saqlanadi va hujayralar tomonidan turli metabolik jarayonlarni qo'llab-quvvatlash uchun ishlatiladi. Biologik oksidlanish asosan mitoxondriyadagi nafas olish zanjiri orqali amalga oshadi va unda kislorod terminal elektron qabul qiluvchi sifatida xizmat qiladi. Ushbu jarayon organizmlar uchun muhim bo'lib, hujayralarning hayot faoliyatini ta'minlaydi. Biologik oksidlanishning buzilishi yoki samaradorligining pasayishi turli kasalliklarga olib kelishi mumkin, shu jumladan mitoxondrial kasalliklar va energiya almashinuvining buzilishlari. Shu boisdan, biologik oksidlanish jarayonining chuqur o'rganilishi sog'liqni saqlash, biotexnologiya va tibbiyot sohasidagi muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. R.A. Sobirova, O.A. Abrorov, F.X. Inoyatova, A.N.Aripov "Biologik kimyo" . Toshkent "Yangi asr avlodi" 2006
2. А.Я Николаев "БИОЛОГИК ХИМИЯ". ТОШКЕНТ ИБН СИНОНОМИДАГИ НАШРИЕТ 1991.
3. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. "Free Radicals in Biology and Medicine".
4. https://mgumst.org/pdf/naac/Final_Nsg.PPT_PDF/Medical/Biochemistry/Biological%20oxidation.pdf.
5. http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Biological-oxidation.pdf.