METABOLIK OMILLARNING HUJAYRA ANTIOKSIDANT HIMOYA TIZIMIGA TA'SIRINING BIOLOGIK-BIOKIMYOVIY XUSUSIYATLARI

Bozorova Dilnoza Baxtiyorovna
Buxoro davlat tibbiyot instituti
tibbiy biologiya kafedrasi assistenti
https://doi.org/10.5281/zenodo.23364042

Annotatsiya: Ushbu maqolada metabolik omillarning hujayra antioksidant himoya tizimiga ta'siri, oksidlanish-qaytarilish muvozanatining biologik ahamiyati va antioksidant himoyaning asosiy biokimyoviy mexanizmlari tahlil qilinadi. Energiya almashinuvi, glyukoza va lipidlar metabolizmi, mitoxondrial faoliyat hamda reaktiv kislorod shakllarining hosil bo'lishi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik yoritiladi. Superoksiddismutaza, katalaza, glutationperoksidaza, glutation tizimi va KEAP1/NRF2 signal yo'lining hujayra redoks gomeostazini saqlashdagi o'rni ko'rib chiqiladi. Metabolik stressning davomiyligi va intensivligi antioksidant himoya mexanizmlarining javob reaksiyasiga ta'sir qilishi mumkinligi asoslanadi.
Kalit so'zlar: metabolik omillar, antioksidant himoya, oksidlovchi stress, reaktiv kislorod shakllari, mitoxondriya, glutation, superoksiddismutaza, katalaza, NRF2, redoks gomeostazi.

Abstract: This article examines the biological and biochemical effects of metabolic factors on cellular antioxidant defense. The relationships between energy metabolism, glucose and lipid metabolism, mitochondrial function, and reactive oxygen species production are discussed. Particular attention is paid to the roles of superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, the glutathione system, and the KEAP1/NRF2 signaling pathway in maintaining cellular redox homeostasis. The article highlights the importance of understanding metabolic stress and antioxidant responses as interconnected mechanisms of cellular adaptation.
Keywords: metabolic factors, antioxidant defense, oxidative stress, reactive oxygen species, mitochondria, glutathione, redox homeostasis, NRF2 signaling pathway.

Kirish

Hujayrada kechadigan metabolik jarayonlar organizmning hayotiy faoliyati, energiya bilan ta'minlanishi, biomolekulalarning sintezi va parchalanishi hamda ichki muhit barqarorligini ta'minlaydi. Ushbu jarayonlarning muhim xususiyatlaridan biri oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining uzluksiz kechishidir. Mazkur reaksiyalar davomida reaktiv kislorod shakllari hosil bo'lib, ular hujayra signalizatsiyasi va fiziologik moslashuv jarayonlarida ishtirok etadi.

Reaktiv kislorod shakllari (ROS) tarkibiga superoksid anioni, vodorod peroksid va gidroksil radikali kabi turli kimyoviy faol birikmalar kiradi. Ularning biologik ta'siri konsentratsiyasi, hosil bo'lish joyi, davomiyligi va hujayraning antioksidant imkoniyatlariga

bog‘liq. ROS ning ortiqcha hosil bo‘lishi yoki ularni zararsizlantirish mexanizmlarining yetarli ishlamasligi oksidlovchi stressni yuzaga keltirishi mumkin.

Zamonaviy tadqiqotlarda oksidlovchi stress hujayra membranalari, oqsillar, nuklein kislotalar va mitoxondrial faoliyatga ta’sir ko‘rsatuvchi muhim biologik omil sifatida qaraladi. Shu bilan birga, oksidlovchi stressning rivojlanishi faqat erkin radikallar miqdoriga emas, balki ularning hosil bo‘lishi, antioksidant tizim faoliyati va hujayraning moslashuv imkoniyatlari o‘rtasidagi nisbatga ham bog‘liq.

Metabolik omillar va antioksidant himoya tizimi o‘rtasidagi o‘zaro munosabatlarni o‘rganish hujayraning fiziologik va patologik sharoitlarda qanday javob berishini tushunish uchun muhimdir.

Tadqiqotning maqsadi va usullari: Metabolik omillarning hujayra antioksidant himoya tizimiga ta’sirining biologik-biokimyoviy xususiyatlarini, asosiy fermentativ mexanizmlarini va molekulyar boshqaruv yo‘llarini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari: Maqola nazariy-sharh xarakteriga ega. Unda hujayra redoks tizimi, oksidlovchi stress, NRF2 signalizatsiyasi va metabolik jarayonlarga bag‘ishlangan ilmiy adabiyotlarning mazmuniy tahlili, taqqoslash va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Jumladan, 2023–2024-yillarda chop etilgan ilmiy sharhlar hamda hujayra antioksidant himoyasiga oid tadqiqotlar e’tiborga olindi.

Ushbu ishda mustaqil laboratoriya tajribasi o‘tkazilmagan. Shuning uchun maqoladagi xulosalar yangi eksperimental natijalar sifatida emas, ilmiy manbalarning nazariy tahlili natijasi sifatida talqin qilinadi.

Metabolik omillar va reaktiv kislorod shakllarining hosil bo‘lishi: Metabolizm organizm va hujayralarda kechadigan anabolik hamda katabolik jarayonlar majmuasidir. Katabolik jarayonlar davomida organik moddalar parchalanib, energiya hosil bo‘ladi. Mitoxondriyalarda oksidlovchi fosforlanish jarayoni ATP sintezining asosiy mexanizmlaridan biri hisoblanadi.

Elektronlar transport zanjiri faoliyati davomida elektronlarning bir qismi kislorod bilan o‘zaro ta’sirlashib, superoksid kabi reaktiv birikmalar hosil bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ushbu jarayon fiziologik sharoitda ham mavjud bo‘lib, uning biologik oqibati ROS hosil bo‘lish tezligi va antioksidant himoya imkoniyatlari o‘rtasidagi muvozanatga bog‘liq.

Metabolik holatni belgilovchi asosiy omillarga quyidagilar kiradi:

- glyukoza almashinuvi va energiya substratlarining mavjudligi;
- yog‘ kislotalarining oksidlanishi va lipid almashinuvi;
- mitoxondrial elektronlar transportining samaradorligi;
- hujayraning NADPH va qaytarilgan glutation bilan ta’minlanishi;
- antioksidant fermentlar faoliyati va himoya genlari ekspressiyasi.

Metabolik stress va antioksidant himoya o‘rtasidagi o‘zaro munosabat: Metabolik stress hujayraning energiya talabi, substratlar almashinuvi yoki redoks muvozanati o‘zgarganda yuzaga kelishi mumkin. Bunday holatlarda ROS hosil bo‘lishi va antioksidant himoya imkoniyatlari o‘rtasidagi munosabat qayta shakllanadi.

Masalan, glyukoza almashinuvining buzilishi, lipidlar ortiqcha to‘planishi yoki mitoxondrial disfunksiya ayrim biologik sharoitlarda ROS hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin. Agar antioksidant fermentlar va nofermentativ himoya tizimlari ushbu yuklamani yetarli darajada bartaraf eta olmasa, oksidlovchi shikastlanish xavfi ortadi.

Oksidlovchi stressning hujayraga ta’siri bir nechta yo‘nalishda namoyon bo‘lishi mumkin:

1. **Lipidlarning peroksidlanishi.** Membrana lipidlarining oksidlanishi ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari va membrana bilan bog‘liq jarayonlarni o‘zgartirishi mumkin.
2. **Oqsillarning oksidlanishi.** Oqsillarning strukturasi, fermentativ faolligi va boshqa molekulalar bilan o‘zaro ta’siri buzilishi mumkin.
3. **Nuklein kislotalarning shikastlanishi.** DNK va RNK tarkibidagi oksidlovchi o‘zgarishlar genetik axborotning saqlanishi hamda amalga oshirilishiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.
4. **Mitoxondrial faoliyatning o‘zgarishi.** Oksidlovchi shikastlanish energiya ishlab chiqarish va ROS hosil bo‘lishi o‘rtasidagi muvozanatni yanada buzishi mumkin.

Tadqiqotning ilmiy-amaliy ahamiyati va istiqbollari: Metabolik omillarning hujayra antioksidant himoyasiga ta’sirini o‘rganish fundamental biologiya va biokimyo uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu yo‘nalish metabolik jarayonlar, hujayra ichki redoks muvozanati va moslashuv mexanizmlarining o‘zaro munosabatlarini chuqurroq tushunishga yordam beradi.

Kelgusidagi eksperimental tadqiqotlarda metabolik holat va antioksidant himoya o‘rtasidagi bog‘liqlikni quyidagi ko‘rsatkichlar yordamida baholash mumkin:

- SOD, katalaza va glutationperoksidaza faolligi;
- GSH va GSSG miqdori hamda ularning nisbati;
- lipid peroksidlanishi ko‘rsatkichlari, jumladan malondialdegid;
- NRF2 bilan bog‘liq molekulyar ko‘rsatkichlar;
- metabolik holatni tavsiflovchi tegishli biokimyoviy parametrlar.

Tadqiqot dizayni tanlangan biologik model, hujayra turi yoki o‘rganilayotgan organizmning xususiyatlariga mos ravishda ishlab chiqilishi lozim. Nazorat guruhi, namunalar soni, o‘lchash usullari va statistik tahlil oldindan asoslanishi kerak.

Bunday kompleks yondashuv metabolik o‘zgarishlarning antioksidant himoya bilan bog‘liqligini aniqlash, o‘zaro munosabatlarning yo‘nalishini baholash va kelgusida tekshirilishi lozim bo‘lgan ilmiy gipotezalarni shakllantirish imkonini beradi.

Xulosa: Metabolik omillar hujayra antioksidant himoya tizimining faoliyati va moslashuv imkoniyatlari bilan uzviy bog‘liq. Mitoxondrial energiya almashinuvi, glyukoza va lipidlar metabolizmi reaktiv kislorod shakllarining hosil bo‘lishiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ushbu ta’sirning biologik oqibatlari esa antioksidant fermentlar, glutation tizimi va molekulyar boshqaruv mexanizmlarining samaradorligiga bog‘liq.

Superoksiddismutaza, katalaza va glutationperoksidaza reaktiv kislorod shakllarini zararsizlantirishda o‘zaro to‘ldiruvchi vazifalarni bajaradi. Glutation tizimi va NADPH bilan ta’minlanish hujayraning qaytaruvchi imkoniyatlarini saqlashga yordam beradi. KEAP1/NRF2 signal yo‘li esa oksidlovchi stressga javob reaksiyasi va metabolik moslashuvning muhim regulyatorlaridan biridir.

Shunday qilib, hujayra antioksidant himoyasini alohida fermentlar faoliyati bilangina emas, balki metabolik jarayonlar, redoks muvozanati va molekulyar signalizatsiyaning yaxlit tizimi sifatida o‘rganish lozim. Mazkur yondashuv metabolik stressning hujayra funksiyalariga ta’sirini aniqlash va kelgusidagi eksperimental tadqiqotlar uchun ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Duttaroy A. K. va boshqalar. Cellular Red-Ox system in health and disease: The latest update. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2023. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.114606.
2. Molecular Targets of Oxidative Stress: Focus on the Nrf2 Signaling Pathway in Health and Disease. Antioxidants. 2024. PMCID: PMC10967336.
3. Luchkova va boshqalar. Nrf2 as a regulator of energy metabolism and mitochondrial function. FEBS Letters. 2024. DOI: 10.1002/1873-3468.14993.
4. Yi M. va boshqalar. Nrf2 Pathway and Oxidative Stress as a Common Target for Treatment of Diabetes and Its Comorbidities. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(2):821. DOI: 10.3390/ijms25020821.
5. Cellular ROS and Antioxidants: Physiological and Pathological Role. Antioxidants. 2024;13(5):602.
6. Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. Cell Death Discovery. 2024. DOI: 10.1038/s41420-024-02278-8.