



Nilufarxon KIMSANOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti magistranti
E-mail: nilufarkimsanova22@gmail.com
Muhammadjon MUSTAFAKULOV,
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti
E-mail: mmustafakulov@bk.ru
Nodira BOLTAYEVA,
O'zbekiston Milliy universiteti magistranti
E-mail: nboltayeva95@gmail.com
Nigora HAMDAMOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi
E-mail: nigora.hamdamova1091@gmail.com
Sherali QO'ZIYEV,
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti
E-mail: kuziev.sherali@gmail.com
Sobir HAMROYEV,
O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi
E-mail: sobirhamroyev730@gmail.com
Sunnat O'RINOV,
O'zbekiston Milliy universiteti talabasi
E-mail: sunnaturov72@gmail.com

O'zMU JF Biotexnologiya kafedrasi professori S.S.Murodova taqrizi asosida

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF L-CYSTEINE IN THE LIVER OF ALLOXAN DIABETES MODEL RATS

Abstract

Various studies have been conducted to study the antioxidant effect of L-cysteine, and some of them state that L-cysteine has an antioxidant effect, while other scientists give conclusions that the effect of L-cysteine does not exist. The amount of glucose in the blood of diabetic model animals is reduced by 40% under the influence of L-cysteine. It was found that under the influence of L-cysteine, the activity of antioxidant enzymes in the liver homogenate of diabetic model animals is stimulated.

Key words: Diabetes, quercetin, L-cysteine, alloxan, antioxidant, lipid peroxidation, mutarotase.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ L-ЦИСТЕИНА В ПЕЧЕНИ МОДЕЛЬНЫХ КРЫС С АЛЛОКСАНОВЫМ ДИАБЕТОМ

Аннотация

Были проведены различные исследования по изучению антиоксидантного действия L-цистеина, и в одних из них утверждается, что L-цистеин обладает антиоксидантным действием, тогда как другие ученые делают выводы, что эффекта L-цистеина не существует. Количество глюкозы в крови диабетических модельных животных снижается на 40% под влиянием L-цистеина. Установлено, что под влиянием L-цистеина стимулируется активность антиоксидантных ферментов в гомогенате печени диабетических модельных животных.

Ключевые слова: сахарный диабет, кверцетин, L-цистеин, аллоксан, антиоксидант, перекисное окисление липидов, мутаротаза.

ALLOKSAN DIABET MODELLINI KALAMUSHLAR JIGARIDA L-SISTEINNING ANTIOKSIDANT XUSUSIYATLARINI ANIQLASH

Annotatsiya

L-sisteinning antioksidant ta'sirini o'rganish uchun turli ishlar olib borilgan bo'lib, ularning ba'zilarida L-sisteinning antioksidant ta'siriga ega ekanligi ta'kidlansa, boshqa olimlar bu L-sisteinning ta'siri mavjud emas degan xulosalarni berishmoqda. Qandli diabet model hayvonlarning qoni tarkibidagi glyukoza miqdori L-sistein ta'sirida 40% ga kamayadi. L-sistein ta'sirida qandli diabet modeli hayvonlar jigar gomogenatidagi antioksidant fermentlar faolligi stimullanishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Qandli diabet, kversetin, L-sistein, alloksan, antioksidant, lipidlarning peroksidlanishi, mutarotaza.

Mavzusining dolzarbligi. Ko'p o'rganilgan moddalar almashinuvining buzilishi bilan bog'liq kasalliklardan biri qandli diabet bo'lib, dunyo bo'ylab bu kasallikka chalingan odamlar soni 350 millionga yaqin va har yili taxminan 3,5 million kishini o'limiga sababchi bo'ladi [1,2]. So'ngi yillarda qandli diabetni davolashda o'simlik tabiatli dori preparatlardan foydalanilmoqda. Ko'pincha, bunday preparatlarning asosini flavanoidlar yoki turli erkin aminokislotalar tashkil etmoqda. Bu moddalar antioksidant ta'siriga ega bo'lib, ularning farmakologik ta'sirini va ularning ishlash mexanizmlarni o'rganish lozim. L-sisteinning antioksidant ta'sirini o'rganish uchun turli ishlar olib borilgan bo'lib, ularning ba'zilarida L-sisteinning antioksidant ta'siriga ega ekanligi ta'kidlansa, boshqa olimlar bu L-sisteinning ta'siri mavjud emas degan xulosalarni berishmoqda [3].

Tadqiqotning maqsadi: alloksan diabet modeli kalamushlar jigarida L-sisteinining antioksidantlik xususiyatlarini aniqlash.

Tadqiqot materiali va metodlari: Tajribalar vivariylarning standart sharoitlarida saqlangan 6 oylik zotsiz 160-210 gr bo'lgan erkak kalamushlarda o'tkazildi. Qandli diabetni chaqirish uchun erkak zotsiz oq kalamushlar teri ostiga alloksan pereparatini 3 kun mobaynida 30 mg dan 3 ml (0.9 % li NaCl) eritib, 1 mldan 3 ta hayvonga yuborildi va 14 kun kuzatiladi [4, 5, 6]. Barcha hayvonlar to'rtta guruhlariga bo'lingan. Birinchi guruh-nazorat sog'lom 6 oylik kalamushlar, ikkinchi guruh-qandli diabet modeli uchragan hayvonlar, uchinchi guruh-kversetin preparatini qabul qilgan va to'rtinchi guruh-L-sistein bilan davolangan qandli diabet kalamushlar guruhi. Stabillovchi agentlar kversetin va L-sistein 7 kun davomida 30 mg dozada 1000 gr tana vazniga yuborildi. Malondialdegidi (MDA) lipidlarning peroksidlanishi (LPO) ning ikkilamchi mahsulotlaridir. Membrananing sathi bilan bog'liq bo'lgan fagotsitoz, pinotsitoz va hujayra migratsiyasi kabi jarayonlar buziladi. Yuqori temperaturalarida kislotali muhitda MDA tiobarbiturat kislotasi bilan reaksiyaga kirishadi va pushti rangli bir molekula MDA va 2 molekula TBK tutadigan trimetin kompleksini hosil qiladi. Namunalar qaynoq suv hammomidan olinib, sovuq suv oqimida sovutildi. Sovutilgandan so'ng ularni 3000 ay/min da 15 minut davomida sentrifugalandi. Tajribalar bilan bir vaqtda tarkibida 2,5 ml 10% li TXSK, 1,5 ml 2-tiobarbitur kislotaning 0,8% li eritmasi bo'lgan nazorat namunalari ham qo'yildi. Olingan sentrifugatni chayqatmasdan ehtiyotlik bilan kimyoviy probirkaga solinadi va nazorat namunaga nisbatan 532 nm da tajriba namunalarining optik zichligi o'lchanadi. [7, 8, 9]. Inson qon plazmasida umumiy oqsil miqdorini o'lchash muntazam ravishda foydalanish uchun mo'ljallangan tekshirish usulidir. Sog'liqni saqlash tekshiruvi (skrinig) jigar, buyrak yoki boshqa kasalliklarni tashxislashda yordam sifatida ishlatiladi. Tartarat o'z ichiga olgan mis (II) sulfat oqsil bilan birga binafsha rangli kompleks hosil qiladi. Rangning intensivligi hosil bo'lgan namunadagi umumiy oqsil konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir [10]. Oqsil miqdorini aniqlashning turli usullari mavjud. Bu usullar orasida biuret usuli va uning modifikatsiyasi (Louri usuli) eng keng tarqalgan. Glyukozaoksidadza (GOD) ishtirokida β -D-glyukoza glyukonik kislotasi va vodorod peroksidga (H_2O_2) oksidlanadi. Glyukoza eritmada ham A, ham B shaklida bo'lganligi sababli, glyukozaning to'liq konversiyasi α -D-glyukozaning β -D-glyukozaga mutarotatsiyasini talab qiladi. Oxirgi reaksiya mutarotaza (MRO) fermenti ishtirokida tezlashadi. Glyukoza oksidlanishidan so'ng hosil bo'lgan vodorod periksni 4-aminoantipirin (4-AAP) ning 4-xlorofenol (4 XF) ga peroksidaza (POD) ishtirokida oksidlovchi birikmasi orqali o'lchanadi va qizil xineimmin bo'yoq hosil qiladi [11]. Olingan natijalarni statistik tahlili (Origin AQSh 7.5) kompyuter dasturi yordamida amalga oshirildi. Sog'lom, qandli diabet model, qandli diabet model+kversetin va qandli diabet model+L-sistein moddalarini ta'siri natijasida qayd qilingan qiymatlar o'rtasidagi farq t-test bo'yicha hisoblab chiqildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili: MDA - hujayralardagi ko'p to'yinmagan yog' kislotalarning peroksidlanishining yakuniy mahsulotlaridan biridir. Erkin radikallarning ko'payishi MDA ning ortiqcha ishlab chiqarilishiga olib keladi. Bundan tashqari MDA prostaglandin sintezi jarayonida ham ishlab chiqariladi. Erkin radikal shikastlanishining og'irligini plazmadagi MDA miqdori bilan o'lchash mumkin. MDA ham monomer, ham yuqori darajali oligomerlar sifatida mavjud va MDA ni aniqlash an'anaviy ravishda lipid peroksidatsiyasining asosiy ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi. Ayniqsa antioksidant yetishmasligi sharoitida ko'payishi kuzatiladi [12]. Biz tajribalarimizda diabet model hayvonlarning qonidagi MDA miqdorini o'zgarishini aniqladik. Bunda sog'lom hayvonlar qonidagi MDA miqdori 1.68 nmoll/oqsil teng ekanligi aniqlandi. Alloksan bilan hosil qilingan diabet model kalamushlari qonidagi MDA miqdori 2.2 nmoll/oqsil ga teng ekanligi qayd etildi. Shundan so'ng 7 kun davomida kasal hayvonlar tana vazniga 30 mg/kg miqdorda kversetin va L-sistein yuborildi.

Tajribalar oxirida hayvonlarning qoni tarkibidagi MDA miqdori aniqlandi. Qondagi MDA miqdori kversetin yuborilgan hayvonlarda 1.7 nmoll/oqsil ekanligini ko'rishimiz mumkin. Alloksan modeliga L-sistein yuborganimizda uning qonidagi MDA miqdori 1.85 nmoll/oqsil ga teng bo'lgani aniqlandi. Jigar organizmda oqsillar va aminokislotalarning almashinuvida asosiy o'rin tutadi. U plazmasidagi albuminlarning 75-90%, β -globulinlarning 50% jigarda sintezlanadi. Bulardan tashqari jigarda organizm uchun zarur bo'lgan protrombin, fibrinogen, prokonvertin, proakselerin kabi oqsillar ham sintezlanadi. Jigar ichakda oqsillar hazmlanish natijasida aminokislotalardan hosil bo'lgan zaharli moddalarni zararsizlantiradi. Oqsil aminokislotalardan hosil bo'ladi. U har kuni millionlab oqsil molekularini ishlab chiqaradi yoki o'zgartiradi. Aminokislotalar oziq-ovqat tarkibida organizmga kirish mumkin. Oqsillar juda ko'p hayotiy funksiyalarga ega. Biz ularni mushaklar, yurak, buyraklar va qon tomirlari devorlari kabi tana to'qimalarining o'sishi va parvarishi uchun ishlatamiz. Agar jigarda turli o'zgarishlar sodir bolsa kasalliklar yoki yallig'lanishlar tufayli, jigardagi oqsil miqdoriga ta'sir qiladi. Biz bu jarayondan foydalangan holda jigardagi turli patologik o'zgarishlarni aniqlashimiz mumkin [13].

Biz tajribalarimizda diabet model hayvonlarning jigar gomogenatidagi oqsillarning miqdorini o'zgarishini aniqladik. Bunda sog'lom hayvonlar jigaridagi umumiy oqsillar miqdori 0,22 mkg/ml teng ekanligi aniqlandi. Alloksan bilan hosil qilingan diabet model kalamushlari jigarida oqsillarning umumiy miqdori 0,17 mkg/ml ga teng ekanligi qayd etildi. Shundan so'ng 7 kun davomida kasal hayvonlar tana vazniga 30 mg/kg miqdorda kversetin va L-sistein yuborildi. Tajribalar oxirida hayvonlarning jigari ajratib olinib ulardagi umumiy oqsil miqdori aniqlandi. Umumiy oqsil miqdori kversetin yuborilgan hayvonlarda 0.2 mkg/ml ekanligini ko'rishimiz mumkin. Alloksan modeliga L-sistein yuborganimizda uning jigaridagi umumiy oqsil miqdori 0,21 mkg/ml ga teng bo'lgani aniqlandi. Glyukoza-hujayralar faoliyatida energiya manbai bo'lib, uning metabolizmini tartibga solish katta ahamiyatga ega. Ortiqcha glyukoza tananing to'qimalarida gyukogen sifatida saqlanishi tufayli kerakli paytda energiya sifatida foydalaniladi. Insulin - oshqozon osti bezi tomonidan ishlab chiqariladigan gormon. Uning vazifasi glyukozani qon oqimidan to'qimalar hujayralariga o'tkazishdir. Ovqatdan keyin qondagi glyukoza darajasi keskin ko'tariladi. Oshqozon osti bezi glyukoza miqdorini oshishi bilan yetarli miqdorda insulin ishlab chiqarish orqali javob beradi. Glyukozani qondan hujayralarga o'tkazadi. Bu qon glyukoza darajasini avvalgi, past darajaga qaytarishga yordam beradi [14, 15].

Agar inson organizmda oshqozon osti bezi yetarli miqdorda insulin ishlab chiqarmasa yoki insulin faoliyatida nuqsonlar paydo bo'lsa, qonda glyukoza miqdorni ortishini kuzatish mumkin. Keyinchalik bu holat giperglikemiya yoki qandli diabet deb ataladigan kasalliklarga sabab bo'lishi mumkin. Qondagi glyukoza miqdorini o'lchash bemorlarda diabet bor-yo'qligini yoki rivojlanish xavfi borligini bilish imkonini beradigan muhim ko'rsatkich hisoblanadi [16].

Biz olib borgan tajribalarimizda, diabet model hayvonlarning qonidagi glyukoza miqdorini o'zgarishini aniqladik. Bunda sog'lom hayvonlar qonidagi glyukoza miqdori 100% teng deb oldik va qolgan natijalarni shu miqdorga qarab necha foiz oshganini aniqladik. Alloksan bilan hosil qilingan diabet model kalamushlari qonidagi glyukoza miqdori sog'lom hayvonga nisbatan 62% ga oshganligi qayd etildi. Shundan so'ng 7 kun davomida kasal hayvonlar tana vazniga 30 mg/kg miqdorda

kversetin va L-sistein yuborildi. Tajribalar oxirida hayvonlarning qonidagi glyukoza miqdori tekshirildi. Glyukoza miqdori kversetin yuborilgan hayvonlarda model hayvonlarga nisbatan 42% ga kamaygani aniqlandi. L-sistein yuborilgan hayvonlardagi glyukoza miqdori kasal hayvonlarga nisbatan 40% ga pastroq ekanligi ma'lum boldi.

Alloksan diabet model hayvonlar jigar gomogenatidagi fermentlarning faolligi, glyukoza va oqsil miqdori o'zgarishi va unga L-sisteinning ta'siri (n=6, M±m)

1-jadval

№	Ko'rsatkichlar	Sog'lom	Diabet model	Diabet+L-sistein	Diabet+Kversitin
1	SOD (Ed/l)	90±3.45	47±1.36	72±1.72	79±1.89**
2	Katalaza (Ed/l)	350±9.8	196±5.3	314±8.8**	334±9.3
3	Glyukoza (mmol/l)	5.8±0.16	16.4±0.46	9.2±0.16*	7.1±0.98
4	Oqsil (mg/ml)	0.31±0.02	0.15±0.003*	0.20±0.001	0.24±0.45*
5	MDA (nmol/oqsil)	1.75±0.05	3.10±0.07	2.85±0.06	2.19±0.85**

Eslatma: (*P<0,05; **P<0,01;) nazorat guruhga bilan solishtirganda.

Katalaza kislorodga ta'sir qiladigan deyarli barcha tirik organizmlarda (masalan, bakteriyalar, o'simliklar va hayvonlar) mavjud bo'lgan keng tarqalgan ferment bo'lib, vodorod peroksidni suv va kislorodga parchalanishini katalizlaydi. Katalaza barcha fermentlarning eng yuqori aylanma raqamlaridan biriga ega. Bitta katalaza molekulasini har soniyada millionlab vodorod peroksid molekularini suv va kislorodga aylantira oladi. Katalaza to'rtta polipeptid zanjirining aminokislotalardan iborat. U fermentning vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishishiga imkon beruvchi to'rtta temir o'z ichiga olgan gem guruhini o'z ichiga oladi. Inson katalazasi uchun optimal pH taxminan 7 va maksimal reaksiya tezligida pH 6,8 va 7,5 orasida sezilarli darajada o'zgarmaydi [7, 8, 9].

Katalaza shuningdek, turli metabolitlar va toksinlar, shu jumladan formaldegid, formik kislota, fenollar, asetaldegid va vodorod peroksid bilan oksidlanishini katalizlashi mumkin. Bu fermentning β-hujayrada etishmasligi oksidlovchi stressning kuchayishi va oxir-oqibat bu hujayra turining ishdan chiqishiga sababli yuzaga keladi [10, 11]. Biz olib borgan tajribalarimizda diabet model hayvonlarning jigar gomogenatidagi KAT miqdorini o'zgarishini aniqladik. Bunda sog'lom hayvonlar jigar gomogenatidagi KAT miqdori 350 Ed/l ga teng ekanligini aniqladik. Alloksan bilan hosil qilingan diabet model kalamushlari jigar gomogenatidagi esa KAT miqdori 200 Ed/l gacha kamaygani qayd etildi. Shundan so'ng 7 kun davomida kasal hayvonlar tana vazniga 30 mg/kg miqdorda kversetin va L-sistein yuborildi. Tajribalar oxirida hayvonlarning jigar gomogenatidagi KAT miqdori tekshirildi. KAT miqdori L-sistein yuborilgan hayvonlarda model hayvonlarga nisbatan 120 Ed/l oshganini aniqladik. Kversetin yuborilgan hayvonlardagi glyukoza miqdori kasal hayvonlarga nisbatan 140 Ed/l ga oshgan ma'lum boldi. Superoksidmutaza (SOD) organizmdagi oksidlovchi stressga qarshi juda muhim antioksidant himoya hisoblanadi. Ferment reaktiv kislorod turlari bilan bog'liq kasalliklarga qarshi yaxshi terapevtik vosita sifatida ishlaydi. Himoya reaksiyasi SOD larning faol joyida mavjud bo'lgan metall ionlarining muqobil oksidlanish-qaytarilishi bilan sodir bo'ladi. Mavjud bo'lgan metall kofaktorlarga ko'ra SOD larni to'rtta alohida guruhga bo'lish mumkin: mis-rux-SOD (Cu, Zn-SOD), Temir SOD (Fe-SOD), Marganets SOD (Mn-SOD) va Nikel SOD. SOD lar organizmdagi oksidlovchi stressga qarshi juda muhim antioksidant mudofaani tashkil etadi. SOD ning terapevtik salohiyati va fiziologik ahamiyatini ochib beruvchi bir qancha tadqiqotlar o'tkazildi. Tanadagi tabiiy SOD darajasi yoshga qarab pasayadi va shuning uchun yoshi katta odam oksidlovchi stress bilan bog'liq kasalliklarga ko'proq moyil bo'ladi. Qandli diabet bilan og'rigan bemorlarda glyukoza avtooksidlanishi SOD ni faolsizlantiradigan vodorod peroksid hosil bo'lishiga olib keladi. SOD faolligi diabetga chalinmagan shaxslarda eng yuqori, asoratlarga ega bo'lmagan diabetik bemorlarda pastroq va asoratlari bo'lgan bemorlarida eng past ekanligi aytib o'tilgan. Bu esa oksidlovchi stress ta'sirida antioksidant ferment faolligi pasayishini isbotlaydi [12,13,14]. Biz olib borgan tajribalarimizda diabet model hayvonlarning jigar gomogenatidagi SOD miqdorini o'zgarishini aniqladik. Bunda sog'lom hayvonlar jigar gomogenatidagi SOD miqdori 90 Ed/l ga teng ekanligi aniqlandi. Alloksan bilan hosil qilingan diabet model kalamushlari jigar gomogenatidagi SOD miqdori 45 Ed/l ga kamaygani qayd etildi. Shundan so'ng 7 kun davomida kasal hayvonlar tana vazniga 30 mg/kg miqdorda kversetin va l-sistein yuborildi. Tajribalar oxirida hayvonlarning jigar gomogenatidagi SOD miqdori tekshirildi. SOD miqdori L-sistein yuborilgan hayvonlarda 75 Ed/l ga tengligi aniqlandi. Kversetin yuborilgan hayvonlardagi SOD miqdori 80 Ed/l ga teng ekanligi ma'lum boldi.

Xulosalalar. Qandli diabetli hayvonlar jigar gomogenati LPO ning ikkilamchi maxsuloti bo'lgan MDA miqdori nazoratga nisbatan oshib ketishi qayd etildi. Bunda L-sistein erkin amino kislotalari MDA miqdorini pasaytirish xususiyatiga ega ekanligi aniqlandi. L-sistein erkin amino kislotalari ta'sirida jigar gomogenati tarkibidagi umumiy oqsil miqdorini qandli diabet model hayvonlarga nisbatan oshdi. Qandli diabet model hayvonlarning qoni tarkibidagi glyukoza miqdori L-sistein ta'sirida 40% ga kamayadi. L-sistein ta'sirida qandli diabet modelli hayvonlar jigar gomogenatidagi antioksidant fermentlar faolligi stimullanishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Ishankhodjaev T. et al. Study on Effects of Liposomal Quercetin on Biochemical Parameters of the Nigrostriatal System of Rats with Experimentally Induced Neurodegenerative Disease //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – C. 6128-6143.
2. Mukhammadjon M. et al. The effect of ngf on indicators of the antioxidant system in rat brain tissue //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 9 (87). – C. 82-86.
3. Irgasheva S. et al. TNF-α Gene G308A Polymorphism: Frequency in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus //Int J Cur Res Rev| Vol. – 2020. – T. 12. – №. 23. – C. 161.
4. Saatov T. et al. Study on hypoglycemic effect of polyphenolic compounds isolated from the Euphorbia L. plants growing in uzbekistan //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2020. – T. 70.
5. Saatov T. et al. Study on oxidative stress parameters in obesity associated insulin resistance and diabetes mellitus //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2021. – T. 73.
6. Saatov T. et al. Neurodegeneration type and severity have linkage with plasma insulin in DM patients //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2022. – T. 81.

7. Abduvaliev A. et al. Study on some biochemical parameters in peripheral blood of animals upon diet-induced obesity and insulin resistance modeling //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2018. – Т. 56.
8. Saatov T. et al. Study on sphingolipids in tissues of animals with the diet-induced obesity //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2018. – Т. 56.
9. Saatov T. et al. Study on role of TNF-[alpha] and oxidative stress in pathogenesis of type 2 diabetes mellitus //Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2016. – Т. 41.
10. Mukhitdinovich I. T. et al. Study on some parameters of lipid metabolism in the cerebral tissues of rats with the rotenone-induced model of Parkinson's disease //European science review. – 2018. – Т. 2. – №. 11-12. – С. 28-33.
11. Мамадалиева Н. И., Мустафакулов М. А., Саатов Т. С. Влияние фактора нервного роста на показатели антиоксидантной системы в тканях мозга крысы //Environmental Science. – 2021. – Т. 723. – С. 022021.
12. Мустафакулов М. А. и др. Изучение антиоксидантной и антирадикальной активности листьев isatis tinctoria L //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 7-1 (97). – С. 40-44.
13. Mustafakulov M. A. et al. Prospects of aptamer application in diagnostics of bacterial infections //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 9. – С. 890-900.
14. Мустафакулов М. А. и др. ТЕСТ ПОЛОСОК «АЦЕТОНТЕСТ» //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2022. – С. 279-282.