

**ANDIJON DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI**

**“ TASDIQLAYMAN”**

**Ekspert kengashi raisi**

**t.f.d. professor**

**\_\_\_\_\_ M.M.Madazimov**

**“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 y.**

**MAMAJONOVA OYGUL SIROJITDINOVNA**

**OSHQOZONDA OQSIL GIDROLIZIDA SO‘LAK AMILAZASINING  
VAZIFALARI**

**(Monografiya)**

**Andijon – 2024**

**UDK: 576.311.347: 577.352.465:**

**Muallif:**

**Mamajonova O.S.**

**Andijon davlat tibbiyot instituti normal fiziologiya kafedrasi assistenti b.f.n**

**Taqrizchilar:**

**Xamraqulov SH.X**

**Andijon davlat tibbiyot instituti patologik fiziologiya kafedrasi mudiri t.f.d., dotsent**

**Pozilov M.K**

**M.Ulug ‘bek nomidagi O ‘zbekiston Milliy universiteti biofizika kafedrasi prof.v.b., dotsent**

**Monografiya Andijon davlat tibbiyot institute Ekspert kengashi tomonidan  
2023 yil “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ -son bayon bilan tasdiqlangan va nashrga tavsiya etilgan**

**ADTI Ekspert kengash kotibi  
t.f.n., dotsent**

**D.O.Ten**

## **ANNATATSIYA**

Ovqat hazm qilish buzilishining u yoki bu darajadagi belgilari dunyo aholisining deyarli to'rtidan birida kuzatiladi. Ularning namoyon bo'lishi turli sabablarga ko'ra yuzaga kelishi mumkin, ammo bu buzilishlarning sabablarini to'g'ri aniqlash tibbiy-ijtimoiy muammolardan biridir. Oshqozon-ichak trakti disfunksiyasining sabablaridan biri, oshqozon shirasi ta'sirida oqsillarning proteolitik hazm bo'lishining pasayishi hisoblanadi.

## **АННАТАЦИЯ**

Признаки нарушения пищеварения в той или иной степени наблюдаются почти у четверти населения земного шара, их проявление может возникать по разным причинам, но правильное выявление оснований этих нарушений является одной из актуальных медико-социальных проблем. Одной из причин нарушения функции желудочно-кишечного тракта является снижение протеолитического переваривания белков под влиянием желудочного сока.

## **ANNATATION**

Signs of digestive disorders to one degree or another are observed in almost a quarter of the world's population; their manifestation can arise for various reasons, but correct identification of the causes of these disorders is one of the pressing medical and social problems. One of the reasons for dysfunction of the gastrointestinal tract is a decrease in the proteolytic digestion of proteins under the influence of gastric juice.

## KIRISH

Dunyoda ovqat hazm qilish buzilishiga olib keladigan oshqozon-ichak trakti kasalliklari odamlarda eng ko‘p uchraydi. Ovqat hazm qilish buzilishining u yoki bu darajadagi belgilari dunyo aholisining deyarli to‘rtidan birida kuzatiladi. Ularning namoyon bo‘lishi turli sabablarga ko‘ra yuzaga kelishi mumkin, ammo bu buzilishlarning sabablarini to‘g‘ri aniqlash tibbiy-ijtimoiy muammolardan biridir. Oshqozon-ichak trakti disfunktsiyasining sabablaridan biri, oshqozon shirasi ta‘sirida oqsillarning proteolitik hazm bo‘lishining pasayishi hisoblanadi. Oqsillarni oshqozonda hazm qilishning buzilish mexanizmlari asosida, oziq mahsulotlari tarkibidagi kraxmalning so‘lak amilazasi ta‘sirida gidrolizining o‘zgarishiga asoslangan bo‘lishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, oshqozon shirasining funksional faolligi susaygan insonlarda oshqozonda kraxmalning amilolitik hazm bo‘lishini kuchaytiruvchi samarali dori va usullarni ishlab chiqish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda jahonning ko‘plab ilmiy tadqiqot markazlarida oshqozonda oqsillarni hazm bo‘lish samaradorligini oshirish yo‘nalishi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Oshqozonda pepsin ta‘sirida oqsilni hazm bo‘lishi asosan turli sharoitlarda ularning gidrolizlanishini o‘rganish orqali amalga oshiriladi. Shu bilan birga, asosiy e‘tibor oshqozonning sekretor va fermentativ faoliyatini kuchaytirishga yo‘nalgan dori vositalarini ishlab chiqishga qaratilgan. Shuningdek, polisaxaridlar va oqsillar o‘rtasidagi fizik-kimyoviy o‘zaro ta‘sirlar natijasida oqsillarning gidrolizlanishiga to‘sqinlik qiluvchi komplekslar shakllanishining ta‘sirini ochib berish katta ahamiyatga ega. Hazm traktinining disfunktsiyasi sabablarini to‘g‘ri aniqlash va davolash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarni yanada izchil davom ettirish, korreksiyalovchi parhez tavsiyalari, profilaktik davolash chora-tadbirlari kompleksini ishlab chiqish va amaliyotga joriy qilish, dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

O‘zbekistonda sog‘liqni saqlash tizimini jahon andozalari darajasida rivojlantirish, somatik kasalliklarni kamaytirish borasida salmoqli natijalarga erishib kelinmoqda hamda fundamental va amaliy tadqiqotlarga katta e‘tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasida<sup>1</sup>-“O‘zbekiston Respublikasi fuqarolarini ijtimoiy himoya qilish va sog‘liqni saqlash tizimini takomillashtirish, aholini mahalliy xomashyo asosida yaratilgan arzon va samarali dori vositalari bilan ta‘minlashni yaxshilash”, vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifani amalga oshirishda oshqozon-ichak traktining disfunktsiyasi mexanizmlarini o‘rganish, shuningdek, ushbu kasalliklarning oldini olish va davolashning yangi samarali usullarini yaratishga qaratilgan tadqiqotlar katta ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 20-iyundagi PQ-3071-son “2017-2021-yillarga mo‘ljallangan O‘zbekiston Respublikasi aholisiga ixtisoslashtirilgan tibbiy yordam ko‘rsatishni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 2-avgustdagi PQ-3894-son “O‘zbekiston Respublikasida sog‘liqni saqlashni boshqarishning innovatsion modelini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori hamda mazkur faoliyatda qabul qilingan boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu tadqiqot ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

# I BOB POLISAXARIDLARNING OSHQOZONDA OQSIL GIDROLIZIGA TA'SIR MEXANIZMLARI

## 1.1-§. Oqsillar va polisaxaridlarning o'zaro ta'siri, oqsil-polisaxarid komplekslarining hosil bo'lish mexanizmi

Oqsil-polisaxarid kompleks elektrostatik o'zaro ta'sirlar bilan stabillashgan ikki polimerning birlashmasidir. [79; 31-42-b.]. Kompleks hosil qilish tizimlarida ishlatiladigan eng muhim polisaxaridlar kraxmallar, maltodekstrinlar, saqichlar (kamed) va pektinlardir. Shu bilan bir qatorda, oqsillarni tanlashda kazein, albumin, jelatin va zein afzal xisoblanadi. Polisaxaridlar, oqsillar va lipidlar keng qamrovda o'rganilgan, chunki ularning kompleks hosil qilish xususiyatlaridan sut mahsulotlari, sharbatlar, jele va funktsional qo'shimchalarni o'z ichiga olgan bir qancha oziq-ovqatlarning ozuqaviy yoki organoleptik xususiyatlarini yaxshilash uchun foydalanish mumkin. Polisaxaridlar va oqsillarning fizik-kimyoviy xossalarning xilma-xilligi biopolimerlarni aralashtirish orqali, keng spektrli xossalari va xususiyatlarga ega murakkab kompleks olish imkonini beradi. Bundan tashqari, ularning yuqori molekulyar og'irlikka ega ekanligi va ko'plab funktsional guruhlari borligi, ushbu komplekslarni barqarorlashtirishga hissa qo'shadi. Bu biopolimerlar suv va boshqa molekulalar bilan osongina o'zaro ta'sirni yuzaga chiqaradi [77; 110-120-b]. Kompleks hosil bo'lish jarayoni asosan molekulalarning o'zaro mosligi tufayli sodir bo'ladi, bu ularga elektrostatik o'zaro ta'sirlar tufayli mos tuzilmalar hosil qilish imkonini beradi. Ushbu biopolimerlar kompleks xosil qilish tizimida foydalanilganda, barqaror kompleksga olib kelishini ta'minlash uchun pH, harorat, konsentratsiya, nisbat va boshqa fizik-kimyoviy parametrlarni nazorat qilish juda muhimdir. Elektrostatik o'zaro ta'sirlarni tushintirish uchun bir qancha fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar, polimer tizimlar o'rtasida sodir bo'ladigan fazalararo hodisalar va ushbu materiallarning gidrofob yoki gidrofil birikmalar bilan o'zaro ta'siri tufayli ushlab turish xususiyatlari o'rganildi. Bunday omillar murakkab kompleksni xosil bo'lishiga xalaqit berishi mumkin, bu esa fazalarni ajratish, aralashmaslik yoki bir nechta gel tuzilmalarining shakllanishiga olib

keladi. Oqsil-polisaxarid tizimlarining barqarorlashuvini tushunish uchun bir nechta tadqiqotlar va molekularning konformatsiyasi va jarayon davomida yuzaga keladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar haqida yetarli ma'lumot zarur. Haroratning ortishi bilan oqsillarning denaturatsiyasi disulfid ko'priklari uzilishi tufayli kovalent bog'lanishlarning shakllanishiga olib kelishi mumkin [49; 18-27-b., 33; 932-942-b., 34; 38-45-b.]. Shuni ham ta'kidlash kerak-ki, biopolimerlarning xususiyatlari, masalan, polisaxaridning molekulyar og'irligi yoki oqsillarning amfifil tabiati, uning to'planishi va kompleks xosil bo'lishini taminlaydi.

Polisaxaridlar va boshqa molekular orasidagi bog'lanish polimer zanjirlarida joylashgan funktsional guruhlar faolligi bilan belgilanadi. Funktsional guruhlar xususiyatlarini yaxshilash va o'zaro ta'sir qilish imkoniyatlarini kuchaytirish uchun kimyoviy modifikatsiyalar orqali o'zgartirilishi mumkin. Manfiy yoki musbat guruhlariga ega bo'lgan modifikatsiyalangan elektrostatik effektlar tufayli suv bilan o'zaro ta'sir qilishi, eruvchanligini ortishi molekulararo assotsiatsiyani oldini olishi yoki rag'batlantirishi mumkin [57; 8-15-b.].

Boshqa tomondan, oqsillar peptid bog'lari bilan bog'langan aminokislotalardan iborat. Aminokislotalar erituvchilar va eritmadagi boshqa molekular bilan o'zaro ta'sir qilish uchun keng spektrli funktsional guruhlarni o'z ichiga oladi [99; 153-158-b.]. Bundan tashqari, oqsillarda qutbli va qutbsiz aminokislota guruhlari mavjudligi tufayli amfifil xususiyatga ega bo'ladi. Kompleksning barqarorligi undagi disulfid ko'prigi, vodorod bog'lanish va tortishish-itarilish kuchlari kabi o'zaro ta'sirlarga bog'liq. Ushbu o'zaro ta'sirlar erituvchi (suv) va eritmaning boshqa komponentlari o'rtasidagi raqobatga ham olib kelishi mumkin. Barcha biopolimerlar eruvchanligiga ion kuchi, ion turi va harorat kabi tashqi omillar ta'sir ko'rsatadi [116; 449-460-b.], lekin oqsilning eruvchanligi asosan pH ga bog'liq. Oqsillarda pH ning o'zgarishi erituvchi va boshqa molekular bilan o'zaro ta'sirini belgilaydi. Shuningdek izoelektrik nuqta (pI) ham muhim, chunki u oqsilning umumiy zaryadi nolga teng bo'lganda va oqsil bilan oqsilning o'zaro ta'siri faollashganda yuzaga keladigan oqsilning

erimaydigan holatidir. pI ga qanchalik yaqin bo'lsa oqsil va erituvchi o'rtasidagi mos kelmaslik tufayli erimaydi. pI da oqsillar eritmada cho'kadi.

Biopolimerlar orasidagi o'zaro ta'sirlar turli darajalarda sodir bo'ladi, ammo, biopolimerlar va erituvchi o'rtasidagi fazalarni ajratish haqida gap ketganda, u ikki yo'l bilan sodir bo'ladi termodinamik moslik (tortishish) yoki mos kelmaslik (qaytarilish) ko'rinishlarida [61; 16-26-b.]. Elektrostatik o'zaro ta'sirlar oqsillar va polisaxaridlarning funktsional guruhleri o'rtasidagi tortishish va itarilish kuchlar muvozanatining natijasidir. Vodorod bog'lanishlar yoki Van-der-Vaals kuchlari kabi o'zaro ta'sirlar, boshqa narsalar qatorida, kompleks hosil bo'lganda tizimni barqarorlashtirish uchun javobgardir. Turli zaryadli funktsional guruhlar o'rtasida barqaror murakkab o'zaro bog'lanishlar sodir bo'ladi. Masalan, polisaxarid anioni oqsilning kation tomoni bilan bog'lanadi [124; 56-69-b.]. Ushbu biopolimerlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir komplekslarning strukturaviy xususiyatlariga va shu bilan birga uning barqarorligiga va fazaviy holatlariga ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, kovalent bo'lmagan kuchlar, asosan Van-der-Vaals kuchlaridan kelib chiqadigan elektrostatik o'zaro ta'sirlar, murakkab tizim va erituvchidagi kichik molekulalarni barqarorlashtirishga olib keladi [50; 391-399-b.].

Kompleks shakllanishi jarayonida polimerlarning birikishi uchta tuzilmaga olib kelishi mumkin: gomogen zarralar (oqsil va polisaxaridning bir xil taqsimlanishi bilan), geterogen zarralar (assotsiyalashmagan biopolimerlar) va ikki fazadan birida shakllangan ikkala biopolimerni o'z ichiga olgan yadro-qobiq strukturali tuzilma [64; 49-62-b., 92; 9827-9834-b.]. Biopolimerlarning kompleks hosil qilish jarayonida assotsiativ yoki itaruvchi kuchlarni yuzaga chiqishida zaryadlar muhim ahamiyatga ega. Ushbu kuchlarni tizimning elektr xususiyatlarini aniqlashda qo'llaniladigan elektrokinetik parametr bo'lgan  $\zeta$  potentsiali yordamida o'lchash mumkin [62; 231-235-b., 127; 56-62-b.]. Oqsil va polisaxaridlar tomonidan hosil qilingan murakkab tizimda  $\zeta$  potentsialining yuqori qiymati aminokislota qoldiqlarini erituvchilar ta'sirida yoki oqsil agregatlari yuzasida polisaxaridning cho'kishi bilan bog'liq bo'lgan tarkibiy o'zgarishlarni belgilaydi.



Bu shuni anglatadiki, sirdagi zaryadlar agregatsiyasiga to'sqinlik qiladi, bu esa elektrostatik barqarorlikka olib keladi [118; 93-102-b., 65; 239-248-b.]. Kompleks hosil bo'lish xususiyatlarini o'rganish uchun oqsil bilan oqsilni o'zaro ta'sirini oldini olish uchun aralashmani oqsilning izoelektrik nuqtasidan (pI) boshqa muxitda tahlil qilish kerak. Chjan va boshqalar [129; 361-368-b.] miofibrilyar oqsili va k-karraginanning turli nisbatlarda fazaviy xolatlarini o'rgandi. Mualliflar k-karraginan yuzasida sulfatlangan guruhlar tufayli oqsil nisbati ortib borayotganligi sababli,  $\zeta$ -potensial manfiyligi kamroq bo'lib qolganligini aniqladi. Shuningdek mualliflar oqsilning k-karraginandan ko'ra ko'proq musbat zaryadga ega degan xulosaga kelishdi, shuning uchun polisaxarid molekullari aminokislotalar kation guruhlari bilan osongina bog'lanishi mumkin.

Kompleks hosil bo'lishini alternativ tezlashiga tabiiy konformatsiyaning yadrosida yashiringan aminokislotalarning funksional faolligi uchun globulyar oqsillarni denaturatsiya qilinishi sabab bo'lishi mumkin. Shuningdek, globulyar oqsillar elektrostatik va o'zaro zaif ta'sirlar bilan barqarorlashadi, shuning uchun ular pH ga sezgir. pH ni komplekslarning barqarorligiga ta'siri keng o'rganilgan, chunki u nafaqat polimerlar orasidagi o'zaro ta'sirni, balki polimerlarning erituvchi bilan o'zaro ta'sirini ham aniqlaydi [39; 254-264-b., 66; 132-138-b., 30; 136-145-b.]. pH ning o'zgarishi, dispers zarrachalarni (biopolimerlar) eritmadan boshqa faza hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin; bu hodisa koatservatsiya deb ataladi. Oddiy koatservatsiya bitta biopolimerning erituvchi bilan o'zaro ta'siri bilan bog'liq. Shu bilan birga, murakkab koatservatsiya erituvchidan alohida faza hosil qiluvchi ikkita bog'langan biopolimerni o'z ichiga oladi [30; 136-145-b.]. Oqsillar va polisaxaridlarning koatservatsiya bilan murakkablashuvi ikki pH bosqichidan iborat. Birinchisida ( $\text{pH}_{\varphi_1}$ ) oqsillarning polisaxarid zanjirlari bilan o'zaro ta'sirida eruvchan kompleks hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda ( $\text{pH}_{\varphi_2}$ ) oqsil-polisaxarid kompleksi erimaydigan tizimga aylanadi. Ikkala biopolimer ham ma'lum bir pH darajasida o'zlarining elektr ekvivalentligiga erishadi, bu optimal kompleks hosil bo'lish hududi hisoblanadi ( $\text{pH}_{\text{opt}}$ ). Kompleksning to'liq shakllanishi polisaxaridning optimal pKa va oqsilning pI da sodir bo'ladi [39; 254-264-b., 69;

710-715-b.]. Biroq, pH izoelektrik nuqtaga (pI) qarab ba'zi oqsillar xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin.  $\text{pH} < \text{pI}$  da umumiy zaryad musbat,  $\text{pH} > \text{pI}$  da esa manfiy [35].  $\text{NH}^{3+}$  ni  $\text{NH}^{2+}$  guruhlariga (musbat zaryadning kamayishi) va  $\text{COOH}$  ning  $\text{COO}^-$  guruhlariga (manfiy zaryadning ortishi) aylanishi tufayli pH ortishi bilan oqsillarning zaryadi kamayadi [126; 87-93-b].

Polisaxaridlarning oqsillar bilan o'zaro ta'sir qilish xususiyatlariga pH ning ta'sirini o'rganishga oid bir nechta tadqiqotlar o'tkazilgan. Ovalbumin yoki lizotsimning ksantan saqichi va turli konsentratsiyali tuzlar bilan aralashmasida oqsil nisbati ortganda pH ko'tarildi, chunki musbat zaryadlangan ovalbumin manfiy zaryadlangan ksantan saqichining karboksil guruhini neytrallaydi. Turli nisbatlarda lizotsim/ksantan saqich va ovalbumin/ksantan saqich tizimlarining aniq zaryad qiymatlari sof polimerlarning oraliq qiymatlarida bo'ldi. Bu shuni ko'rsatadiki, polisaxaridning sulfat guruhlari va oqsilning aminokislotalari o'rtasidagi o'zaro ta'sir elektrostatik bog'lanishni o'z ichiga oladi [110; 268-275-b.]. Klemmerning va boshqa tadqiqotlarda no'xat oqsili izolati va alginat o'rtasidagi o'zaro ta'sirni kation / anion polimerlar sifatida baholadi [70; 710-715-b.]. Mualliflar aralashmadagi makromolekulalar nisbati pH ning o'zgarishi bilan kompleks hosil bo'lishiga, asosan yuqori protein konsentratsiyasida ta'sir qilinishi aniqlandi, chunki kompleksda polisaxarid yo'qligi yoki past konsentratsiyasida bo'lganda oqsil o'z-o'zidan birlashishga moyil bo'ladi. Mession va boshqalarning izlanishlarida [81; 333-343-b.] pH 7,2 atrofida termodinamik nomuvofiqlik tufayli, no'xat oqsili va natriy alginat aralashmalarida fazalar ajralishi haqida xabar berilgan. Mualliflar, shuningdek, yuqori protein konsentratsiyasida aralashmalarda agregatsiya ta'sirini kuzatdilar. Alginat konsentratsiyasining ortishi bilan zichroq protein mikrodomenlari hosil bo'ladi, bu esa muvozanatsizlik holatiga olib keladi. Kation polimerlar bilan olib borilgan tadqiqotlar yuqori pH da oqsil agregatsiyasining bir xil ta'sirini ko'rsatdi, bu polisaxaridning murakkab proteinli tarmoqqa erishganligini bildirdi [40; 1441-1446-b.]. NaCl yoki boshqa tuzlarning qo'shilishi kationning ( $\text{Na}^+$ ) polisaxarid bilan oqsil bog'lanishining musbat

zaryadlangan joyi bilan, anion (Cl<sup>-</sup>) esa polisaxaridning manfiy zaryadlangan guruhleri bilan bog‘lanishiga imkon berdi [111; 1253-1260-b.].

Kompleksning barqarorligini oshirish uchun kraxmal funksional guruhlarini modifikatsiyalash orqali, kerakli zaryadga muvofiq kation va anion kraxmallar olindi. Kation kraxmallarda musbat elektrostatik zaryad beruvchi amino, imino, ammoniy va fosfat guruhleri mavjud. Musbat zaryadlangan modifikatsiyalangan kraxmallar manfiy zaryadlangan kolloid zarrachalarning samarali flokulyantlari hisoblanadi [23; 385-393-b.]. Anion kraxmallar odatda kraxmal tarkibidagi amiloza va amilopektin zanjirlariga karboksil guruhlarini bog‘lash yo‘li bilan tayyorlanadi [126; 87-93-b.]. Bu xususiyat kraxmal karboksil guruhleri va oqsil amino guruhleri o‘rtasidagi elektrostatik bog‘lanish tufayli kation komponentlar yoki oqsillar bilan komplekslarning shakllanishiga olib keladi. Komplekslarni hosil qilish uchun kraxmalni oktenilyantar kraxmal anhidridini (anionik) jelatin bilan aralashtirish haqida ma‘lumotlar mavjud. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, kompleks hosil bo‘lishi qarama-qarshi zaryadlar tufayli pH 3 dan 7 gacha bo‘lgan diapazonda sodir bo‘ladi. Murakkab kompleks shakllanishi uchun pH 5-6 oralig‘i optimal hisoblanadi (pH opt) [126; 87-93-b., 130; 203-215-b.].

Ionogen bo‘lmagan polisaxaridlarning turli oqsillar bilan bog‘lanishi ham o‘rganilgan [30; 136-145-b., 74; 46-53-b., 102; 63-70-b., 28; 340-349-b.] va o‘zaro ta‘sirlarni harakterlaydigan parametrlar ion polisaxaridlarining parametrlariga juda o‘xshash, ya‘ni, molekular uzunligi, harorat, konsentratsiya ularning o‘zaro nisbati va boshqalar. Bir qancha mualliflar biopolimerlarning sinergiyasi va ularning birikmalaridan olinadigan har xil turdagi murakkab tizimlar nazariyalarini yaratdilar. Bunday tizimlar, asosan, fazalarni ajratish yoki termodinamik muvofiqligi bo‘yicha mos zanjirlar yoki bir-biriga bog‘langan tizimlar sifatida tasniflanadi [38; 110-119-b., 131; 203-214-b.]. Tuzilishi va fizik-kimyoviy xususiyatlariga qarab, biopolimerlar bir nechta o‘zaro ta‘sir mexanizmlarini namoyon etadi. Misol uchun, kraxmalning jelatin kabi fibrilyar oqsillari bilan aralashmasligi haqida ma‘lumotlar bor ammo, bu murakkab tizimda jelatin kraxmalni to‘sib qo‘yadigan uzluksiz faza rolini o‘taydi, natijada amiloza va

amilopektin uzluksiz faza yoki yordamchi modda sifatida harakat qiladigan matritsaga olib keldi [77; 110-120-b., 46; 333-342-b., 6; 53-63-b., 69; 341-345-b.], bu esa barqaror uch o'lchovli tizimni xosil qiladi. Ushbu murakkab molekulyar tuzilma quritishdan keyin barqarorligi va bir xilligi tufayli plyonkalar va qoplamalarni tayyorlash uchun ishlatiladi. [105; 863-871-b., 95; 1162-1172-b., 43; 1162-1172-b.]. Bundan tashqari, yangi turdagi biopolimerlar murakkab materiallar sifatida o'zaro ta'sir qilganida sodir bo'ladigan mexanizmlari o'rganilgan. Misol tariqasida tamarind urug'ining shilimshig'i zardob oqsil izolyati bilan aralashtirib zardob oqsil izolyati/arab saqichi (gummiarabik) kompleksi bilan faolligi o'zaro solishtirildi. Tamarind urug'ining shilimshiq/zardob oqsili izolyati kompleksi arab saqichiga qaraganda yuqori kristallik va yaxshi termik barqarorlikni ko'rsatdi [53; 115-126-b.]. Ushbu tadqiqotlar kompleksning xususiyatlarini yaxshilash va ba'zi holatlarda unga sarflangan xarajatlarni va atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan biopolimerlarning yangi manbalarini o'rganish imkoniyatini ochadi.

### **1.2-§. So'lak amilazasi bilan hazm bo'ladigan va bo'lmaydigan polisaxaridlar**

Amilazaning xossalari o'rganish uzoq tarixga ega bo'lishiga qaramay, amilaza va kraxmal biokimyosining ko'plab jihatlari hali ham tadqiqotchilardan so'lak amilazasining to'liq fiziologik ahamiyatini o'rganishni talab qilmoqda. Odatda, kraxmal inson ratsionida hazm bo'ladigan uglevodlar hamda, glyukozaning asosiy manbai bo'lgan polisaxariddir. 2007 yilda muhim maqola chop etilgan [93; 1256-1260-b.] unda inson amilaza geni nusxasining soni bilan bir qator inson populyatsiyalarida ovqatlanish odatlari o'rtasidagi bog'liqlik haqida xabar berilgan. Mualliflarning ta'kidlashicha, kraxmal miqdori nisbatan yuqori bo'lgan oziq maxsulotlarini iste'mol qiladigan populyatsiyadagi odamlar kraxmalni kamroq iste'mol qiladigan populyatsiyalarga qaraganda, so'lak amilaza AMY1 genining ko'proq nusxalari mavjud. So'lak amilazasining evolyutsiyasi ratsiondagi kraxmal miqdorining ortishi bilan bog'liq degan xulosaga kelingan. Shimpanzelarda esa AMY1 ning kamroq nusxalari borligi aniqlandi va odamlarda

so‘lak amilazasining darajasi shimpanzelarga qaraganda ancha yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Shimpanze ratsionida kraxmal kamroq bo‘lishi mumkin va shuning uchun odamlarda AMY1 ning ko‘proq nusxasi evolyutsion rivojlanishda so‘lak amilazasini ortishi bilan javob qaytarishi mumkin, bu esa turni saqlanib qolishida yordam beradi [93; 1256-1260-b.,].

Ma‘lumki so‘lak bezlari ovqat hazm qilish jarayonida amilaza ishlab chiqaradi va oziq mahsulotida mavjud bo‘lgan kraxmalning gidrolizini boshlaydi. Optimal amilaza faolligi uchun pH ~7,0 ni tashkil qiladi shu bilan birga Cl ning ishtirokini talab qiladi. So‘lak amilazasi kraxmaldagi ichki  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 glikozid bog‘larining gidrolizlanishini katalizlovchi endoamilaza yoki  $\alpha$ -amilazalar guruhiga kiradi. Aksincha, o‘simlik amilazalari esa  $\beta$ -amilazalar yoki ekzoamilazalardir, ular zanjirning uchlaridan kraxmalning gidrolizlanishini katalizlaydi. Kraxmal chiziqli komponent - amiloza va tarmoqlanib ketgan komponent - amilopektindan iborat. So‘lak amilazasi amilozani butunlay parchalashi mumkin. Uning gidrolizi glyukoza molekulalarining toq sonli zanjirlari maltoza va oxir-oqibat maltotrioza (glyukoza trisaxarid) hosil bo‘lishiga olib keladi. Ovqat hazm qilish jarayonida, amilopektinning gidrolizlanishi, shuningdek, amilopektinning tarmoqlanish nuqtalariga mos keladigan  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6 bog‘larni o‘z ichiga olgan 5-10 qoldiqdan iborat oligosaxaridlar bo‘lgan dekstrinlarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Amilaza bu molekulalarga ta‘sir eta olmaydi, chunki u faqat  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 bog‘larning gidrolizini katalizlaydi. Oddiy sharoitlarda so‘lak amilazasi og‘iz bo‘shlig‘ida kraxmal molekulalarining gidrolizini yakunlay olmaydi, shuning uchun u oshqozonda faoliyatini davom ettiradi [14; 251-257-b.,].

Odamlarda kraxmalning hazm bo‘lishi og‘izda (so‘lak oziq-ovqat mahsulotlari bilan aralashganda) odam so‘lak amilazasining ta‘sirida boshlanadi, bu amiloza va amilopektinning  $\alpha$ -1-4 glikozid aloqalarini uzish orqali yuzaga chiqadi [17; 101-118-b.,]. Og‘iz hazmining qisqa davom etishi tufayli, uning roli ko‘pincha ahamiyatsiz deb hisoblanadi, ammo bu fikr ba‘zi ma‘lumotlarni ko‘rib chiqilgandan so‘ng e‘tirozlar keltirib chiqarishi mumkin. Darhaqiqat, non luqmasi odatda non turiga va odamning individual xususiyatlariga qarab 16-50 soniyada

hosil bo‘ladi [67; 1446-1457-b., 88; 238-246-b.]. Biroq, boluslarning (lot. *bolus*, ot grech. βόλος — *chaynalgan ozuqa parchasi, luqma*) bo‘kkanidan so‘ng, so‘lak amilazasi pH 4,0 dan pastga tushguncha va ferment inaktivatsiya qilingunga qadar oshqozonda kraxmal gidrolizini davom ettirishi mumkin [17; 101-118-b., 55; 63-52-b.]. Oshqozonni ovqatdan keyin kislotaliligining ortishi bosqichma-bosqich jarayon bo‘lganligi sababli, bu pH darajasiga erishish uchun 45 daqiqadan ko‘proq vaqt davom etishi mumkin [78; 101-110-b.]. Insonlarda o‘tkazilgan tadqiqotlardan olingan ma‘lumotlar shuni ko‘rsatdiki, so‘lak amilazasi qisqa og‘iz hazmidan so‘ng, oshqozonda uzoq vaqt faol bo‘lib qolishi va hatto inaktivatsiya bo‘lmasdan ingichka ichakkacha yetib borishi mumkin. Ushbu ferment kraxmalning muhim qismini gidrolizlanishi uchun mas‘ul bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi [93; 1256-1260-b.]. Bundan tashqari, 20-asr boshidagi qiziqarli maqolada aytilishicha, insonlardagi tadqiqotning natijalariga ko‘ra, pyuredagi kraxmalning 76 % va nondagi 59 % ga qadar oshqozonda maltozaga gidrolizlanadi [12; 110-117-b.]. Ma‘lumki oshqozonda amilaza mavjud bo‘lmaganligi sababli, oshqozonda ovqat hazm qilish jarayonida kraxmalning fermentativ gidrolizi uchun faqat so‘lak bilan tushgan amilaza javobgar bo‘lishi mumkin [17; 101-118-b.]. Biroq, so‘lak amilazasining kraxmal hazm bo‘lishiga qanchalik hissa qo‘shishi noma‘lumligicha qolayotganini [128; 6932-6936-b.] va hazm qilishning yakuniy bosqichi ko‘pincha muhimroq deb hisoblanishini inobatga olsak, bu izlanish ilmiy hamjamiyat tomonidan unutilgandek ko‘rinadi. Kraxmal hazm bo‘lishining oxirgi bosqichi ingichka ichakda sodir bo‘ladi. Bu yerda oshqozon osti bezi alfa-amilazasi va mikrovarsinka fermentlari gidrolizni yakunlaydi. Bu hazm jarayonning yakuniy mahsuloti glyukoza qonga so‘riladi [55; 63-69-b.].

Oshqozonda so‘lak amilazasi inaktivatsiya bo‘lmasa, ekzokrin oshqozon osti bezi yetishmovchiligidagi patologiyada o‘n ikki barmoqli ichakda amilolitik faollikni yuzaga chiqishida ishonchli hissa qo‘shishi mumkin. Bu jarayon pH past bo‘lganda *in vitro* sharoitida kraxmal va uning gidroliz mahsulotlarining so‘lak amilaza faolligiga ta‘sirini o‘rganish orqali isbotlangan. So‘lakdan ajratib olingan amilaza 1% kraxmal ishtirokida pH 3 da 60 daqiqa 37 ° C da inkubatsiya

qilinganidan so'ng, dastlabki so'lak amilazasi faolligining 56 % ga saqlanib qolganligi, aksincha kraxmalsiz holatda esa faqat 6 % saqlanganligi aniqlandi. Shunga o'xshash amilolitik faollik ona sutidan foydalanilganda ham kuzatildi, chunki unda so'lak amilazasiga o'xshash amilaza mavjud. Bundan tashqari, qisman gidrolizlangan kraxmal pH 3 bo'lganda so'lak amilaza faolligini saqlab qoladi. Shuningdek uzunligi 2 dan 7 gacha bo'lgan glyukoza molekulalarining tozalangan glyukoza oligomerlari amilazaning faolligini konsentratsiyaga bog'liq holda saqlab qoladi. Biroq, laktoza, saxaroza va glyukoza amilazaning faolligini saqlab qolishda samarasiz. Kraxmal pepsin borligida ham amilaza faolligini saqlab qoldi va maltoza pH 3 dan past bo'lganda ham himoyasini ta'minladi. Ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, so'lak tipidagi izoamilazalar ajralishi stimulyatsiya qilingan oshqozon muhitida amilaza substratlari va uning gidrolizining faolligi yakuniy mahsulotlar bilan himoyalangan [98; 775-780-b.].

Kraxmal bo'lmagan polisaxaridlarga uglevodorodlar kiradi ular so'lak amilazasi ta'sirida gidrolizlanmaydi shundan yo'g'on ichakka yetib boradi [51; 259-271-b., 115; 1031-1042-b.] va mikrobiomalar ta'sirida qisqa zanjirli yog' kislotalariga (SCFAs), birinchi navbatda atsetat, propionat va butiratga parchalanadi [51; 259-271-b., 115; 1031-1042-b.]. SCFAs lardan butirat kolonotsistlar uchun muhim energiya manbai hisoblanadi, atsetat jigar lipogenezida va mushaklarda energiya substrati sifatida ishlatiladi va propionat glyukoneogenezda ishtirok etishi mumkin bo'lgan fosfoyenolpiruvat manbai bo'lishi mumkin. [20; 1519-1527-b., 22; 198-206-b., 51; 259-271-b., 115; 1031-1042-b.]. Barcha SCFAs lar shilliq qavat hujayralarining faoliyatini yaxshilashga, shuningdek, oshqozon osti bezi va gipotalamusning insulinga sezgirligini yaxshilash, ishtaha va qon bosimini tartibga solishga ta'sir qiluvchi ichak gormonlarining chiqarilishida muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, SCFAs lar kolorektal saratondan himoya qiladi. Propionat qonda paydo bo'ladi va gormonal reaksiyalarni boshlab berishda ayniqsa muhimdir [20; 1519-1527-b., 22; 198-206-b., 51; 259-271-b., 115; 1031-1042-b.].

Rezistent (chidamli) kraxmal (RS) - bu yo'g'on ichakka kiradigan ozuqa kraxmalining fraksiyalari (parchalari). Rezistent kraxmalning fiziologik ta'rifi shundaki, ya'ni og'iz bo'shlig'idan yo'g'on ichakka yetib borgan paytida ham hazm bo'lmaydigan fraksiyadir[32; 875-882-b., 41; 33-42-b., 76; 237-245-b.]. Rezistent kraxmal yo'g'on ichak mikrobiomasiga biologik ta'sir ko'rsatadi, xususan, yo'g'on ichakda organizm sog'lig'i uchun foydali bo'lgan mikrobial populyatsiyalarni qo'llab-quvvatlaydi. Shunday qilib, rezistent (chidamli) kraxmal, xususan, ichakning yallig'lanish kasalliklarini, kolorektal va boshqa saratonlarni, qandli diabetni davolash, uni oldini olishda parhezning muhim komponentiga aylanishi mumkin[59; 190-194-b., 76; 237-245-b., 122; 86-95-b.].

Kraxmal bo'lmagan polisaxaridlar guruhiga kiritilgan, guar galaktomannan [10 8; 55-63-b.] va sellyuloza [105; 305-312-b.], shuningdek, rezistent kraxmal amilaza faoliyatiga ingibirlovchi ta'sir ko'rsatishi mumkin [90; 154-161-b.].

### **1.3-§. Hazm bo'ladigan polisaxaridlarning oshqozon shirasi tomonidan oqsil gidrolizi o'zgarishiga ta'siri**

Ovqatlanish murakkab jarayon bo'lib, unda nafaqat iste'mol qilinadigan oziq moddalarning turi va miqdoriga shuningdek uglevodlar va oqsillarning o'zlashtirilishi va so'rilish tezligi muhim ahamiyatga ega. Uglevodlarni o'zlashtirilishi va so'rilish tezligini xarakterlaydigan vosita glikemik indeksdir (GI) [35; 1608-1613-b.]. Turli metatahlillar shuni ko'rsatdiki GI bilan parhezlar va 2-tip qandli diabet xavfining ortishi, xususan ayollardagi yurak ishemik kasalligi, [35; 1608-1613-b., 83; 52-65-b.] ko'krak saratoni [85; 152-159-b.], shuningdek, semirish bilan bog'liq asoratlar o'rtasidagi bog'liqliklar to'g'risida dalillar mavjud [104; 699-706-b.]. Xuddi shunday, oqsilning o'zlashtirilishiga va uning chidamliligi, hamda hazm tezligi oziq-ovqatga yuzaga chiqadigan allergiyani qo'zg'atuvchi mexanizmlarga ta'sir qilishi mumkin [15; 1545-1557-b.]. Oziq moddalari tarkibida bo'lgan kraxmal va kraxmal saqlovchi moddalar, hazm bo'ladigan polisaxaridlarning asosiy guruhini tashkil qiladi. Proteinlar va kraxmal o'rtasidagi o'zaro ta'sir oqsillarning hazm bo'lishiga ta'sir qilishi mumkin. Turli



xil oqsillar va kraxmalning o'zaro ta'sirini ko'rsatadigan asosiy tadqiqotlar non tarkibidagi kraxmal yordamida amalga oshirildi. Uglevodlar va oqsillar o'rtasidagi munosabatlar ko'plab donga bog'liq oziq-maxsulotlarning elementar tuzilishini tashkil qiladi, masalan, bug'doy noni, inson ratsionidagi uglevodlarning asosiy manbalaridan biri [125; 1197-1215-b.]. Bitta nonning tarkibida taxminan 50 % kraxmal, 40 % suv va 7 % oqsildan iborat [91; 275-292-b.]. Kraxmal odatda inson ratsionida oson hazm bo'ladigan uglevodlarning asosiy manbai ekanligini hisobga olsak [19; 395-405-b.], uning o'zlashtirish fiziologik ta'sir kinetikasi keng qamrovda o'rganilgan va sekin hazm bo'ladigan kraxmal diabet va diabetdan oldingi xolat, yurak-qon tomir kasalliklari va semirish kabi keng tarqalgan surunkali kasalliklarda parhezning foydali ta'sirini ko'rsatish muximdir [82; 395-405-b.].

Bug'doy nonidagi oqsillar taxminan 25 % eriydigan oqsillardan va 75% erimaydigan glyuten oqsillaridan iborat [10; 399-405-b.]. Kraxmalni hazm qilishdan farqi shuki, proteoliz faqat oshqozonda xlorid kislotasi (HCl) va oshqozon proteazasi – pepsin bilan birgalikdagi ta'siri ostida boshlanadi [56; 425-432-b.]. Cl ikki tomonlama ta'sir ko'rsatadi: vodorod va elektrostatik bog'lanishlarning uzilishi tufayli oqsillarning o'zgarishiga olib keladi hamda pepsinning faollashishini ta'minlaydi [56; 425-432-b.]. Inson organizmidagi pepsini pH 5,5 dan past bo'lganda faollikni namoyon qila boshlaydi va pH 2 da maksimal darajaga yetadi [94; 1162-1172-b.]. Ma'lumki oshqozon proteolizi mahsulotlari yirik polipeptid, oligopeptid va erkin aminokislotalar aralashmasidan iborat. Proteinlarning o'zlashtirilishi ingichka ichakda turli proteazalar va peptidazalar ta'sirida kichik peptidlar va erkin aminokislotalarning hosil bo'lishi va ularning so'rilishi bilan tugaydi [56; 425-432-b.].

Agar non tarkibidagi kraxmalning bir qismi glyuten tomonidan ushlanib qolib va u kraxmal-glyuten zanjirini vujudga kelishida ishtirok etadi deb xisoblasak, unda amiloliz va proteoliz hodisalari o'rtasida o'zaro bog'liqlik mavjud deb, xulosa qilsak bo'ladi. Amilolitik aktivlik past bo'lganda, kraxmal-glyutenning o'zaro ta'siri, oqsilning dastlabki eruvchanligini kechiktiradi lekin, ular

erimaydigan glyuten fraksiyasining peptik gidroliziga to'sqinlik qilmaydi. Boshqa tadqiqotchilar non tarkibidagi glyuten faqat *in vitro* sharoitida o'n ikki barmoqli pankreatik amilaza ishtirokida tez hazm bo'lishini kuzatdilar [108; 2034-2043-b], bu kraxmal-glyuten o'zaro ta'sirining murakkab tabiatini va ularning hazm qilish jarayoniga ta'sir qilish qobiliyatini tasdiqlaydi. Ularning izlanishlarida takidlanishicha oshqozonning qisqa vaqtda kislotali bo'lib qolishi kraxmal gidrolizini asosan ichak fazasi bilan cheklaydi. Biroq, fiziologik haqiqat shuni ko'rsatadiki, normal sharoitda so'lak amilazasi har qanday proteazadan oldin faollashadi va natijalar proteoliz boshlanganda kraxmal allaqachon keng ko'lamligini gidrolizlanganligini ko'rsatadi.

Ma'lumki, kraxmalning gidrolizi proteolitik aktivlik bo'lmagan sharoitda ham buzilmagan. Biroq, yuqorida aytib o'tilganidek, so'lakning  $\alpha$ -amilazasi bo'lmaganida kraxmalning ajralib chiqishini ikkinchi marotaba ko'tarilishi kraxmalning glyuten bilan o'zaro ta'sirini aks ettiruvchi pepsin ta'siri bilan izohlanishi mumkin. Haqiqatan ham, bu ko'tarilish pepsinning faollashishi va glyuten tarmog'ining degradatsiyasi bilan bir vaqtga to'g'ri keldi, bu ehtimol, dastlab unda ushlangan kraxmal fraksiyalarining ajralishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, ushbu molekulyar sxemalar, oshqozonda hazm jarayoni oxirida buzilmagan kraxmalning ulushi nonda topilgan rezistent kraxmal ulushidan taxminan 5 baravar yuqori ekanligini tushuntirishi mumkin. Ushbu fikrlar rezistent kraxmal va hazm tajribalarida qo'llaniladigan turli protokollar bilan tasdiqlanadi. Rezistent kraxmalning ulushini aniqlash uchun oziq mahsulotlari dastlab, pepsin eritmasi bilan bir soat davomida inkubatsiya qilinadi va amiloliz shundan keyingina boshlanadi [47; 200-208-b.].

So'lak amilazasi non kraxmalini oshqozonda hazm bo'lishida asosiy rol o'ynashini *in vitro* sharoitida isbotlandi va adabiyotlarda *in vivo* bilan bir xil natijalar olinganligi ko'rsatildi. Bundan tashqari, so'lak amilaza borligida, pH ni pasayishidan qat'i nazar, deyarli bir-biriga o'xshash eksponensial egri chiziqlar olingan, bu uning yuqori samaradorligini ko'rsatadi va kraxmalning hazm jarayonida ushbu fermentning ahamiyatini qayta baholash zarurligini asoslab berdi.

Taxminan 20 % kraxmal oshqozonda hazm bo'lishga chidamli va  $\alpha$ -amilaza bo'lmaganda oqsilning hazm bo'lishining dastlabki bosqichlari buzilgan. Ushbu kuzatishlarning ikkalasi ham kraxmal-glyuten o'zaro ta'siri bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini ta'kidlaydi. Hazm qilish jarayonida xosil bo'layotgan kraxmal va oqsil fraksiyalarining taxlili gidrolizning darajasi haqida qo'shimcha ma'lumot berdi va bu ma'lumotlar kelajakda tadqiqotlar o'tkazishga turtki bo'ladi [47; 200-208-b.].

Glyuten oqsillarining shakli ularning hazm bo'lishiga ishonchli ta'sir ko'rsatdi: tozalangan oqsil fraksiyasi (TOF) tez hazm bo'ldi, un oqsillari sekinroq hazm qilindi, non oqsillari esa o'zlashtirishga chidamli bo'ldi. Quyidagi tadqiqot shuni ko'rsatadiki, ovqat hazm qilish mexanizmlari haqidagi aniqroq ma'lumotni tozalangan oqsillarni o'rganish orqali olish mumkin bo'lsa-da, bunday ma'lumotlar murakkab oziq-ovqat matritsalarida hazm qilish harakterini bashorat qilmaydi va noto'g'ri bo'lishi ham mumkin. Uning nonga nisbatan ko'proq hazm bo'lishi, ehtimol, unning zarracha tabiati, katta sirt maydoniga ega ekanligi va shuning uchun ovqat hazm qilish fermentlarini ko'p qismi oqsil yoki kraxmalga yo'naltiriladi. Ayrim olimlar non va makaron juda sekin hazm bo'lishini ta'kidlashgan [89; 2254-2261-b., 96; 4765-4775-b.].

Non tarkibidagi glyuten oqsillarining aksariyati hazm qilishga juda chidamli. Hatto yuqori konsentratsiyali pepsin bilan 120 daqiqali oshqozonda sun'iy hazm qilishdan keyin ham saqlanib qolgan. Bu shuni ko'rsatadiki, pepsin konsentratsiyasi bu tizimda nonni hazm qilish tezligini cheklamaydi va bu esa pepsin tomonidan oqsilni sekin hazm bo'lishiga, unga ta'sir etishi doirasi kichikligi tufayli bo'lishi mumkin. Un pishirilgandan so'ng, ya'ni nondagi kraxmal granulalari va oqsilga nisbatan hazm fermentlarining ta'sirini bir muncha susaytiradi. [109; 2034-2043-b.].

Non tarkibidagi oqsilning hazm qilish tezligi amilaza ishtirokida ortishi kuzatilishiga, unni pishirish paytida kraxmal granulalarining va ulardan ajralishi mumkin bo'lgan har qanday amilozaning parchalanishi xisobiga, glyuten oqsillarining ko'payishi sabab bo'ladi. Glyuten tarmog'ining proteolizi

kraxmalning soʻrilishini ham yaxshilaydi, chunki kraxmal granulari joylashtirilgan glyuten tarmogʻining buzilishi amilazalarning granular yuzasiga yopishishini yaxshilaydi. Ushbu kuzatishlar shuni koʻrsatadiki, ovqat hazm qilish sinergik jarayon boʻlib, unda turli hazm fermentlari murakkab matritsani parchalash uchun birgalikda ishlaydi. Shunday qilib, oqsilning tuzilishi oziq mahsulotlarining glikemik indeksini aniqlashga olib keladi, oqsil va kraxmal fraksiyalari oʻrtasidagi oʻzaro taʼsir oqsilning hazm boʻlishini oʻzgartiradi [107; 546-548-b.] va oshqozon osti bezi amilazasi kam ajralishi bilan bogʻliq bemorlarga oqsilni yanada samarali hazm qilish imkonini beradigan oziq-ovqatlarni tanlashlariga tavsiya beriladi.

Oqsil va kraxmalning oʻzaro taʼsiri oshqozon va oʻn ikki barmoqli ichakda hazm boʻlishini dinamik hazm modeli yordamida kuzatish mumkin [123; 56-69-b.]. Bunday dinamik modellar ovqat hazm qilish jarayoniga fizik aspektlarni yanada real taʼsir qilishini taʼminlaydi, bu esa oziq-ovqat matritsasining ovqat hazm qilishga taʼsirini koʻrib chiqishda muhimdir [53; 115-126-b.].

Kraxmalning oqsil hazm boʻlishiga taʼsirini baholash uchun, hoʻl fraksiyalash yoʻli bilan ajratilgan kraxmal, quruq fraksiyalash orqali oqsil bilan boyitilgan kraxmal konsentratsiyasi bilan bir xil boʻlishini taʼminlash maqsadida, oqsilli xinin izolyat suspenziyasi qoʻshildi. Ushbu tadqiqotdan moy chiqarib tashlandi. Kraxmal va haroratning ortishi oqsil hazm boʻlishiga taʼsirini oʻrganish uchun suspenziyalarni isitib qoʻllanildi [87; 49-59-b.].

Kraxmalning mavjudligi qizdirilmagan va oldindan qizdirilgan xinin izolyat oqsilini parchalanish tezligini 60° C da ishonchli darajada pasaytirdi ( $p < 0,05$ ), lekin 180 daqiqa parchalanishdan keyin kraxmalsiz olingan natijalar bilan deyarli bir xil gidroliz darajasini (8,5 va 8,6%) koʻrsatdi. Kraxmalni 120° C ga oldindan qizdirish hazm tezligining kuchli pasayishiga olib keldi va hatto 180 daqiqadan (4,5%) keyin ham gidroliz darajasi kraxmalsiz olingan qiymatning yarmini tashkil etdi. Bu natijalar shuni koʻrsatadiki, kraxmal oqsilning hazm boʻlishiga kuchli taʼsir koʻrsatadi, bu taʼsir 120° C da eng aniq namoyon boʻladi. Vong va boshqalar [100; 184-197-b.] joʻxori kraxmalini unidan olib tashlanganda oqsilning hazm

bo'lishi ishonchli darajada oshganligini aniqladi. Lopes-Baron va boshqalar [75; 19-27-b.] issiqlik bilan induksiyalangan protein denaturatsiyasi yoki proteaza gidrolizi oqsil-kraxmalning o'zaro ta'sirini kuchaytirishini ko'rsatdi. Ularning tadqiqotida ushbu oqsil-kraxmalning o'zaro ta'siri kraxmalning fermentativ gidrolizini kamaytirdi. Xuddi shu oqsil-kraxmal o'zaro ta'siri bizning tadqiqotimizda 120° C haroratda qizdirilishidan so'ng oqsil hazm bo'lishining pasayishiga bog'liq bo'lishi mumkin.

Nam izolyatsiyalangan oqsilni kraxmal bilan birlashtirish o'rtacha tarzdagi hazm bo'lishiga olib keladi: oqsil allaqachon qisman agregatsiyalangan va kraxmal suvning bir qismini olib tashlaydi. Shuning uchun, pepsinning kirishini oldini oladi. Ushbu atalani isitish kraxmalning kuchli jelatinlanishi tufayli bu jarayonni yanada kuchaytiradi. Proteinni ajratish uchun ishlatiladigan ekstratsiya usuli oqsilning hazm bo'lishini pasaytirsa, kraxmal mavjudligi kinoa oqsilining hazm bo'lishini pasaytiradi. Shuningdek, kraxmal kletchatkaga qaraganda kinoa oqsilining hazm bo'lishini pasaytiradi. Eng muhim natija shundan iboratki, kraxmalning ta'siri klechatkalar mavjudligi bilan qisman qoplanadi, bu kelajakda kinoa asosidagi oziq-ovqatlar yaratish uchun juda muhim ma'lumot bo'ladi [87; 49-59-b.]. Bundan tashqari, *in vitro* sharoitida kraxmal-oqsil o'zaro ta'siri jelatinlangan kraxmal, oqsilning hazm bo'lishini pasaytiradigan aniq dalillarni ko'rsatdi [37; 161-174-b.].

#### **1.4-§. Oshqozon shirasi ta'sirida oqsillar gidrolizidagi o'zgarishlarga hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning ta'siri**

Polisaxaridlar orasida, kraxmaldan tashqari, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarga ham qiziqish katta. Ulardan oziq-ovqat sanoatida oziq-ovqat mahsulotlarining teksturasi va barqarorligini yaxshilash uchun foydalaniladi. Ushbu polisaxaridlar oshqozonda oqsillarning hazm bo'lishiga ta'sir qilishi shuningdek, so'lak amilazasi kraxmalning hazm bo'lishiga ham ta'sir qilishi mumkin.

Aksariyat oziq ovqat polisaxaridlari oshqozon ichak traktining yuqori qismida ko'p miqdorda gidrolizlanadi. Ammo ularning o'ziga xos fizik-kimyoviy

xususiyatlari ba'zi polisaxaridlarni hazm bo'lishiga ko'proq yoki kamroq tarzda to'sqinlik qiladi. Ular hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar deb tasniflanadi. Ular so'lak va oshqozon osti bezi amilazasi tomonidan gidrolizlanmaydi. Ko'r ichakka yetib borgach, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning aksariyati (lekin hammasi emas) kichik oligomerlar va monomerlarga gidrolizlanadi. Ular keyinchalik anaerob bakteriyalar tomonidan metabollanadi. Ular tanani monosaxaridlar bilan ta'minlamasa ham, hazm bo'lmaydigan oligopolisaxaridlar bilvosita energetik substrat va metabolizmni tartibga soluvchilari hisoblanadi [29; 1-6-b.].

Hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar muhim fizik-kimyoviy va fiziologik xususiyatlarga ega va oziq-ovqat prebiotiklari kabi faoliyat ko'rsatadi. Ichak mikroekologiyasini, shu jumladan bakteriyalar populyatsiyasini, biokimyoviy profillarini va fiziologik ta'sirlarni yaxshilashga hissa qo'shadi. Shu sababli, so'nggi bir necha yil ichida ularning prebiotik tarkibida sanoatda qo'llanilishi tez kengaydi [86; 152-159-b., 73; 45-54-b.].

Hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar oqsilning hazm bo'lishini kamaytirishi va natijada aminokislotalarning biologik faolligini o'zgartirishi aniqlandi [84; 3857-3865-b.]. Shuningdek ularning oshqozon-ichak traktidagi proteolitik fermentlarning faolligini qisman inaktivatsiya qilish qobiliyati ham aniqlangan [58; 399-407-b.]. Bundan tashqari, modellashtirilgan oshqozon sharoitida, zardob oqsili va alginat nanoza hazm bo'ladigan polisaxarid 2:1 nisbatda zardob oqsillarini pepsin ta'sirida hazm bo'lishidan ham yuqori himoya qilishini ko'rsatdi [72; 10-18-b.].

Odamning o'n ikki barmoqli ichak shirasidagi tripsin, amilaza, lipaza faolligi turli xil hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar bilan inkubatsiya qilinganidan keyin tahlil qilindi. O'rganilgan polisaxaridlar amilaza faolligini 35-100 % ga, lipazani 40-95 % ga, tripsinni 40-85% ga kamaytirdi. Turli xil hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar oshqozon osti bezi fermentlarining faolligini inaktivatsiya qilish qobiliyatiga ega degan xulosaga kelindi. Ushbu inaktivatsion ta'sir polisaxaridlar turiga bog'liq bo'lib turli fermentlarga turlicha ta'sir qiladi [63; 54-59-b.].

Sut oqsili tarkibiy qismlari, zardob oqsillari va kalsiy kazeinatga koniak glyukomannan yoki alginat kabi hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarni qo'shib, oshqozon hazm qilish jarayonini *in vitro* sharoitida modellashtirish orqali o'rganilgan. Alginat qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan agregatlar kattaroq bo'lib, oqsil va alginatning qarama-qarshi zaryadlari o'rtasidagi kuchli o'zaro ta'siri tufayli, oshqozon hazm qilish jarayonida deyarli o'zgarmagan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, zardob oqsillari kazeinlarga qaraganda pepsinda hazm bo'lishga ko'proq chidamli va alginat oqsil hazm bo'lishini sekinlashtiradi [18; 169-177-b.].

Tadqiqotda oshqozon-ichak traktida pektin polisaxaridlari (PP) mavjudligining lipaza,  $\alpha$ -amilaza, gidroksidli fosfataza va proteaza faolligiga ta'siri o'rganildi. Kinetik tahlil shuni ko'rsatdiki, PP o'zini hazm fermentlarining raqobatbardosh bo'lmagan ingibitorlari sifatida tutgan. Lipaza PP ta'sirida eng katta darajada ingibirlangan. Bu natijalar shuni ko'rsatdiki, PP lar ovqat hazm qilish fermentlarini ingibirlash orqali ovqat hazm qilishni pasaytirishi mumkin [42; 27-38-b.].

O'sib borayotgan kalamushlarda kelib chiqishi va kimyoviy tuzilish turli bo'lgan beshta hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning azot balansi va quruq moddalarning hazm bo'lishiga ta'siri o'rganildi. Quruq moddalarning hazm bo'lishi va oqsilning o'zlashtirilishi barcha hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar uchun nazorat qiymatlaridan ishonchli darajada past bo'ldi. Bu ta'sirlar hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning oshqozon-ichak traktidagi proteolitik fermentlarning faolligini inaktivatsiya qilish qobiliyati bilan izohlanadi [58; 399-407-b.].

Pepsinning faolligi alginatlar ishtirokida o'rganildi, ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, alginatlar pepsin faolligini konsentratsiyaga bog'liq holda raqobatdosh bo'lmagan tarzda *in vitro* sharoitida kamaytirishi mumkin [112; 40-50-b.].

O'tkazilgan tadqiqotlarda asosan hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning oqsil gidroliziga ta'siri o'rganildi.

Shu bilan birga, *in vitro* sharoitida hazm bo'lmaydigan guar saqich polisaxaridining makkajo'xori kraxmalining hazm bo'lishiga ta'siri va oshqozon

va ichaklarning holatini tahlil qilishni hisobga olgan holda hazm qilish jarayoni o'rganildi. Guar saqichining kraxmal gidrolizini kechiktirishi va susaytirishi aniqlandi, chunki guar saqichi kraxmal granulari atrofida to'siq hosil qilishi mumkin. Bu kraxmal mavjudligining o'zgarishi bilan bog'liq va amiloza zanjirlarida fermentativ ta'sirni ingibirlovchi guar saqichining mavjudligi tufayli yopishqoqlikning ortishi natijasidir [27; 149-160-b., 97; 328-332-b., 117; 891-899-b.].

Kraxmal natriy alginat bilan aralashtirilganda uning gidrolizlanish darajasi pasaydi va bu jarayonda kraxmalning gidrolizi natriy alginat konsentratsiyasiga bog'liq bo'ldi. Misol uchun, 0,5 g/100 g alginatni kraxmal bilan aralashtirishda nazorat bilan ishonchlilik darajasi o'zgarishsiz edi ( $r > 0,05$ ); ammo, alginat konsentratsiyasini 1,0 va 2,0 g / 100 g gacha oshirish nazorat bilan solishtirganda kraxmal gidrolizini ishonchli darajada kamaytirdi. 10 daqiqalik ichakda hazm bo'lishidan so'ng, kraxmalning faqat 55 % glyukozaga aylantirildi. Bundan tashqari, natijalar kraxmal gidroliziga ta'sir qiluvchi alginatning kritik konsentratsiyasi mavjudligini ko'rsatadi, chunki 1,0 va 2,0 g / 100 g alginat o'rtasida ishonchli farq aytarli yo'q [27; 149-160-b., 45; 109069-78-b.].

Makromolekulyar substratlar orasidagi o'zaro ta'sirlar va ularning fermentativ katalizga ta'siri kam o'rganilgan. Mavjud adabiyotlar, asosan, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning oqsillar va kraxmalning hazm bo'lishiga alohida ta'sirini o'rganish natijalarini taqdim etadi. Shu bilan birga, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning kraxmal gidroliziga va ayniqsa oqsil-kraxmalli substratlarga ta'siri bo'yicha yetarlicha tadqiqotlar mavjud emas. Chunki hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar, kraxmal va oqsillardan tashkil topgan murakkab oziq-ovqat tizimlarida oqsillarning gidrolizlanishini qanday o'zgartirishi aniq emas. Bir tomondan, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar oqsillarning gidroliziga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatishi mumkin, ammo boshqa tomondan, kraxmal gidrolizini kamaytirish orqali ular qo'shimcha ravishda kraxmalning mavjudligi sababli oqsillarning gidrolizlanishining pasayishiga hissa qo'shishi mumkin. Protein gidrolizini yaxshilashda kraxmal, oqsil va hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning



ushbu murakkab munosabatlarida soʻlak amilazasi qanday rol oʻynashi mumkinligini tushuntirish muhimdir.

### **1.5-§. Oshqozon shirasi bilan oqsillarni gidroliziga saxarozaning taʼsiri**

Polisaxaridlardan tashqari oligasaxaridlar guruxidan saxaroza insonning ovqatlanishida katta ahamiyatga ega. Saxaroza oqsillar, kraxmal va polisaxaridlar bilan taʼsirlashishi natijada ularni fizikaviy-kimyoviy hususiyatlarini va fermentlar taʼsirida modifikatsiyalashi mumkin. Bundan tashqari, u turli xil eruvchan fermentlarning faolligiga taʼsir qiladi, bu saxaroza konsentratsiyasi bilan chiziqli ravishda bogʻliq boʻlgan faollikning teskari pasayishida namoyon boʻladi [60; 248-256-b.].

Protein-saxaroza oʻzaro taʼsiri oqsillarni barqarorlashtirishga yordam berishi aniqlandi. Saxaroza vodorod bogʻlarini almashtirishdan tashqari, ularning SH-guruhlarini orqali aromatik oqsil qoldiqlari bilan ham oʻzaro taʼsir qilishi mumkinligi haqida maʼlumotlar kam [68; 1118-1129-b.]. Bu SH- $\pi$  deb ataladigan oʻzaro taʼsirlar oqsil-ligand bogʻlanishi uchun juda muhim, ammo ular oqsil stabilizatsiyasida kam rol oʻynaydi. Oʻzaro taʼsirning muhimligini hisobga olganda, oqsil va saxarozaning molekulyar muvaffaqiyatli darajada aralashib ketishi barqarorlashtirish uchun mutlaq talabdir [9; 946-954-b.]. Saxarozani, sodda qilib aytganda, oqsil atrofida qobiq sifatida koʻrib chiqish mumkin, bu proteinning mahalliy harakatini ingibirlaydi (suvni almashtirish, mahalliy harakatchanlikni kamaytirish) [114; 684-694-b.]. Buning ajablanarli joyi yoʻq, chunki bu nuqtai nazar oqsil stabilizatsiyasini ham toʻliq tushuntirmaydi, chunki u oqsilning boshqa molekulalar (yaʼni, kislorod, suv, shakar, aralashmalar) bilan boʻlgan reaksiyalarini hisobga olmaydi / yoki ular orqali tarqaladi [120; 1315-1330-b.]. Shuning uchun saxarozaning oqsilni barqarorlashtirish qobiliyatini oʻziga xos stress sharoitlari va parchalanish yoʻllari bilan bogʻlash muhimdir [80; 288-295-b.].

Biz ushbu izlanishda saxaroza va oqsilning suv bilan bogʻlanishidagi oʻzaro taʼsirini oʻrgandik. Jelatin, tuxum albumini va glyuten ishlatilgan. Saxarozaning oqsil bilan oʻzaro taʼsiri suvning oqsil bilan bogʻlanishini kuchaytirganligi

aniqlandi. Bu ta'sirlar saxaroza tarkibiga chiziqli bog'liqligi aniqlandi. O'zaro ta'sirni qo'zg'atish uchun kritik saxaroza tarkibi kerak [24; 932-934-b.].

Boshqa bir maqolada saxarozaning molekulyar parametrlarga va termodinamik xususiyatlarga ta'sirini o'rganish taqdim etilgan, ular tabiati va tuzilishi jihatidan farq qiluvchi ikkita oqsil, Na-kazeinat va ovalbumin uchun suvli muhitda va havo-suv muhitida o'tkazildi. Saxaroza ta'sirining molekulyar tabiatini yaxshiroq tushunish uchun turli xil pH qiymatlarida (7,0 va 5,5) va haroratda (20-55°C) 0,005 mol dm.<sup>-3</sup> ion kuchida aralashtirish kalorimetri, yorug'likning tarqalishi va tenziometrik o'lchovlar aniqlandi. Yorug'likning tarqalishi va aralashtirish kalorimetriyasining haroratga bog'liqligi vodorod aloqalarini (saxaroza-oqsil va / yoki saxaroza-suv) ko'p miqdorda va fazalar chegarasida oqsillarning molekulyar va termodinamik xususiyatlariga saxaroza ta'sirining asosi sifatida ko'rsatadi. pH 7 da, ovalbumin bo'lsa, saxaroza bilan o'zaro ta'siri ko'p miqdorda suvli muhitda oqsilning gidrofilligining ortishiga olib keladi, keyin oqsilning sirt faolligining pasayishiga va Na-kazeinat holatida esa aksincha ko'payishiga olib keladi. Oqsilning gidrofobligi Na kazeinat mitsellalarining dissotsiatsiyasi va buning natijasida oqsilning sirt faolligi ortishi tufaylidir. Suv molekulalari uchun kamroq zaryadlangan oqsillar va saxaroza o'rtasidagi raqobatning kuchayishi bilan birga pH ning 5,5 ga tushishi oqsillarning gidrofobik yig'ilishining ko'payishiga olib keladi. Oxirgi jarayonning xususiyatlari, aytidan, asosan pH 5,5 da saxaroza ta'sirida oqsillarning sirt faolligining o'zgarishini aniqlaydi. Natijada oqsilning sirt faolligi ortishi, suv molekulalari uchun kamroq zaryadlangan oqsillar va saxaroza o'rtasidagi raqobatning kuchayishi bilan birga pH ning 5,5 ga tushishi oqsillarning gidrofobik yig'ilishining ko'payishiga olib keladi. [25; 1604-1608-b., 121; 3145-3156-b.].

Saxarozaning suvli muhitda natriy kazeinatning molekulyar va o'zaro ta'sir ko'rsatish parametrlariga ta'siri saxaroza konsentratsiyasining keng diapazonida (10 dan 78 mas/xajim % gacha) lazer nurlanishining statik va dinamik ko'p burchakli tarqalishi yordamida o'rganildi va pH qiymatlari (7,0 dan 3,5 gacha). Natriy kazeinatning suvli eritmadagi molyar massasi, aylanish radiusi,

gidrodinamik radiusi va ikkinchi virial koeffitsiyenti o'lanadi. Natriy<sup>1</sup> kazeinat submitsellalarining aniq dissotsiatsiyasi oqsilning izoelektrik nuqtasidan yuqori pH darajasida saxaroza borligida topilgan. Izoelektrik nuqta yaqinidagi pH da saxaroza ta'siri juda boshqacha. Bu molyar massa, aylanish radiusi va gidrodinamik radius o'rtasidagi farqning ishonchli o'sishida ifodalanadi. Ma'lum bo'lishicha, saxaroza mavjudligi sababli, oqsillarning assotsiatsiya darajasi oqsil yuzasining gidrofobik-gidrofil muvozanatiga natijada kazeinat submitsellalarining suvli muhitga va bir-biriga termodinamik yaqinligiga ta'sir qiluvchi asosiy omil hisoblanadi. Strukturaga sezgir chizmalar yordamida yorug'likning tarqalishi ma'lumotlarini tahlil qilish pH pasayishi bilan natriy kazeinatning gaussdan qurtsimonga o'xshash harakatlariga o'tishni aniq ko'rsatadi. Saxarozaning natriy kazeinatning o'z-o'zini assotsiatsiyasiga ta'siri va kislota qo'zg'atadigan kazein jellarining viskoelastikligini ishonchli darajada ortishi o'rtasida aniq aloqalar aniqlandi. Bundan tashqari, natriy kazeinat submitsellalarining dissotsiatsiyasi konfokal lazerli skanerlash mikroskopida aniqlangan saxaroza borligida kislotali oqsil gellarining bir hil mikro tuzilishi bilan juda mos keladi [11; 31-46-b.].

Bundan tashqari, saxarozaning kraxmal bilan o'zaro ta'siri o'rnatildi. Saxaroza-kraxmal-suv tizimidagi komponentlariga xom va jelatinlangan kraxmalni kiritish bilan o'zaro ta'siri o'rganildi. Uning jelatinlangan kraxmal bilan ishlov berilmagan kraxmalga qaraganda ko'proq saxaroza bilan o'zaro ta'siri aniqlandi [25; 1604-1608-b.].

Amilopektin miqdori yuqori bo'lgan kraxmalning saxaroza bilan o'zaro ta'siri suvda erigan yoki erimaydigan kraxmal na'munalarida aniqlandi. Rentgen nurlari difraksiyasi ma'lumotlari shuni ko'rsatdiki, davolash amilopektin va saxaroza tuzilmalarini o'zgartirib, suvning so'rilishi uchun qo'shimcha joylarni yaratdi. Buni bitta kraxmalning sorbsiya izotermlari ham ko'rsatdi. Kraxmal va saxaroza aralashmalarini organik zondlar bilan tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, yuqori amilozali kraxmallar yuqori amilopektinli kraxmallarga qaraganda qutbli organik zondlar bilan reaksiyaga moyil bo'ladi. Amilopektin miqdori yuqori bo'lgan ishlov berilmagan kraxmallar na'munalar bilan ko'proq reaksiyaga kirishib,

ko'proq kengayib ketgan polimer uchun suvning sorbsiyasi ma'lumotlariga mos keladi [21; 162-165-b.].

Aniqlanishicha,  $\alpha$ -ximotripsin faolligi saxarozaning konsentratsiyasi pasayishi bilan ortdi, so'ngra saxarozaning ortishi bilan avvalgi faolligiga qaytdi. Shu bilan birga, saxarozaning ferment bilan bog'lanishi mikro muhitda triftofanga yaqin bo'lganda mahalliy o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Molekulyar-dinamik modellashtirish saxaroza stabilizator sifatida namoyon bo'lishini ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, saxaroza ferment yuzasiga adsorbtsiyalanadi. Vodород bog'lar va Van der Vaalsning o'zaro ta'siri elektrostatik o'zaro ta'sirlanganda ustunlik qilishi aniqlandi. Saxarozaning  $\alpha$ -ximotripsinning barqarorligini oshirishga ta'siri va saxarozaning o'zining mahalliy strukturaviy konformatsiyasini himoya qilish qobiliyati aniqlandi. Saxaroza bilan modifikatsiyadan so'ng H-bog'larning hosil bo'lishi yuqori va pastroq sirt gidrofobikligi tufayli vodorod bog'lari kompleksni barqarorlashtirishda muhim rol o'ynashi ko'rsatilgan [44; 950-960-b.].

Bundan tashqari, saxarozaning yuqori konsentratsiyasi oshqozon-ichak fermentlarining faoliyatiga turli xarakterdagi effektor ta'sir ko'rsatishi aniqlandi: xususan, amilaza faolligini susaytirsa, lipazani faollashtiradi, organizm tomonidan yog' hazm qilish intensivligini oshiradi; bu saxarozaning giperglikemik ta'sirini kuchaytiradigan ichak saxaroza-izomaltaza kompleksining faolligi va miqdorining induksiyasiga bog'liq tarzda ro'y beradi. So'lak  $\alpha$ -amilaza va oshqozon osti bezi amilazasi substratning o'ziga xosligi va ta'sir qilish mexanizmi o'xshashligini hisobga olsak, so'lak amilaza ishtirokida olingan ma'lumotlar pankreatik amilazaga ekstrapolyatsiya qilinishi mumkin va shundan xulosa qilish mumkinki, kraxmal bilan saxaroza bir vaqtning o'zida ishlatilganda, ichakdagi kraxmal hazm qilish intensivligi kamayadi [5; 37-42-b.].

Saxaroza oqsillar bilan o'zaro ta'sir qilish qobiliyatiga ega, buning natijasida uning barqarorlashuviga hissa qo'shadi va mahalliy harakatni ingibirdaydi, shu bilan birga saxaroza ta'sirida oqsillarning sirt faolligini o'zgarishiga olib keladi. Saxaroza, shuningdek, kraxmal bilan o'zaro ta'sir qiladi natijada uning

strukturaviy xususiyatlarini va reaksiyaga kirishish qobiliyatini o'zgartiradi. Bundan tashqari, saxaroza ham so'lak amilazasining, ham oshqozon osti bezi fermentlarining faolligiga ta'sir qilishi mumkin. Ushbu tadqiqotlarning barchasi asosan monosubstratlar va ushbu substratlar bilan bevosita o'zaro ta'sir qilish bilan amalga oshirildi. Biroq, bu o'zaro ta'sirlarni murakkab oziq-ovqat tizimlarida o'rganish qiziq bo'lib, bu yerda saxaroza, kraxmal va oqsillarning o'zaro ta'sirida bir-biri bilan murakkab komplekslar hosil qilishi mumkin.

## **II BOB. OSHQOZON SHIRASI TA'SIRIDA OQSILLAR GIDROLIZINING YAXSHILANISHIGA SO'LAK AMILAZASI TOMONIDAN POLISAXARIDLARNI OSHQOZONDA GIDROLIZINING TA'SIRI**

Hazm qilish sinergik jarayon bo'lib, turli xil ovqatlarni o'zlashtirilishida hazm qilish fermentlari birgalikda faoliyat ko'rsatadi. Hazm qilish mexanizmlari haqida aniqroq ma'lumotni tozalangan oqsillarni o'rganish orqali olish mumkin bo'lsada, bunday ma'lumotlar murakkab oziq-ovqat komplekslarida hazm qilishni to'la yoritib bera olmaydi va noto'g'ri bo'lishi ham mumkin [109; 2034-2043-b.].

Polisaxaridlar elektrostatik kuch tufayli oqsillar bilan biopolimerning pH, ion kuchi va zaryad taqsimotiga qarab har xil turdagi fizik komplekslarni hosil qilishi mumkin [1; 75-92-b., 72; 10-18-b.].

Oqsil va kraxmal fraktsiyalari o'rtasida o'zaro ta'sir kuzatilganda, bu jarayon oqsilning hazm bo'lishini o'zgartirishi mumkin. Shuningdek, polisaxarid va oqsil o'rtasidagi o'zaro ta'sir darajasining polisaxaridning molekulyar og'irligiga bog'liqligi ham aniqlandi. Polisaxaridning molekulyar og'irligi qanchalik katta bo'lsa, munosabatlar shunchalik mukammal bo'ladi va og'irlik kichikroq bo'lsa, munosabatlar shunchalik sustroq bo'ladi [ 2; 45-51-b.].

Non iste'mol qilinganda, oqsil sekin hazm bo'ladi, chunki unga pepsin yetib borishi qiyinlashadi. Nondagi oqsilning parchalanish tezligi so'lak amilazasining mavjudligida ortadi, bu kraxmal molekulalarining parchalanishi natijasida oqsilga ta'sirining ortishi natijasidir [72; 10-18-b.].

Umumlashtirilgan xolda olingan ma'lumotlarga ko'ra, kraxmal va oqsilning xususiyatlari ularning o'zaro hazm bo'lishiga ta'sir qilishi mumkin. Nashr qilingan izlanishlarning aksariyati oqsilning hazm bo'lishi va uning kraxmalga ta'siriga qaratilgan, ammo buning aksini isbotlovchi dalillar kam. Ushbu muammoni hal qilish uchun oqsil va kraxmalning bir-birini parchalanishiga qanday ta'sir qilishiga tegishli faktlar muhim [37; 161-174-b.].

Oldimizga qo'yilgan vazifalarni hal qilish uchun biz 3330 ta biokimyoviy tajribalarini *in vitro* sharoitida ushbu bobda tasvirlangan quyidagi tajribalar seriyalarini amalga oshirdik. Kraxmal bilan kazein va tuxum albumin (albumin) oqsillari hamda ularning oshqozon gidrolizatlarini o'zaro ta'siri, shuningdek oqsil-polisaxarid komplekslarining shakllanishi biokimyoviy tajribalar orqali aniqlandi (1 seriya). Oshqozon shirasi ta'sirida biokimyoviy tajribalar orqali kraxmal va kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillarining o'zaro ta'sirini, ushbu oqsillarning gidrolizi o'zgarishiga ta'siri o'rganildi (2-seriya). So'lak amilazasining oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi (UPF) o'zgarishiga ta'siri biokimyoviy tajribalar orqali kraxmal va kazein tuxum albumini, gemoglobin oqsillarining polisaxarid-oqsil substratlaridan (3-seriya) foydalanib o'rganildi. So'lakning amilolitik faolligidagi o'zgarishlarni turli pH 2 dan 7 gacha bo'lgan muxitlarda substrat sifatida kraxmaldan foydalanib aniqladik (4-seriya). So'lak amilaza ta'sirida kraxmal gidroliziga kraxmal va kazein, tuxum albumini, gemoglobin oqsillarining o'zaro ta'siri o'rganildi (5-seriya). Saxarozaning kraxmalni so'lak amilazasi hamda kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillarilarining oshqozon shirasi bilan gidrolizlanishiga ta'sirini o'rgandik (6-seriya). Oshqozon shirasining UPF gi saxaroza bilan birga dastlabki 30 daqiqa inkubatsiyadan keyin substrat sifatida kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillaridan foydalangan holda o'rgandik (7-seriya). Agar-agarning kraxmalning so'lak amilazasi va kazein oqsillari, tuxum albumini, gemoglobinning oshqozon shirasi bilan gidrolizlanishiga ta'sirini o'rgandik (8-seriya). Oshqozon shirasining yuqori va past proteolitik faolligiga ega bo'lgan ikki guruh ob'ektlarda kazein oqsillari, tuxum albumini va gemoglobinni substrat sifatida ishlatib, oshqozon shirasining UPF gi pH 2-7 muxitida o'rgandik (9-seriya).

## **2.1-§. Tajriba materiali**

Ushbu ishda ko'ngilli talabalardan och qoringa olingan naxorgi oshqozon shirasi va so'lagidan foydalanildi. Birinchi seriyada kraxmal bilan kazein va tuxum albumini (albumin) oqsillarining o'zaro ta'siri natijasida oqsil-polisaxarid

komplekslarining shakllanishi hamda ularga oshqozon gidrolizatlarini ta'siri 720 ta biokimyoviy tajribalar *in vitro* sharoitida o'rganildi. Protein-polisaxarid komplekslarining hosil bo'lish darajasini pH 2-7 muxitida suyuqlik loyqaligining teskari qiymatiga mos keluvchi 520 nm yorug'lik o'tkazuvchanligini o'zgarishlari bo'yicha faqat kraxmal (0,2%), kazein (1,0%) va albumin (1,0%), shuningdek, kraxmal (0,2%) + kazein (1,0%), kraxmal (0,2%) + albumin (1,0%) aralashmalari qo'llanilib o'rganildi. Bundan tashqari, kraxmal (0,2%) + kazeinni (1,0%) oshqozon shirasi bilan 30 daqiqalik preinkubatsiya qilishdan so'ng olingan pepsin gidrolizati aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligi o'rganildi. Shuningdek, kraxmal (0,2%) + oshqozon shirasi bilan albumin (1,0%) 30 daqiqalik preinkubatsiya qilishdan so'ng olingan pepsin gidrolizati qo'llanildi. Kraxmalning oqsillar yoki oqsil gidrolizatlari bilan aralashmalari ularning dastlabki 30 daqiqali qo'shma inkubatsiyasidan keyin yorug'lik o'tkazuvchanligini aniqlash uchun foydalanildi. 520 nm yorug'lik o'tkazuvchanligi suvning yorug'lik o'tkazuvchanligiga nisbatan foizlarda aniqlandi.

Ikkinchi seriya *in vitro* sharoitida oshqozon shirasi ta'sirida kraxmal va kazein, tuxum albumini (albumin), gemoglobin oqsillarining o'zaro ta'sirida ushbu oqsillarni gidrolizi o'zgarishlari 270 ta biokimyoviy tadqiqotlarda o'rganildi. Substrat sifatida har bir oqsildan qo'llanilib, kraxmal bilan birgalikda 30 daqiqalik dastlabki inkubatsiyadan so'ng oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi (UPF) [3; 7-89-b.] o'rganildi. Protein va kraxmalning turli nisbatlari: 1 qism kraxmal (0,2 %) va 5 qism oqsil (1,0 %), 1 qism kraxmal (0,5 %) va 1 qism oqsil (0,5 %), 5 qism kraxmal (2,5 %) va 1 qism oqsil (0,5%) o'rganildi. UPF o'rganilayotgan kraxmal va oqsil aralashmasiga oshqozon shirasining 30 va 60 daqiqali ta'siridan keyin o'rganildi.

Uchinchi seriyada 240 ta biokimyoviy tajribalar *in vitro* sharoitida so'lak amilzasining oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi (UPF) o'zgarishiga ta'siri kraxmal va kazein, tuxum albumini (albumin), gemoglobin oqsillari yani polisaxarid-oqsil substratlari qo'llanilib o'rganildi. Oshqozon shirasi bilan substrat



sifatida kazein, albumin va gemoglobin qo'llanilgan xolda 30 daqiqalik inkubatsiyadan so'ng oshqozon shirasining UPF [3; 67-89-b.] o'rganildi. Shuningdek, kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin substratlari aralashmasi oshqozon shirasi bilan 30 va 60 daqiqa inkubatsiya qilindi, kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin aralashmasini so'lak bilan 30 daqiqa preinkubatsiya va oshqozon shirasi bilan 60 daqiqa inkubatsiya qilingandan so'ng o'rganildi. Kraxmal va oqsilning turli nisbatlaridan foydalanildi: 1 qism kraxmal (0,2 %) va 5 qism oqsil (1,0 %), 5 qism kraxmal (2,5 %) va 1 qism oqsil (0,5 %).

To'rtinchi seriyada 290 ta biokimyoviy tajribalar kraxmaldan substrat sifatida foydalanib, turli pH 2 dan 7 gacha muxitlarda so'lakning amilolitik faolligi o'zgarishi *in vitro* sharoitida o'rganildi. Yod ta'sirida kraxmalning ko'k rangi intensivligining o'zgarishiga qarab amilaza tomonidan parchalangan kraxmal (0,2 %) miqdorini aniqlash orqali o'rganildi. Amilaza faolligining turli pH qiymatlariga bog'liqligini aniqlash uchun amilaza faolligi natijasi uning maksimal ko'rsatqichiga nisbatan foizda hisoblandi. Bundan tashqari kraxmal gidrolizining o'sish darajasi so'lak amilazasining (10, 20, 30 min) kraxmalga turli pH qiymatlarida ta'sir qilish davomiyligi bilan kraxmal gidrolizining ortish darajasi aniqlandi.

## IN VITRO SHAROITIDAGI TAJRIBALAR SXEMASI

<b>Kraxmal</b>	<b>oqsil</b>	<b>Kraxmal+ oqsil</b>	<b>Kraxmal</b>	<b>Oqsil gidrolizati</b>	<b>Kraxmal+ oqsil gidrolizati</b>
pH 2 dan 7 gacha			pH 2 dan 7 gacha		

1-seriya. Turli xil pH qiymatlarida kraxmal bilan gidrolizlanmagan va gidrolizlangan kazein, albumin, gemoglobin oqsillarining o'zaro ta'sirini yorug'lik o'tkazuvchanligi o'zgarishi orqali kompleks xosil bo'lish darajasi o'rganildi

<b>Oqsil+ oshqozon shirasi</b>	<b>Oqsil +Kraxmal+ oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya</b>	<b>Oqsil + kraxmal+ oshqozon shirasi 60 daqiqa inkubatsiya</b>
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:5 ni tashkil qiladi		
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:1 ni tashkil qiladi		
Kraxmal va oqsilning nisbati 5:1 ni tashkil qiladi		

2-seriya. Oshqozon shirasining substrat sifatida kraxmal va kazein, albumin va gemoglobin oqsillar aralashmasidan 1: 5, 1: 1, 5: 1 nisbatida qo'llanilib UPF o'zgarishi o'rganildi.

<b>Oqsil + oshqozon shirasi</b>	<b>Oqsil + kraxmal + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya</b>	<b>oqsil + kraxmal+ oshqozon shirasi 60 daqiqa inkubatsiya</b>	<b>Oqsil + kraxmal + so'lak + oshqozon shirasi 60 daqiqa inkubatsiya</b>
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:1 ni tashkil qiladi			
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:5 ni tashkil qiladi			
Kraxmal va oqsilning nisbati 5:1 ni tashkil qiladi			

3-seriya. So'lak amilazasi ta'sirida substrat sifatida kraxmal va kazein, albumin va gemoglobin oqsil aralashmalaridan 1:5, 1:1, 5:1 nisbatda foydalanib oshqozon shirasining UPF dagi o'zgarishi o'rganildi.

<b>Kraxmal + so'lak 10 daqiqa inkubatsiya</b>	<b>Kraxmal + so'lak 20 daqiqa inkubatsiya</b>	<b>Kraxmal + so'lak 30 daqiqa inkubatsiya</b>
pH 2 dan 7 gacha		

4-seriya. Turli xil pH qiymatlarida so'lak amilaza ta'sirida kraxmal gidrolizi kinetikasining o'zgarishi o'rganildi.

Kraxmal + so'lak 30 daqiqa inkubatsiya	Kraxmal + oqsil + so'lak 30 daqiqa inkubatsiya	Kraxmal + oqsil + so'lak 60 daqiqa inkubatsiya
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:5 ni tashkil qiladi		
Kraxmal va oqsilning nisbati 1:1 ni tashkil qiladi		
Kraxmal va oqsilning nisbati 5:1 ni tashkil qiladi		

5-seriya. So'lak amilaza faolligining o'zgarishi, substrat sifatida kraxmal hamda kraxmalning kazein, albumin va gemoglobin oqsillari bilan aralashmasidan foydalanib o'rganildi. Karxmal oqsil aralashmasi 1: 5, 1: 1, 5: 1 nisbatda.

Kraxmal + saxaroza + so'lak pH 2-7 da 30 daqiqa inkubatsiya	Kraxmal + saxaroza + so'lak pH 2-7 da 30 daqiqa inkubatsiya	Kraxmal + saxaroza + so'lak pH 2-7 da 30 daqiqa inkubatsiya
Kraxmal va saxaroza nisbati 1:5	Kraxmal va saxaroza nisbati 1:1	Kraxmal va saxaroza nisbati 5:1 tashkil qiladi

6-seriya. 2 dan 7 gacha bo'lgan turli xil pH muxitida substrat sifatida kraxmal va saxarozadan 1: 1, 1: 5, 1:10 nisbatda qo'llalanib so'lak amilaza faolligining o'zgarishi o'rganildi.

Oqsil + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya	oqsil + saxaroza + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya	Oqsil + saxaroza + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya	oqsil + saxaroza + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya
oqsil	Oqsil va saxaroza nisbati 1: 1	Oqsil va saxaroza nisbati 1: 5	Oqsil va saxaroza nisbati 1:10

7-seriya. Substrat sifatida kazein, albumin, gemoglobin oqsillarini saxaroza bilan har xil nisbatda qo'llab UPF ning o'zgarishi o'rganildi: faqat oqsil, oqsil va saxaroza 1:1, 1:5, 1:10 nisbatda olindi.

oqsil + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya	oqsil + agar-agar + oshqozon shirasi 30 daqiqa inkubatsiya	oqsil + agar-agar + oshqozon shirasi 60 daqiqa inkubatsiya
Oqsil va agar-agarning nisbati 1: 5		
Oqsil va agar-agarning nisbati 1: 1		
Oqsil va agar-agarning nisbati 5: 1		

8-seriya Substrat sifatida, albumin va gemoglobin oqsillari agar-agar bilan 1:5, 1:1, 5:1 nisbatda foydalanilib oshqozon shirasining UPF o'zgarishi o'rganildi.

Oshqozon shirasining proteolitik faolligi  
So'lak amilazasining faolligi

Xuddi shunday, yod ishtirokida kraxmalning ko'k rangga bo'yalishi intensivligiga qarab amilaza tomonidan parchalangan kraxmal miqdorini aniqladik. Shu bilan birga, gidrolizlangan kraxmalni ko'rsatkichlari so'lak amilazasi mavjud bo'lmaganda kraxmalni bo'yalish intensivligiga so'lak amilazasi mavjudligida kraxmalni bo'yalishi intensivligiga nisbatan foizlarda xisoblandi.

Beshinchi seriya *in vitro* sharoitida 270 ta biokimyoviy tajribalar orqali kraxmal va kazein, tuxum albumini (albumin), gemoglobin oqsillarining o'zaro ta'sirini kraxmalning so'lak amilazasida gidroliz bo'lishiga ta'siri o'rganildi. So'lak amilazasining faolligi [3; 67-89-b.] substrat sifatida kraxmal va har bir oqsildan qo'llanilib, dastlabki 30 daqiqalik birgalikdagi inkubatsiyadan so'ng o'rganildi. Kraxmal va oqsilning quyidagi nisbatlari ishlatildi: 1 qism kraxmal (0,2 %) va 5 qism oqsil (1,0 %), 1 qism kraxmal va 1 qism oqsil, 5 qism kraxmal (2,5 %) va 1 qism oqsil (0,5 %). Amilolitik faollik o'rganilayotgan kraxmal va oqsil aralashmasiga so'lak 30 va 60 daqiqa ta'siridan so'ng o'rganildi.

So'lak bilan kraxmaldan foydalanilganda amilaza faolligining o'zgarishi 100% deb qabul qilindi. Aralashma ishlatilgandagi amilaza faolligidagi o'zgarishlar: kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin, so'lak bilan 30 daqiqa inkubatsiya qilib olingan natijalar, kraxmalni so'lak bilan inkubatsiyasidan olingan natijaga nisbatan % da hisoblab chiqarildi. Xuddi shunday aralashmadagi amilaza faolligidagi o'zgarishlar: kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin, so'lak bilan 60 daqiqa inkubatsiya qilindi, shuningdek, kraxmalni so'lak bilan inkubatsiyasidan olingan natijaga nisbatan foizlarda hisoblab chiqarildi.

Oltinchi seriyada 300 ta biokimyoviy tajribalar orqali saxarozaning so'lak amilazasi bilan kraxmal gidroliziga, kazein, tuxum albumini (albumin) va gemoglobin oqsillarining oshqozon shirasi bilan gidroliz qilinishiga ta'siri o'rganildi. Dastlabki 30 daqiqali qo'shma inkubatsiyadan so'ng substrat sifatida kraxmal va saxaroza qo'llanib so'lak amilazasining [3; 67-89-b.] faolligi o'rganildi. Kraxmal va saxarozaning turli nisbatlari ishlatilgan: faqat saxarozasiz kraxmal, 1 qism kraxmal (0,2 %) va 1 qism saxaroza (0,2 %), 1 qism kraxmal (0,2 %) va 5

qism saxaroza (1,0 %), 1 qism kraxmal (0,2 %) va 10 qism saxaroza (2,0 %) Amilolitik faollik turli pH qiymatlari 2 dan 7 gacha bo'lganda kraxmal va saxaroza aralashmasiga so'lakning 30 daqiqalik ta'siridan so'ng o'rganildi. Shu bilan birga, pH 7 da mutloq birlik/ml, shuningdek, pH 2 dan 7 gacha bo'lgan foizlarda aniqlash orqali yod ishtirokida kraxmalning ko'k rangi intensivligining o'zgarishiga ko'ra, amilaza tomonidan parchalanadigan kraxmal miqdorini aniqlash orqali amilaza faolligining o'zgarishi o'rganildi. Bunda gidrolizlangan kraxmal indeksi so'lak amilazasi ta'sir etmagan kraxmalning bo'yalishi intensivligi va natijaga nisbatan so'lak amilazasi ishtirokida kraxmalning bo'yalishi intensivligining farqi bilan so'lak amilazasi bo'lmagan holda kraxmal bo'yalish intensivligi foizlar sifatida hisoblab chiqildi.

Yettinchi seriyada substrat sifatida kazein oqsillari, tuxum albumini va gemoglobin, saxaroza bilan birgalikda 30 daqiqali inkubatsiyadan so'ng oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi (UPF) 300 ta biokimyoviy tajribalar orqali o'rganildi. Proteinlar va saxarozaning turli nisbatlari ishlatilgan: saxarozasiz faqat oqsil, 1 qism oqsil (0,5 %) va 1 qism saxaroza (0,5 %), 1 qism oqsil (0,5 %) va 5 qism saxaroza (2,5 %), 1 qism oqsil (0,5 %) va 10 qism saxaroza (5,0 %) .

Sakkizinchi seriyada 660 ta biokimyoviy tajribalar agar-agar polisaxaridi va kazein, tuxum albumini (albumin), gemoglobin oqsillarining o'zaro aloqalarini oshqozon shirasi tomonidan oqsillarni gidroliziga ta'siri o'rganildi. Substrat sifatida agar-agar va oqsillarning har biridan foydalanilgan xolda dastlabki 30 daqiqali birgalikda inkubatsiyadan so'ng oshqozon shirasining [3; 67-89-b.] umumiy proteolitik faolligi (UPF) o'rganildi. Agar-agar polisaxaridi va oqsilning har xil nisbati ishlatildi: 1 - faqat oqsil (0,5 %), 2 - 1 qism agar-agar (0,5 %) va 5 qism oqsil (2,5 %), 3 - 1 qism agar-agar (0,5 %) va 1 qism oqsil (0,5 %), 4 - 5 qism agar-agar (2,5 %) va 1 qism oqsil (0,5 %). Proteolitik faollik agar-agar va o'rganilayotgan oqsil aralashmasiga oshqozon shirasining 30 va 60 daqiqa ta'siridan so'ng o'rganildi.

Bunda oshqozon shirasi bilan o'rganilgan proteinning UPF o'zgarishlari 100% deb qabul qilindi. Agar-agar + kazein, agar-agar + albumin va agar-agar +

gemoglobin aralashmasidan foydalangan holda UPF dagi o'zgarishlar oshqozon shirasi bilan inkubatsiyaning 30 va 60 daqiqalarida faqat oqsildan foydalanishda olingan natijaga nisbatan foizlarda hisoblab chiqildi.

To'qqizinchi seriyada 580 ta biokimyoviy tajribalar oshqozon shirasining yuqori va past proteolitik faolligiga ega bo'lgan ob'ektlarning ikki guruhida substrat sifatida kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillaridan foydalanib, oshqozon shirasining UPF pH 2-7 muxitlarida o'rganildi. Shuningdek, ushbu guruhlarda kraxmal va kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillarining (0.5 %) o'zaro ta'sirida UPF ning o'zgarishi, shuningdek, kraxmal va oqsillarning o'zaro ta'siri ostida UPF o'zgarishiga so'lak amilazasining ta'siri o'rganildi.

Olingan tadqiqot natijalari quyidagi usullar yordamida aniqlandi.

### **2.1.1-§ Eksperimental tadqiqot usullari**

Oshqozon shirasidan namuna olish ADTI ko'ngilli talabalarida och qoringa oshqozonni zondlash usuli bilan o'tkazildi. Shuningdek bu talabalardan Leshli-Krasnogorskiy kapsulasi yordamida so'lak ham yig'ilgan. Barcha talabalardan oshqozon disfunktsiyasi mavjud yoki mavjud emasligi haqida so'raldi. Oshqozonning proteolitik faolligi darajasiga ko'ra barcha tajriba ostidagilar 2 guruhga bo'lingan. Birinchi guruh proteolitik faolligi pasaygan va ikkinchi guruh oshqozon shirasining proteolitik faolligi kuchaygan talabalardan iborat bo'ldi.

Bundan tashqari, 90 ta kalamushda surunkali tajribalar o'tkazildi, ularda oqsillarning hazm bo'lishi aminokislotalarning qonga so'rilish darajasi ningidrin reaksiyasini qo'llash orqali aniqlandi. Hamma kalamushlar 2 seriyaga bo'lindi.

1-seriyada (54 kalamush) ovqatlanishdan oldin (6 ta kalamush), shuningdek, 1 soatdan keyin (6 kalamush) va 3 soatdan keyin (6 ta kalamush) natijalar solishtirildi. 1-guruhda (18 kalamush) oziqlantirishda kazein qo'llandi, 2-guruhda (18 kalamush) kazein va kraxmal 1:5 aralashmasi, 3-guruhda (18 kalamush) kazein va avval so'lak amilaza bilan gidrolizlangan kraxmaldan foydalanildi. Shu bilan birga, har bir guruhda ko'rsatkichlar ovqatlanishdan oldin

(6 ta kalamush), shuningdek, 1 soatdan keyin (6 ta kalamush) va 3 soatdan keyin (6 ta kalamush) solishtirildi.

2-seriyada (36 kalamush) natijalar ovqatlanishdan oldin (6 kalamush), shuningdek, oziqlantirishdan 1 soatdan keyin (6 kalamush) va 3 soatdan keyin (6 kalamush) taqqoslandi. 1-guruhda (18 kalamush) oziqlantirish uchun kazein, 2-guruhda (18 kalamush) oqsil+agar-agar 1:1 va 3-guruhda (18 kalamush) oqsil+agar-agar 1:10 nisbatdagi aralashmasidan foydalanilgan. Kalamushlardan qon olish oziqlantirishdan oldin, oziqlantirishdan 1 va 3 soat o'tgach dekapitatsiya yo'li bilan o'tkazildi.

### **Oshqozon shirasining proteolitik faolligini aniqlash**

Oshqozon shirasining proteolitik faolligini aniqlash pH 2 da 1 % nordonlashtirilgan kazeinning gidrolizlanishi natijasiga qarab aniqlandi.

Tadqiqot uchun 0,5 ml suyultirilgan me'da shirasi olinib, unga 2 ml 1% kislotalangan kazein qo'shildi. Aralashma 30 daqiqa davomida 37 ° C da inkubatsiya qilindi. Aralashma inkubatsiya qilingandan so'ng, unga 5 ml uchxlorsirka kislota (TXUK) qo'shildi, so'ng yaxshilab aralashtirilib oxirgi etapda tsentrifugalash amalga oshirildi. Olingan tsentrifugalangan suyuqlik spektrofotometrda (SF-26) 280 nm to'lqin uzunligida nazorat na'munasiga nisbatan solishtirildi, bunda barcha ingrediylar qo'shildi, lekin inkubatsiyasiz. Natija nazorat va tajriba namunalari orasidagi optik zichlikdagi farq bilan baholandi. Proteolitik faollik "tirozin" birliklarida ifodalangan va kalibrlash jadvaliga muvofiq aniqlandi [3; 67-89-b.].

### **So'lak amilaza faolligini aniqlash**

Amilaza tomonidan parchalangan kraxmal miqdorini aniqlash yod ishtirokida kraxmalning ko'k rangi intensivligining o'zgarishiga asoslangan. [3; 67-89-b.].

1 ml fosfat buferi (pH=7,2) va 1 ml kraxmal eritmasidan o'lchab, chayqatib aralashtiriladi va "R" marta suyultirilgan 0,5 ml so'lak qo'shiladi. Shu bilan parallel tarzda, nazorat namunasida so'lak o'rniga 0,5 ml suv aralashtirilib nazorat namunasi tekshiriladi (qolgan substratlar bir xil).

Tajriba va nazorat namunalari termostatda 38° C haroratda 20 daqiqa davomida inkubatsiya qilinadi. Termostatdan olingandan so'ng, reaksiyani tezda to'xtatish uchun tajriba va nazorat namunalari 1 ml 1n xlorid kislota, 1 ml distillangan suv va 0,2 ml 0,25% yod eritmasi qo'shiladi. Probirkalar chayqatiladi, hosil bo'lgan ko'k rang qizil yorug'lik filtri (640 nm) bilan suvga nisbatan fotometrlanadi.

### **Aminokislotalarni so'rilish darajasini aniqlash**

Aminokislotalarning so'rilish darajasi bo'yicha oqsillarning hazm bo'lishini aniqlash ningidrin reaksiyasi orqali amalga oshirildi.

0,5 ml tsentrifugat tarkibidagi oqsillarni cho'ktirgandan keyin 0,6 ml ningidrinning 0,2% suvli eritmasi qo'shildi va 100°C haroratda 15 daqiqa davomida isitiladi. Sovutgandan so'ng, eritma 50 ml suv bilan suyultirilib, reaksiya boshlanganidan 1 soat o'tgach, optik zichlikning qiymati 570 nm da ko'k-binafsha rangli eritma fotometrik tarzda o'lchandi [4; 38-72-b.].

### **2.1.2-§. Statistika usullari**

Olingan natijalarni statistik qayta ishlash va rasmlarni chizish Origin 6.1 (Microsoft, USA) va Excel kompyuter dasturi yordamida amalga oshirildi o'rtacha (M) va nisbiy (P) qiymatlar, shuningdek ularning standart xatolari (m) hisoblab chiqilgan. Mustaqil na'munalar orasidagi farqlarning ahamiyati Styudent usuli bilan aniqlandi. Styudentning t-kreteriyi quyidagi formula yordamida hisoblablandi:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

Bunda M - o'rtacha, m - o'rtacha standart xato.

Olingan qiymat Styudent jadvaliga muvofiq tekshirildi va ishonchlilik mezoni olindi. Vositalar orasidagi farqlarning ahamiyati P<0,05 da olingan.

Laboratoriya ma'lumotlarining to'g'riligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$A = \frac{\text{Belgilangan qiymat} - \text{xaqiqiy qiymat}}{\text{Belgilangan qiymat}} \cdot 100$$



Natijalarning  $3\sigma$  oralig'ida og'ishi maqbul deb topildi va laboratoriya sinovlari natijalari qoniqarli deb topildi.

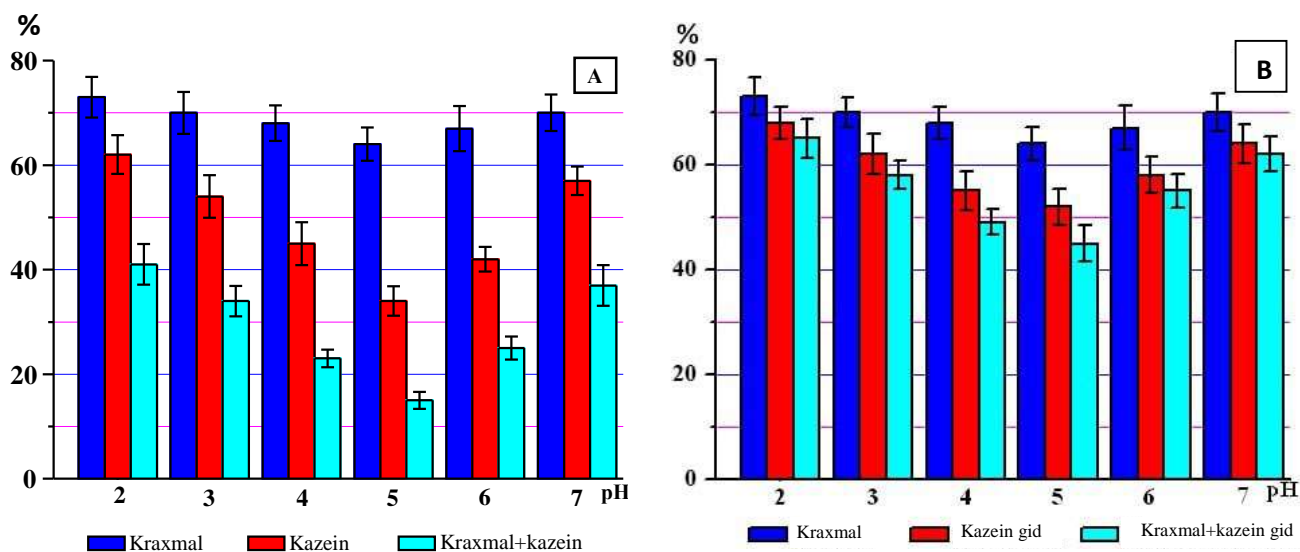
## **2.2-§. Oshqozonda oqsillar gidroliziga oqsil-polisaxarid komplekslari hosil bo'lishining ta'siri**

Oqsil va polisaxaridning kompleks hosil qilishi pepsin degradatsiyasiga turli darajada qarshi tura oladigan eriydigan va erimaydigan komplekslarning shakllanishiga olib keladi. Bu yo'nalishda hozirgi kungacha yetarli tadqiqotlar olib borilmagan, shuning uchun oqsil-polisaxarid komplekslarini hosil bo'lishi oqsillarning oshqozonda gidroliz bo'lishiga ta'sirini o'rganish ilmiy jihatdan aktualdir. Ishning ushbu qismida kazein va tuxum albumini oqsillari hamda ularning oshqozon gidrolizatlarining kraxmal bilan o'zaro ta'siri yana oqsil-polisaxarid komplekslarining shakllanishidagi roli haqida ma'lumotlar berilgan.

*In vitro* sharoitida o'tkazilgan tajriba natijalariga ko'ra kraxmal shuningdek, oqsillar va ularning gidrolizatlarini birgalikda qo'llab, pH 2 dan 7 gacha bo'lgan muxitda oqsil-polisaxarid komplekslarining hosil bo'lish darajasining o'zgarishini o'rgandik. Kraxmalning yorug'lik o'tkazish darajasini o'zgarishi bo'yicha olingan natijalar asosida, pH 2 da bu ko'rsatkich  $73\pm 6,9\%$  ekanligi aniqlandi. pH ning ortishi bilan kraxmalning yorug'lik o'tkazuvchanligi darajasi biroz pasaydi va pH 5 da u minimal qiymatlarga yetdi va  $64\pm 6,2\%$  ni tashkil etdi, bu esa pH 2 dagi natijadan ishonchsiz darajada past bo'ldi. pH ning keyingi o'sishida yorug'lik o'tkazuvchanligi darajasining ishonchsiz o'sishi qayd etildi va pH 7 da bu ko'rsatkich  $70\pm 6,5\%$  ni tashkil etdi (2.1. A-rasm).

Kazeinning pH 2 da yorug'lik o'tkazish darajasi  $62\pm 5,7\%$  ni tashkil etdi, bu esa kraxmalning pH 2 dagi natijalaridan ishonchsiz darajada past emas. pH ning yanada ortishi yorug'lik o'tkazish darajasining pasayishiga olib keldi va pH 4 da bu daraja  $45\pm 4,1\%$  ni tashkil etdi. Kraxmalning pH 2 dagi natijasidan ishonchli darajada past. Shu bilan birga, kazeinning yorug'lik o'tkazish qiymati pH 5 da minimal darajaga yetdi va  $34\pm 2,8\%$  ni tashkil etdi. Bu esa kraxmalnikidan

ishonchli darajada past bo'ldi. Keyinchalik pH ni 6 ga ko'tarilishi kazeinning yorug'lik o'tkazuvchanligini ortishiga olib keldi, ammo bu ko'rsatkich kraxmalda o'tkazilgan tajriba natijasidan ishonchli darajada past. pH 7 da kazeinning yorug'lik o'tkazuvchanligi ortdi, lekin kraxmalning natijasiga nisbatan ishonchsiz ortmadi (2.1. A-rasm).



**2.1-rasm** Turli xil pH qiymatlarida yorug'lik o'tkazuvchanligining o'zgarishi. A - kraxmal, kazein va kraxmal + kazein aralashmalarining eritmasi. B - kraxmal, kazein gidrolizat eritmasi va kraxmal + kazein gidrolizat aralashmasi.

Kraxmalga nisbatan yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlari. ( $^{\circ} P < 0.05$ ;  $* P < 0.001$ ).

Kazein yoki kazein gidrolizatiga nisbatan yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlari ( $^+ P < 0.05$ ;  $^x P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

Kraxmal va kazein aralashmasining yorug'lik o'tkazish darajasini o'rganish natijalariga ko'ra, pH 2 da yorug'lik o'tkazish  $41 \pm 3,9$  % ni tashkil etdi, bu alohida olingan kraxmal va oqsildan ishonchli darajada kam. pH ning yanada ortishi faqat kraxmal va oqsilning aloxida holatiga nisbatan kraxmal va kazein aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligini yanada ishonchli darajada pasayishiga olib keldi. Shu bilan birga, pH 5 da minimal yorug'lik o'tkazuvchanligi aniqlandi, bu  $15 \pm 1,6$  % ni tashkil etdi. pH ning keyingi o'sishi kraxmal va kazein aralashmasining yorug'lik

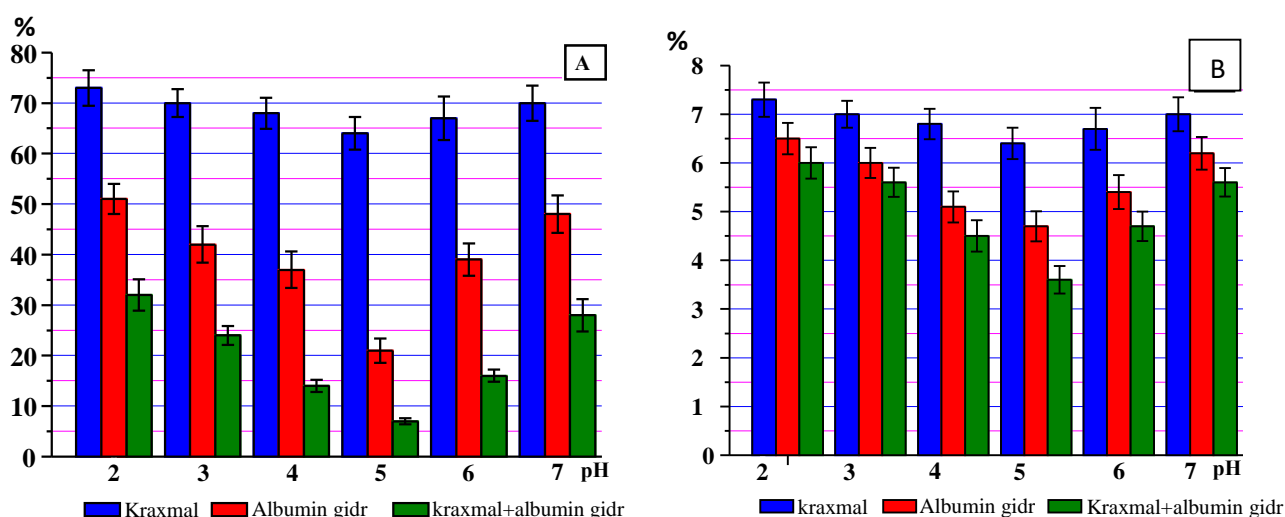
o'tkazuvchanligini ishonchli darajada orttirishga olib keldi va pH 7 da bu ko'rsatkich  $37\pm 3,9\%$  ni tashkil etdi, ammo bu natija kraxmalga nisbatan ishonchli darajada past edi (2.1A-rasm).

Kazein gidrolizatining pH 2 bo'lganda yorug'lik o'tkazuvchanlik darajasi  $68\pm 7,1\%$  ni tashkil etdi, bu kraxmalning natijalaridan bir oz kamroq edi. pH ning ortishi bilan kazein gidrolizatining yorug'lik o'tkazuvchanligi darajasi mos ravishda pasaydi va kraxmalning shunga o'xshash natijalaridan ishonchli past va pH 5 bo'lganda u minimal qiymatga yetdi va  $52\pm 5,1\%$  ni tashkil etdi, ammo shunga o'xshash kraxmal natijalariga nisbatan ishonchli yuqori bo'ldi. pH ning yanada ortishi bilan kazein gidrolizatining yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchsiz o'sishi qayd etildi va bu natijalar kraxmalga nisbatan ishonchsiz va pH 7 da indikator  $64\pm 5,9\%$  ni tashkil etdi (2.1B-rasm).

Kraxmal va kazein, gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanlik darajasini o'rganishda, kraxmalning o'xshash ko'rsatkichlari bilan solishtirganda, pH 2 da yorug'lik o'tkazuvchanligi biroz pastroq ( $65\pm 6,3\%$ ) ekanligi aniqlandi. pH ortishi bilan kraxmal va kazein, gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligi kraxmalning o'xshash natijalariga nisbatan pH 4 ( $49\pm 4,5\%$ ) da ishonchli darajada kamaydi va pH 5 da ( $45\pm 3,9\%$ ) minimal qiymatlarga yetdi. pH ning yanada ortishi bilan kraxmal va kazein gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligining kraxmal natijalariga nisbatan ishonchli darajada ortishi kuzatildi (2.1B-rasm).

pH 2 bo'lganda albuminni yorug'lik o'tkazuvchanligini o'rganish natijasi  $51\pm 4,9\%$  ni tashkil etdi, bu kraxmalning shunga o'xshash natijalardan ishonchli darajada past edi. Shu bilan birga, pH ning 5 gacha ortiishi yorug'lik o'tkazish ko'rsatkichini kamayishiga olib keldi, bu ko'rsatkich minimal darajaga yetganda  $21\pm 2,4\%$  ni tashkil qildi, shu bilan birga, bu natija kraxmal natijalariga nisbatan ishonchli darajada past bo'ldi. pH ning yanada ortishi albuminning yorug'lik o'tkazuvchanligini orttirishga olib keldi, ammo bu natijalar kraxmaldan ishonchli darajada past edi va pH 7 da ular  $48\pm 5,1\%$  ni tashkil etdi (2.2A-rasm).

Kraxmal va albumin aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligi pH 2 bo'lganda yorug'lik o'tkazish  $32 \pm 3,5\%$  ni tashkil etdi, bu esa alohida olingan kraxmal va oqsil natijalaridan ishonchli darajada kam. pH ning yanada ortishi kraxmal va albumin aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligini ishonchli darajada, alohida olingan kraxmal va oqsil ko'rsatkichlariga nisbatan pasayishiga olib keldi. Shu bilan birga, pH 5 da minimal yorug'lik o'tkazuvchanligi aniqlandi, bu esa  $7 \pm 0,6\%$  ni tashkil etdi. Keyinchalik pH ning ortishi kraxmal va albumin aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligini ishonchli darajada ortishiga olib keldi va pH 7 da bu ko'rsatkich  $28 \pm 3,2\%$  ni tashkil etdi. Bu ham alohida-alohida kraxmal va oqsildan olingan natijalardan ishonchli darajada past edi (2.2A-rasm).



**2.2-rasm.** Turli pH muxitida yorug'lik o'tkazuvchanligini o'zgarishi. A - kraxmal, albumin va kraxmal + albumin aralashma eritmasi. B - kraxmal eritmasi, albumin gidrolizat va kraxmal + albumin gidrolizat aralashmasi.

Kraxmalga nisbatan yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlari ( $^{\circ} P < 0.05$ ;  $* P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

Albumin yoki albumin gidrolizatiga nisbatan yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlari ( $^{+} P < 0.05$ ;  $^{x} P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

Olingan natijalardan ma'lum bo'lishicha, gidrolizlangan albuminning pH 2 da yorug'lik o'tkazuvchanligi  $65 \pm 6,8\%$  ni tashkil etdi va kraxmalning o'xshash natijalaridan bir oz kamroq bo'ldi. pH ortishi bilan albumin gidrolizatining yorug'lik o'tkazuvchanligi darajasi kamaydi va kraxmalning o'xshash natijalaridan

ishonchli darajada past bo'lmadi. Hamda pH 5 da u minimal qiymatga yetdi va  $47 \pm 5,0$  % ni tashkil etdi, ammo kraxmalning o'xshash natijalariga nisbatan ishonchli darajada past edi. pH ning yanada ortishi bilan albumin gidrolizatining yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchsiz o'sishi qayd etildi va pH 7 da  $62 \pm 5,9$  % ni tashkil etdi, bu kraxmal natijasiga nisbatan ishonchsiz bo'ldi (2.2.B-rasm).

Kraxmal va albumin gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligi darajasini pH 2 da o'rganish natijalariga ko'ra, kraxmalning o'xshash ko'rsatkichlari bilan solishtirilganda  $60 \pm 6,1$ % bo'ldi. Kraxmal va albumin gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligi pH ortishi bilan kamaydi va pH 4 va pH 5 da kraxmalning o'xshash natijalariga nisbatan ishonchli darajada past bo'ldi. Bunda pH 5 da u ishonchli minimal qiymatlarga yetdi va  $36 \pm 3,2$ % ni tashkil etdi. pH ning yanada ortishi pH 6 da kraxmal va albumin gidrolizat aralashmasining yorug'lik o'tkazuvchanligini ishonchli darajada oshirdi va shunga o'xshash kraxmal ma'lumotlariga nisbatan pH 7 da ishonchli bo'lmagan ortishni ko'rsatdi (2.2.B-rasm).

Ushbu tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatdiki, oqsil-polisaxarid komplekslarini hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lgan kraxmal va kazein yoki albumin aralashmasidan foydalanish yorug'lik o'tkazuvchanligini ishonchli darajada pasayishiga olib keladi, bu esa loyqalikning ortishi bilan o'zaro bog'liqdir. Bunday holatda, kraxmal-kazein yoki kraxmal-albumin komplekslari hosil bo'lishining natijasida loyqalikning ortishi haqida fikrlash mumkin. Shu bilan birga, kraxmal va kazein gidrolizat yoki albumin gidrolizat aralashmasidan foydalanish yorug'likning yuqori o'tkazuvchanligiga yoki eritmaning loyqalanishi pasayishiga olib keladi. Bu kraxmal va oqsil gidrolizatlari ta'sirida komplekslarining kam shakllanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki oshqozon pepsinlari bilan oqsillarni gidrolizlanishi oshqozonda pepsinlar ta'sirida oqsillarning gidrolizlanishini oldini olishi mumkin bo'lgan oqsil-polisaxarid komplekslari miqdorini kamayishga olib keldi.

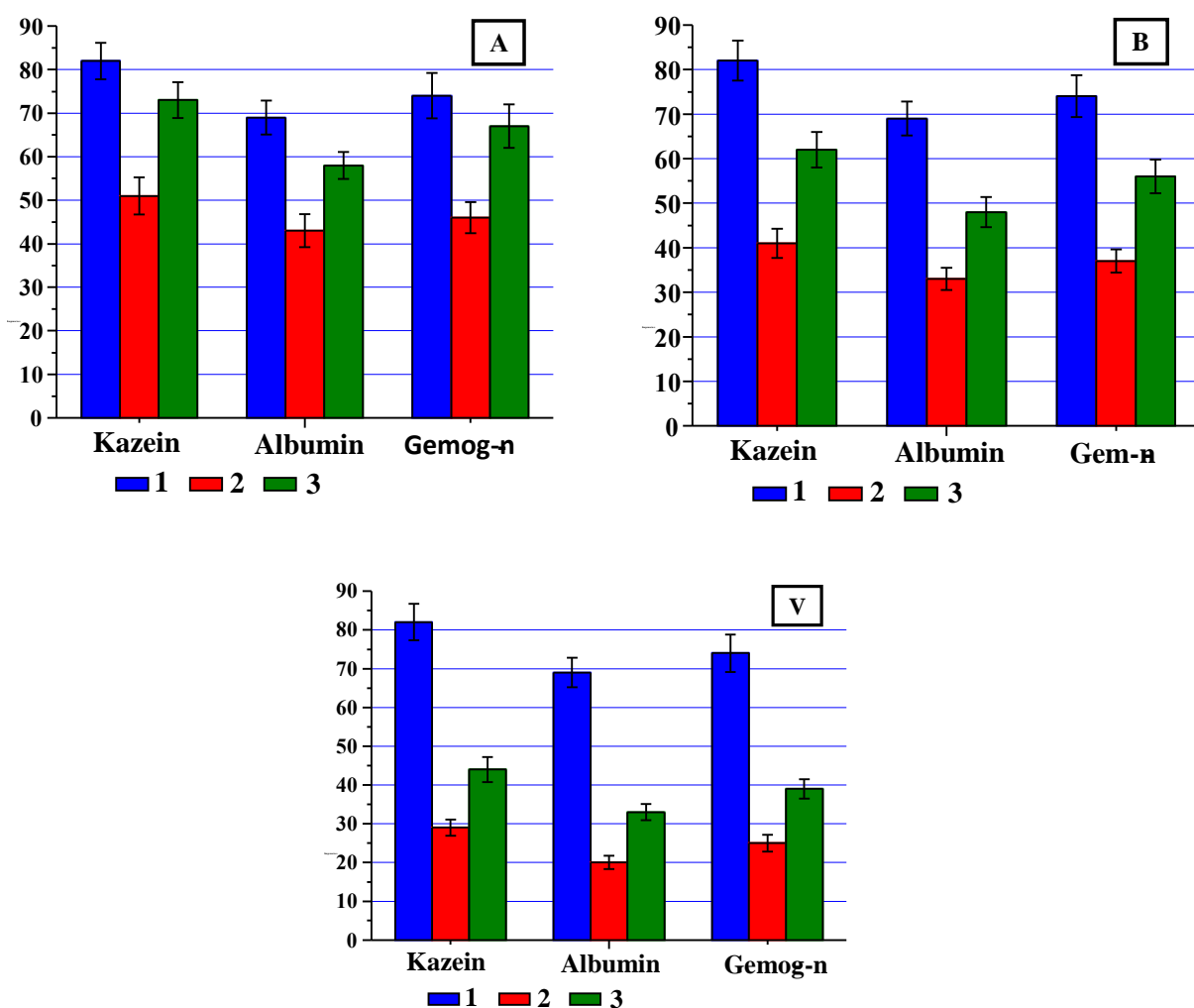
### **2.3-§. Oqsil-polisaxaridlar o‘zaro ta‘sirini oshqozonda oqsil gidrolizining o‘zgarishiga ta‘siri**

Oqsillar va polisaxaridlar o‘rtasida kompleks hosil bo‘lish masalasidan tashqari, bu komplekslarning oshqozon shirasida oqsillarni hazm qilinishiga ta‘siri katta qiziqish uyg‘otadi. Mazkur bobda oqsil-polisaxarid komplekslarining oshqozon shirasi oqsillarni gidroliz qilish jarayoniga ta‘siri haqida ma‘lumotlar keltiriladi.

*In vitro* sharoitida o‘tkazilgan biokimyoviy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, kraxmal va kazein aralashmasi 1:5 nisbatda qo‘llanilganda kraxmal va kazeinning oshqozon shirasi UPF giga ta‘siri o‘rganildi. Faqat kazein qo‘llanilgan variantda oshqozon shirasining 30 daqiqada ta‘siridan so‘ng UPF  $82 \pm 7,1$  birlik/ml ni tashkil etdi. Shu bilan birga ushbu ko‘rsatkich, kraxmal va kazein aralashmasiga oshqozon shirasining 30 daqiqa ta‘sir etkanida UPF  $51 \pm 4,5$ , birlik/ml ni tashkil etdi va bu faqat kazein qo‘llanilgan variantning natijasiga qaraganda ishonchli darajada pastroq bo‘ldi. Shuningdek, 60 daqiqa oshqozon shirasining ta‘sirida bo‘lgan kraxmal va kazein qo‘llanilganda UPF ko‘rsatkichi  $73 \pm 6,4$  birlik/ml ni tashkil etdi va bu faqat kazein qo‘llanilgan variantning ko‘rsatkichidan ishonchsiz past bo‘ldi. (2.3.A-rasm).

Kraxmal va albumin o‘zaro ta‘sirini oshqozon shirasining UPF ko‘rsatkichiga ta‘sirini o‘rganishda, kraxmal va albumin 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variantda, faqat albumin qo‘llanilib oshqozon shirasi 30 daqiqa ta‘sir qilgandan so‘ng UPF ko‘rsatkichi  $69 \pm 6,3$  birlik/ml ga teng bo‘ldi. Xuddi shu ko‘rsatkich kraxmal va albumin aralashmasi qo‘llanilgan variantda oshqozon shirasining 30 daqiqa ta‘siridan keyin UPF ko‘rsatkichi  $43 \pm 3,9$  birlik/ml ni tashkil etdi. Bu esa faqat albumin qo‘llanilgan holatdan ishonchli darajada past. Biroq, oshqozon shirasining 60 daqiqa ta‘siridan so‘ng, kraxmal va albumin aralashmasidan foydalanilgan variantda UPF ko‘rsatkichi  $58 \pm 5,6$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu natija faqat albumin qo‘llanilgan variant ko‘rsatkichidan ishonchsiz darajada past. (2.3.A-rasm).

Shu kabi yoʻnalishdagi tadqiqot natijalari oshqozon shirasining UPF ga kraxmal va gemoglobin aralashmasida kuzatildi, bunda kraxmal va gemoglobin 1:5 nisbatda olindi. Shu bilan birga, oshqozon shirasining 30 daqiqa taʼsiridan keyin faqat gemoglobinni qoʻllanilgan variantda oshqozon shirasining UPF koʻrsatkichi  $74 \pm 6,8$  birlik/ml ni tashkil etdi. Oshqozon shirasining 30 daqiqalik taʼsiridan soʻng kraxmal va gemoglobin aralashmasi qoʻllanilgan variantda bu koʻrsatkich  $46 \pm 4,1$  birlik/ml ni tashkil etdi va faqat gemoglobin qoʻllanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past boʻldi. Shu bilan birga, oshqozon shirasining 60 daqiqa taʼsiridan keyin kraxmal va gemoglobin aralashmasidan foydalanilgan variantda UPF koʻrsatkichi  $67 \pm 6,3$  birlik/ml ni tashkil etdi va bu koʻrsatkich faqat gemoglobin qoʻllanilgan variant koʻrsatkichidan ishonchsiz darajada past boʻldi (2.3.A-rasm).



**2.3-rasm.** Oshqozon shirasining UPF oʻzgarishi. Kraxmal va oqsillar A - 1:5, V - 1:1, C - 5: 1. nisbatlarda olindi:

**1** - oshqozon shirasi bilan kazein, albumin va gemoglobin 30 daqiqa inkubatsiya qilinganda UPF. **2** - oshqozon shirasi bilan kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin aralashmasi 30 daqiqa inkubatsiya qilinganda UPF. **3** - oshqozon shirasi bilan kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin aralashmasi 60 daqiqa inkubatsiya qilinganda UPF.

Kraxmalga nisbatan yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada farqli qiymatlari ( $^{\circ} P < 0.05$ ;  $* P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

Kraxmal va kazeinning 1: 1 nisbatda o'zaro ta'sirini o'rganishda kraxmal va kazein aralashmasiga oshqozon shirasi 30 daqiqa ta'sir qilgandan so'ng UPF ko'rsatkichi  $41 \pm 3,8$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat kazein natijasiga nisbatan ishonchli darajada past bo'lib, 1:5 nisbatda kraxmal va kazein aralashmasi qo'llanilgan variant ko'rsatkichidan ishonchsiz darajada pastroq bo'ldi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein aralashmasi qo'llanilganda oshqozon shirasining ta'siridan 60 daqiqa o'tgach UPF ko'rsatkichi  $62 \pm 5,9$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu faqat kazein qo'llanilgan variant natijasidan ishonchsiz darajada pastroq, shuningdek, kraxmal va kazein aralashmasi 1:5 nisbatda qo'llanilgan variant ko'rsatkichidan ishonchsiz darajada past bo'ldi (2.3.B-rasm).

Shuningdek, kraxmal va albumin 1:1 nisbatdagi aralashmaga oshqozon shirasi 30 daqiqa ta'sir qilganidan so'ng UPF darajasi faqat albumin qo'llanilgan variantning natijasiga qaraganda ishonchli darajada  $33 \pm 2,8$  birlik/ml kam bo'ldi. Bu natija faqat albumin qo'llanilgan variantdagi natijaga nisbatan ishonchli darajada ozroq bo'ldi, shuningdek bu ko'rsatkich kraxmal va albuminni 1:5 nisbatda qo'llanilgan xuddi shu asnodagi natijadan ishonchsiz darajada pastligi aniqlandi. Bundan tashqari, kraxmal va albumin aralashmasi qo'llanilganda oshqozon shirasi 60 daqiqa ta'sir qilganidan so'ng UPF ko'rsatkichi  $48 \pm 4,7$  birlik/ml ga teng bo'ldi va bu ko'rsatkich faqat albumin qo'llanilgan variantning xuddi shu asnodagi natijasidan ishonchsiz ravishda pastroq va shuningdek kraxmal va albumin aralashmasini 1:5 nisbatda qo'llanilgan variantining natijasidan ishonchsiz ravishda past bo'ldi. (3.3.B- rasm).



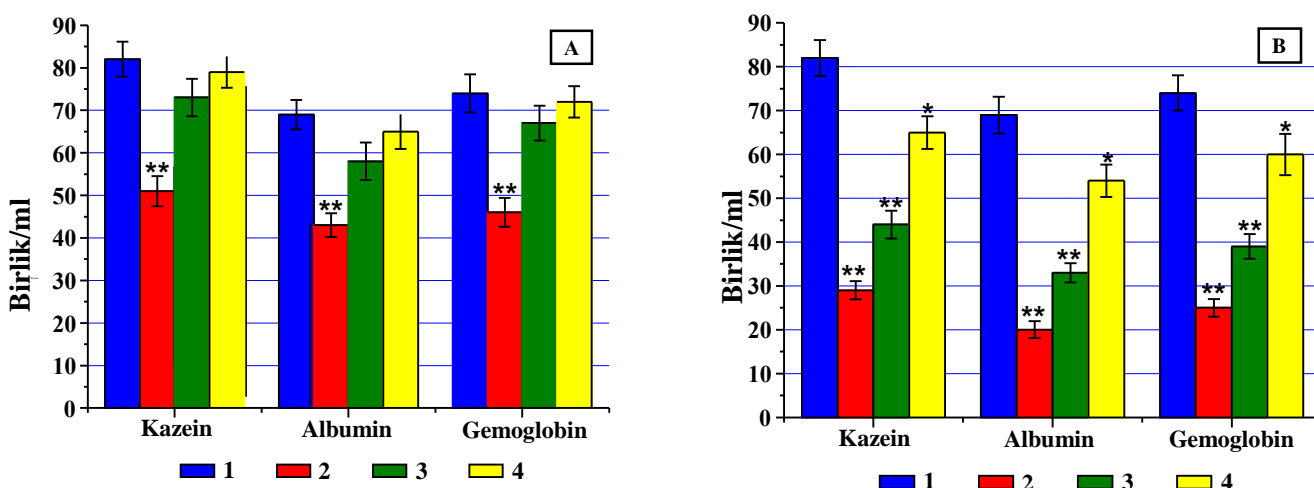
Tadqiqotning olingan natijalari shuni ko'rsatadiki, kraxmal va oqsillar aralashmasini qo'llash, oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamaytirishga olib keladi. Bu oshqozon proteazalarining kraxmal-oqsil substratlaridagi oqsillarga kirishini kamaytirish orqali, oqsillarning gidrolizlanishiga to'sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga bog'liq bo'lishi mumkin. Kraxmal va oqsilning nisbatida kraxmal miqdorini ko'payishi bilan bu protein gidrolizining qo'shimcha pasayishiga olib keladi. Bu kraxmal miqdorining ko'payishi proteazalar kirishining qo'shimcha pasayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shunday qilib, oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslarining hosil bo'lishi natijasida, kraxmalning oqsillar bilan o'zaro ta'siriga, shuningdek kraxmal miqdoriga bog'liq bo'lib, uning konsentratsiyasining ortishi oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishiga to'sqinlik qiladi.

#### **2.4-§. So'lak amilazasining oshqozonda oqsil gidrolizidagi o'zgarishlarga ta'siri**

Oqsillar va polisaxaridlarning o'zaro ta'siri xisobiga oqsil-polisaxarid komplekslarining shakllanishi, oqsilning hazm bo'lishining pasayishiga olib kelishi mumkin. So'lak amilazasining ushbu o'zaro ta'sirlarga va oqsillarning hazm bo'lishiga qanday ta'sir etishi bizda qiziqish uyg'otdi. Shuning uchun ishning ushbu bo'limida *in vitro* sharoitida biokimyoviy tadqiqotlar natijalari asosida so'lak amilazasining oshqozonda oqsil gidrolizidagi o'zgarishlarga ta'siri haqida ma'lumotlar berilgan.

Olingan ma'lumotlarga asoslansak, substrat sifatida faqat kazein qo'llanilib, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng UPF  $82 \pm 7,1$  birlik/ml ni tashkil qildi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein substratining 1: 5 nisbatdagi aralashmasiga oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, bu ko'rsatkich  $51 \pm 4,5$  birlik/ml ni tashkil etdi. Bu xuddi shu asnodda faqat kazein qo'llanilgan natijadan ishonchli darajada past bo'ldi ( $r=0.78$ ,  $r<0.05$ ). (3.4A-rasm). Shu bilan birga, substrat sifatida kraxmal va kazeinni 5:1 nisbatda birgalikda qo'llash, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF o'zgarishiga olib keldi, bu variantni natijasi xuddi

shu asnoda faqat kazein qo‘llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past va  $29 \pm 2,5$  birlik /ml ni tashkil etdi ( $r=0.94$ ,  $r<0.05$ ). Bu natija kraxmal va kazeinni birgalikda 1:5 nisbatda qo‘llashga nisbatan ishonchli darajada past (4B-rasm). Shuningdek, kraxmal va kazein substrati 1:5 nisbatda qo‘llanilganda oshqozon shirasining 60 daqiqa ta‘siridan so‘ng UPF  $73 \pm 6,4$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu ko‘rsatkich faqat kazein qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past bo‘ldi ( $r=0.94$ ,  $r<0.05$ ). (2.4.A-rasm). Shu bilan birga, 5:1 nisbatda kraxmal va kazeinni substratiga oshqozon shirasi 60 daqiqa ta‘sir etganidan keyin UPF ko‘rsatkichi  $r=0.93$ ,  $r<0.05$  da  $44 \pm 3,9$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu natija ham kraxmal va kazeinni 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past bo‘ldi. (2.4.B-rasm).



**2.4-Rasm.** So‘lak amilaza ta‘sirida oshqozon shirasining UPF o‘zgarishi: Substrat sifatida kraxmalning kazein, albumin va gemoglobin oqsillari bilan aralashmasi **A** - 1:5, **B** -5:1 nisbatda olindi **1** - oqsillar oshqozon shirasi bilan 30 daqiqa inkubatsiya qilindi. **2** – kraxmal + oqsillar aralashmasi oshqozon shirasi bilan 30 daqiqa inkubatsiya qilindi. **3** - kraxmalning oqsillar bilan aralashmasi oshqozon shirasi bilan 60 daqiqa inkubatsiya qilindi. **4** - kraxmal + oqsillar aralashmasi 30 daqiqa so‘lak bilan so‘ng 60 daqiqa oshqozon shirasi bilan inkubatsiya qilindi.

Oqsillar ko‘rsatkichlariga nisbatan 30 daqiqalik inkubatsiyada ishonchli darajada farq qiluvchi qiymatlar. (\* $P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

Kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobin aralashmasiga 30 daqiqa inkubatsiya qilingan ko'rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiluvchi qiymatlar. (\*P <0.001; n = 10).

Bundan tashqari, 1:5 nisbatda kraxmal va kazein substratlari so'lak bilan 30 daqiqa keyin 60 daqiqa oshqozon shirasi bilan inkubatsiya qilingandan so'ng UPF  $r=0.80$ ,  $r<0.05$  da  $79\pm 8,3$  birlik /ml ni tashkil etdi. Bu natija 1:5 nisbatda kraxmal va kazein aralashmasiga oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan keyingi ko'rsatkichga nisbatan ishonchsiz darajada kam bo'ldi (3.4A-rasm). Ammo 5:1 nisbatda kraxmal va kazein substrati so'lak bilan 30 daqiqa keyin 60 daqiqa oshqozon shirasi bilan inkubatsiya qilingandan so'ng UPF  $r=0.85$ ,  $r<0.05$  da  $65\pm 7,1$  birlik/ml ni tashkil etdi. Bu oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan keyin 5:1 nisbatda kraxmal va kazeinni qo'llash variantining natijasidan ishonchli darajada yuqori bo'ldi (2.4.B-rasm).

O'tkazilgan tadqiqotlarda, substrat sifatida faqat albumin qo'llanilganda va oshqozon shirasining ta'siridan 30 daqiqa o'tgach, UPF  $69\pm 6,3$  birlik/ml ni tashkil qildi. Substrat sifatida kraxmal va albuminni 1:5 nisbatda olinib, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan keyin UPF xuddi shu sharoitda faqat albumin qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi. 5:1 nisbatda kraxmal va albumin substrati aralashmasiga 30 daqiqa ta'siridan keyin ham UPF o'zgarishiga olib keldi, bu faqat albuminni qo'llash natijasidan ishonchli darajada past edi va ( $r=0.79$ ,  $r<0.05$ ) da  $20\pm 1,7$  birlik/ml ni tashkil etdi. Bu natija kraxmal va albuminni birgalikda 1:5 nisbatda qo'llanilishi natijasida olingan natijadan ishonchli darajada past edi (3.4B-rasm). Oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan keyin substrat sifatida kraxmal va albuminni 1: 5 nisbatda qo'llanilgan variantda UPF  $58\pm 5,6$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu natija faqat albumin qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchsiz darajada pastroq. (2.4.A -rasm).

Shu bilan birga, substrat sifatida kraxmal va kazein qo'llanilganda oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF ( $r=0.80$ ,  $r<0.05$ )  $44\pm 3,9$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu kraxmal va kazeinni 1:5 nisbatda qo'llash natijasidan ishonchli darajada pastroq edi. (2.4.B-rasm).

Shu bilan birga, substrat sifatida kraxmal va albumin 1:5 nisbatda qo'llanilganda dastlab 30 daqiqa so'lak bilan keyin 60 daqiqa oshqozon shirasi bilan inkubatsiyalanganda UPF  $65 \pm 7,1$  birlik/ml ni tashkil etdi va bu natija oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan keyin kraxmal va kazein 1:5 nisbatda qo'llanilgan variant ko'rsatkichidan yuqori bo'ldi. (3.4A-rasm). Substrat sifatida kraxmal va kazein 5:1 nisbatda olinganda, so'lakning dastlabki 30 daqiqa ta'siridan keyin va oshqozon shirasining yana 60 daqiqa ta'siridan so'ng UPF ( $r=0.80$ ,  $r<0.05$ ) da  $65 \pm 7,1$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu ham 1:5 nisbatda kraxmal va kazeinni qo'llash variantining ko'rsatkichidan ishonchli darajada yuqori edi (2.4.B-rasm).

Oshqozon shirasining UPF ni o'rganish natijalarining xuddi shunday yo'nalishi substrat sifatida kraxmal va gemoglobinni 1:5 nisbatda qo'llanilganda aniqlandi. Shu bilan birga, substrat sifatida faqat gemoglobin qo'llanilganda oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan keyin UPF  $74 \pm 6,8$  birlik /ml ni tashkil etdi. Substrat sifatida kraxmal va gemoglobin birgalikda qo'llanilganda, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF  $46 \pm 4,1$  birlik /ml ga teng bo'ldi va bu ko'rsatkich faqat gemoglobinni qo'llash bilan olingan natijadan ishonchli darajada past bo'ldi. ( 2.4.A - rasm). Shuningdek, kraxmal va gemoglobin aralashmasi 5:1 nisbatda qo'llanilganda, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF faqat gemoglobin qo'llanilgan variantning ko'rsatkichidan ishonchli darajada past bo'lib  $25 \pm 2,2$  birlik/ml ni tashkil etdi. UPF ning bu natijasi 1:5 nisbatda kraxmal va gemoglobinning substrat aralashmasidan foydalangandagi ko'rsatkichdan ishonchli darajada past edi (2.4.B-rasm). 1:5 nisbatda kraxmal va gemoglobin qo'llanilganda oshqozon shirasining ta'siridan 60 daqiqadan so'ng UPF  $67 \pm 6,3$  birlik/ml darajasiga to'g'ri keldi, bu faqat gemoglobin yordamida shunga o'xshash natijadan ishonchsiz darajada kam emas edi (2.4.A-rasm). Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobinni 5:1 nisbatda qo'llash bilan, oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF  $39 \pm 3,5$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu faqat gemoglobin qo'llanilgan variant hamda kraxmal va gemoglobin 1:5 nisbatda qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past edi. (2.4.B-rasm). Shunga qaramay, substrat sifatida kraxmal va gemoglobin 1:5 nisbatda qo'llanilgan variantda 30

daqqa so‘lak bilan keyin oshqozon shirasi 60 daqqa ta’sir ettirildi va UPF  $72 \pm 7,6$  birlik/ml ni ( $r=0.89$ ,  $r<0.05$ ) tashkil etdi. Bu natija ham oshqozon shirasining 60 daqqa ta’siridan so‘ng 1:5 nisbatda kraxmal va kazein qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchsiz darajada yuqori bo‘ldi. (2.4.A-rasm). Shu bilan birga, 5:1 nisbatda kraxmal va gemoglobinni substrat sifatida qo‘llanilganda so‘lak bilan 30 daqqa inkubatsiyadan keyin oshqozon shirasining yana 60 daqqa ta’siridan so‘ng UPF  $60 \pm 5,8$  birlik/ml ni ( $r=0.97$ ,  $r<0.05$ ) tashkil etdi bu esa oshqozon shirasining 60 daqqa ta’siridan keyin 5:1 nisbatda kraxmal va kazein qo‘llanilgan ko‘rsatkichdan ishonchli darajada yuqori bo‘ldi (2.4.B-rasm).

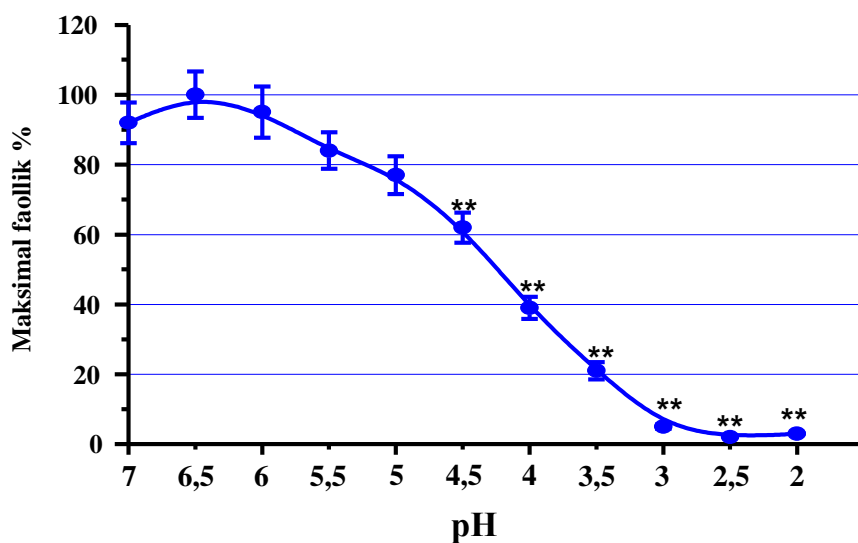
Tadqiqotdan olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, kraxmalning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish, oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamaytirishga olib keladi. Bu oshqozon proteazalarining kraxmal-oqsil kompleksidagi oqsillarga kirishini kamaytirish orqali, oqsillarning gidrolizlanishiga to‘sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Kraxmal va oqsilning nisbati kraxmalning ko‘payishi bilan, protein gidrolizining qo‘shimcha pasayishiga olib keladi. Bu oshqozon proteazalarini kraxmal-oqsil kompleksidagi oqsillarga kirishiga to‘sqinlik qiladi. Bundan tashqari, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, so‘lak amilazasi kraxmalni hazm qilishi tufayli, kraxmal-oqsil komplekslarini kamaytiradi. Bu esa proteazalarni oqsillarga kirishini yaxshilash orqali, oqsillarning oshqozon shirasi tomonidan hazm bo‘lishini yaxshilaydi.

## **2.5-§. So‘lak amilaza faolligi o‘zgarishiga turli pH muhitining ta’siri**

So‘lak amilazasi oshqozonda kraxmalni gidroliz qilishi pH 4,0 dan pastga tushib, ferment inaktivatsiya qilinguniga qadar davom etishi mumkin deb, tahmin qilinadi. Turli xil pH qiymatlarining so‘lak amilaza faolligidagi o‘zgarishlarga shuningdek, turli pH muhitlarida kraxmal gidrolizining intensivligiga ta’sirini o‘rganish alohida qiziqish kasb etadi.

pH 2 dan 7 gacha bo‘lgan muxitda substrat sifatida kraxmal qo‘llanilganda so‘lakning amilolitik faolligidagi o‘zgarishlar 290 ta *in vitro* biokimyoviy

tadqiqotlar orqali o‘rganildi. Amilaza tomonidan parchalangan kraxmal miqdori yod ishtirokida kraxmalning ko‘k rangga bo‘yalish intensivligining o‘zgarishi bilan aniqlandi. Amilaza faolligining turli pH muhitlariga bog‘liqligini aniqlash uchun amilaza faolligining natijasi uning maksimal ko‘rsatkichiga nisbatan foiz sifatida hisoblab chiqildi. Bundan tashqari, kraxmal gidrolizining o‘shish darajasi so‘lak amilazasining kraxmalga turli pH qiymatlarida (10, 20, 30 daqiqa) ta‘sir qilish muddati bilan aniqlandi. Amilaza tomonidan parchalangan kraxmal miqdori yod ishtirokida kraxmalning ko‘k rangga bo‘yalishi intensivligining o‘zgarishi bilan aniqlandi. Shu bilan birga, gidrolizlangan kraxmal ko‘rsatkichi foizda olinib, unda so‘lak amilazasi bo‘lmagan kraxmalning bo‘yalishi intensivligi natijasiga nisbatan so‘lak amilazasi ishtirokida kraxmalning bo‘yalishi intensivligining farqi bilan foiz sifatida hisoblandi.



**2.5-rasm.** Turli pH qiymatlarida so‘lak amilaza faolligining o‘zgarishi. maksimal faollik % da.

Maksimal faollik ko‘rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*\* P < 0.001; n = 10).

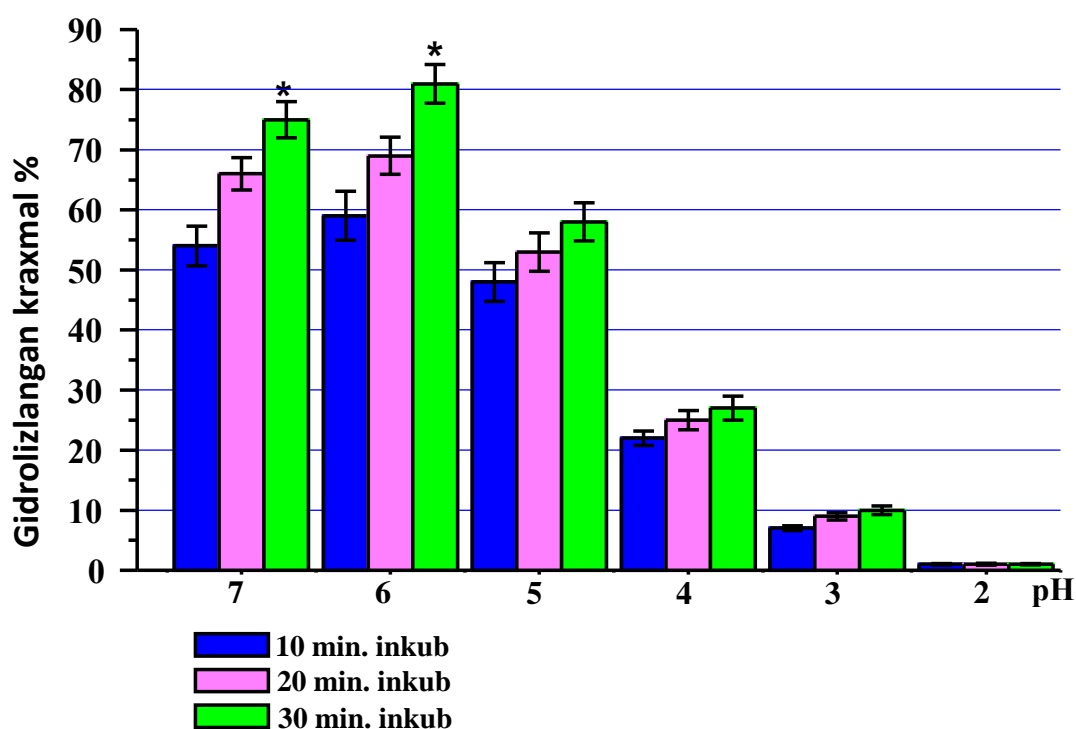
Turli xil pH qiymatlarining so‘lakning amilolitik faolligiga ta‘sirini o‘rganish natijasida, pH 7 qiymatida 92 ± 7,8 % ga, pH 6,5 da 100 % maksimal qiymatni tashkil etishi aniqlandi. (2.5-rasm). Biroq, pH 6 da amilaza faolligi

95±8,3% ni tashkil etdi. Bu pH 6,5 da 100 % maksimaldan ishonchli darajada past emas edi. pH 5,5 qiymatida amilolitik faollikning ishonchli, pH 6,5 da 100 % maksimal ko'rsatkichga nisbatan ishonchli darajada bo'lmagan pasayishi qayd etildi, bu ko'rsatkich 84±7,2 % ga teng bo'ldi (2.5-rasm). Amilaza faolligidagi shunga o'xshash o'zgarishlar pH 5 da ham qayd etildi, bu amilaza faolligi qiymatlarining yanada ishonchsiz darajada pasayishida namoyon bo'ldi, uning qiymati pH 6,5 da 100 % maksimal qiymatga nisbatan 77±6,4 % ni tashkil etdi. Shu bilan birga, pH 4,5 da, uning maksimal qiymatiga nisbatan 62±5,3 % amilaza faolligining ishonchli pasayishi qayd etildi (2.5-rasm). Amilaza faolligidagi shunga o'xshash o'zgarishlar pH 4 da qayd etildi, bu uning maksimal qiymatiga nisbatan amilaza faolligining 39±2,8 % ga pasayishi bilan ifodalangan. Maksimal qiymatga nisbatan amilaza faolligining ishonchli pasayish tendensiyasi pH 3,5 da 21±1,6 % ko'rsatkich bilan davom etdi. Shu bilan birga, pH 3 da amilaza faolligining minimal qiymati 5±0,3 % ga teng bo'ldi va pH 2,5 va 2 da amilaza faolligi deyarli o'zgarmagan, uning ko'rsatkichlari metod xatolari doirasida bo'ldi (2.5-rasm).

So'lak amilazasining kraxmalga turli pH qiymatlarida (10, 20, 30 daqiqa) ta'sir qilish muddatiga qarab kraxmal gidrolizining intensivligini o'rganish natijalariga ko'ra quyidagi ma'lumotlar olindi (2.6-rasm). Shunday qilib, pH 7 da va kraxmalni so'lak amilaza bilan 10 daqiqa davomida inkubatsiya qilishda gidrolizlangan kraxmal ulushi 54±4,3 % ni tashkil etdi, bu inkubatsiyaning 20 daqiqaligida ishonchsiz ravishda 66±5,9% gacha ko'tarildi va keyin kraxmal inkubatsiyasining 30 daqiqaligida ishonchli darajada 75±6,2 % gacha ortdi. Bu kraxmalni so'lak amilaza bilan inkubatsiya qilish vaqtining ortishi bilan gidrolizlangan kraxmalning proporsional o'sishini ko'rsatadi (2.6-rasm). Kraxmal gidrolizi intensivligining o'zgarishi ko'rsatkichlarining pastroq darajasida ham shunga o'xshash dinamika, so'lak amilazasining ta'sir qilish muddatiga qarab, pH 6 da, ya'ni inkubatsiyaning 10 daqiqaligida gidrolizlangan kraxmal indeksi 59 ± 4,8 % ishonchli darajada yuqori bo'ldi. Bunda 10 daqiqa inkubatsiyaga nisbatan 20 daqiqa inkubatsiya qilinganda gidrolizlangan kraxmal indeksi 69 ± 6,1% ni tashkil etdi. Shu bilan birga, inkubatsiyaning 30 daqiqa davomiyligida u 10

daqiqalik inkubatsiyaga nisbatan ishonchli darajada yuqori bo'lib,  $81 \pm 7,5$  % ni tashkil etdi (2.6-rasm).

pH 5 da so'lak amilazasi ta'siri muddatiga qarab kraxmal gidrolizi intensivligining o'zgarishlar dinamikasi pH 6 da 7 dan miqdoriy jihatdan kamroq ekanligi aniqlandi va tegishli ravishda 10 daqiqa inkubatsiyadan so'ng  $48 \pm 3,5$ %, 20 daqiqa inkubatsiyadan so'ng  $53 \pm 4,6$ % va 30 daqiqa inkubatsiyadan so'ng  $58 \pm 4,9$ % ni tashkil etdi, bu inkubatsiyaning 10 daqiqa davom etganiga nisbatan ishonchli darajada yuqori emas va barcha o'zgarishlar dinamikasi kraxmalning past intensivligini ko'rsatdi. Vaqt o'tishi bilan gidroliz pH 4 da xuddi shunday o'zgarishlar dinamikasi shuningdek, pH 5 da, shuningdek, pH 7 da pH 4 ga qaraganda uncha yaqqol bo'lmagan ko'rsatkichlar bilan qayd etildi. Shu bilan birga, kraxmal gidrolizining intensivligi uning so'lak bilan 10 daqiqa inkubatsiyasida  $22 \pm 1,5$  % va 20 daqiqa inkubatsiyada  $25 \pm 1,7$  % va 30 min inkubatsiyada  $27 \pm 2,2$  % ni tashkil etdi. Bu nisbatan ishonchsiz darajada yuqori edi. Kraxmal gidrolizi o'sishining past intensivligini 10 daqiqagacha inkubatsiya qilinganda kuzatildi. Shu bilan birga, pH 3 da kraxmal gidrolizining eng past miqdoriy ko'rsatkichlari qayd etildi.





**2.6-rasm.** Turli xil pH qiymatlarida so‘lak amilaza ta’siri ostida kraxmal gidrolizi davomiyligining o‘zgarishi.

Kraxmal gidrolizining intensivligi natijasi inkubatsiya 10 daqiqa bo‘lganda aniqlandi, bu  $7 \pm 0,4$  % va 20 min inkubatsiyalanganda  $9 \pm 0,6$  % va 30 min inkubatsiya qilinganda  $10 \pm 0,8$  % ni tashkil etdi, bu nisbatan ishonchli darajada yuqori emas edi. Shu bilan birga, pH 2 da gidrolizlangan kraxmal ko‘rsatkichlarida miqdoriy va dinamik o‘zgarishlar kuzatilmadi (2.6-rasm).

10 daqiqalik inkubatsiyaning minimal davomiyligi ko‘rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiluvchi natijalar (\*  $P < 0.05$ ;  $n = 10$ ).

Ushbu tadqiqotlarda olingan natijalar oshqozonda so‘lak amilazasining faolligi pH ga bog‘liqligini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, uning eng katta faolligi pH 5 dan 7 gacha bo‘lgan diapazonda namoyon bo‘ladi. pH 5 dan pasayishi bilan amilolitik faollikning ishonchli pasayishi qayd etildi. pH ning 3 ga pasayishi bilan so‘lak amilazasining faolligi minimal bo‘ldi va pH 2 da u butunlay yo‘q. Bundan tashqari, 3 dan 7 gacha bo‘lgan pH ning o‘zgarishi kraxmal gidrolizining intensivligiga ta’sir qiladi. So‘lak amilaza faolligining o‘zgarishi bilan bir qatorda, pH ning o‘zgarishi gidrolizning yanada aniq intensivligi 5 dan 7 gacha bo‘lgan oraliqda gidrolizlangan kraxmalning ko‘proq shakllanishi bilan qayd etildi. Bundan tashqari, pH 5 dan pastga tushganda, gidroliz intensivligi pasayadi va gidrolizlangan kraxmal hosil bo‘lishi pH 3 da kamayadi. pH 2 da yo‘q. pH ning 7 dan 3 gacha pasayishi nafaqat so‘lak amilaza faolligining pasayishiga, balki kraxmal gidrolizining intensivligining kamayishiga ham olib keladi.

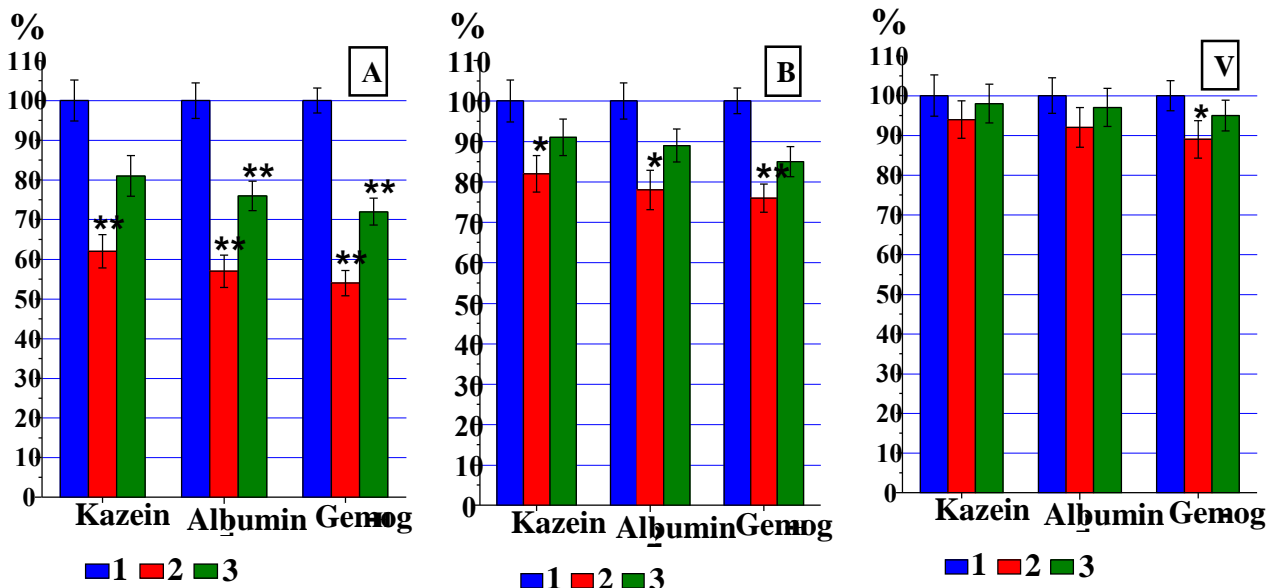
## **2.6-§. Oqsil-polisaxaridlar o‘zaro ta’sirining so‘lak amilazasi tamonidan kraxmal gidroliziga ta’siri**

Oqsillarni hazm bo‘lishing pasayishiga olib keluvchi, kraxmal-oqsil komplekslarini hosil bo‘lishi va kraxmal oqsillarning o‘zaro ta’siri kraxmalning hazm bo‘lishiga qanday ta’sir qilishi katta qiziqish uyg‘otdi.

So‘lak amilazasi faolligiga kraxmal va kazein o‘zaro ta’sirining ta’siri 270 ta *in vitro* biokimyoviy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, o‘rganildi. Bu kraxmal va

kazein nisbati 1:5 aralashmasi qo'llanilganda so'lak ta'siridan 30 daqiqa keyin, so'lak amilazasi faolligi faqat kraxmal qo'llanilgan variantga nisbatan  $62 \pm 5,4$  % ni tashkil etdi. Bu faqat kraxmal qo'llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein qo'llanilgan variantda so'lak amilazasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng  $81 \pm 7,3$  % ni tashkil etdi, bu faqat kazein qo'llanilgan variant ko'rsatkichidan ishonchsiz darajada past bo'ldi (2.7.A-rasm).

Kraxmal va albumin aralashmasi o'zaro ta'sirining so'lak amilazasining faolligiga ta'sirini o'rganishda, kraxmal va albumin 1:5 nisbatdagi aralashmasiga so'lak ta'siridan 30 daqiqa o'tgach, amilaza faolligi indeksi ishonchli darajada past ekanligi va faqat kraxmal qo'llanilgan variantga nisbatan ishonchli darajada past  $57 \pm 4,9$  % bo'ldi. Biroq, kraxmal va albumin aralashmasi qo'llanilganda, so'lakning 60 daqiqa ta'siridan so'ng, amilaza faolligi  $76 \pm 6,4$  % ni tashkil etdi, bu natija faqat kraxmal qo'llanilgan variant bilan solishtirganda ishonchli darajada past edi (2.7.A-rasm).



**2.7-rasm.** So'lak amilaza faolligi o'zgarishi. Substrat sifatida kraxmal va oqsil: **A** - 1:5, **B** - 1:1, **C** - 5:1 nisbatda aralashmasi: **1** – kraxmal va so'lak qo'llanilganda amilazaning faolligi 100% sifatida qabul qilingan. **2** – kraxmal + kazein, kraxmal + albumin va kraxmal + gemoglobulin aralashmalari so'lak bilan 30 daqiqa inkubatsiyadan so'ng amilaza faolligi %. **3** - kraxmal + kazein, kraxmal +

albumin va kraxmal + gemoglobin aralashmalari so‘lak bilan 60 daqiqa inkubatsiyadan so‘ng amilaza faolligi %.

Substrat sifatida kraxmal qo‘llanilgan natijaga nisbatan amilaza faolligi o‘zgarishining ishonchli darajada farqlanuvchi qiymatlari (\*P <0.001; n = 10).

Kraxmal va oqsil 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variantga nisbatan amilaza faolligi o‘zgarishining ishonchli darajada farqlanuvchi qiymatlari (\* P <0.05; n = 10).

Tadqiqot natijalarida so‘lak amilazasining faolligi va kraxmal va gemoglobinning 1:5 nisbatda o‘zaro ta‘siriga diqqatimizni jalb etdik. Bunda, so‘lakning 30 daqiqa ta‘siridan so‘ng amilaza faolligi ko‘rsatkichi faqat kraxmal qo‘llanilgan variantga qaraganda ishonchli darajada past bo‘ldi va  $54 \pm 4,2$  % ni tashkil etdi. Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobin aralashmasi qo‘llanilganda 60 daqiqalik so‘lak ta‘siridan so‘ng bu ko‘rsatkich  $72 \pm 6,4$  % ni tashkil etdi, bu ham faqat kraxmal qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past edi (2.7.A-rasm).

1:1 nisbatda kraxmal va kazein aralashmasiga so‘lak ta‘siridan 30 daqiqadan so‘ng, faqat kraxmal qo‘llanilgandagi natijaga nisbatan  $91 \pm 8,5$  % ni tashkil etdi. Bu natija faqat kraxmal qo‘llanilgan variant ko‘rsatkichidan ishonchsiz darajada yuqori bo‘ldi.

Shuningdek, 1:1 nisbatda kraxmal va kazein aralashmasiga so‘lak ta‘siridan 30 daqiqa o‘tgach, amilaza faolligi faqat kraxmal qo‘llanilgan variant ko‘rsatkichidan ishonchsiz darajada past bo‘ldi va  $78 \pm 6,9$  % ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich faqat kraxmal qo‘llanilgan variantning natijasidan ishonchsiz darajada past bo‘ldi. Shuningdek bu ko‘rsatkich kraxmal va albumin aralashmasi 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variant natijasidan yuqori bo‘ldi. Bundan tashqari, kraxmal va albuminni birgalikda 1:1 nisbatda so‘lak bilan 60 daqiqa inkubatsiya qilgandan so‘ng, amilaza faolligi  $89 \pm 8,1$  % ni tashkil etdi va bu ko‘rsatkich faqat kraxmal qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchsiz darajada past bo‘ldi shuningdek kraxmal va albumin 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variantning shunga o‘xshash natijasidan ishonchsiz darajada yuqori bo‘ldi (2.7.B-rasm).

Bundan tashqari, 1:1 nisbatda kraxmal va gemoglobin aralashmasiga so‘lak bilan 30 daqiqa ta’sir qilgandan so‘ng, amilaza faolligi faqat kraxmal qo‘llanilgan variantdan ishonchli darajada past  $76\pm 6,5\%$  ni tashkil etdi. Shuningdek, bu qiymat kraxmal va gemoglobinni 1: 5 nisbatda qo‘llash bilan shunga o‘xshash natijadan ishonchli darajada yuqori bo‘ldi. Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobin aralashmasi qo‘llanilganda so‘lak bilan 60 daqiqa ta’sir etgandan so‘ng amilaza faolligi darajasi  $85\pm 7,7\%$  ni tashkil etdi, bu natija faqat kraxmal qo‘llanilgan o‘xshash variant ko‘rsatkichidan ishonchsiz past bo‘ldi. Bundan tashqari, kraxmal va gemoglobin aralashmasi 1: 5 nisbatdagi variantning o‘xshash natijasidan ishonchsiz yuqori bo‘ldi (2.7.B-rasm).

Kraxmal va kazein aralashmasining 5:1 nisbatda qo‘llash natijalari quyidagicha bo‘ldi: so‘lak bilan 30 daqiqa ta’sir qilgandan so‘ng, amilaza faolligi  $94\pm 8,6\%$  ni tashkil etdi, bu ko‘rsatkich faqat kraxmal qo‘llanilgan variantning o‘xshash natijasidan pastroq edi. Bundan tashqari, bu ko‘rsatkich kraxmal va kazein aralashmasidan 1:5 nisbatda foydalanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past edi va 1:1 nisbatda esa ishonchsiz darajada yuqori edi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein aralashmasi qo‘llanilganda so‘lak amilaza ta’siridan 60 daqiqa o‘tgach, faqat kraxmaldan foydalanilgan variantga nisbatan ko‘rsatkich  $98\pm 8,7\%$  ni tashkil etdi. Bu faqat kraxmaldan foydalanilgan shunga o‘xshash natijadan ishonchli bo‘lmagan darajada past edi, shuningdek, 1: 5 nisbatda kraxmal va kazein aralashmasining o‘xshash natijasidan ishonchli darajada yuqori va 1: 1 nisbatda qo‘llanilgan variant natijasidan ishonchsiz darajada yuqori bo‘ldi. (2.7.B-rasm).

Bundan tashqari, kraxmal va albumin 5:1 nisbatda qo‘llanilganda so‘lak bilan 30 daqiqa ta’sir qilish amilaza faolligining o‘zgarishiga olib kelishi aniqlandi, bu faqat kraxmaldan foydalanilgan variantning shunga o‘xshash natijasidan bir oz pastroq  $92\pm 8,4\%$  ni tashkil etdi. Bu natija kraxmal va albumin 1:5 nisbatda qo‘llanilgan variantning natijasi bilan solishtirganda ishonchli darajada yuqori bo‘ldi va ular 1:1 nisbatda olingan natijadan ishonchsiz darajada yuqori edi. Shu bilan birga, kraxmal va albumin aralashmasi qo‘llanilganda, so‘lakning 60 daqiqa

ta'siridan so'ng, amilaza faolligi  $97 \pm 8,8\%$  ga teng bo'ldi, bu faqat kraxmaldan foydalangan holda shunga o'xshash ko'rsatkichdan ishonchli darajada past. Shuningdek, ishonchli darajada. 1:5 nisbatda kraxmal va albumin aralashmasining shunga o'xshash natijasidan yuqori, shuningdek, 1:1 nisbatda ishonchsiz yuqori bo'ldi. (2.7.B-rasm).

Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobin aralashmasiga so'lak amilazasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, ko'rsatkich faqat kraxmalning o'xshash natijasidan ishonchsiz darajada past bo'lganligi aniqlandi va  $89 \pm 8,1\%$  ni tashkil etdi. Bundan tashqari, amilaza faolligi 1: 5 nisbatdagi kraxmal va gemoglobin aralashmasi qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada yuqori bo'ldi va ularning 1:1 nisbatida ishonchsiz darajada yuqori bo'ldi. Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobin aralashmasi qo'llanilganda, so'lakning 60 daqiqa ta'siridan so'ng, faqat kraxmaldan foydalanilgan variant ko'rsatkichiga nisbatan amilaza faolligi  $95 \pm 8,7\%$  ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat kraxmal qo'llanilgan variantning shunga o'xshash natijasidan ishonchsiz darajada past bo'ldi. Kraxmal va gemoglobin aralashmasi 1:5 nisbatda qo'llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada, 1:1 nisbatda olingan variant natijasidan ishonchsiz darajada yuqori bo'ldi (2.7.V-rasm).

Tadqiqotda olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, kraxmalning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish so'lak amilazasi bilan kraxmalning gidrolizini kamayishiga olib keladi. Bu ta'sirlar asosan oqsilga nisbatan kraxmalning past konsentratsiyasida namoyon bo'ladi. Bu kraxmal gidrolizini oldini oluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga, shuningdek, kraxmalga nisbatan oqsilning yuqori konsentratsiyasiga, kraxmal-oqsil kompleksida so'lak amilazasining kraxmalga kirishini kamaytirishga bog'liq bo'lishi mumkin. Kraxmal va oqsil nisbatida kraxmal miqdorini ortishi kraxmal gidrolizining ishonchli darajada ortishiga olib keladi. Bu so'lak amilazasining kraxmalga kirishining ortishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Kraxmal gidrolizini kamaytirish kraxmal-oqsil komplekslari miqdorining ortishi so'lak amilazasining kraxmalga kirishiga to'sqinlik qiladi. Bundan xulosa qilish mumkinki, kraxmalni so'lak

amilazasi tomonidan gidrolizi kraxmalning oqsillar bilan o‘zaro ta’sirida kraxmal-oqsil komplekslari hosil bo‘lishi hamda kraxmalning oqsilga nisbatan konsentratsiyasiga bog‘liq. Uning konsentratsiyasi pasayishi esa so‘lak amilazasining kraxmalga kirishiga to‘sqinlik qilishi mumkin.

Kraxmalning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish, kraxmal gidrolizlanishiga to‘sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishi tufayli, kraxmalning so‘lak amilazasi bilan gidrolizlanishini kamaytirishga olib keladi va kraxmal-oqsil kompleksida so‘lak amilazasining kraxmalga kirishini kamaytiradi. Kraxmal va oqsil nisbatida kraxmal miqdorining ko‘payishi kraxmal gidrolizining kuchayishiga olib keladi. Bu so‘lak amilazasining kraxmal-oqsil kompleksidagi kraxmalga kirishining ortishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, kraxmalning so‘lak amilazasi bilan gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishi natijasida kraxmalning oqsillar bilan o‘zaro ta’siriga, shuningdek, so‘lakning kirishiga to‘sqinlik qilishi mumkin bo‘lgan oqsil miqdorining ko‘payishiga bog‘liq.

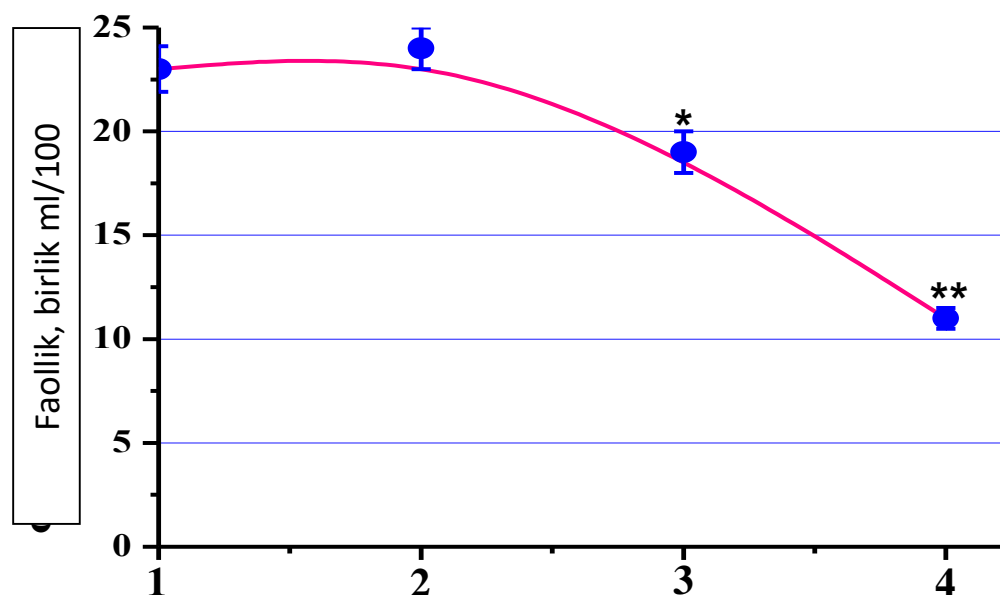
## **2.7-§. Saxarozaning so‘lak amilolitik va oshqozon shirasi proteolitik faolligining o‘zgarishiga ta’siri**

Polisaxaridlar bilan bir qatorda, inson oziqlanishida katta ahamiyatga ega bo‘lgan oligosaxaridlar guruhidan bo‘lgan saxaroza oqsillar bilan [8; 261-270-b.], hamda kraxmal [25; 1604-1608-b.] bilan o‘zaro ta’sir qila olishi, shuningdek saxarozaning konsentratsiyasi bilan chizikli bog‘liqlikda turli xil eruvchan fermentlarning faolligiga ta’sir qilishi mumkinligi aniqlandi. [60; 248-256-b., 5; 53-63-b.].

Shuning uchun saxarozaning so‘lak amilazasi va oshqozon shirasining proteolitik faolligi o‘zgarishiga ta’sirini o‘rganish alohida qiziqish uyg‘otdi. Kraxmal va saxaroza aralashmasining so‘lakning amilolitik faolligiga ta’siri o‘rganilgan 600 *in vitro* biokimyoviy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, substrat sifatida faqat kraxmal qo‘llanilganda so‘lak amilazasining faolligi  $23 \pm 1,7$  birlik/ml x 100 bo‘lganligi aniqlandi. Shu bilan birga, substrat sifatida kraxmal va saxarozaning

1:1 nisbati qo'llanilganda faqat kraxmaldan foydalanishga nisbatan amilolitik faollikda ishonchli o'zgarishlar kuzatilmadi va u  $24 \pm 1,6$  birlik/ml x 100 ga teng bo'ldi. Shunga o'xshash substrat 1:5 nisbatda qo'llanilganda esa amilaza ko'rsatkichi ishonchsiz darajada  $19 \pm 1,3$  birlik /ml x 100 gacha pasayishiga sabab bo'ldi. Shunga o'xshash substrat 1:10 nisbatda qo'llanilganda esa amilolitik faollik ishonchli tarzda  $11 \pm 0,7$  birlik /ml x 100 gacha pasaydi. (2.8-rasm).

Shuningdek, ushbu tadqiqotlar natijalari faqat kraxmaldan foydalanilganda so'lak amilaza faolligining eng maksimal ko'rsatkich pH 6,5 ga teng bo'lganda 100 %, pH 7da ( $92 \pm 7,8$  %), shuningdek, pH 6 ( $95 \pm 8,3$  %)larda tashkil etdi.



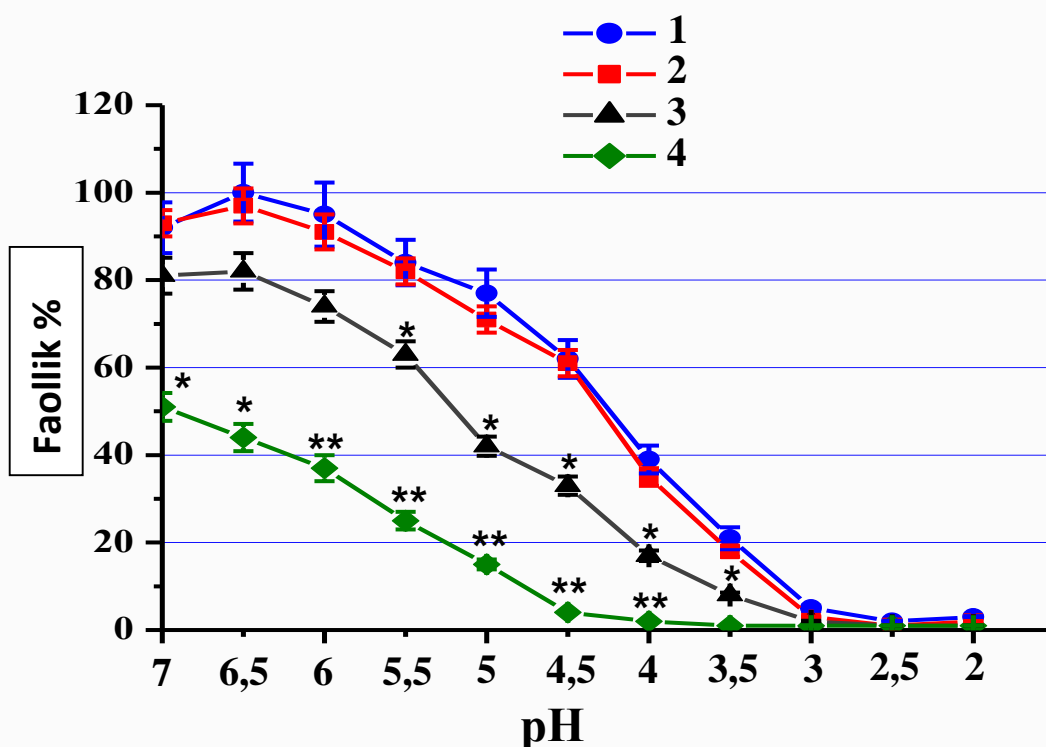
**2.8-rasm.** So'lak amilaza faolligining saxaroza ta'sirida o'zgarishi  
1-Susbrat sifatida kraxmal, 2- kraxmal va saxaroza 1:1, 3- 1:5, 4- 1:10 nisbatda qo'llanilgan.

Substrat sifatida faqat kraxmal qo'llanilgan natijaga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

pH 5,5 ( $84 \pm 7,2$  %) va 5 ( $77 \pm 6,4$ %) qiymatida amilaza faolligining yaqqol, ammo, uning maksimal qiymatiga nisbatan ishonchsiz pasayishi qayd etildi. Shu bilan birga, pH qiymatlari 4,5 ( $62 \pm 5,3$  %) va 4 ( $39 \pm 2,8$  %) ga teng bo'lganda, amilaza faolligining maksimal qiymatiga nisbatan ishonchli darajada pasayishi

kuzatildi. pH 3,5 ( $21 \pm 1,6\%$ ) da amilolitik faollik past darajada saqlanib qoldi va pH 3 da ( $5 \pm 0,3\%$ ) yaqqol bo'lmadi, pH 2,5 va 2 da umuman yo'q (2.9-rasm).

Substrat sifatida kraxmal va saxaroza 1:1 nisbatda qo'llanilganda 2 dan 7 gacha bo'lgan turli pH muxitida so'lak amilaza faolligining o'zgarishi dinamikasi aniqlandi. Shu bilan birga, turli pH qiymatlarida amilaza faolligining barcha natijalari, substrat sifatida faqat kraxmal qo'llanilgan ko'rsatkichlardan ishonchli darajada farq qilmadi (2.9-rasm).



**2.9-rasm.** pH 2 dan 7 gacha bo'lgan turli muxitlarda so'lak amilaza faolligining saxaroza ta'sirida o'zgarishi. 1-Substrat sifatida kraxmal, 2-kraxmal va saxaroza 1:1, 3-1:5, 4-1:10 nisbatlarda qo'llanilgan .

Substrat sifatida faqat kraxmal qo'llanilgan natijalarga nisbatan ishonchli darajada farq qiluvchi qiymatlar (\*  $P < 0.001$ ; \*\*  $P < 0.001$ ;  $n = 10$ ).

pH muxitida so'lak amilaza faolligidagi o'zgarishlarning yaqin dinamikasi substrat sifatida kraxmal va saxaroza 1:5 nisbatda qo'llanilganda qayd etildi, ammo barcha ko'rsatkichlar turli pH muxitida amilaza faolliqi dinamikasidagi o'zgarishlarning barchasi substrat sifatida faqat kraxmal qo'llanilgan variantlarning natijalaridan past bo'ldi. Shu bilan birga, substrat sifatida faqat kraxmal

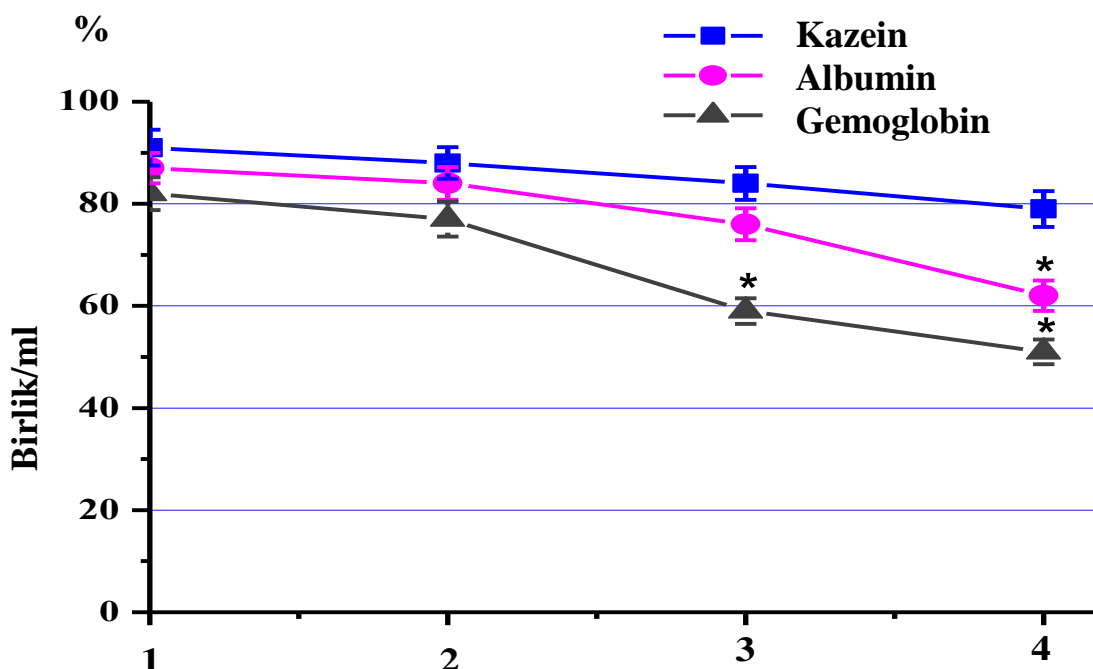


qo'llanilgan variantning maksimal 100% ko'rsatkichiga nisbatan so'lak amilaza faolligining eng katta ko'rsatkichi pH 7 ( $81 \pm 7,2\%$ ) da kuzatildi va pH 6 da ( $74 \pm 6,1\%$ ) da bo'lib, faqat kraxmaldan foydalangan holdagi amilaza faolligidan ishonchli darajada pasayishi kuzatildi. Shu bilan birga, pH 5,5 ( $63 \pm 5,4\%$ ) va 5 ( $42 \pm 6,4\%$ ) qiymatida faqat kraxmaldan foydalanilgan variantga qaraganda amilaza faolligi ishonchli pasayishi kuzatildi. Shu bilan birga, pH qiymati 4,5 ( $33 \pm 2,5\%$ ) va 4 ( $17 \pm 1,5\%$ ) va 3,5 ( $8 \pm 0,5\%$ ) bilan faqat kraxmaldan foydalangan holda amilaza faolligining yanada ishonchli pasayishi kuzatildi va pH 3, 2,5, 2 qiymatlarda so'lak amilazasining faolligi kuzatilmadi (2.9-rasm).

Substrat sifatida 1:10 nisbatdagi kraxmal va saxarozadan foydalanilganda faqat kraxmal qo'llanilgan variantlarga qaraganda amilaza faolligining ko'rsatkichlari past bo'ldi. Shu bilan birga, amilaza faolligi dinamikasi pasayishi yanada yaqqolroq bo'ldi. Substrat sifatida faqat kraxmaldan foydalanilgan variant natijasiga nisbatan pH 7 ( $51 \pm 4,3\%$ ) da amilaza faolligining ishonchli pasayishi kuzatildi. 1:10 nisbatda kraxmal va saxaroza substrati qo'llanilganda bu natija maksimal darajada bo'ldi. Keyinchalik pH 4 ga pasayishi bilan so'lak amilaza faolligining faqat kraxmal qo'llanilgan natijalarga nisbatan asta-sekin ishonchli pasayishi kuzatildi va pH 4 dan 2 ga pasayganda amilolitik faollik aniqlanmadi (2.9-rasm).

Substrat sifatida kazein, albumin va gemoglobin oqsillari qo'llanilgan variantlarda saxarozaning oshqozon shirasi UPF ga ta'sirini tadqiq etish bo'yicha olingan natijalar substrat sifatida faqat kazein qo'llanilganda UPF  $91 \pm 8,7$  birlik/ml bo'lganligi aniqlandi. Kazein va saxaroza substratidan 1:1 nisbatda qo'llanilganda esa, bu ko'rsatkich  $88 \pm 7,9$  birlik/ml ga teng bo'ldi va bu holat, faqat kazein qo'llanilgan variant natijasidan ishonchsiz past bo'ldi. Substrat sifatida 1:5 nisbatdagi kazein va saxaroza qo'llanilganda, UPF  $84 \pm 7,5$  birlik/ml ni tashkil etdi va 1:10 nisbatda esa bu ko'rsatkich  $79 \pm 7,1$  birlik/ml ga teng bo'ldi, bu faqat kazein qo'llanilgan variant ko'rsatkichi natijasidan ishonchsiz darajada past bo'ldi (2.10-rasm).

UPF ning bunday o'zgarish dinamikasi substrat sifatida albumin va saxarozadan foydalanilganda qayd etildi. Bunda, substrat sifatida faqat albumin qo'llanilganda UPF faqat kazein qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli past bo'lmadi va  $87 \pm 7,6$  birlik/ml ni tashkil etdi. 1:1 nisbatdagi albumin va saxaroza aralashmasidan foydalanilganda UPF  $84 \pm 7,3$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat albumin qo'llanilgan variant ko'rsatkichidan ishonchli bo'lmagan darajada va 1:1 nisbatda qo'llanilgan kazein va saxaroza natijasidan ishonchli bo'lmagan darajada past bo'ldi. Substrat sifatida 1:5 nisbatdagi albumin va saxarozadan foydalanish UPF ning kazein va saxarozani 1:5 nisbatda qo'llash variantiga nisbatan ham, faqat albuminni qo'llash variantiga nisbatan ham, ishonchli kamayishini keltirib chiqardi va  $77 \pm 6,8$  birlik/ml ni tashkil etdi. Albumin va saxarozaning 1:10 nisbatida  $62 \pm 5,4$  birlik/ml ko'rsatkichga ega bo'ldi. Bu ko'rsatkich faqat albumin qo'llanilgan variantning, shuningdek albumin va saxarozaning 1:10 nisbati qo'llanilgan variantning ko'rsatkichlaridan ishonchsiz darajada past bo'ldi. (2.10-rasm).



**2.10-rasm.** UPF ni saxaroza ta'sirida o'zgarishi. Substrat sifatida kazein, albumin, gemoglobin oqsillarini turli nisbatlari: 1-faqat oqsil, 2-oqsil va saxaroza 1:1, 3- oqsil va saxaroza 1:5 nisbatda, 4- oqsil va saxaroza 1:10 nisbatlarda qo'llanildi.

Faqat oqsil substrat sifatida qo'llanilgandagi ko'rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farqlanuvchi qiymatlar (\*P <0.05; n = 10).

Substrat sifatida kazein va saxaroza qo'llanilgandagi ko'rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farq qiluvchi qiymatlar (\*P <0.05; n = 10).

Gemoglobin va saxarozaning 1:10 nisbati UPF o'zgarishlari xuddi yuqorida ko'rsatilgandek yaqinlik kasb etdi. Substrat sifatida faqat gemoglobin qo'llanilganda, UPF faqat kazein qo'llanilgan variant ko'rsatkichlardan ishonchli darajada past bo'ldi va  $82 \pm 7,8$  birlik/ml ni tashkil etdi. Gemoglobin va saxaroza 1:1 nisbatda olinganda UPF  $77 \pm 6,9$  birlik/ml ni tashkil etdi va bu ko'rsatkich faqat gemoglobinning natijasidan ishonchli bo'lmagan darajada past bo'ldi. Gemoglobin va saxarozadan 1:5 nisbatda foydalanilganda UPF  $59 \pm 5,2$  birlik/ml gacha pasaydi va bu ko'rsatkich faqat gemoglobinni qo'llash natijasidan ham, kazein va saxarozani 1:5 nisbatda qo'llash natijasidan ham ishonchli pasayish hosil qildi. Bundan tashqari, 1:10 nisbatida gemoglobin va saxarozani substrat sifatida foydalanish  $51 \pm 4,3$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu faqat gemoglobinni qo'llash bilan bir qatorda 1:10 nisbatida va saxarozani qo'llash bilan bir xil ko'rsatkichdan ishonchli darajada past bo'ldi.(2.10-rasm).

Olingan tadqiqot natijalaridan ma'lum bo'lishicha, kraxmal saxaroza bilan qo'llanilganda, uning yuqori konsentratsiyasida saxaroza so'lak amilzasining faolligini kamaytirishi mumkinligi ko'rsatildi. Bundan tashqari, yuqori konsentratsiyalarda saxaroza barcha pH qiymatlarida so'lak amilzasining faolligini ishonchli darajada kamaytirishi mumkinligi aniqlandi. Bundan tashqari, substrat sifatida turli xil oqsillar va saxaroza birga qo'llanilganda, ayniqsa, saxarozaning yuqori konsentratsiyasida, u oshqozon shirasining UPF faolligiga unchalik ta'sir qilmasligi, balki oqsillarning xususiyatlariga ko'proq ta'sir qilishi va oshqozon shirasining proteazalari ta'sirida ularning gidrolizlanishini o'zgartirishi aniqlandi.

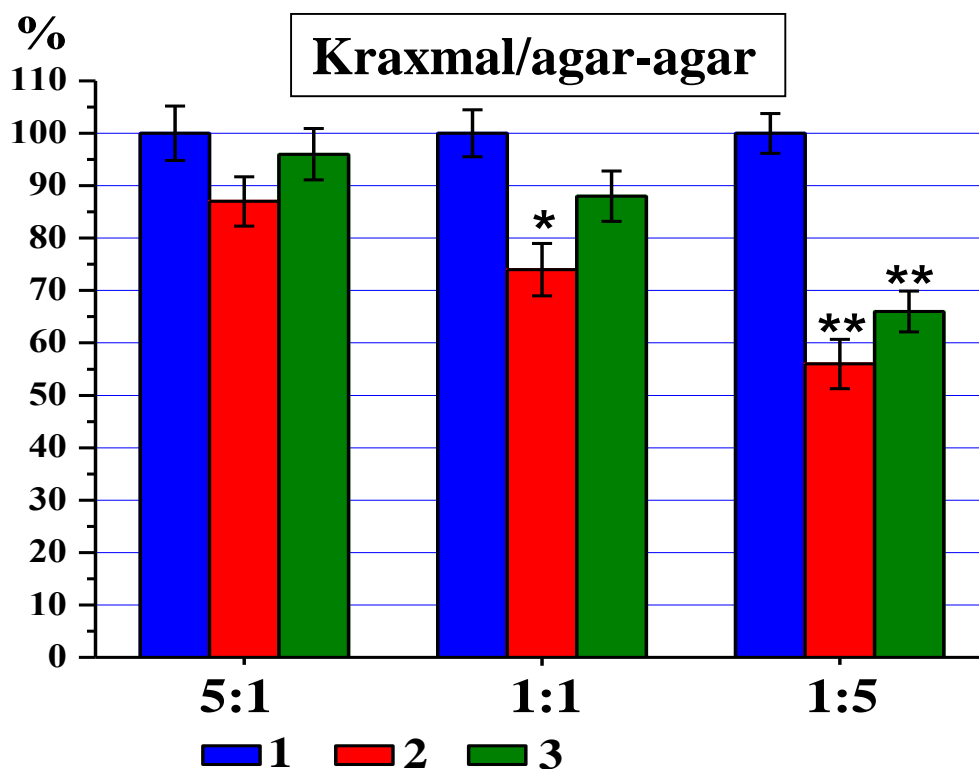
## **2.8-§. So‘lakning amilolitik va oshqozon shirasining proteolitik faolligi o‘zgarishiga agar-agar polisaxaridining ta’siri**

Oziq-ovqat sanoatida polisaxaridlardan kraxmalga qo‘shimcha ravishda, oziq-ovqat mahsulotlarining tuzilishi va barqarorligini yaxshilash uchun ishlatiladigan hazm bo‘lmaydigan polisaxaridlarni o‘rganish katta qiziqish uyg‘otadi. Ular aminokislotalarning biologik ta’sirchanligini o‘zgartiradi va shuning uchun oqsilning hazm bo‘lishini kamaytiradi [84; 3857-3865-b.]. Ularning oshqozon-ichak traktidagi proteolitik fermentlarning faolligini qisman ingibirlash qobiliyati ham ko‘rsatilgan [58; 399-407-b.]. Bundan tashqari, modellashtirilgan oshqozon sharoitida zardob oqsili va alginatning nanozarralari hazm bo‘lmaydigan polisaxarid zardob oqsillarini pepsin tomonidan hazm bo‘lishidan yuqori darajada himoya qilishni ko‘rsatdi [72; 10-18-b.].

Hazm bo‘lmaydigan polisaxaridlar ichida ayniqsa, jelatin o‘rnini bosuvchi, sho‘rvalar, meva konservalari, muzqaymoq va boshqa shirinliklar uchun qo‘yuqlashtiruvchi sifatida ishlatiluvchi agar-agar alohida qiziqish uyg‘otadi. Ammo oqsil-agar kompleks hosil bo‘lishi bilan bog‘liq tadqiqotlar juda kam va ma’lumki, asosan jelatin-agar tizimlari o‘rganilgan [16; 12027-12035-b., 106; 301-307-b., 101; 1-9-b.].

Agar-agarining so‘lak amilaza faolligi va oshqozon shirasining proteolitik faolligidagi o‘zgarishlarga ta’sirini o‘rganish qiziqish uyg‘otdi. Faqat kraxmaldan foydalanishga nisbatan substrat sifatida 5:1 nisbatda kraxmal va agar-agar 30 daqiqa so‘lak bilan inkubatsiyadan so‘ng so‘lak amilazasining faolligi  $87 \pm 8,3$  % ni va 60 daqiqa inkubatsiyadan keyin  $96 \pm 8,9$  % ni tashkil etdi. Shu bilan birga, substrat sifatida 1:1 nisbatda kraxmal va agar-agar 30 daqiqa inkubatsiyadan so‘ng so‘lak amilazasining faolligi ishonchli darajada past bo‘ldi va faqat kraxmal qo‘llanilganga nisbatan natija  $74 \pm 6,8$  % ni tashkil etdi. 60 daqiqa inkubatsiyaning natijasi faqat kraxmaldan foydalanishga nisbatan ishonchsiz darajada  $88 \pm 8,2$  % ni tashkil etdi. Shu bilan birga, kraxmal va agar-agar 1:5 nisbatda substrat sifatida

qo'llanilganda so'lak amilazasining faolligi 30 daqiqalik inkubatsiyada faqat kraxmaldan foydalanishga nisbatan ishonchli darajada past bo'ldi va  $56 \pm 5,1$  % ni tashkil etdi, 60 daqiqa inkubatsiya qilinganda u faqat kraxmal qo'llanilganga qaraganda ishonchli darajada pastroq bo'ldi va  $66 \pm 6,2$  % ni tashkil etdi (2.11-rasm).



**2.11-rasm.** So'lak amilaza faolligini agar-agar ta'sirida o'zgarishi. Substrat sifatida kraxmal + agar-agar 5:1, 1:1, 1:5 nisbatda qo'llanildi.

- 1- faqat kraxmal qo'llanilganda amilolitik faollik 100% deb olingan.
- 2- kraxmal + agar-agar 30 daqiqa inkubatsiya qilinganda amilolitik faollik.
- 3- kraxmal + agar-agar 60 daqiqa inkubatsiya qilinganda amilolitik faollik.

Substrat sifatida faqat kraxmalni qo'llashga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*\*  $P < 0.001$ ; \*  $P < 0.05$ ;  $n = 10$ ).

Bundan tashqari, agar-agar va kazeinning o'zaro ta'sirini oshqozon shirasi faolligiga ta'siri o'rganildi. Kraxmal va kazein 1:5 bo'lganida, agar-agar va kazeinni birgalikda oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng UPF faqat

kazein qo'llash natijalariga nisbatan  $77\pm 6,9$  % ni tashkil etdi. Bu faqat kazein bilan solishtirganda ishonchsiz darajada past bo'ldi. Shu bilan birga, agar-agar va kazeinga 60 daqiqa davomida oshqozon shirasi bilan inkubatsiya qilinganda olingan natija  $89\pm 8,2$  % ni tashkil etdi, bu ham faqat kazein substrati natijasidan ishonchsiz darajada past bo'ldi. (2.12.A-rasm).

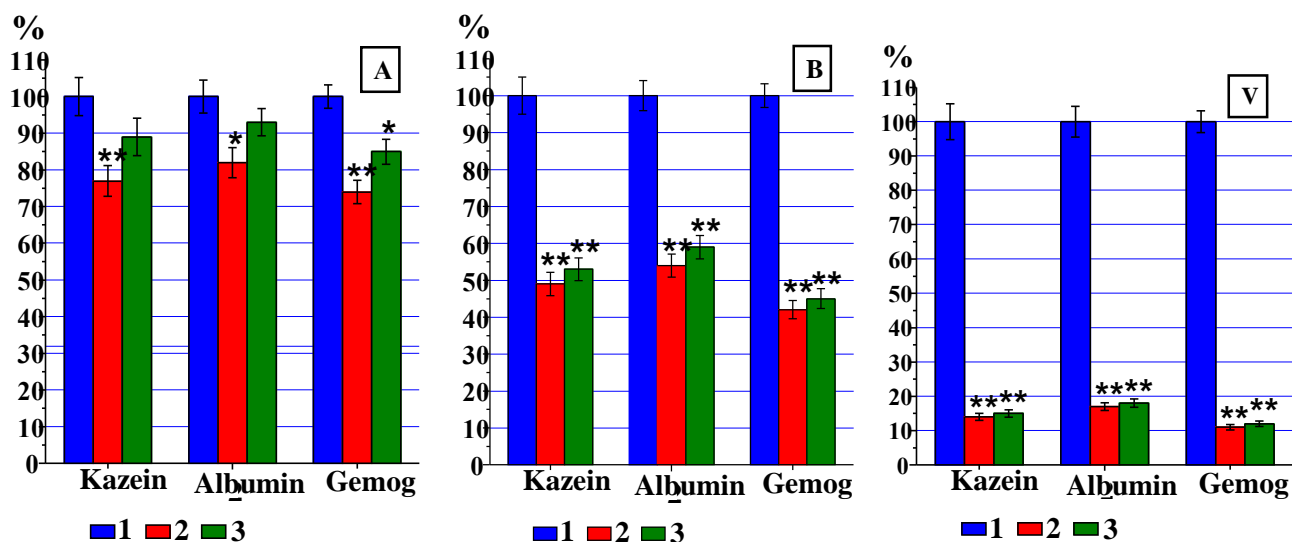
Agar-agar va albuminning o'zaro ta'sirining oshqozon shirasi UPF ga ta'sirini o'rganishda, agar-agar va albumin nisbati 1:5 bo'lganda, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan keyin UPF ko'rsatkichi faqat albuminni qo'llash natijasiga nisbatan ishonchsiz darajada past bo'ldi va  $82\pm 7,5$  % darajani tashkil etdi. Shu bilan birga, agar-agar va albumin aralashmasiga 60 daqiqa davomida oshqozon shirasi ta'sir qilgandan so'ng, UPF  $93\pm 8,6$  % ni tashkil etdi. Shu bilan birga, bu natija faqat albumin qo'llanilgan variantning o'xshash ko'rsatkichidan ishonchsiz darajada pastroq bo'ldi (2.12.A-rasm).

Olingan tadqiqot natijalarining o'zaro yaqin yo'nalishli ekanligi oshqozon shirasining UPF darajasi va 1:5 nisbatdagi agar-agar va gemoglobinning o'zaro ta'siri asosida aniqlandi. Bunda, oshqozon shirasining 30 daqiqalik ta'siridan keyin UPF indeksi faqat gemoglobinni qo'llash varianti bilan o'xshash natijadan ishonchli darajada past  $74\pm 6,9$ % bo'ldi. Shu bilan bir vaqtda, agar-agar va gemoglobin aralashmasi qo'llanilganda oshqozon (oshqozon) shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng, bu ko'rsatkich  $85\pm 7,9$ % darajasiga to'g'ri keldi, bu faqat gemoglobin qo'llanilgan variant natijasiga qaraganda ishonchsiz darajada past bo'ldi. ( 2.12.A-rasm).

Agar-agar va kazeinning 1:1 nisbatda oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan keyin UPF  $49\pm 4,2$  % ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat kazein qo'llanilgan variantning natijasidan ahamiyatli va ishonchli darajada past. Agar-agar va kazein 1:5 nisbatda qo'llanilganda ham o'xshash natijadan ancha past bo'ldi. Shu bilan birga, agar-agar va kazeinga oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng UPF  $53\pm 4,7$ % ni tashkil etdi, bu substrat sifatida faqat kazein qo'llash bilan o'xshash natijadan ishonchli darajada past bo'ldi, shuningdek, agar-

agar va kazein aralashmasi 1:5 nisbatda qo'llanilgan variantdagi shunga o'xshash natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi. (3.12B-rasm).

Bundan tashqari, agar-agar va albumin 1:1 nisbatda qo'llanilganda, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF faqat albuminni qo'llash bilan bir xil natijadan ishonchli darajada past bo'ldi va  $54 \pm 4,7\%$  ni tashkil etdi. Bu natija ishonchli darajada past edi.



**2.12-rasm.** UPF ni agar-agar ta'sirida o'zgarishi. Substrat sifatida agar-agarning kazein, albumin va gemoglobulin oqsillari bilan aralashmasidan **A** - 1:5, **B** - 1:1, **V** - 5:1 nisbatlarda foydalanildi:

**1-** UPF oshqozon shirasi bilan oqsil qo'llanganda 100% sifatida qabul qilingan. oshqozon shirasi + kazein, albumin + gemoglobulin aralashmasining UPF. **2-** agar-agar + kazein, agar-agar + albumin va agar-agar + gemoglobulin aralashmasi, oshqozon shirasi bilan 30 daqiqa inkubatsiyadan so'ng UPF ning %. **3-** agar-agar + kazein, agar-agar + albumin va agar-agar + gemoglobulin aralashmalari oshqozon shirasi bilan 60 daqiqa inkubatsiyadan so'ng UPF ning %.

Substrat sifatida faqat oqsil qo'llangan natijaga nisbatan UPF o'zgarishining ishonchli darajada farqli qiymatlari (\*P < 0.05; \*\* P < 0.001; n = 10).

Bu natija faqat albumin qo'llanilgan natijasiga nisbatin ishonchli darajada past shuningdek, agar-agar va albuminni 1:5 nisbatda birgalikda qo'llash natijasidan ishonchsiz darajada past bo'ldi. Bundan tashqari, agar-agar va albumin

aralashmasiga 60 daqiqa davomida oshqozon shirasi ta'sir qilgandan so'ng, UPF ko'rsatkichi  $59 \pm 5,1\%$  ni tashkil etdi, bu faqat albumin qo'llanilgan variant natijasidan ishonchli darajada past edi shuningdek, 1:5 nisbatda qo'llanilgan agar-agar va albumin aralashmasining natijasidan ham ishonchli darajada past bo'ldi. (2.12B-rasm).

Olingan ma'lumotlardan ma'lum bo'ldiki, agar-agar va gemoglobinning 1:1 nisbatdagi aralashmasi oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF substrat sifatida faqat gemoglobin qo'llanilgan natijadan ishonchli darajada past bo'ldi va  $42 \pm 3,6\%$  ni tashkil etdi. Bundan tashqari, bu natija agar-agar va gemoglobinni 1:5 nisbatda qo'llashda olingan natijadan ishonchsiz darajada past bo'ldi. Shu bilan birga, agar-agar va gemoglobin aralashmasi qo'llanilganda oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng UPF darajasi  $45 \pm 3,7\%$  ni tashkil etdi, bu natija faqat gemoglobin qo'llanilgan natijadan ishonchli darajada past bo'ldi, bundan tashqari, 1:5 nisbatda agar-agar va gemoglobin aralashmasi qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada ozroq bo'ldi (2.12.B-rasm).

Agar-agar va kazein aralashmasining 5:1 nisbatda ta'sirini o'rganish natijalariga ko'ra, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF  $14 \pm 1,1\%$  ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat kazein qo'llanilgan variantning natijalaridan ahamiyatli va ishonchli darajada past bo'ldi. Bundan tashqari, bu ko'rsatkich agar-agar va kazein aralashmasidan 1:5 va 1:1 nisbatda foydalanilgan holdagi shunga o'xshash natijadan ishonchli darajada past. Shu bilan birga, agar-agar va kazein aralashmasidan foydalanilganda oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng UPF  $1,5$   $1,2\%$  ni tashkil etdi, bu faqat kazeindan foydalanilgan variantdagi natijadan ishonchli darajada past, shuningdek 1:5 va 1:1 nisbatda agar-agar va kazein aralashmasi qo'llanilishining shunga o'xshash natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi (2.12.B-rasm).

Bundan tashqari, agar-agar va albuminni 5:1 nisbatda birgalikda qo'llash oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF ning o'zgarishiga sabab bo'lganligi aniqlandi, bu faqat albumin qo'llanilgan variantning o'xshash



natijasidan ishonchli darajada past edi va  $17 \pm 1,4$  % ni tashkil etdi. Bu natija faqat albuminni qo'llash bilan o'xshash natijadan ishonchli darajada past bo'ldi. Agar-agar va albuminni 1:5 va 1:1 nisbatda qo'llash bilan bir xil natijadan ishonchsiz darajada past bo'ldi. Shu bilan birga, agar-agar va albumin aralashmasi qo'llanilganda, oshqozon shirasining 60 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF  $17,6 \pm 1,5$  % ni tashkil etdi, bu natija faqat albumin qo'llangan shunga o'xshash ko'rsatkichdan ishonchli darajada past. Shuningdek 1:5 nisbatdagi va 1:1 nisbatdagi agar-agar va albumin aralashmasi qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi. (2.12.B-rasm).

Shu bilan birga, agar-agar va gemoglobin aralashmasidan 5:1 nisbatda foydalanilganda, oshqozon shirasining 30 daqiqa ta'siridan so'ng, UPF faqat gemoglobinnikidan ishonchli darajada past  $11 \pm 0,8$  % bo'ldi. Bundan tashqari, agar-agar va gemoglobin aralashmasidan 1:5 va 1:1 nisbatda qo'llanganda UPF ishonchli darajada pastroq bo'ldi. Shuningdek agar-agar va gemoglobin aralashmasidan foydalanilganda oshqozon shirasi 60 daqiqa davomida ta'sir qilgandan so'ng, UPF  $12 \pm 0,9$  % ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich faqat gemoglobin qo'llanilgan variantdagi shunga o'xshash natijadan agar-agar va gemoglobin aralashmasi 1:5 va 1:1 nisbatda qo'llanilgan variantning natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi (2.12.B-rasm).

Olingan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, agar-agar bilan oqsillar aralashmasi oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamaytirishga olib keladi ayniqsa, uning konsentratsiyasi oqsilga nisbatan ortiq bo'lganda. Bu agar-agar-oqsil kompleksida oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishini kamaytirish orqali, oqsillarning gidrolizlanishiga to'sqinlik qiluvchi agar-agar-oqsil komplekslarining shakllanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Agar-agar va oqsil nisbati agar-agar ko'payishi yo'nalishi bo'yicha ortishi bilan, u oqsil gidrolizining qo'shimcha pasayishiga olib keladi. Bu agar-agar miqdorining ko'payishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Agar-agar-oqsil kompleksidagi oqsillarga to'sqinlik qilishdan tashqari, oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishining qo'shimcha

pasayishi mumkin. Shunday qilib, oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslari hosil bo'lishi natijasida, agar-agarning oqsillar bilan o'zaro ta'siriga, shuningdek agar-agar miqdoriga bog'liq bo'lib, uning konsentratsiyasining ortishi ham hissa qo'shadi. Oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishiga to'sqinlik qiladi.

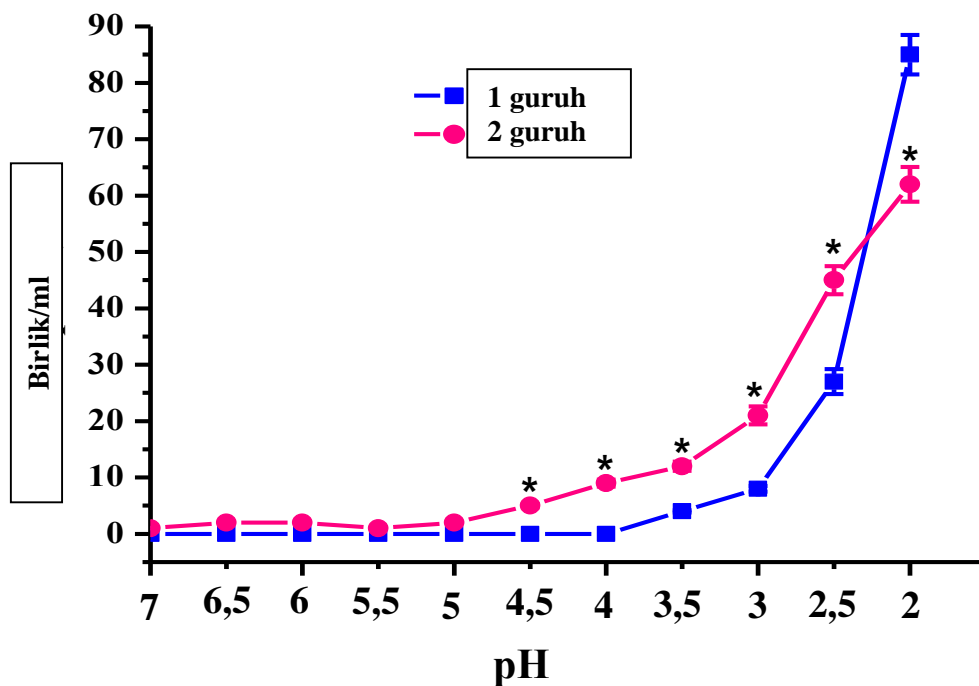
Agar-agarning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamayishiga olib keladi, chunki agar-agar - oqsil gidrolizini oldini oladigan agar-agar-protein komplekslari hosil bo'lishi va agar-agar oqsillarga oshqozon proteazalarining kirishini kamaytiradi. Agar-agar va oqsil nisbatida agar-agar ulushi ko'payishi oqsil gidrolizining qo'shimcha pasayishiga olib keladi, bu oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishini qo'shimcha ravishda kamaytirishi mumkin. Bu esa oqsillar gidroliziga to'sqinlik qiladi. Shunday qilib, oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizi agar-agar-oqsil komplekslarining hosil bo'lishi natijasida, agar-agarning oqsillar bilan o'zaro ta'siriga, shuningdek agar-agar miqdorining ko'payishi oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishiga ham to'sqinlik qiladi.

### **2.9-§. Oshqozon proteaza sekreksiya darajasi har xil bo'lgan odamlarda oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi o'zgarishlarining xususiyatlari**

So'lak amilazasi ta'sirida oshqozonning turli pH muxitlarida proteaza ajralish darajasi har xil bo'lgan odamlarda oshqozon shirasining UPF o'zgarishini o'rganish, hamda UPF dagi o'zgarishlar kraxmalning oqsillar bilan o'zaro ta'siriga bog'liqligini aniqlash alohida qiziqish kasb etadi. Shu maqsadda, substrat sifatida kazein oqsili qo'llanib, oshqozon shirasining proteolitik faolligi ortgan (1-guruh) va pasayish (2-guruh) bo'lgan ikki guruh ob'ektlarida oshqozon UPF o'zgarishi pH 2-7 muxitlarida o'rganildi. Shuningdek, ushbu guruhlarda kraxmal va kazein, tuxum albumini va gemoglobin oqsillarining so'lak amilazasi ta'siri ostida UPF o'zgarishini o'rgandik.

Turli xil pH ning UPF ga ta'siri o'rganilgan 580 ta biokimyoviy *in vitro* sharoitida o'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, 1-guruh ob'ektlarida bu ko'rsatkichda pH ning 7 dan 4 gacha hech qanday o'zgarish yo'qligi aniqlandi, va nolga teng bo'ldi. pH ning 3,5 dan pastroq bo'lgan keyingi pasayishi bilan UPF ning ortishi qayd etildi. Bu pH 3,5 qiymatida  $4 \pm 0,2$  birlik/ml ga teng bo'ldi. Keyinchalik pH ning 3 ga pasayishi bilan  $8 \pm 0,5$  ga teng UPF ko'rsatkichi qayd etildi va pH 2,5 da bu ko'rsatkichning  $27 \pm 2,2$  birlik/ml gacha ko'tarilishi kuzatildi va pH 2 da UPF ning  $85 \pm 7,9$  birlik/ml ga ishonchli darajada ortishi kuzatildi.

2-guruh ob'ektlarida, 1-guruhdan farqli o'laroq, UPF yo'qligi pH 7 dan 5 gacha bo'lgan diapazonda kuzatildi. Shu bilan birga, pH 4,5 da UPF qiymati  $5 \pm 0,3$  birlik/ml ga teng bo'ldi, bu 1-guruhnikidan ishonchli darajada yuqori edi. pH ning yanada pasayishi bilan pH 4 da UPF indikator  $9 \pm 0,6$  birlik/ml darajasida edi, bu ham 1-guruhdan ishonchli darajada yuqori bo'ldi. 1-guruhning o'xshash natijalariga nisbatan yuqori ishonchli UPF ko'rsatkichlarining o'xshash yo'nalishi pH 3,5 da  $12 \pm 0,9$  birlik/ml ga, pH 3  $21 \pm 1,6$  birlik/ml ga va pH 2,5 da  $45 \pm 3,9$  birlik/ml ga teng. Biroq, pH 2 da UPF indeksi 1-guruhning o'xshash natijasidan ishonchli darajada past bo'ldi (2.13-rasm).



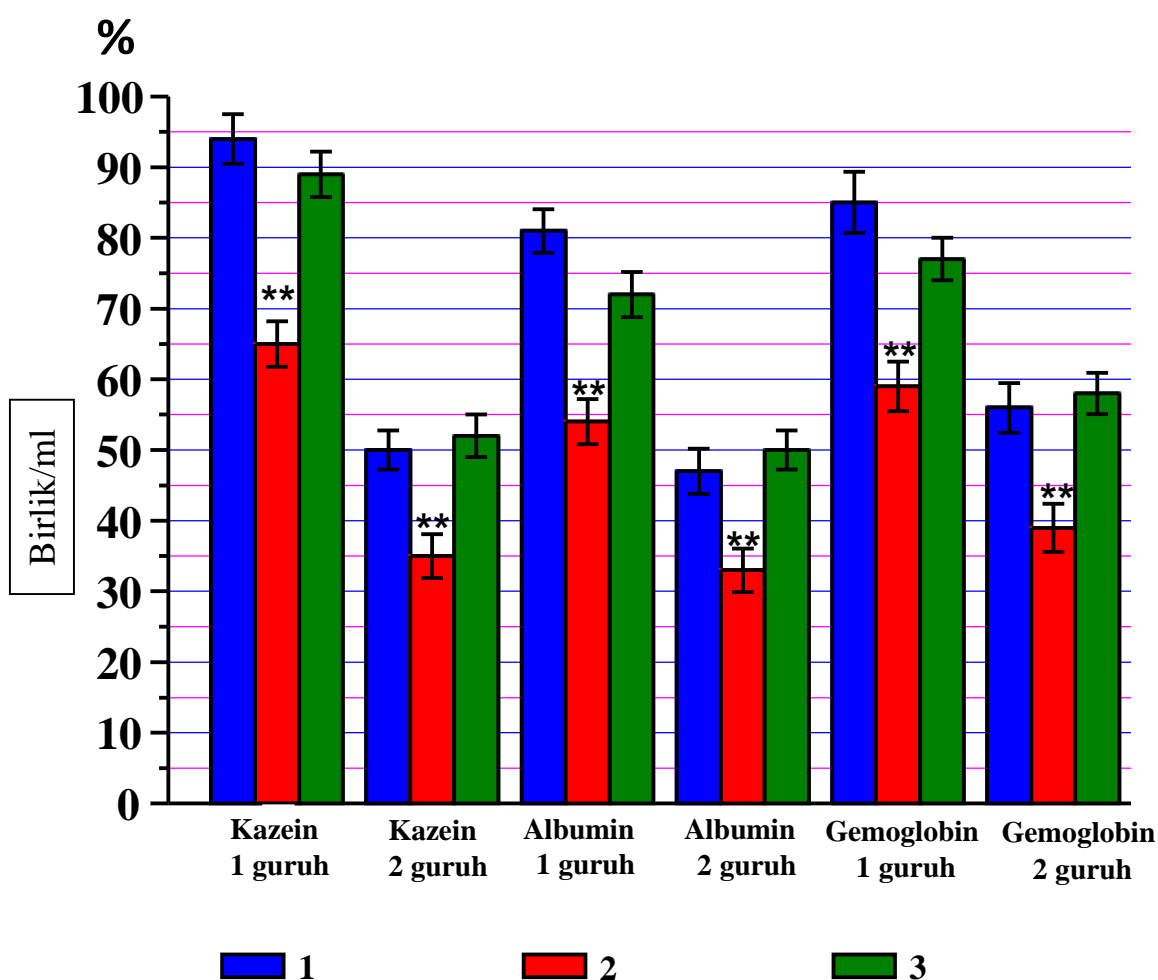
**2.13-rasm.** Oshqozon shirasining proteolitik faolligi kuchaygan va pasaygan odamlarda turli xil pH muxitlarida UPF ning o'zgarishi.

1-guruhning o'xshash natijalariga nisbatan UPF o'zgarishining ishonchli darajada farqli qiymatlari (\*  $P < 0.05$ ;  $n = 10$ ).

So'lak amilaza ta'sirida kraxmal va kazeinning o'zaro ta'siri natijasida UPF ning o'zgarishini o'rganish natijalariga ko'ra, tekshirilayotgan shaxslarning 1-guruhida substrat sifatida faqat kazein ishlatilganda UPF  $94 \pm 8,9$  birlik/ml ga teng ekanligi aniqlandi. Kraxmal va kazeinni 1:5 nisbatda birga inkubatsiyadan so'ng, bu ko'rsatkich ishonchli darajada kamaydi va  $65 \pm 6,2$  birlik/ml ga teng bo'ldi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein aralashmasini 1:5 nisbatda so'lak amilazasi bilan inkubatsiya qilgandan so'ng, UPF natijasi so'lak amilazasi bo'lmagan kraxmal va kazein ko'rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada ortdi va  $89 \pm 8,4$  birlik/ml darajani tashkil etdi. Shu orqali substrat sifatida faqat kazeinni qo'llash bilan deyarli bir hil bo'lgan UPF qiymatini ko'rsatdi. Shu bilan birga, 2-guruhning tekshirilgan shaxslarida, substrat sifatida faqat kazein ishlatilganda UPF indikatori  $50 \pm 4,7$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhning o'xshash natijasidan ishonchli darajada past. Substrat sifatida faqat kazeinni ishlatishga nisbatan ushbu guruhning 1:5 nisbatida kraxmal va kazeinning birgalikda

inkubatsiyasidan so‘ng, UPF indeksining  $35 \pm 2,9$  birlik/ml ga ishonchli pasayishi kuzatildi. Shu bilan birga, so‘lak amilaza ta‘sirida 1:5 nisbatda substrat kraxmal va kazeinni qo‘llash bilan so‘lak amilazasi bo‘lmagan kraxmal va kazein bilan solishtirganda UPF ning  $52 \pm 4,6$  birlik/ml ishonchli darajada ortishi kuzatildi. Bu UPF qiymatidan bir oz yuqori bo‘lgan, substrat sifatida faqat kazein ishlatilgan variant natijasidan ishonchli darajada farqlandi.(2.14-rasm).

Kraxmal va albumin kompleksi, so‘lak amilazasi ta‘siri ostida UPF o‘zgarishini o‘rganishda, tekshirilganlarning 1- guruhida substrat sifatida faqat albumindan foydalanganda UPF indeksi  $81 \pm 7,5$  birlik/ml ni tashkil etdi, kraxmal va albuminni 1:5 nisbatda substrat sifatida qo‘llanganda UPF natijasi ishonchli darajada kamaydi va  $54 \pm 5,1$  birlik/ml ga teng bo‘ldi. Shu bilan birga, kraxmal va albuminni so‘lak amilazasi bilan 1:5 nisbatda inkubatsiya qilgandan so‘ng, UPF ko‘rsatkichi so‘lak amilazasisiz kraxmal va albuminning o‘xshash natijalariga nisbatan ishonchli darajada ortdi va  $72 \pm 6,9$  birlik/ml darajasiga yetdi. Bu natija substrat sifatida faqat albumin qo‘llanilgan namunalar UPF qiymatidan biroz pastroq bo‘ldi.



**2.14-rasm.** So‘lak amilaza ta‘sirida oshqozon shirasining proteolitik faolligi kuchaygan (1-guruh) va pasaygan (2-guruh) odamlarda kraxmal va oqsillarni (kazein, tuxum albumini va gemoglobin) 1:5 nisbatda qo‘llanilganda UPF ning o‘zgarishi. **1**–oqsillarni oshqozon shirasi bilan inkubatsiyadan so‘ng UPF. **2**– kraxmal+oqsillar+oshqozon shirasi bilan inkubatsiyadan so‘ng UPF. **3**–kraxmal+oqsilni so‘lak bilan preinkubatsiyadan keyin oshqozon shirasi bilan inkubatsiyadan so‘ng UPF.

Substrat sifatida faqat oqsil qo‘llanganda UPF parametrlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*\*P<0.001; n =10). Substrat sifatida kraxmal va oqsil qo‘llanilganda UPF ko‘rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*\*P<0.001; n =10).

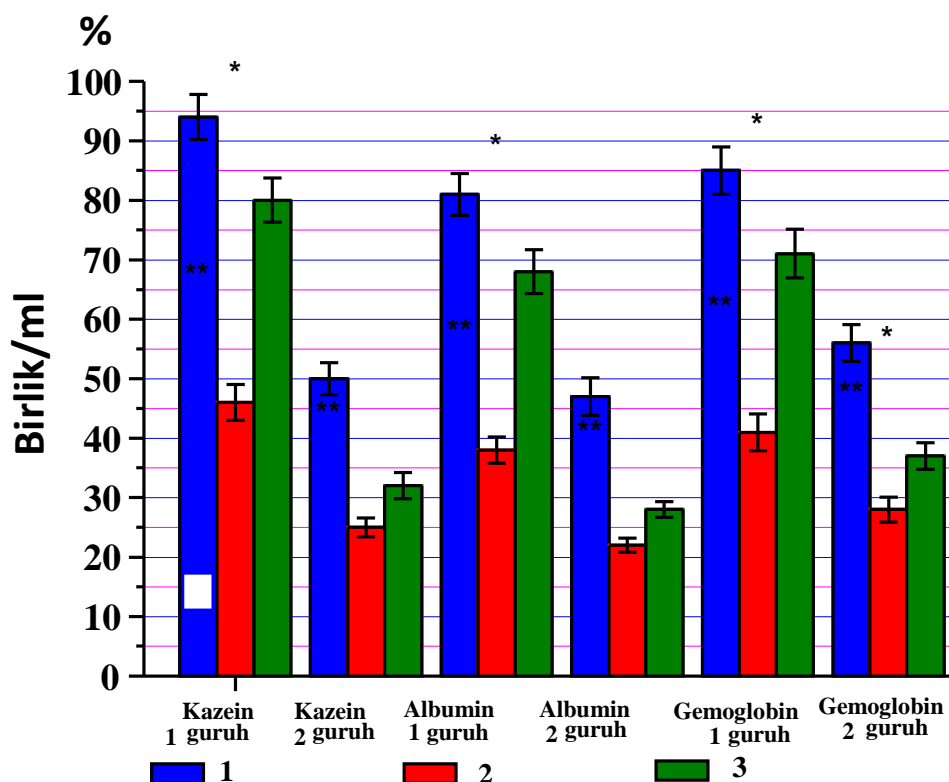
Shu bilan birga, 2-guruhdagi tekshirilgan shaxslarda substrat sifatida faqat albumin qo‘llanilganda UPF ko‘rsatkichi  $47 \pm 4,2$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhdagi natijadan ishonchli darajada past. Substrat sifatida kraxmal va albumindan foydalanish va inkubatsiya qilish orqali 2-guruhda 1:5 nisbatda, substrat sifatida faqat albumindan foydalanish bilan solishtirganda, UPF indeksining  $33 \pm 2,9$  birlik/ml ga ishonchli pasayishi kuzatildi. Shu bilan birga, so‘lak amilaza ta‘sirida 1:5 nisbatda kraxmal va albumin aralashmasi qo‘llanilganda, so‘lak amilazasi bo‘lmagan kraxmal va albumin natijalariga nisbatan UPF ning  $50 \pm 4,8$  birlik/ml ishonchli o‘shishi kuzatildi va substrat sifatida faqat albumin qo‘llanilgan namuna UPF qiymatlaridan ishonchli darajada ortmadi (2.14-rasm).

Kraxmal va gemoglobinning so‘lak amilazasi ta‘sirida UPF o‘zgarishini o‘rganishda, tekshirilganlarning 1-guruhida substrat sifatida faqat gemoglobin qo‘llanilganda, UPF  $85 \pm 7,9$  birlik/ml ga teng ekanligi aniqlandi. Kraxmal va gemoglobin substratining 1:5 nisbatida UPF ishonchli darajada kamaydi va  $59 \pm 5,4$  birlik/ml ni tashkil etdi. Shu bilan birga, kraxmal va gemoglobinni so‘lak amilazasi bilan 1:5 nisbatda qo‘llanilganda UPF indeksi so‘lak amilazasi bo‘lmagan kraxmal va gemoglobin ko‘rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farqlanmadi va  $77 \pm 7,4$  birlik/ml darajada bo‘ldi. Bu ko‘rsatkich substrat sifatida faqat gemoglobin ishlatilgan na‘muna UPF qiymatidan biroz pastroq. Shuningdek, 2-guruhda

tekshirilgan shaxslarda, substrat sifatida faqat gemoglobin qo'llanilganda UPF ning indeksi  $56 \pm 4,8$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhning o'xshash natijasidan ishonchli darajada past. Ushbu guruhda kraxmal va gemoglobin birgalikda 1:5 nisbatda qo'llanilgan na'munalarda, faqat gemoglobin qo'llanilgan namunadagi UPF natijasi  $39 \pm 3,2$  birlik/ml gacha ishonchli darajada pasaydi. So'lak amilazasi ta'sirida kraxmal va gemoglobinni 1:5 nisbatda qo'llanilgan na'munular, so'lak amilazasi bo'lmagan kraxmal va gemoglobin aralashmasi na'munalarining UPF ko'rsatkichi bilan solishtirganda  $58 \pm 5,4$  birlik/ml ga teng bo'ldi, va ishonchli darajada ortishi qayd etildi. Ushbu ko'rsatkich, substrat sifatida faqat gemoglobin ishlatilgan namunalar UPF indeksidan ishonchli darajada farqlanmadi (2.14-rasm).

Bundan tashqari, so'lak amilaza ta'sirida kraxmal va kazeinning o'zaro ta'sirida UPF ning o'zgarishini o'rganish asosida, substrat sifatida faqat kazein ishlatilganda tekshirilganlarning 1-guruhida UPF  $94 \pm 8,9$  birlik/ml ga teng ekanligi aniqlandi. Kraxmal va kazein 5:1 nisbatdagi inkubatsiyasidan so'ng, bu natija ishonchli darajada  $46 \pm 4,2$  birlik/ml darajaga kamaydi. Shu bilan birga, kraxmal va kazein aralashmasini 5:1 nisbatda so'lak amilazasi bilan inkubatsiya qilgandan so'ng, UPF natijasi so'lak amilazasiz kraxmal va kazein ko'rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada ortdi va  $80 \pm 7,6$  birlik/ml ni tashkil etdi, lekin substrat sifatida faqat kazeinni qo'llash natijasidan ishonchsiz past bo'ldi. Shu bilan birga, 2-guruhda, substrat sifatida faqat kazein qo'llanganda UPF indikatorini  $50 \pm 4,7$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhning o'xshash natijasidan ishonchli darajada past edi. Ushbu guruhning 5:1 nisbatida kraxmal va kazein birgalikda inkubatsiya qilingandan so'ng, substrat sifatida faqat kazeinni ishlatish bilan bog'liq holda, UPF indeksida  $25 \pm 2,1$  birlik/ml ga ishonchli pasayish kuzatildi. Bundan tashqari, so'lak amilaza ta'sirida 5:1 nisbatda kraxmal va kazein substratidan foydalanganda so'lak amilazasi bo'lmagan kraxmal va kazein ko'rsatkichlariga nisbatan UPF ning  $32 \pm 2,7$  birlik/ml darajagacha ishonchli darajada ortishi kuzatildi. Bu substrat sifatida kraxmal va kazein ishlatilishi bilan bog'liq ko'rsatkichlarga nisbatan ahamiyatli bo'lmadi, shuningdek, substrat sifatida faqat kazeindan qo'llanilgan holda UPF ning ishonchli darajada past natijasi kuzatildi. (2.15-rasm).

So‘lak amilazasi ta‘sirida kraxmal va albuminning o‘zaro ta‘sirida UPF ning o‘zgarishini o‘rganishda 1-guruhda substrat sifatida faqat albumin qo‘llanganda UPF  $81 \pm 7,5$  birlik/ml ga teng ekanligi aniqlandi. Kraxmal va albuminni 5:1 nisbatda birgalikda ishlatishda bu natija ishonchli darajada kamaydi va  $38 \pm 3,5$  birlik/ml ga teng bo‘ldi. Shu bilan birga, kraxmal va albumin aralashmasi 5:1 nisbatda inkubatsiya qilingandan so‘ng, so‘lak amilaza bilan birgalikda UPF indeksi so‘lak amilazasiz kraxmal va albumin natijalariga nisbatan ishonchli darajada ortdi va  $68 \pm 6,4$  birlik/ml darajasida bo‘lib, substrat sifatida faqat albumindan foydalanishga nisbatan ishonchsiz UPF qiymatiga yetdi. Shu bilan birga, 2-guruhda, substrat sifatida faqat albumindan foydalanilganda UPF natijasi  $47 \pm 4,2$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhning o‘xshash natijasidan ishonchli darajada past. Substrat sifatida faqat albumindan foydalanishga nisbatan ushbu guruhning 5:1 nisbatida kraxmal va albuminni birgalikda qo‘llashdan so‘ng, UPF indeksining  $22 \pm 1,8$  birlik/ml gacha ishonchli pasayishi kuzatildi.



**2.15-rasm.** So‘lak amilaza ta‘sirida oshqozon shirasining proteolitik faolligi kuchaygan (1-guruh) va pasayishi (2-guruh) bor odamlarda kraxmal va oqsillarni



(kazein, tuxum albumini va gemoglobin) 5:1 nisbatda qo'llanilganda UPF ning o'zgarishi.

1–oqsil+oshqozon shirasi. 2–kraxmal+oqsil+oshqozon shirasi.  
3–kraxmal+oqsil+so'lak.

Substrat sifatida faqat oqsil qo'llanilgan UPF parametrlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*\* P <0.001; n = 10).

Substrat sifatida kraxmal va oqsil qo'llanilganda UPF ko'rsatkichlariga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\* P <0.001; n = 10).

Shu bilan birga, so'lak amilaza ta'sirida 5:1 nisbatda kraxmal va albumin aralashmasidan foydalanganda, so'lak amilazasi bo'lmagan kraxmal va albumin bilan solishtirganda UPF ning  $28 \pm 2,3$  birlik/ml darajasiga ko'tarilishi kuzatildi. Bu substrat sifatida faqat albumin ishlatilgan variantning UPF natijasidan ishonchli darajada past (2.15-rasm).

Bundan tashqari, so'lak amilaza ta'sirida 5:1 nisbatda kraxmal va gemoglobinning o'zaro ta'sirida UPF o'zgarishi o'rganildi. 1-guruhda substrat sifatida faqat gemoglobin ishlatilganda UPF  $85 \pm 7,9$  birlik/ml ga teng bo'ldi. Kraxmal va gemoglobinni 5:1 nisbatda bu ko'rsatkich  $41 \pm 3,5$  birlik/ml ga ishonchli darajada kamaydi. Shu bilan birga, substrat sifatida kraxmal va gemoglobinni 5:1 nisbatda so'lak amilazasi bilan qo'llashda UPF ko'rsatkichi so'lak amilazasisiz kraxmal va kazein natijasiga nisbatan ishonchli darajada ortdi va  $71 \pm 6,7$  birlik/ml ga teng bo'ldi. Bu substrat sifatida faqat gemoglobin qo'llanganda UPF natijalari uchun ahamiyatli emas edi. Shunga qaramay, 2-guruh ob'ektlarida substrat sifatida faqat gemoglobin ishlatilganda, UPF natijasi  $56 \pm 4,8$  birlik/ml ni tashkil etdi, bu 1-guruhdagidan ishonchli darajada past edi. Ushbu guruhning substrat sifatida 5:1 nisbatda kraxmal va kazeindan foydalanilgandan so'ng, substrat sifatida faqat gemoglobinni ishlatish bilan solishtirganda, UPF natijasining  $28 \pm 2,4$  birlik/ml gacha ishonchli darajada pasayishi kuzatildi. So'lak amilazasi ta'sirida 5:1 nisbatda kraxmal va gemoglobin aralashmasi bilan so'lak amilazasisiz kraxmal va kazein natijalariga nisbatan UPF ning  $37 \pm 3,3$  birlik/ml ga

nisbatan ahamiyatsiz o'sishi kuzatildi. Bu substrat sifatida faqat gemoglobinni qo'llash varianti UPF dan ishonchli darajada past bo'ldi (2.15-rasm).

Ushbu tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatdiki, oshqozon shirasining UPF kamaygan odamlarda yuqori pH qiymatlarida bu ko'rsatkichning kompensatsion o'sishi kuzatildi. Bundan tashqari, kraxmalning past konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, so'lak amilaza ta'sirida kraxmalning hazm bo'lishining kuchayishi tufayli, oqsil gidrolizida kompensatsion o'sish ehtimoli borligi aniqlandi. Shu bilan birga, kraxmalning yuqori konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, teskari ta'sir kuzatildi - so'lak amilaza ta'sirida kraxmal hazm bo'lishining pasayishi tufayli, oqsil gidrolizi pasayishiga sabab bo'ldi.

### **2.10-§. Oqsil-kraxmal o'zaro ta'sirini oqsil hazm bo'lishining o'zgarishiga ta'siri**

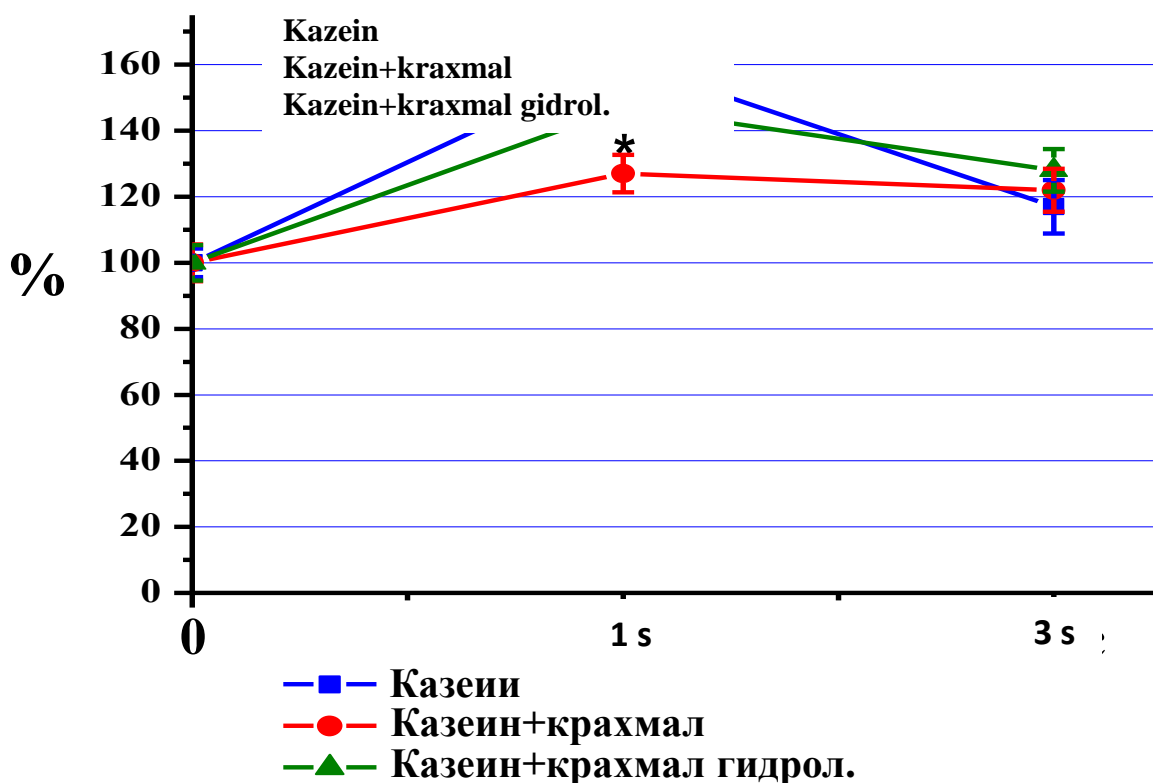
So'lak amilazasining oshqozon shirasida oqsillar hazm bo'lishini yaxshilanishiga ta'siri haqidagi savolga qo'shimcha ravishda, so'lak amilazasi ta'sirida oqsillarning hazm bo'lishi, ularning qonga so'rilishiga qanday ta'sir qilishi qiziqish uyg'otdi.

Ushbu bo'limda 90 ta kalamushda so'lak amilazasining oqsillarni hazm bo'lishini yaxshilash va ularning qonga so'rilishini ortishiga ta'sirini o'rganish natijalari keltirilgan. Ningidrin reaksiyasi orqali qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasini aniqlash uchun biokimyoviy tadqiqotlar o'tkazildi. 1-seriyadagi kalamushlarda (54 kalamush), ko'rsatkichlar ovqatlanishdan oldin (6 ta kalamush), shuningdek, ovqatlantirilgandan 1 soatdan keyin (6 kalamush) va 3 soatdan keyin (6 kalamush) solishtirildi. 1-guruhda (18 kalamush) kazein oziqlantirish uchun, 2-guruhda (18 kalamush) kazein va kraxmal 1:5 aralashmasi, 3-guruhda (18 kalamush) kazein va avval so'lak amilaza bilan gidrolizlangan kraxmal. 2-seriyada (54 kalamush), oziqlantirishdan oldin (6 kalamush), shuningdek, oziqlantirishdan 1 soatdan keyin (6 kalamush) va 3 soatdan keyin (6 kalamush) solishtirildi. 1-guruhda (18 kalamush) kazein bilan oziqlantirildi, 2-guruhda

(18 kalamush) kazein + agar-agar aralashmasi 1:1 va 3-guruhda (18 kalamush) oqsil + agar-agar 1:10 nisbatda oziqlantirish uchun qo'llanildi.

1-seriyadagi kalamushlar bo'yicha olingan ma'lumotlardan ma'lum bo'ldiki, kazein bilan oziqlangan hayvonlarda oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, oziqlantirishdan oldingi natijalarga nisbatan qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi  $161 \pm 12,5$  % ni tashkil qildi, boqilmagan kalamushlarning natijalaridan ishonchli darajada yuqori bo'ldi. Shu bilan birga, kalamushlarda, oziqlantirishdan 3 soat o'tgach, o'rganilgan ko'rsatkich  $117 \pm 9,2$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldingi natijalardan ishonchli darajada yuqori emas edi. Bundan tashqari, kazein va kraxmal aralashmasi bilan oziqlangan kalamushlarda 1:5, oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi  $127 \pm 9,7$  % ni tashkil etdi, bu ham oziqlantirilmagan kalamushlarning natijalaridan ishonchli darajada yuqori edi. Shu bilan birga, kalamushlarda oziqlantirishdan 3 soat o'tgach, xuddi shunday natija  $122 \pm 10,5$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldingi natijalardan ishonchli darajada yuqori emas edi. Bundan tashqari, so'lak amilaza bilan oldindan gidrolizlangan kraxmal va kazein aralashmasi bilan oziqlangan kalamushlarda oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi  $147 \pm 12,7$  % ni tashkil etdi, bu ham aminokislotalarning konsentratsiyasi oziqlantirilmagan kalamushlarning natijalaridan ishonchli darajada yuqori edi. Bundan tashqari, xuddi shu kalamushlarda aminokislotalar konsentratsiyasi indeksi ishonchli darajada bo'ldi, lekin kraxmal va kazein aralashmasi bilan oziqlangan kalamushlardagi shunga o'xshash natijadan ishonchli darajada yuqori emas, shuningdek, kazein bilan oziqlangan kalamushlardagi shunga o'xshash ko'rsatkichlardan ishonchli darajada past bo'lmadi. Shu bilan birga, kalamushlarda kazein va so'lak amilazada oldindan gidrolizlangan kraxmal aralashmasi bilan oziqlanganidan 3 soat o'tgach, aminokislotalarning konsentratsiyasi  $128 \pm 9,5$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldingi natijalardan ishonchli darajada yuqori va kalamushlar faqat kazein, shuningdek kazein bilan birga kraxmal bilan oziqlangandagi natijalardan ishonchli darajada yuqori emas (2.16-rasm).

2-seriyadagi kalamushlar ustida olib borilgan tadqiqotlarda, agar-agar bilan birga kazein 1:1 nisbatda oziqlangan kalamushlarda, oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasiga nisbatan oziqlantirishdan oldingi qiymatlar  $137 \pm 11,3$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldin kalamushlarning natijalaridan ishonchli darajada yuqori bo'ldi. Shu bilan birga, kalamushlar agar-agar va kazein aralashmasi bilan oziqlangandan keyin 3 soat o'tgach, o'rganilgan ko'rsatkich  $123 \pm 9,8$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldingi ko'rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada yuqori emas edi. Bundan tashqari, kazein va agar-agar aralashmasi 1:1 bilan oziqlangan kalamushlarda oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi ishonchli darajada bo'ldi, ammo faqat kazein bilan oziqlangan kalamushlardagi shunga o'xshash natijalardan ishonchli darajada past bo'lmadi.

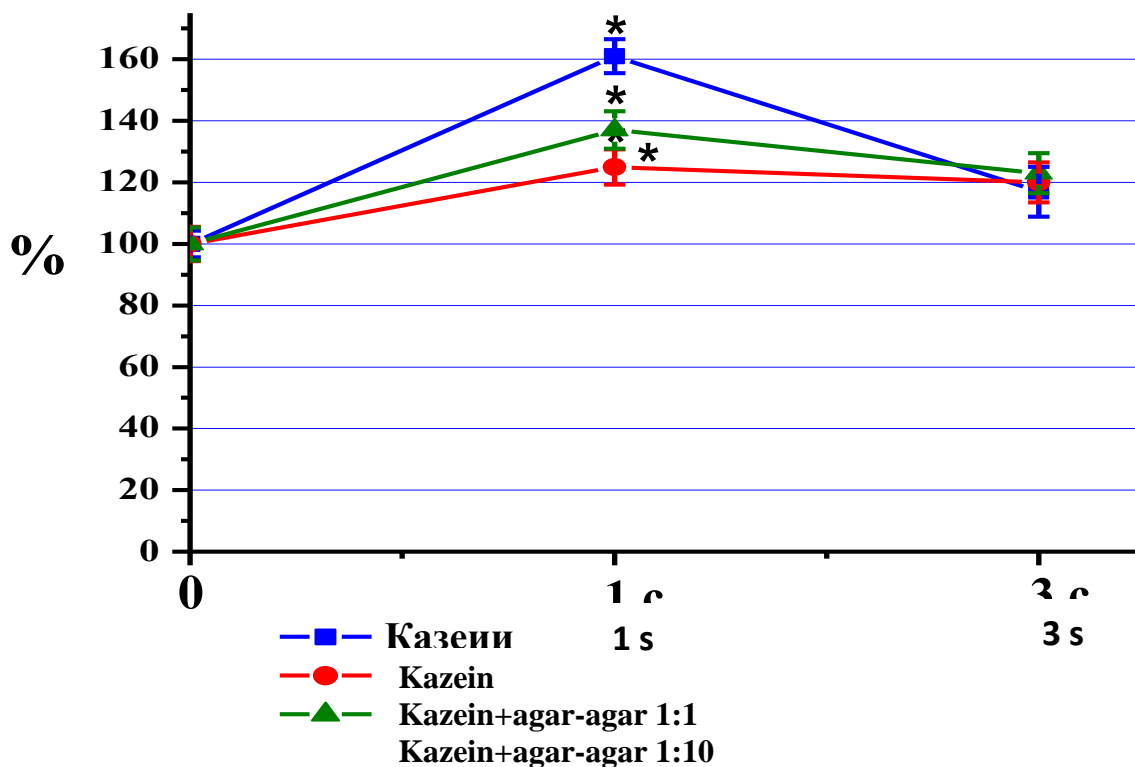


**2.16-rasm.** Kalamushlarda kazein, kazein+kraxmal hamda kazein+kraxmal (so'lak amilazasi bilan gidrolizlangan) aralashmalari bilan oziqlantirishdan 1 soat oldin hamda 1 va 3 soatdan keyin aminokislotalarning so'rilishining o'zgarishi.

Oziqlantirishdan oldingi ko'rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\* P <0.05; n = 6).

Oziqlantirishdan 1 soat o'tgandan keyingi ko'rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\* P <0.05; n = 6).

Shu bilan birga, agar-agar kazein bilan 1:10 nisbatdagi aralashma bilan oziqlantirilgadan, 1 soat o'tgach qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi oziqlantirishdan oldingilarga nisbatan  $125 \pm 10,3$  % ni tashkil etdi, bu oziqlantirishdan oldin kalamushlarning natijalaridan ishonchli darajada yuqori bo'lmadi. Shu bilan birga, kalamushlarda agar-agar bilan birga kazein bilan oziqlanganidan 3 soat o'tgach, o'rganilgan ko'rsatkich  $120 \pm 8,7$  % ni tashkil etdi, bu ham oziqlantirishdan oldingi natijalardan ishonchli darajada yuqori emas. Xuddi shu ma'lumotlardan ma'lum bo'lishicha, kazein bilan agar-agar 1:10 nisbat bilan oziqlangan kalamushlarda oziqlantirishdan 1 soat o'tgach, qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasi faqat kazein bilan oziqlantirish bilan o'xshash natijalarga nisbatan ishonchli darajada past bo'ldi. Kalamushlar shuningdek 1:1 nisbatda agar-agar kazein aralashmasi bilan oziqlangan kalamushlarning o'xshash ko'rsatkichlaridan ishonchli darajada past emas (2.17-rasm).



**2.17-rasm.** Kalamushlarda kazein + agar-agar bilan birga 1:1 nisbatda va agar-agar + kazein 1:10 nisbatda oziqlantirishdan 1 soat oldin hamda 1 va 3 soatdan keyin kalamushlarda aminokislotalarning so‘rilishining o‘zgarishi.

Oziqlantirishdan oldingi ko‘rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*  $P < 0.05$ ;  $n = 6$ ).

Oziqlantirishdan 1 soatdan keyingi ko‘rsatkichlarga nisbatan ishonchli darajada farq qiladigan qiymatlar (\*  $P < 0.05$ ;  $n = 6$ ).

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, kalamushlarni kraxmal va kazein aralashmasi bilan oziqlantirish kazeinning so‘rilishini kamaytiradi. Bu qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasini kamayishi orqali ko‘riladi. 3.2 bobda keltirilgan *in vitro* sharoitidagi tadqiqotlarda ko‘rsatilganidek, bu oshqozon shirasining oqsil gidrolizlanishining pasayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, kalamushlarni kraxmal va kazein aralashmasi bilan boqish natijalari bilan solishtirganda kalamushlarni so‘lak amilazada gidrolizlangan kraxmalning kazein bilan aralashmasi bilan boqish kazeinning so‘rilishini orttirdi, bu qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasini ortishiga olib keldi. 3.3- bobda keltirilgan *in vitro* sharoitidagi tadqiqotlarda ko‘rsatilganidek, oshqozon shirasining oqsil gidrolizining kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, agar-agarning yuqori konsentratsiyasida kalamushlarni kazein bilan oziqlantirish ham kazeinning so‘rilishini kamaytiradi, bu qondagi aminokislotalarning konsentratsiyasini kamaytirish orqali ko‘rsatilgan. 3.7 bo‘limida keltirilgan *in vitro* sharoitidagi tadqiqotlarda ko‘rsatilganidek, bu oshqozon shirasining oqsil gidrolizining pasayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Agar-agar-oqsil komplekslarining shakllanishi natijasida agar-agarning oqsillar bilan o‘zaro ta’siri, shuningdek, agar-agar miqdorining ko‘payishi tufayli, bu oshqozon proteazalarining oqsilga kirishiga to‘sqinlik qiladi.

Shunday qilib, oqsilni kraxmal bilan birgalikda ishlatish, shuningdek, oqsil bilan yuqori konsentratsiyali agar-agar bilan birga qo‘llash, oqsilni oshqozon shirasi tomonidan hazm bo‘lishi va so‘rilishini pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, oqsilni kraxmal hamda so‘lak amilaza bilan birgalikda qo‘llash, oshqozon shirasi

bilan hazm bo'lishni va so'rilishini orttirishi mumkin. Ushbu ma'lumotlar oshqozon-ichak traktida oqsillarni hazm qilish va so'rilishini yaxshilashda so'lak amilazasining o'zni haqida qo'shimcha isbot hisoblanadi.

Taqdim etilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, oshqozonda kraxmal oqsillar bilan o'zaro ta'sir qilishi va kraxmal-oqsil komplekslarini hosil qilishi mumkin. Bu komplekslarning hosil bo'lishi oqsil gidrolizidan keyin ham, kraxmal gidrolizidan keyin ham kamayadi. Kraxmal-oqsil komplekslari oshqozon shirasining pepsinlari bilan oqsillarni parchalanishini oldini oladi. Shuningdek, kraxmalning yuqori konsentratsiyasi pepsinning oqsillarga kirishini pasaytirishi tufayli, oshqozonda oqsillarning gidrolizlanishini kamaytirishga olib keladi. Bularning barchasi oqsil gidrolizining davomiyligini orttirishga va ularning qonga so'rilishini kamayishiga olib keladi. So'lak amilazasi oshqozonda erkin va kraxmal bilan bog'langan kraxmal-oqsil komplekslarini gidroliz qilishi tufayli, pepsinning oqsillarga kirishini va ularning hazm bo'lishini yaxshilaydi. Oshqozon tarkibidagi so'lak amilazasi oshqozon shirasining pH 3 ga tushguncha o'z faolligini saqlab qolishi mumkin. Oshqozonda pH ning 3 ga pasayishi 30-45 daqiqa ichida sodir bo'lishi mumkin va bu vaqt ichida kraxmalning katta qismi oshqozonda gidrolizlanadi. Bularning barchasi oshqozon shirasi bilan oqsillarni hazm qilishni yaxshilashga va ularning qonga singishini oshirishga olib keladi.

Qabul qilingan oziq-ovqat tarkibida turli xil oziq-ovqat komponentlari oqsillar, kraxmalni o'z ichiga olgan mahsulotlarda hazm bo'ladigan polisaxaridlar, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar agar-agar, saxaroza bo'lishi mumkin. Ushbu oziq-ovqat komponentlari fizik-kimyoviy o'zaro ta'sir tufayli oqsillar va uglevodlarning asosiy mahsulotlarini hazm qilishga ta'sir qiluvchi murakkab komplekslarni hosil qilishi mumkin. Izlanishlar natijalardan ma'lum bo'ldiki, hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar agar-agar va saxaroza misolida yuqori konsentratsiyalarda kraxmal va oqsillarning tuzilishini o'zgartirishi va shu bilan ularning tegishli fermentlar ta'siriga chidamliligini oshirishi mumkin. Bundan tashqari, ular so'lak amilaza va pepsin faolligini kamaytirishi mumkin. Kraxmal va oqsillarning hazm bo'lishini va shu bilan oqsillarning so'rilishini kamaytirishga

olib keladi. Bundan tashqari, olingan natijalarga ko'ra, oshqozon shirasi proteolitik aktivligi kamaygan odamlarda yuqori pH qiymatlarida bu ko'rsatkichda kompensatsion o'sish borligi aniqlandi. Bundan tashqari, kraxmalning past konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, so'lak amilaza ta'sirida kraxmalning hazm bo'lishining kuchayishi tufayli oqsil gidrolizida kompensatsion o'sish ehtimoli borligi aniqlandi. Shu bilan birga, kraxmalning yuqori konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, teskari ta'sir kuzatiladi - so'lak amilaza ta'sirida kraxmal hazm bo'lishining pasayishi tufayli, oqsil gidrolizini pasayishi kuzatiladi.

Umuman olganda, olingan ma'lumotlardan xulosa qilish mumkinki, so'lak amilazasining asosiy fiziologik funksiyasi kraxmal va oqsilni dizintegratsiya qilish, shuningdek oqsillarni oshqozon shirasi bilan hazm qilinishini yaxshilash va ularning qonga so'rilishini orttirishdir.

## **YAKUNIY QISM**

Oqsillar va polisaxaridlar ko'plab murakkab ko'p fazali oziq-ovqat tizimlarida mavjud. Ular oshqozon-ichak traktida oziq-ovqatning parchalanishi va ozuqa moddalarining so'rilishini nazorat qilish uchun asosiy javobgardir. Bundan tashqari, ular oziq-ovqat mahsulotlarining asosiy organoleptik xususiyatlarini (masalan, teksturaviy xususiyatlar va lazzat ajralib chiqishi) va faza barqarorligini ta'minlashda ahamiyatga ega. Ularning fizik-kimyoviy xossalari alohida biopolimerlarning molekulyar parametrlariga va polimer molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir xarakteriga bog'liq [52; 499-515-b.].

Umuman olganda, polisaxaridlar biopolimerning pH, ion kuchi va zaryad taqsimotiga qarab oqsillar bilan har xil turdagi fizik komplekslar hosil qilishi mumkin. Bunday komplekslarning shakllanishi qisqa tortishish kuchlarining ustunligini ko'rsatadi. Oqsil-polisaxaridlarning o'zaro ta'siri kuchli (uzoq davom etadigan) yoki zaif (qaytariladigan) bo'lishi mumkin. Bunday komplekslarning shakllanishiga va barqarorligiga pH, ion kuchi, oqsilning polisaxaridga nisbati, polisaxarid va oqsil zaryadi, shuningdek molekulyar og'irlik kabi fizik-kimyoviy omillar ta'sir qiladi [103; 689-713-b.].



pH omili ko'plab molekulalararo o'zaro ta'sirlarni amalga oshirish uchun katta ahamiyatga ega, chunki u biopolimer birikmalarining ba'zi funksional guruhlarini ionlantirishga ta'sir qiladi [2; 45-51-b.].

Oqsillar odatda oshqozon pepsinlari tomonidan gidrolizga sezgir, ammo ular polisaxaridlar bilan aloqa qilganda, ular erkin oqsillarga qaraganda kamroq darajada parchalanishi mumkin [72; 10-18-b., 128; 362-368-b.].

Oqsil va polisaxaridning murakkabligi pepsinning turli darajada parchalanishiga qarshilik ko'rsatadigan erimaydigan va eruvchan komplekslarning paydo bo'lishiga olib keladi [72; 10-18-b.].

Kraxmal granulalarining ko'pligi proteolitik fermentlarning mavjudligini cheklash orqali proteolizni kamaytirishi mumkin, ayniqsa jelatinizatsiya jarayonida oziq-ovqat tayyorlashda. Oqsil matritsasining o'ziga xosligi va kraxmal bilan o'zaro ta'siri kraxmal hazm qilish tezligiga ta'sir qiladi. Bu ma'lumotlarga tayangan holda kraxmal va oqsilning xususiyatlari ularning o'zaro hazm bo'lishiga ta'sir qilishi mumkinligini ko'rsatadi. Nashr qilingan ishlarning aksariyati oqsilning hazm bo'lishi va uning kraxmalga ta'siriga qaratilgan, ammo buning aksini isbotlovchi dalillar kam. Ushbu muammoni hal qilish uchun oqsil va kraxmalning bir-birining parchalanishiga qanday ta'sir qilishiga tegishli dalillar muhimdir [37; 161-174-b.].

So'lak  $\alpha$ -amilazasining kraxmal hazm bo'lishidagi o'rni oshqozon osti bezi  $\alpha$ -amilazasining vazifasi hisobiga e'tibordan chetda qoladi, bunga sabab og'iz fazasining qisqa davom etishidir. So'lakdan olingan amilaza oshqozonda faol bo'lib qolishi umumiy qabul qilingan bo'lsa-da, uning vazifasini qo'llab-quvvatlovchi tadqiqotlar yetarli emas. Oshqozondagi hazmning dastlabki 30 daqiqasida non kraxmalining 80 % gacha gidrolizlanishida so'lakning amilolitik faolligi asosiy o'rin egallashi aniqlandi [47; 200-208-b.].

Shu bilan birga, pepsinlar tomonidan oqsillarning oshqozonda gidrolizini yaxshilash nuqtai nazaridan, so'lak amilazasining fiziologik o'rni haqidagi savol ilgari ko'tarilmagan.

Bizning tadqiqotlarimiz shuni ko'rsatdiki, kraxmal va kazein, albumin aralashmasidan birgalikda foydalanish kimyoviy jihatdan o'zaro ta'sir qilish va kraxmal-oqsil komplekslarini hosil qilish qobiliyatiga ega. Buning dalili yorug'lik o'tkazuvchanligining pasayishi bo'lishi mumkin, bu bizning tadqiqotlarimizda yorug'lik o'tkazuvchanligining ishonchli darajada pasayishi bilan tasdiqlangan. Bu eritmaning loyqaligining ortishi bilan o'zaro bog'liqdir. Bunday holda, kraxmal-kazein yoki kraxmal-albumin komplekslari hosil bo'lishining oqibati bo'lishi mumkin bo'lgan loyqalikning ortishi haqida gapirish mumkin. Shu bilan birga, gidrolizlanmagan kazein va albumin oqsillarini qo'llash bilan solishtirganda oshqozon shirasi ta'sirida olingan kraxmal va kazein gidrolizat yoki albumin gidrolizat aralashmasidan foydalanish yorug'likning yuqori o'tkazuvchanligiga yoki eritmaning loyqaligining pasayishiga olib keldi. Bu kraxmal va oqsil gidrolizatlari ta'sirida komplekslarining kam shakllanishining natijasi bo'lishi mumkin. Olingan natijalarga ko'ra oshqozon pepsinlari bilan oqsillarni gidrolizlanishi oshqozonda pepsinlar ta'sirida oqsillarni gidrolizlanishini oldini oluvchi kraxmal-oqsil komplekslari miqdorini kamayishiga olib keladi. Yorug'lik o'tkazuvchanligini ortishi kraxmal-oqsil komplekslarining kamayishi bilan bog'liq. Shunga o'xshash o'zgarishlar so'lak amilaza ta'sirida kraxmal va kazein yoki albumin aralashmasida ham sodir bo'lishi mumkin. Amilaza ta'sirida kraxmal gidrolizlanganda kraxmal-oqsil komplekslarining parchalanishi yoki kraxmalni to'liq parchalanishi sodir bo'ladi.

Oqsillar bilan kraxmal aralashmasidan foydalanish oshqozon shirasida oqsil gidrolizini kamayishiga olib keladi. Bu oshqozon proteazalarining kraxmal-oqsil kompleksidagi oqsillarga kirishini kamaytirish orqali, oqsillarning gidrolizlanishiga to'sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga bog'liq bo'lishi mumkin. Kraxmal va oqsil nisbatida kraxmalni ko'payishi oqsil gidrolizining qo'shimcha pasayishiga olib keladi. Kraxmal miqdorining ko'payishi pepsinni oqsilga kirishining qo'shimcha pasayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bundan tashqari kraxmal-oqsil kompleksidagi oqsillarga ta'sir cheklanadi. Shunday qilib, oqsillarni oshqozon shirasi bilan gidroliziga ta'sir qiluvchi omil

sifatida oqsillar bilan kraxmal birikishidan xosil bo'luvchi kraxmal-oqsil komplekslari vujudga kelishi hamda, oshqozon protezasini oqsillarga ta'sirini cheklovchi kraxmal konsentratsiyasi ortishini ko'rsatish mumkin. Bundan tashqari, u oqsillarning qonga so'rilishini kamayishiga olib keladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, oshqozon tarkibidagi so'lak amilazasining mavjudligi oqsillarning oshqozon shirasi tomonidan hazm bo'lishini yaxshilaydi. Kraxmal-oqsil komplekslarining parchalanishi va oqsillarning oshqozon shirasi tomonidan gidrolizlanishiga to'sqinlik qiluvchi ushbu komplekslarning kamayishi hamda amilaza tomonidan kraxmalning hazm bo'lishi natijasida proteazalarning oqsillarga kirishi yaxshilanadi.

Shunday qilib, oshqozon shirasida oqsil gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslarining hosil bo'lishi natijasida kraxmalning oqsillar bilan o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lib, ular oshqozon protezalarining oqsillarga kirishiga to'sqinlik qiladi. Bundan tashqari oshqozondagi oqsil-polisaxarid tarkibidagi oqsilni oshqozon shirasi tomonidan gidrolizi oshqozonda so'lak amilazasi mavjudligiga bog'liq, ya'ni oshqozondagi kraxmalni hazm qilish orqali oqsil-kraxmal komplekslar hajmini kamayishi oshqozon shirasi tomonidan oqsillar gidrolizini oshiradi. Kraxmal-oqsil komplekslarining kamayishi oshqozon tarkibidagi kraxmal miqdoriga bog'liq bo'lib, bu oshqozon protezalarining kraxmal-oqsil komplekslaridagi oqsillarga kirishini kamaytirish orqali, oshqozon shirasi bilan oqsillarning gidrolizini pasayishiga olib keladi. So'lak amilazasi oshqozon shirasi bilan oqsillarning hazm bo'lishini yaxshilashga yordam beradi, chunki protezalarining oqsillarga kirishi ortishi tufayli kraxmalning so'lak amilazasi tomonidan hazm bo'lishi natijasida kraxmal konsentratsiyasini va kraxmal-oqsil komplekslarini kamaytiradi. Shuningdek, u oqsillarning qonga singishini kuchaytiradi.

Oshqozonda so'lak amilaza faolligi pH ga bog'liq. Shu bilan birga, uning eng katta faolligi pH 5 dan 7 gacha bo'lgan diapazonda namoyon bo'ladi. pH 5 dan pasayishi bilan amilolitik faollikning ishonchli pasayishi qayd etiladi. pH ning 3 ga pasayishi bilan so'lak amilazasining faolligi minimal bo'ladi va pH 2 da u butunlay

yo‘q. Bundan tashqari, 3 dan 7 gacha bo‘lgan pH ning o‘zgarishi kraxmal gidrolizining intensivligiga ta’sir qiladi. pH o‘zgarishi so‘lak amilaza faolligining o‘zgarishi bilan bir qatorda, gidrolizning yanada aniq intensivligi gidrolizlangan kraxmalning 5 dan 7 gacha ko‘proq shakllanishi bilan qayd etiladi. Bundan tashqari, pH 5 dan pastga tushganda, gidrolizning intensivligi pasayadi va gidrolizlangan kraxmal hosil bo‘lishi pH 3 da kamayadi, pH 2 da yo‘q. pH ning 7 dan 3 gacha pasayishi nafaqat so‘lak amilaza faolligining pasayishiga, balki kraxmal gidrolizining intensivligining pasayishiga ham olib keladi.

Kraxmalning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish, shuningdek, kraxmal gidroliziga to‘sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarining hosil bo‘lishi tufayli kraxmalning so‘lak amilazasi bilan gidrolizlanishini kamaytirishga olib keladi va kraxmal-oqsil kompleksida so‘lak amilazasining kraxmalga kirishini kamaytiradi. Kraxmal va oqsil nisbatida oqsil ortishi kraxmal-oqsil komplekslarining ko‘proq hosil bo‘lishi tufayli ham, kraxmal gidrolizini kamaytirishga olib keladi. Oqsillarning konsentratsiyasining ko‘payishi so‘lak amilazasini kraxmal-oqsil komplekslariga kirishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shuningdek, kraxmal va oqsil nisbatida kraxmalning ko‘payishi kraxmal gidrolizining kuchayishiga olib keladi, bu so‘lak amilazasini kraxmalga kirish imkonini ortgani bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, kraxmalning so‘lak amilazasi bilan gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishi natijasida kraxmalning oqsillar bilan o‘zaro ta’siriga, shuningdek, so‘lak amilazasining kraxmalga kirishiga to‘sqinlik qilishi mumkin bo‘lgan oqsil miqdorining ko‘payishiga bog‘liq.

Saxaroza bilan kraxmal substratidan foydalanganda, saxarozaning yuqori konsentratsiyalarida so‘lak amilaza faolligini kamaytirishi mumkinligi ko‘rsatilgan. Bunga saxarozaning eritmalaridagi polimer birikmalarining konformatsion tuzilishini o‘zgartirish orqali ularning gidratatsiyasiga ta’sir etishi sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun so‘lak amilaza faolligining pasayishi saxaroza tomonidan ko‘proq suv molekulalarini jalb qilish tufayli uning konformatsion tuzilishining o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bundan

tashqari, yuqori konsentratsiyalarda saxaroza barcha pH qiymatlarida so‘lak amilazasining faolligini ishonchli darajada kamaytirishi mumkinligi aniqlandi. Bundan tashqari, turli xil oqsillar va saxarozadan substrat sifatida birgalikda foydalanish ayniqsa saxarozaning yuqori konsentratsiyalarida, oshqozon shirasining UPF faoliyatiga ta’sir etmasligi, balki ko‘proq darajada oqsil xususiyatlariga ta’sir etib, oshqozon shirasi proteazasi ta’sirida ularning gidrolizlanishini o‘zgartirishi aniqlandi. Bu saxarozaning suv molekulalarining o‘ziga jalb qilishi, oqsillarning strukturaviy barqarorligi va ularning gidrolizlanishining pasayishi bilan ham tushuntirilishi mumkin. Aniqlanishicha, saxaroza oshqozon shirasining tuzilishi va uning faolligiga kamroq ta’sir qiladi. Bularning barchasi oqsillarning qonga so‘rilishini kamaytirishga olib keladi.

So‘lak amilazasi tomonidan substrat sifatida kraxmal va hazm bo‘lmaydigan polisaxarid agar-agardan foydalanish bilan, agar-agarning yuqori konsentratsiyasida so‘lak amilazasining faolligi pasayadi va kraxmal gidrolizining davomiyligini orttirishi mumkin. Bunga sabab agar-agar va kraxmal nisbatida agar-agar nisbatining ko‘payishiga so‘lak amilazasi va agar-agarning fizik-kimyoviy o‘zaro ta’siri, shuningdek amilazaning kraxmalga kirishining pasayishi tufayli yuzaga kelishi mumkin. Agar-agarning oqsillar bilan aralashmasidan foydalanish oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamaytirishga olib keladi, agar-agar-oqsil gidrolizini oldini oladigan komplekslarni hosil bo‘lishi va agar-agar tarkibidagi oqsil komplekslar oqsillarga oshqozon proteazalarining kirishini kamaytiradi. Agar-agar va oqsil nisbatida agar-agar miqdorining ortishi oqsil gidrolizining qo‘shimcha pasayishiga olib keladi, oqsil kompleksidagi agar-agar tarkibidagi oqsillarga to‘sqinlik qilishdan tashqari, oshqozon proteazalarining oqsillarga kirishining qo‘shimcha pasaytirishi natijasi bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, agar-agarning oshqozon shirasining pepsin bilan fizik-kimyoviy aloqasi ham muxim. Bu ham oqsillarning gidrolizlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shunday qilib, oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizi agar-agar oqsil komplekslarining hosil bo‘lishi natijasida agar-agarning oqsillar bilan o‘zaro ta’siriga bog‘liq, shuningdek agar-agar miqdorining ko‘payishi oshqozon

proteazalarining oqsillarga kirishiga to'sqinlik qiladi. Bundan tashqari, agar-agar, kraxmal va oqsillarning murakkab aralashmalarida agar-agar kraxmal va amilaza bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin. Bu so'lak ta'sirida kraxmal-oqsil, kraxmal-agar-agar o'zaro ta'sirining natijasida amilaza va oqsil hazm bo'lishi, parchalanishiga to'sqinlik qilishi mumkin. Bularning barchasi oqsillarning qonga so'rilishini kamaytirishga olib keladi.

Oshqozon UPF kamaygan odamlarda yuqori pH qiymatlarida bu indeksning ortishi va past pH muxitlarida pasayishini ko'rsatdi. Bu optimal pH qiymatlarida aniqlanmaydigan kompensatsion mexanizm deb taxmin qilish mumkin. Shuningdek, oshqozon shirasining tarkibida UPF kuchaygan va pasaygan shaxslarda kraxmal va oqsillarning o'zaro ta'sirida o'zgarishlar mavjudligi aniqlangan. UPF ko'tarilgan odamlardan farqli o'laroq, UPF pasaygan odamlarda tekshirilganda kraxmalning past konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, so'lak amilaza ta'sirida kraxmalning hazm bo'lishining kuchayishi tufayli oqsil gidrolizining kompensatsion o'sish ehtimoli borligi aniqlandi. Shu bilan birga, kraxmalning yuqori konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, teskari ta'sir kuzatiladi - so'lak amilaza ta'sirida kraxmalning hazm bo'lishining pasayishi tufayli oqsil gidrolizining pasayishi aniqlandi.

Taqdim etilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, oshqozonda kraxmal oqsillar bilan o'zaro ta'sir qilishi va oshqozon shirasining pepsinlari bilan oqsillarni parchalanishiga to'sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslarini hosil qilishi mumkin. Kraxmal-oqsil komplekslarining hosil bo'lishi kraxmal konsentratsiyasiga bog'liq, kraxmal konsentratsiyasining ortishi kraxmal-oqsil komplekslarining ko'payishiga va oshqozon shirasi bilan oqsillarning hazm bo'lishining pasayishiga olib keladi. Shuningdek, kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishi oqsillarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, ularning konsentratsiyasining ortishi kraxmal gidrolizini kamaytirishga olib keladi. Shu bilan birga, kraxmal-oqsil komplekslarining parchalanishi tufayli kraxmal gidrolizidan keyin kraxmal-oqsil komplekslarining kamayishi qayd etildi. Shuningdek, oqsillarning gidrolizi natijasida, yani kraxmal-oqsil komplekslarining

parchalanishiga va kraxmal-oqsil komplekslarining kamayishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, kraxmalning katta konsentratsiyasi kraxmal-oqsil komplekslarida oshqozon shirasining pepsinlari tomonidan oqsillarni gidrolizlanishini oldini olishga olib keladi, bu esa pepsinning oqsillarga kirishining pasayishi tufayli, oshqozonda oqsillarning gidrolizlanishini kamaytirishga olib keladi. Bularning barchasi oqsil gidrolizining davomiyligini oshirishga olib keladi. So‘lak amilazasi oshqozonda erkin va kraxmal bilan bog‘langan kraxmal-oqsil komplekslarining gidroliz qilishi tufayli pepsinning oqsillarga kirishini yaxshilaydi va ularning hazm bo‘lishini orttiradi. Bundan tashqari, kraxmal gidrolizi kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga ham bog‘liq bo‘lib, ular kraxmal gidroliziga xalaqit berishi mumkin. Oqsillar konsentratsiyasining ortishi, kraxmal-oqsil komplekslarining ko‘payishi va so‘lak amilazasining kraxmal-oqsil komplekslariga kirishining pasayishi tufayli ham kraxmalning gidrolizi kamayishi kuzatiladi. Shunday qilib, oqsillarning hazm bo‘lishi kraxmalning mavjudligi va konsentratsiyasiga, shuningdek, so‘lak amilazasining mavjudligi va faolligiga bog‘liq. Xuddi shunday, kraxmalning hazm bo‘lishi oqsillarning mavjudligi va konsentratsiyasiga, shuningdek, oshqozon pepsinining mavjudligi va faolligiga bog‘liq. Inson iste‘mol qiladigan oziq-ovqat tarkibida kraxmalli uglevodlar ustun bo‘lganligi sababli, kraxmalning ta’siri ham kraxmal-oqsil komplekslarining shakllanishiga, ham oqsillarning oshqozon shirasi tomonidan hazm bo‘lishiga ko‘proq ta’sir qiladi.

Oshqozon tarkibidagi so‘lak amilazasi oshqozon shirasining pH 3 ga tushmaguncha o‘z faolligini saqlab qolishi mumkin. Oshqozonda pH ning 3 ga pasayishi 30-45 daqiqada sodir bo‘lishi va bu vaqt ichida kraxmalning katta qismi oshqozonda gidrolizlanishi mumkin. Bularning barchasi oshqozon shirasi bilan oqsillarni hazm qilishni yaxshilashga olib keladi.

Qabul qilinadigan ozuqa tarkibida turli xil oziq-ovqat komponentlari oqsillar, kraxmalni o‘z ichiga olgan mahsulotlar, hazm bo‘ladigan polisaxaridlar, hazm bo‘lmaydigan polisaxaridlar agar-agar, saxaroza bo‘lishi mumkin. Ushbu oziq-ovqat komponentlari fizik-kimyoviy o‘zaro ta’sir tufayli oqsillar va

uglevodlarning asosiy mahsulotlarini hazm qilishga ta'sir qiluvchi murakkab komplekslarni hosil qilishi mumkin. Izlanishlarda olingan ma'lumotlarga ko'ra, so'lak amilazasi bilan hazm bo'lmaydigan polisaxaridlar, masalan, agar-agar oziq-ovqat sanoatida sho'rvalar, souslar, muzqaymoq, marmelad, zefir, shirinliklar, saqichlar, murabbo ishlab chiqarishda quyushtiruvchi sifatida ishlatiladi. Agar-agarining yuqori konsentratsiyasida so'lak amilazasining faolligi pasayadi va kraxmal gidrolizining davomiyligi oshadi. Ushbu o'zgarishlar so'lak amilaza va agar-agarining o'zaro ta'siri, shuningdek agar-agarining yuqori konsentratsiyasi tufayli amilazaning kraxmalga kirishining pasayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, agar-agarini oqsillar bilan qo'llash oqsil gidrolizini oldini oladigan agar-agar - oqsil komplekslari hosil bo'lishi natijasida oshqozon shirasining oqsil gidrolizini kamaytirishga olib keladi, shuningdek, pepsinning oqsillarga kirishini kamaytiradi. Bundan tashqari, agar-agar oshqozon shirasining pepsin faolligini kamaytirishi mumkin. Olingan ma'lumotlar natijasida, oligosaxarid saxarozani yuqori konsentratsiyalarda iste'mol qilish, ko'proq suv molekulalarini jalb qilish orqali kraxmal va oqsillarning tuzilishini o'zgartirishi va shu bilan ularning tegishli fermentlarning ta'siriga chidamliligini orttirishi mumkin. Bundan tashqari, u xuddi shu mexanizm bilan so'lak amilaza va pepsin faolligini kamaytirishi mumkin. Shu bilan kraxmal va oqsillarning hazm bo'lishini kamaytiradi. Bundan tashqari, olingan natijalarga ko'ra, oshqozon shirasining UPF kamaygan odamlarda yuqori pH qiymatlarida bu ko'rsatkichda kompensatsion o'sish borligi aniqlandi. Bundan tashqari, kraxmalning past konsentratsiyasida, so'lak amilaza ta'sirida kraxmalning hazm bo'lishining kuchayishi tufayli oqsil gidrolizida kompensatsion o'sish ehtimoli borligi aniqlandi. Shu bilan birga, kraxmalning yuqori konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, teskari ta'sir kuzatiladi – so'lak amilaza ta'sirida kraxmal hazm bo'lishining pasayishi tufayli oqsil gidrolizining pasayishi yuzaga keladi.



## XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR

### **Olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosa va amaliy tavsiyalar qilinadi:**

Kraxmalni oqsillar bilan birgalikda qo'llash, oqsillarning gidroliziga to'sqinlik qiluvchi kraxmal-oqsil komplekslari hosil bo'lishini va oshqozon shirasi tomonidan oqsillar gidrolizi va so'rilishining pasayishiga olib kelishi ko'rsatilgan. Kraxmal va oqsil nisbatida kraxmal miqdorini ortishi oshqozon shirasi bilan oqsillarning gidrolizi va so'rilishining pasayishiga olib keladi, bu oshqozon pepsinining oqsillarga kirishining pasayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Aniqlanishicha, so'lak amilazasi ta'sirida kraxmal gidrolizlanishi oqsillarning oshqozon shirasi tomonidan hazm bo'lishi va so'rilishini ortishi xisobiga kraxmal konsentratsiyasini kamaytirish orqali pepsinning oqsillarga kirishini ortishiga olib keladi. Bundan tashqari, kraxmalning so'lak amilazasi bilan hazm bo'lishi natijasida u kraxmal-oqsil komplekslarining parchalanishiga va oqsillarni oshqozon shirasi tomonidan gidroliziga to'sqinlik qiluvchi ushbu komplekslarning dezintegratsiyasiga olib keladi.

Saxaroza va hazm bo'lmaydigan polisaxarid agar-agar ham yuqori konsentratsiyalarda so'lak amilazasining faolligini hamda, kraxmalning gidrolizini kamaytirishi mumkinligi aniqlandi. Shuningdek, yuqori konsentratsiyalarda saxaroza va agar-agar oqsillarni oshqozon shirasida gidrolizini va hazmini kamaytirishi mumkin. Shu bilan birga, saxaroza oshqozon shirasining pepsin faolligiga unchalik ta'sir qilmasdan balki, ko'proq darajada oqsillarning xususiyatlariga ta'sir qiladi. Bu oshqozon shirasining proteazalari ta'sirida ularning gidrolizlanishini o'zgartiradi.

Oshqozon shirasi UPF gi pasaygan odamlarda bu ko'rsatkichning kompensator ortishi yuqori pH qiymatlarida qayd etilganligi aniqlandi. Bundan tashqari, kraxmalning past konsentratsiyasi mavjud bo'lganda, so'lak amilaza ta'sirida kraxmal gidrolizining kuchayishi tufayli oqsil gidrolizining kompensator ortish ehtimoli borligi aniqlandi.

Olingan natijalarga asoslangan holda, kraxmal oshqozonda oqsillarning hazm bo'lishiga to'sqinlik qilishi mumkin, so'lakdagi  $\alpha$ -amilaza esa oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizini yaxshilaydi. Oshqozon funksiyasi susaygan bemorlarga (gipoatsid va anotsid gistrid) oqsillarning hazm bo'lishini va assimilyatsiyasini yaxshilash maqsadida bakterial  $\alpha$ -amilaza (ixtiro uchun ariza IAP 2022 0280) yoki gidrolizlangan kraxmaldan (ixtiro uchun ariza IAP 2022 0281) foydalanish taklif etiladi.

**Amaliy tavsiyalar:**

Oqsillarning hazm bo'lishi va so'rilishini yaxshilashda so'lak amilazasining isbotlangan ishtiroki nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Ishda olingan natijalar oshqozon shirasi tomonidan oqsillarning hazm bo'lishi va ularning so'rilishining yomonlashishi bilan bog'liq oshqozon hazm qilish buzilishining yangi mexanizmlarini ochib beradi.

Oqsillarning hazm bo'lishini va so'rilishini yaxshilashda so'lak amilazasi bilan hazm bo'ladigan polisaxaridlarning oshqozon gidrolizida ishtirok etish mexanizmlarini bilish, oshqozon-ichak kasalliklarini oldini olish va davolashning yangi usullarini ishlab chiqish imkonini beradi.

Olingan ma'lumotlarni hisobga olgan holda, kraxmal oshqozonda oqsillarning hazm bo'lishiga to'sqinlik qilishi mumkin, so'lakdagi  $\alpha$ -amilaza oshqozon shirasi bilan oqsil gidrolizini yaxshilaydi. Oshqozon funksiyasi susaygan bemorlarga (gipoatsid va anotsid gistrid) oqsillarning hazm bo'lishini va assimilyatsiyasini yaxshilash uchun bakterial  $\alpha$ -amilaza (ixtiro uchun ariza IAP 2022 0280) yoki gidrolizlangan kraxmaldan (ixtiro uchun ariza IAP 2022 0281) foydalanishni taklif etiladi.

## **SHARTLI BYELGILAR VA ATAMALAR RO‘YXATI**

1. UPF - umumiy protialitik faollik.
2. pI - proteinning izoelektrik nuqtasi.
3. GI - glikemik indeks (uglevodlarni hazm bo‘lish va so‘rilish tezligi).
4. PP - pektin polisaxarid.
5. RS - rezistent kraxmal.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Антипова А. С. Термодинамические аспекты влияния низкомолекулярных углеводов и полисахаридов на функциональные свойства белков: дис. – 2008. – 258 с.
2. Курченко, В. П., Алиева, Л. Р., Буткевич, Т. В., Гавриленко, Н. В. & Механизм взаимодействия хитозана с белками молочной сыворотки //Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2013. – Т. 8. – №. 1. – С. 45-51.
3. Смелышева, Л. Н. Секреторная функция желудка и поджелудочной железы при действии эмоционального стресса/Дисс...канд.мед.наук., Тюмень, 2007, 278 с.
4. Симонян А. В. и др. Использование нингидриновой реакции для количественного определения  $\alpha$ -аминокислот в различных объектах: методические рекомендации //Метод. рек., Волгоград, Изд-во ВолГМУ. – 2007. – Т. 106 с.
5. Цикуниб А. Д., Кайтмесова С. Р., Дьяченко Ю. А. Эффекты воздействия высоких концентраций сахарозы на активность пищеварительных ферментов *in vitro* // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2016. – №. 2. – С. 37-42.
6. Abdulmola N. A., Hember M. W. N., Richardson, R. K., & Morris E. R. Application of polymer blending laws to starch-gelatin composites //Carbohydrate Polymers. – 1996. – Т. 31. – №. 1-2. – С. 53-63.
7. Al-Hassan A. A., Norziah M. H. Effect of transglutaminase induced crosslinking on the properties of starch/gelatin films //Food Packaging and Shelf Life. – 2017. – Т. 13. – С. 15-19.
8. Antipova A. S., Semenova M. G., Belyakova L. E. The effect of sucrose on the thermodynamic properties of ovalbumin and sodium caseinate in bulk solu-

tion and at air–water interface //Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 1999. – T. 12. – №. 3-6. – C. 261-270.

9. Asensio J. L., Ardá A., Cañada F. J., & Jimenez-Barbero J. Carbohydrate–aromatic interactions //Accounts of chemical research. – 2013. – T. 46. – №. 4. – C. 946-954.

10. Belderok B., Mesdag J., Mesdag H., & Donner D. A. Bread-making quality of wheat: a century of breeding in Europe. – Springer Science & Business Media, - 2000. – P. 399-405.

11. Belyakova L. E., Antipova A. S., Semenova M. G., Dickinson E., Merino L. M., & Tsapkina E. N. Effect of sucrose on molecular and interaction parameters of sodium caseinate in aqueous solution: relationship to protein gelation //Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2003. – T. 31. – №. 1-4. – C. 31-46.

12. Bergeim O. Intestinal chemistry: iii. Salivary digestion in the human stomach and intestines //Archives of Internal Medicine. – 1926. – T. 37. – №. 1. – C. 110-117.

13. Bhupathiraju S. N., Tobias D. K., Malik V. S., Pan A., Hruby A., Manson J. E., ... & Hu F. B. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis //The American journal of clinical nutrition. – 2014. – T. 100. – №. 1. – C. 218-232.

14. Blanco A., Blanco G. Medical biochemistry. – Academic Press. - 2017. - P. 251-273.

15. Bøgh K. L., Madsen C. B. Food allergens: is there a correlation between stability to digestion and allergenicity? //Critical reviews in food science and nutrition. – 2016. – T. 56. – №. 9. – C. 1545-1567.

16. Boral S., Bohidar H. B. Effect of ionic strength on surface-selective patch binding-induced phase separation and coacervation in similarly charged gelatin– Agar molecular systems //The Journal of Physical Chemistry B. – 2010. – T. 114. – №. 37. – C. 12027-12035.

17. Bornhorst G. M., Singh R. P. Bolus formation and disintegration during digestion of food carbohydrates //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2012. – T. 11. – №. 2. – C. 101-118.

18. Borreani J., Llorca E., Larrea V., & Hernando I. Adding neutral or anionic hydrocolloids to dairy proteins under in vitro gastric digestion conditions //Food Hydrocolloids. – 2016. – T. 57. – C. 169-177.

19. Butterworth P. J., Warren F. J., Ellis P. R. Human  $\alpha$ -amylase and starch digestion: An interesting marriage //Starch-Stärke. – 2011. – T. 63. – №. 7. – C. 395-405.

20. Canani R. B., Di Costanzo M., Leone L., Pedata M., Meli R., & Calignano A. Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases //World journal of gastroenterology: WJG. – 2011. – T. 17. – №. 12. – C. 1519-1527.

21. CARRILLO P. J., GILBERT S. G., DAUN H. Starch/sucrose interactions by organic probe analysis: an inverse gas chromatography study //Journal of Food Science. – 1989. – T. 54. – №. 1. – C. 162-165.

22. Chambers E. S., Preston T., Frost G., & Morrison D. J. Role of gut microbiota-generated short-chain fatty acids in metabolic and cardiovascular health //Current nutrition reports. – 2018. – T. 7. – №. 4. – C. 198-206.

23. Chang Y. J., Choi H. W., Kim H. S., Lee H., Kim W., Kim D. O., ... & Baik M. Y. Physicochemical properties of granular and non-granular cationic starches prepared under ultrahigh pressure //Carbohydrate polymers. – 2014. – T. 99. – C. 385-393.

24. CHINACHOTI P., STEINBERG M. P. Interaction of sucrose with gelatin, egg albumin and gluten in freeze-dried mixtures as shown by water sorption //Journal of Food Science. – 1988. – T. 53. – №. 3. – C. 932-934.

25. Chinachoti P., Steinberg M. P. Interaction of sucrose with starch during dehydration as shown by water sorption //Journal of Food Science. – 1984. – T. 49. – №. 6. – C. 1604-1608.

26. Dangin M., Boirie Y., Guillet C., & Beaufrère B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects //The Journal of nutrition. – 2002. – T. 132. – №. 10. – C. 3228S-3233S.

27. Dartois A., Singh J., Kaur L., Singh H. Influence of guar gum on the in vitro starch digestibility—rheological and microstructural characteristics //Food Biophysics. – 2010. – T. 5. – №. 3. – C. 149-160.

28. De Kruif C. G., Weinbreck F., de Vries R. Complex coacervation of proteins and anionic polysaccharides //Current opinion in colloid & interface science. – 2004. – T. 9. – №. 5. – C. 340-349.

29. Delzenne N. M., Roberfroid M. R. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides //LWT-Food Science and Technology. – 1994. – T. 27. – №. 1. – C. 1-6.

30. Devi N., Sarmah M., Khatun B., & Maji T. K. Encapsulation of active ingredients in polysaccharide–protein complex coacervates //Advances in colloid and interface science. – 2017. – T. 239. – C. 136-145.

31. Dhital S., Gidley M. J., Warren F. J. Inhibition of  $\alpha$ -amylase activity by cellulose: Kinetic analysis and nutritional implications //Carbohydrate Polymers. – 2015. – T. 123. – C. 305-312.

32. Dhital S., Warren F. J., Butterworth P. J., Ellis P. R., & Gidley, M. J. Mechanisms of starch digestion by  $\alpha$ -amylase—Structural basis for kinetic properties //Critical reviews in food science and nutrition. – 2017. – T. 57. – №. 5. – C. 875-892.

33. Dickinson E. Interfacial structure and stability of food emulsions as affected by protein–polysaccharide interactions //Soft Matter. – 2008. – T. 4. – №. 5. – C. 932-942.

34. Dickinson E. Structuring of colloidal particles at interfaces and the relationship to food emulsion and foam stability //Journal of Colloid and Interface Science. – 2015. – T. 449. – C. 38-45.

35. Dong J. Y., Zhang Y. H., Wang P., & Qin L. Q. Meta-analysis of dietary glycemic load and glycemic index in relation to risk of coronary heart disease //The American journal of cardiology. – 2012. – T. 109. – №. 11. – C. 1608-1613.
36. Duconseille A., Astruc T., Quintana N., Meersman F., & Sante-Lhoutellier V. Gelatin structure and composition linked to hard capsule dissolution: A review //Food hydrocolloids. – 2015. – T. 43. – C. 360-376.
37. Duodu K. G., Nunes A., Delgadillo I., Parker M. L., Mills E. N. C., Belton P. S., & Taylor J. R. N. Effect of grain structure and cooking on sorghum and maize in vitro protein digestibility //Journal of Cereal Science. – 2002. – T. 35. – №. 2. – P. 161-174.
38. Durrani C. M., Donald A. M. Fourier transform infrared microspectroscopy of phase-separated mixed biopolymer gels //Macromolecules. – 1994. – T. 27. – №. 1. – C. 110-119.
39. Eghbal N., Choudhary R. Complex coacervation: Encapsulation and controlled release of active agents in food systems //Lwt. – 2018. – T. 90. – C. 254-264.
40. Elmer C., Karaca A. C., Low N. H., & Nickerson M. T. Complex coacervation in pea protein isolate–chitosan mixtures //Food Research International. – 2011. – T. 44. – №. 5. – C. 1441-1446.
41. Englyst H. N., Kingman S. M., Cummings J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions //European journal of clinical nutrition. – 1992. – T. 46. – C. S33-50.
42. Espinal-Ruiz M., Parada-Alfonso F., Restrepo-Sánchez L. P., & Narváez-Cuenca C. E. Inhibition of digestive enzyme activities by pectic polysaccharides in model solutions //Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. – 2014. – T. 4. – №. 1. – C. 27-38.
43. Fakhouri F. M., Martelli S. M., Caon T., Velasco J. I., & Mei L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes //Postharvest Biology and Technology. – 2015. – T. 109. – C. 57-64.



44. Farhadian S., Shareghi B., Momeni L., Abou-Zied O. K., Sirotkin V. A., Tachiya M., Saboury A. A. Insights into the molecular interaction between sucrose and  $\alpha$ -chymotrypsin //International journal of biological macromolecules. – 2018. – T. 114. – C. 950-960.

45. Feltre G., Almeida F. S., Sato A. C. K., Dacanal G. C., & Hubinger M. D. Alginate and corn starch mixed gels: Effect of gelatinization and amylose content on the properties and in vitro digestibility //Food Research International. – 2020. – T. 132. – C. 109069-78.

46. Firoozmand H., Rousseau D. Microstructure and elastic modulus of phase-separated gelatin–starch hydrogels containing dispersed oil droplets //Food Hydrocolloids. – 2013. – T. 30. – №. 1. – C. 333-342.

47. Freitas D., Le Feunteun S., Panouillé M., Souchon, I. The important role of salivary  $\alpha$ -amylase in the gastric digestion of wheat bread starch //Food & function. – 2018. – T. 9. – №. 1. – C. 200-208.

48. Fried M., Abramson S., Meyer J. H. Passage of salivary amylase through the stomach in humans //Digestive diseases and sciences. – 1987. – T. 32. – №. 10. – C. 1097-1103.

49. Gentile L. Protein–polysaccharide interactions and aggregates in food formulations //Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2020. – T. 48. – C. 18-27.

50. Gerrard J. A. Protein–protein crosslinking in food: methods, consequences, applications //Trends in food science & technology. – 2002. – T. 13. – №. 12. – C. 391-399.

51. Gibson G. R., Probert H. M., Van Loo J., Rastall R. A., & Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics //Nutrition research reviews. – 2004. – T. 17. – №. 2. – C. 259-275.

52. Goh K. K., Teo A., Sarkar A., & Singh H. Milk protein-polysaccharide interactions //Milk proteins. – Academic Press, 2020. – C. 499-535.

53. González-Martínez D. A., Carrillo-Navas H., Barrera-Díaz C. E., Martínez-Vargas S. L., Alvarez-Ramírez J., Pérez-Alonso C. Characterization of a

novel complex coacervate based on whey protein isolate-tamarind seed mucilage //Food hydrocolloids. – 2017. – T. 72. – C. 115-126.

54. Gray J. A., Bemiller J. N. Bread staling: molecular basis and control //Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2003. – T. 2. – №. 1. – C. 1-21.

55. Gropper S. S., Smith J. L. Advanced nutrition and human metabolism. – Cengage Learning, - 2012. – P. 63-111.

56. Gropper Sareen S., Jack L. Smith, and James L. Groff. "Advanced nutrition and human metabolism: Cengage Learning." – 2012 – P. 425-546.

57. Guo M. Q., Hu X., Wang C., & Ai L. Polysaccharides: structure and solubility //Solubility of polysaccharides. – 2017. – T. 2. – C. 8-21.

58. Harmuth-Hoene A. E., Schwerdtfeger E. Effect of indigestible polysaccharides on protein digestibility and nitrogen retention in growing rats //Annals of Nutrition and Metabolism. – 1979. – T. 23. – №. 5. – C. 399-407.

59. Higgins J. A., Brown I. L. Resistant starch: a promising dietary agent for the prevention/treatment of inflammatory bowel disease and bowel cancer //Current opinion in gastroenterology. – 2013. – T. 29. – №. 2. – C. 190-194.

60. Hinton R. H., Burge M. L. E., Hartman G. C. Sucrose interference in the assay of enzymes and protein //Analytical Biochemistry. – 1969. – T. 29. – №. 2. – C. 248-256.

61. Hosseini S. M. H., Emam-Djomeh Z., Sabatino P., & Van der Meeren, P. Nanocomplexes arising from protein-polysaccharide electrostatic interaction as a promising carrier for nutraceutical compounds //Food Hydrocolloids. – 2015. – T. 50. – C. 16-26.

62. Inagawa A., Fukuyama M., Hibara A., Harada M., & Okada T. Zeta potential determination with a microchannel fabricated in solidified solvents //Journal of colloid and interface science. – 2018. – T. 532. – C. 231-235.

63. Isaksson G., Lundquist I., Ihse I. In vitro inhibition of pancreatic enzyme activities by dietary fiber //Digestion. – 1982. – T. 24. – №. 1. – C. 54-59.

64. Jones O. G., McClements D. J. Recent progress in biopolymer nanoparticle and microparticle formation by heat-treating electrostatic protein-polysaccharide complexes //Advances in colloid and interface science. – 2011. – T. 167. – №. 1-2. – C. 49-62.
65. Jones O., Decker E. A., McClements D. J. Thermal analysis of  $\beta$ -lactoglobulin complexes with pectins or carrageenan for production of stable biopolymer particles //Food Hydrocolloids. – 2010. – T. 24. – №. 2-3. – C. 239-248.
66. Joshi N., Rawat K., Bohidar H. B. pH and ionic strength induced complex coacervation of Pectin and Gelatin A //Food Hydrocolloids. – 2018. – T. 74. – C. 132-138.
67. Jourden S., Panouille M., Saint-Eve A., Deleris I., Forest D., Lejeune P., & Souchon I. Breakdown pathways during oral processing of different breads: impact of crumb and crust structures //Food & Function. – 2016. – T. 7. – №. 3. – C. 1446-1457.
68. Kamerzell T. J., Esfandiary R., Joshi S. B., Middaugh C. R., & Volkin D. B. Protein-excipient interactions: Mechanisms and biophysical characterization applied to protein formulation development //Advanced drug delivery reviews. – 2011. – T. 63. – №. 13. – C. 1118-1159.
69. Khomutov L. I., Lashek N. A., Ptitchkina N. M., & Morris, E. R. Temperature—composition phase diagram and gel properties of the gelatin—starch—water system //Carbohydrate polymers. – 1995. – T. 28. – №. 4. – C. 341-345.
70. Klemmer K. J., Waldner L., Stone A., Low N. H., & Nickerson, M. T. Complex coacervation of pea protein isolate and alginate polysaccharides //Food Chemistry. – 2012. – T. 130. – №. 3. – C. 710-715.
71. Koopman R., Crombach N., Gijsen A. P., Walrand S., Fauquant J., Kies A. K., ... & van Loon, L. J. Ingestion of a protein hydrolysate is accompanied by an accelerated in vivo digestion and absorption rate when compared with its intact protein //The American journal of clinical nutrition. – 2009. – T. 90. – №. 1. – C. 106-115.

72. Koutina G., Ray C. A., Lametsch R., Ipsen R. The effect of protein-to-alginate ratio on in vitro gastric digestion of nanoparticulated whey protein //International dairy journal. – 2018. – T. 77. – C. 10-18.

73. Lam K. L., Cheung P. C. K. Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics //Bioactive carbohydrates and dietary fibre. – 2013. – T. 2. – №. 1. – C. 45-64.

74. Liu Y., Winter H. H., Perry S. L. Linear viscoelasticity of complex coacervates //Advances in Colloid and Interface Science. – 2017. – T. 239. – C. 46-60.

75. López-Barón N., Gu Y., Vasanthan T., & Hoover, R. Plant proteins mitigate in vitro wheat starch digestibility //Food hydrocolloids. – 2017. – T. 69. – C. 19-27.

76. Lovegrove A., Edwards C. H., De Noni I., Patel H., El S. N., Grassby T., ... & Shewry P. R. Role of polysaccharides in food, digestion, and health //Critical reviews in food science and nutrition. – 2017. – T. 57. – №. 2. – C. 237-253.

77. Mahmood K., Kamilah H., Shang P. L., Sulaiman S., & Ariffin F. A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications //Food Bioscience. – 2017. – T. 19. – C. 110-120.

78. Malagelada J. R., Go V. L. W., Summerskill W. H. J. Different gastric, pancreatic, and biliary responses to solid-liquid or homogenized meals //Digestive diseases and sciences. – 1979. – T. 24. – №. 2. – C. 101-110.

79. McClements D. J. Designing biopolymer microgels to encapsulate, protect and deliver bioactive components: Physicochemical aspects //Advances in Colloid and Interface Science. – 2017. – T. 240. – C. 31-59.

80. Mensink M. A., Frijlink H. W., Van der Voort Maarschalk K., & Hinrichs W. L. How sugars protect proteins in the solid state and during drying (review): Mechanisms of stabilization in relation to stress conditions //European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. – 2017. – T. 114. – C. 288-295.

81. Mession J. L., Assifaoui A., Lafarge C., Saurel R., Cayot P. Protein aggregation induced by phase separation in a peaproteins–sodium alginate–water ternary system //Food Hydrocolloids. – 2012. – T. 28. – №. 2. – C. 333-343.

82. Miao M., Jiang B., Cui S. W., Zhang T., & Jin Z. Slowly digestible starch—A review //Critical reviews in food science and nutrition. – 2015. – T. 55. – №. 12. – C. 1642-1657.

83. Mirrahimi A., de Souza R. J., Chiavaroli L., Sievenpiper J. L., Beyene J., Hanley A. J., ... & Jenkins D. J. Associations of glycemic index and load with coronary heart disease events: a systematic review and meta-analysis of prospective cohorts //Journal of the American Heart Association. – 2012. – T. 1. – №. 5. – C. e000752-65.

84. Mouécoucou J., Sanchez, C., Villaume C., Marrion O., Frémont, S., Laurent F., & Méjean L. Effects of different levels of gum arabic, low methylated pectin and xylan on in vitro digestibility of  $\beta$ -lactoglobulin //Journal of dairy science. – 2003. – T. 86. – №. 12. – C. 3857-3865.

85. Mullie P., Koechlin A., Boniol M., Autier P., & Boyle P. Relation between breast cancer and high glycemic index or glycemic load: a meta-analysis of prospective cohort studies //Critical reviews in food science and nutrition. – 2016. – T. 56. – №. 1. – C. 152-159.

86. Mussatto S. I., Mancilha I. M. Non-digestible oligosaccharides: A review //Carbohydrate polymers. – 2007. – T. 68. – №. 3. – C. 587-597.

87. Opazo-Navarrete M., Tagle Freire D., Boom R. M., & Janssen A. E. The Influence of starch and fibre on in vitro protein digestibility of dry fractionated quinoa seed (Riobamba Variety) //Food Biophysics. – 2019. – T. 14. – №. 1. – C. 49-59.

88. Panouille M., Saint-Eve, A., Deleris I., Le Bleis F., & Souchon, I. Oral processing and bolus properties drive the dynamics of salty and texture perceptions of bread //Food Research International. – 2014. – T. 62. – C. 238-246.

89. Pasini G., Simonato B., Giannattasio M., Peruffo A. D., & Curioni A. Modifications of wheat flour proteins during in vitro digestion of bread dough,

crumb, and crust: an electrophoretic and immunological study //Journal of agricultural and food chemistry. – 2001. – T. 49. – №. 5. – C. 2254-2261.

90. Patel H., Royall P. G., Gaisford S., Williams G. R., Edwards C. H., Warren F. J., ... & Butterworth P. J. Structural and enzyme kinetic studies of retrograded starch: Inhibition of  $\alpha$ -amylase and consequences for intestinal digestion of starch //Carbohydrate Polymers. – 2017. – T. 164. – C. 154-161.

91. Pateras I. Bread spoilage and staling //Technology of breadmaking. – Springer, Boston, MA, 2007. – C. 275-298.

92. Peinado, I., Lesmes, U., Andrés, A., & McClements, J. D. Fabrication and morphological characterization of biopolymer particles formed by electrostatic complexation of heat treated lactoferrin and anionic polysaccharides //Langmuir. – 2010. – T. 26. – №. 12. – C. 9827-9834.

93. Perry G. H., Dominy N. J., Claw K. G., Lee A. S., Fiegler H., Redon R., ... & Stone A. C. Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation //Nature genetics. – 2007. – T. 39. – №. 10. – C. 1256-1260.

94. Piper D. W., Fenton B. H. pH stability and activity curve of pepsin with special reference to their clinical importance //Gut. – 1965. – T. 6. – C. 506-508.

95. Podshivalov A., Zakharova M., Glazacheva E., & Uspenskaya M. Gelatin/potato starch edible biocomposite films: Correlation between morphology and physical properties //Carbohydrate Polymers. – 2017. – T. 157. – C. 1162-1172.

96. Prandi B., Faccini A., Tedeschi T., Cammerata A., Sgrulletta D., D'Egidio, M. G., ... & Sforza, S. Qualitative and quantitative determination of peptides related to celiac disease in mixtures derived from different methods of simulated gastrointestinal digestion of wheat products //Analytical and bioanalytical chemistry. – 2014. – T. 406. – №. 19. – C. 4765-4775.

97. Ramírez C., Millon C., Nunez H., Pinto M., Valencia P., Acevedo C., & Simpson, R. Study of effect of sodium alginate on potato starch digestibility during in vitro digestion //Food Hydrocolloids. – 2015. – T. 44. – C. 328-332.

98. Rosenblum J. L., Irwin C. L., Alpers D. H. Starch and glucose oligosaccharides protect salivary-type amylase activity at acid pH //American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology. – 1988. – T. 254. – №. 5. – C. G775-G780.
99. Rostom H., Shine B. Basic metabolism: proteins //Surgery (Oxford). – 2018. – T. 36. – №. 4. – C. 153-158.
100. Ruiz G. A., Opazo-Navarrete M., Meurs M., Minor M., Sala, G., van Boekel M., ... & Janssen A. E. Denaturation and in vitro gastric digestion of heat-treated quinoa protein isolates obtained at various extraction pH //Food Biophysics. – 2016. – T. 11. – №. 2. – C. 184-197.
101. Santinath Singh S., Aswal V. K., Bohidar H. B. Internal structures of agar-gelatin co-hydrogels by light scattering, small-angle neutron scattering and rheology //The European Physical Journal E. – 2011. – T. 34. – №. 6. – C. 1-9.
102. Schmitt C., Turgeon S. L. Protein/polysaccharide complexes and coacervates in food systems //Advances in colloid and interface science. – 2011. – T. 167. – №. 1-2. – C. 63-70.
103. Schmitt C., Sanchez, C., Desobry-Banon S., & Hardy J. Structure and techno functional properties of protein-polysaccharide complexes: a review //Critical reviews in food science and nutrition. – 1998. – T. 38. – №. 8. – C. 689-753.
104. Schwingshackl L., Hoffmann G. Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: a systematic review and meta-analysis //Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. – 2013. – T. 23. – №. 8. – C. 699-706.
105. Shi C., Tao F., Cui Y. New starch ester/gelatinbased films: developed and physicochemical characterization //International journal of biological macromolecules. – 2018. – T. 109. – C. 863-871.
106. Singh S. S., Aswal V. K., Bohidar H. B. Structural studies of agar-gelatin complex coacervates by small angle neutron scattering, rheology and dif-

ferential scanning calorimetry //International journal of biological macromolecules. – 2007. – T. 41. – №. 3. – C. 301-307.

107. Sjölund K., Häggmark A., Ihse I., Skude G., Kärnström U., & Wikander, M. Selective deficiency of pancreatic amylase //Gut. – 1991. – T. 32. – №. 5. – C. 546-548.

108. Slaughter S. L., Ellis P. R., Jackson E. C., & Butterworth P. J. The effect of guar galactomannan and water availability during hydrothermal processing on the hydrolysis of starch catalysed by pancreatic  $\alpha$ -amylase //Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects. – 2002. – T. 1571. – №. 1. – C. 55-63.

109. Smith F., Pan X., Bellido V., Toole G. A., Gates F. K., Wickham M. S., ... & Mills E. C. Digestibility of gluten proteins is reduced by baking and enhanced by starch digestion //Molecular nutrition & food research. – 2015. – T. 59. – №. 10. – P. 2034-2043.

110. Souza C. J. F., Garcia-Rojas E. E. Interpolymeric complexing between egg white proteins and xanthan gum: Effect of salt and protein/polysaccharide ratio //Food Hydrocolloids. – 2017. – T. 66. – C. 268-275.

111. Souza C. J., da Costa A. R., Souza C. F., Tosin F. F. S., & Garcia-Rojas E. E. Complex coacervation between lysozyme and pectin: Effect of pH, salt, and biopolymer ratio //International journal of biological macromolecules. – 2018. – T. 107. – C. 1253-1260.

112. Strugala V., Kennington E. J., Campbell R. J., Skjåk-Bræk G., & Dettmar, P. W. Inhibition of pepsin activity by alginates in vitro and the effect of epimerization //International journal of pharmaceuticals. – 2005. – T. 304. – №. 1-2. – C. 40-50.

113. Tharakan A. Modelling of physical and chemical processes in the small intestine (Doctoral dissertation, University of Birmingham). – 2009. – 276 p.

114. Tonnis W. F., Mensink M. A., de Jager A., van der Voort Maarschalk, K., Frijlink H. W., & Hinrichs W. L. Size and molecular flexibility of sugars determine the storage stability of freeze-dried proteins //Molecular pharmaceuticals. – 2015. – T. 12. – №. 3. – C. 684-694.



115. Topping D. L., Clifton P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides //Physiological Reviews. – 2001. – T. 81. – №. 3. – C. 1031-1064.
116. Trevino S. R., Scholtz J. M., Pace C. N. Amino acid contribution to protein solubility: Asp, Glu, and Ser contribute more favorably than the other hydrophilic amino acids in RNase Sa //Journal of molecular biology. – 2007. – T. 366. – №. 2. – C. 449-460.
117. von Borries-Medrano E., Jaime-Fonseca M. R., Aguilar-Mendez M. A. Starch–guar gum extrudates: Microstructure, physicochemical properties and in-vitro digestion //Food Chemistry. – 2016. – T. 194. – C. 891-899.
118. Wagoner T., Vardhanabhuti B., Foegeding E. A. Designing whey protein–polysaccharide particles for colloidal stability //Annual review of food science and technology. – 2016. – T. 7. – C. 93-116.
119. Walrand S., Gryson C., Salles, J., Giraudet C., Migné C., Bonhomme C., ... & Boirie Y. Fast-digestive protein supplement for ten days overcomes muscle anabolic resistance in healthy elderly men //Clinical nutrition. – 2016. – T. 35. – №. 3. – C. 660-668.
120. Wang W., Ignatius A. A., Thakkar S. V. Impact of residual impurities and contaminants on protein stability //Journal of pharmaceutical sciences. – 2014. – T. 103. – №. 5. – C. 1315-1330.
121. Wang B., Tchessalov S., Cicerone M. T., Warne N. W., & Pikal M. J. Impact of sucrose level on storage stability of proteins in freeze-dried solids: II. Correlation of aggregation rate with protein structure and molecular mobility //Journal of pharmaceutical sciences. – 2009. – T. 98. – №. 9. – C. 3145-3166.
122. Warren F. J., Fukuma N. M., Mikkelsen D., Flanagan B. M., Williams B. A., Lisle, A. T., ... & Gidley, M. J. Food starch structure impacts gut microbiome composition //Msphere. – 2018. – T. 3. – №. 3. – C. e00086-18.
123. Wickham M., Faulks R. Dynamic gastric model: пат. 8092222 США. – 2012.

124. Wijaya W., Patel, A. R., Setiowati, A. D., & Van der Meeren, P. Functional colloids from proteins and polysaccharides for food applications //Trends in Food Science Technology. – 2017. – T. 68. – C. 56-69.
125. Wirfält E., McTaggart A., Pala V., Gullberg B., Frasca G., Panico S., ... & Slimani N. Food sources of carbohydrates in a European cohort of adults //Public health nutrition. – 2002. – T. 5. – №. 6b. – C. 1197-1215.
126. Wu B., McClements D. J. Microgels formed by electrostatic complexation of gelatin and OSA starch: Potential fat or starch mimetics //Food Hydrocolloids. – 2015. – T. 47. – C. 87-93.
127. Wu Z., Wu J., Zhang R., Yuan S., Lu Q., & Yu Y. Colloid properties of hydrophobic modified alginate: Surface tension,  $\zeta$ -potential, viscosity and emulsification //Carbohydrate polymers. – 2018. – T. 181. – C. 56-62.
128. Zabel B. U., Naylor S. L., Sakaguchi A. Y., Bell G. I., & Shows T. B. High-resolution chromosomal localization of human genes for amylase, proopiomelanocortin, somatostatin, and a DNA fragment (D3S1) by in situ hybridization //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1983. – T. 80. – №. 22. – C. 6932-6936.
129. Zhang T., Xu X., Ji L., Li Z., Wang Y., Xue Y., & Xue C. Phase behaviors involved in surimi gel system: Effects of phase separation on gelation of myofibrillar protein and kappa-carrageenan //Food Research International. – 2017. – T. 100. – C. 361-368.
130. Zhao Y., Khalid N., Shu G., Neves M. A., Kobayashi I., Nakajima M. Complex coacervates from gelatin and octenyl succinic anhydride modified kudzu starch: Insights of formulation and characterization //Food hydrocolloids. – 2019. – T. 86. – C. 70-77.
131. Ziegler G. R., Foegeding E. A. The gelation of proteins //Advances in food and nutrition research. – Academic Press, 1990. – T. 34. – C. 203-298.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH .....</b>	<b>4</b>
<b>I BOB. POLISAXARIDLARNING OSHQOZONDA OQSIL GIDROLIZIGA TA'SIR MEXANIZMLARI .....</b>	<b>6</b>
1.1-§. Oqsillar va polisaxaridlarning o'zaro ta'siri, oqsil-polisaxarid komplekslarini hosil bo'lish mexanizmi .....	6
1.2-§. So'lak amilazasi bilan hazm bo'ladigan va bo'lmaydigan polisaxaridlar .....	12
1.3-§. Hazm bo'ladigan polisaxaridlarning oshqozon shirasi tomonidan oqsil gidrolizining o'zgarishiga ta'siri .....	16
1.4-§. Oshqozon shirasi ta'sirida oqsil gidrolizidagi o'zgarishlarga hazm bo'lmaydigan polisaxaridlarning ta'siri .....	21
1.5-§. Oshqozon shirasi bilan oqsillar gidroliziga saxarozaning ta'siri.....	25
<b>II BOB OSHQOZON SHIRASI TA'SIRIDA OQSILLAR GIDROLIZINING YAXSHILANISHIGA OSHQOZONDA SO'LAK AMILAZASI TOMONIDAN POLISAXARIDLAR GIDROLIZINING TA'SIRI.....</b>	<b>30</b>
2.1-§. Tajriba material.....	31
2.1.1-§. Eksperimental tadqiqot usullari .....	38
2.1.2-§. Statistik usullar .....	40
2.2-§. Oshqozonda oqsillar gidroliziga oqsil-polisaxarid komplekslari xosil bo'lishining ta'siri .....	41
2.3-§. Oqsil-polisaxaridlar o'zaro ta'sirini oshqozonda oqsil gidrolizining o'zgarishiga ta'siri .....	46
2.4-§. So'lak amilazasining oshqozonda oqsil gidrolizidagi o'zgarishlarga ta'siri.....	49
2.5-§. So'lak amilaza faolligining o'zgarishiga turli pH muhitining ta'siri .	53
2.6-§. Oqsil-polisaxaridlar o'zaro ta'sirining so'lak amilazasi tomonidan kraxmal gidroliziga ta'siri .....	57
2.7-§. Saxarozaning so'lak amilolitik va oshqozon shirasi proteolitik faolligining o'zgarishiga ta'siri .....	62
2.8-§. So'lakning amilolitik va oshqozon shirasining proteolitik faolligi o'zgarishiga agar-agar polisaxaridini ta'siri .....	68
2.9-§. Oshqozonning proteaza sekretiya darajasi har xil bo'lgan odamlarda oshqozon shirasining umumiy proteolitik faolligi o'zgarishlarining xususiyatlari.....	74
2.10-§. Oqsil-kraxmal o'zaro ta'sirini oqsil hazm bo'lishining o'zgarishiga ta'siri.....	82
<b>YAKUNIY QISM.....</b>	<b>88</b>
<b>XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR.....</b>	<b>97</b>
<b>SHARTLI BELGILAR VA ATAMALAR RO'YXATI.....</b>	<b>99</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI .....</b>	<b>100</b>