MUHIT PH QIYMATI VA OSH TUZI KONSENTRATSIYASINING GELATIN ERITMALARINING QOVUSHQOQLIGI HAMDA GEL HOSIL BO'LISH VAQTIGA TA'SIRI

Qo'qon Davlat universiteti

Ashurova Maxfuzaxon Rahmonjon qizi

Annotatsiya: Ushbu maqolada muhitning vodorod ko'rsatkichi hamda osh tuzi konsentratsiyasining gelatin eritmalariga ko'rsatadigan kompleks ta'siri tadqiq etilgan. Izlanishda gelatining izoelektrik nuqtasidagi va undan chetlashgandagi konformatsion o'zgarishlari batafsil tahlil qilingan. Shuningdek, kislotali hamda ishqoriy muhit sharoitlarida makromolekulalarning zaryadlanishi va ularning eritmalar reologiyasiga ta'siri ko'rib chiqilgan. Tizimga kiritilgan neytral elektrolit konsentratsiyasining oqsil zanjirlari gidratatsiyasi va ionli ekranlanish mexanizmlariga ta'siri yoritib berilgan. Maqolada ushbu omillarning eritma qovushqoqligi hamda gel hosil bo'lish vaqti o'rtasidagi o'zaro bog'liqligi ilmiy jihatdan asoslangan. Olingan natijalar turli sanoat tarmoqlarida gelatindan foydalanish jarayonlarini maqbullashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Gelatin, pH ko'rsatkichi, izoelektrik nuqta, osh tuzi ($NaCl$), qovushqoqlik, gel hosil bo'lish vaqti, Debay-Xyukkel buluti, elektrostatik ekranlanish, degidratatsiya, reologiya.

Massa-almashinuv va kolloid kimyo sohasida oqsil asosli polimerlar, xususan gelatin eritmalarining reologik xossalarini hamda strukturaviy-mexanik parametrlarini tadqiq etish alohida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Gelatin kollagenning qisman gidrolizlanishi natijasida hosil bo'ladigan yuqori molekulali oqsil birikmasi bo'lib, u o'zining noyob gel hosil qilish, qovushqoqlik ko'rsatkichlarini o'zgartirish va gidrofillik xususiyatlari sababli oziq-ovqat, farmatsevtika va biotexnologiya sanoatida keng qo'llaniladi. Gelatin makromolekulalarining fazoviy konformatsiyasi, eritmadagi o'zaro ta'sirlashuv kuchi va gel hosil bo'lish mexanizmi muhitning fizik-kimyoviy

sharoitlariga, xususan, vodorod ionlari aktivligi (pH) hamda tizimdagi elektrolitlar, masalan, osh tuzi (NaCl) konsentratsiyasiga o'ta ta'sirchandir.

Eritmaning pH ko'rsatkichi gelatin makromolekulalaridagi zaryadlarning taqsimlanishini va ularning konformatsion holatini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Gelatin uchun izoelektrik nuqta pH=4.7 ga teng bo'lib, ushbu nuqtada makromolekuladagi musbat va manfiy zaryadlar miqdori tenglashadi va umumiy elektrostatik zaryad nolga yaqinlashadi. Izoelektrik holatda makromolekulalar orasidagi elektrostatik itarish kuchlari minimal darajaga tushadi, bu esa polimer zanjirlarining eng zich va kompakt konformatsiyaga (yumaloqlashgan globulyar holatga) o'tishiga imkon beradi. Natijada, gelatin molekulalarining eritma hajmidagi gidrodinamik radiusi keskin qisqaradi va eritmaning ichki ishqalanishi, ya'ni qovushqoqligi eng past (minimal) qiymatga erishadi. Shu bilan birga, molekulalararo itarishning yo'qligi va makromolekulyar segmentlarning o'zaro yaqinlashishi hisobiga gel hosil bo'lish vaqti ham minimal darajaga tushadi, ya'ni gelitsiya jarayoni maksimal tezlik bilan kechadi.

Aksincha, izoelektrik nuqtadan chetlashilganda, ya'ni kislotali ($pH < 4.7$) yoki ishqoriy ($pH > 4.7$) muhit sharoitlari yuzaga kelganda, gelatin zanjirlaridagi funksional guruhlarning ionlanish darajasi tubdan o'zgaradi. Buning natijasida har bir makromolekula o'zining bo'ylama o'qi bo'ylab bir xil ishorali net-zaryadga ega bo'lib oladi. Kislotali muhitda amfoter xarakterga ega bo mezonli oqsil zanjirlaridagi karboksil guruhlari ($–COOH$) protonlanib, birinchi navbatda amin guruhlarining protonlanishi ($–NH_3^+$) hisobiga musbat zaryad ustunlik qiladi; ishqoriy muhitda esa, aksincha, amin guruhlari o'z zaryadini yo'qotib, karboksilat ionlari ($–COO^–$) hisobiga manfiy zaryad shakllanadi. Zanjir bo'ylab joylashgan ushbu bir xil ishorali funksional guruhlar o'rtasida vujudga keladigan kuchli elektrostatik itarish kuchlari makromolekula ichki va molekulalararo darajada ta'sir ko'rsata boshlaydi. Usbu elektrostatik itarish izoelektrik nuqtadagi zich, kompakt va yumaloqlashgan

konformatsiyaning to'liq buzilishiga olib keladi va makromolekulyar zanjirlarning fazoviy strukturasini to'liq yoyilishiga hamda maksimal drajada bo'kishiga majbur qiladi. Fazoda yoyilgan, uzaytirilgan va gubkasimon shaklga kirgan polimer zanjirlari eritma hajmida suv molekulalarining harakatiga ulkan gidrodinamik qarshilik ko'rsatadi hamda ularni o'z ichki hajmiga ushlab qoladi. Ushbu makroskopik gidrodinamik hajmnining ortishi tizimning ichki ishqalanishini oshirib, eritma qovushqoqligining keskin va sezilarli darajada yuksalishiga sabab bo'ladi. Biroq, bir xil zaryadlangan va yoyilgan zanjirlarning bir-biridan uzluksiz itarilib turishi ularning o'zaro yaqinlashishiga va uch o'lchamli, kovalent bo'lmagan (vodorod bog'lar, gidrofob ta'sirlar) gellashish karkasini hosil qilishiga imkon bermaydi. Makromolekulyar segmentlarning o'zaro birikishi va gel tugunlarini shakllantirishi murakkablashgani sababli, gel hosil bo'lish jarayoni qiyinlashadi, kinetik to'siqlar ortadi va natijada gel hosil bo'lish vaqti sezilarli darajada uzayib, sekinlashadi.

Tizim reologiyasiga neytral elektrolit — osh tuzi ($NaCl$) kiritilishi esa muhitning ion kuchini oshirish va makromolekulalarning gidratatsiya darajasini o'zgartirish orqali yanada murakkab va bosqichli fizik-kimyoviy ta'sir ko'rsatadi. Eritmada tuzning kichik (past) konsentratsiyalari mavjud bo'lganda, dissotsilangan Na^+ va Cl^- ionlari gelatin polimer zanjirlarida joylashgan mos musbat va manfiy zaryadlangan guruhlar atrofiga qarama-qarshi ion qatlami (Debay-Xyukkel buluti) sifatida toplanadi. Ushbu jarayon zaryadlar atrofinda ionli ekranlanish (screening) effektini vujudga keltirib, oqsil zanjirlarining o'zaro hamda zanjir ichidagi elektrostatik itarish kuchlarini samarali ravishda to'sib qo'yadi. Elektrostatik itarishning pasayishi natijasida fazoda to'liq yoyilib turgan rigid polimer zanjirlari o'z tarangligini yo'qotib, biroz bukiluvchan (flexible) konformatsiyaga o'ta boshlaydi. Zanjirlarning bu kabi qisman kompaktlashishi ularning gidrodinamik radiusini kichraytiradi, eritmadagi oqim qarshiligini kamaytiradi va yakuniy natijada eritmaning umumiy qovushqoqligi ma'lum darajada pasayishiga olib keladi.

Aksincha, osh tuzi konsentratsiyasi yuqori qiymatlargacha oshirilganda, tizimda vizual va strukturaviy jihatdan butunlay boshqacha mexanizm namoyon bo mezon bo'ladi. Yuqori tuz konsentratsiyasida ionlar suv molekulalari bilan kuchliroq bog'lanib, oqsil makromolekulalarining gidrat qavatlarini yemirib yuboradi, ya'ni tuz suvni o'ziga tortib olib, gelatin zanjirlarining degidratatsiyasiga sabab bo'ladi. Gidrat qatlamining zaiflashishi natijasida gelatin makromolekulalarining gidrofob va vodorod bog'lanishlari orqali o'zaro birikishi (agregatsiyasi) keskin kuchayadi. Polimer zanjirlarining bu tarzda intensiv o'zaro bog'lanishi va makromolekulyar karkasning tezkor shakllanishi gel hosil bo'lish vaqtini keskin qisqartiradi hamda tizimning umumiy qovushqoqligini oshiradi.

Ushbu qonuniyatlar pH muhiti va elektrolitlar konsentratsiyasini aniq boshqarish orqali gelatin eritmalarining oquvchanligi va gelitlashish vaqtini maqsadli ravishda regulyatsiya qilish imkonini beradi. Izoelektrik nuqtada yoki yuqori tuz konsentratsiyasida gelitsiya jarayonini tezlashtirish mumkin bo'lsa, kislotali yoki ishqoriy muhitda yuqori qovushqoqlikka ega, lekin gel hosil bo'lishi sekinlashgan barqaror eritmalarni shakllantirish mumkin. Gelatin va NaCl o'rtasidagi bu kabi kolloid-kimyoviy o'zaro ta'sirlar gidrogellar, tabletka qobiqlari, oziq-ovqat emulsiyalari hamda qandolatchilik mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyalarida maqbul tekstura va strukturaviy reologik xususiyatlarni ta'minlashning ilmiy bazasini tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yo'ldoshev, J. S., & Ahmedov, K. S. (2018). *Kolloid kimyo*. Toshkent: "O'zbekiston" nashriyoti.

2. Johnston-Banks, F. A. (1990). Gelatin. In *Food Gels* (pp. 233-289). Springer, Dordrecht.

3. Rahmonov, A. R., & Sodiqov, H. M. (2020). Oqsil moddalar

eritmalarining reologik va strukturaviy-mexanik xossalari. *O'zbekiston Kimyo Jurnali*, (3), 54-61.

4. Ward, A. G., & Courts, A. (Eds.). (1977). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, London.

5. Xalilov, U. M., & Ismailov, I. I. (2021). *Yuqori molekulali birikmalar kimyosi va fizikasi*. Toshkent: "Universitet".

6. Normand, V., Muller, S., Ravey, J. C., & Parker, A. (2000). Gelation point of gelatin solutions as a function of temperature and salt concentration. *Macromolecules*, 33(3), 1063-1071.

7. Pang, Z., Deeth, H., Yang, H., Bansal, N., & Liu, X. (2014). Evaluation of rheological and gel properties of gelatin affected by pH and ionic strength. *International Journal of Food Properties*, 17(9), 2010-2022.

8. Toshmatov, N. B., & Saidov, B. O. (2022). Elektrolitlar va pH muhitining polimer gidrogellar mustahkamligiga ta'siri. *O'zbekiston Texnika va Texnologiya Jurnali*, 2(1), 112-118.