

OZIQ-OVQAT BO'YOQLARNING FOTOFIZIK VA FOTOXIMIK XOSSALARI

Tuksanova Zilola Izatullayevna

*Buxoro davlat universiteti, «Fizika» kafedrası o'qituvchisi
tuqsanova@gmail.com*

Nazarov Erkin Sadikovich

*Buxoro davlat universiteti, «Fizika» kafedrası dotsenti,
texnika fanlari nomzodi*

nazaroverkin1968@gmail.com

Toyirova Nodira Faxriddin qizi

Buxoro davlat universiteti, «Fizika» ta'lim yo'nalishi talabasi

Annotatsiya: Mazkur maqolada oziq-ovqat bo'yoqlarining fotofizik va fotoximik xossalari, molekulalararo o'zaro ta'sirini tadqiq etishning, zamonaviy molekulyar spektroskopiyaning dolzarb yo'nalishlari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Spektral-optik xossalar, kimyoviy struktura, molekulyar spektroskopiya, metrologik xarakteristikalar, oziq-ovqat bo'yoqlari, sintetik bo'yoqlar, pigment, termodestruksiya, spektral-lyuminessent xarakteristikalar, antotsianlar, flavonlar, karotinoidlar, xlorofillar.

Oziq-ovqat bo'yoqlarini fotofizik va fotoximik xossalari molekulalararo o'zaro ta'sirini tadqiq etish zamonaviy molekulyar spektroskopiyaning dolzarb yo'nalishlaridan biri bo'lib hisoblanadi. Bu tadqiqotlar kimyoviy struktura, o'rindoshlarning tabiati va erituvchining spektral-optik xossalarga ta'sirining asosiy qonuniyatlarini o'rganish, metrologik xarakteristikalarni o'lchashning yanada samaraliroq usullarini ishlab chiqish va oziq-ovqat bo'yoqlari va vitaminlarning qo'llanish sohasini kengaytirish imkoniyatlarini beradi.

Oziq-ovqat bo'yoqlarining issiqlik hamda yorug'likka chidamlilikini tadqiq etish ularning organoleptik ko'rsatgichlarini baholashda, metrologik xarakteristikalarini aniqlashda, oziq-ovqat va farmasevtika sanoatida qo'llashning shart-sharoitlarini aniqlashda, oziq-ovqat korxonalarida laboratoriyalarida ilmiy-tadqiqotlar olib borishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Tabiiy oziq-ovqat bo'yoqlari, aniq strukturaga, fizikaviy-kimyoviy xarakteristikalariga va yuqori iste'molchilik (intensivlik va ranglarning ko'pligi, nisbatan stabilligi) xossalari ega bo'lgan sintetik bo'yoqlardan (indigokarmin, tartrazin, amarant va boshqalardan) farq qiladi. Ular murakkab kimyoviy tuzilishga, biologik buzilishlarga ega bo'lib yuqori issiqlik va yorug'lik ta'sirlariga chidamli emasligini qayd etish lozim.

Ammo, ular sintetik analoglarga qaraganda inkor etib bo'lmaydigan afzallikka ega, ya'ni inson organizmi uchun zararsiz (zaharli emas va o'sma hosil qilmaydi), bu ularning katta bo'lmagan iste'molchi xossalarini to'laligicha kompensatsiyalaydi. Bu esa ularni ajratishni ilmiy tadqiq qilish, stabillashtirish, ularni oziq-ovqat, farmasevtika sanoati va boshqalarda qo'llash imkoniyatlari borligini aniqlashga kuchli turtki bo'ldi. Oziq-ovqat bo'yoqlari va bo'yalgan vitaminlarga bag'ishlangan ilmiy ishlar kam emas. Ularning spektral-optik xarakteristikalarini tadqiq etib o'rganilgan bir qator ishlar bor. Antosian qatori bo'yoq pigmentlari aralashmasiga tegishli bo'lgan olcha bo'yog'ining saqlash muddatiga temperaturaning 0-95⁰C intervaldagi ta'siri tomonidan yaxshi o'rganilgan. Temperaturani ma'lum bir qiymatgacha oshirilganda (65-70⁰C), nisbiy optik zichlikning oshishi ($D_{nis.}$), keyin rangning barqarorlashishi va 95⁰C dan boshlab termodestruksiya boshlanishi aniqlangan. Lavlagi (betalain hosilalari) ekstraktining temperaturaning 20-90⁰C diapazonida yutilish spektrlarining o'zgarishini o'rganilgan. O'rganilayotgan eritmalarni 50⁰C gacha qizdirganda 535 va 480 nmdagi ikkita yutilish spektral tasmalari maksimumlarining shakllari va $D_{nis.}$ qariyb o'zgarmay qolishini ko'rsatdi. 55⁰C dan yuqori temperaturalarda yutilish spektrlarining sezilarli deformatsiyasi, spektrning ko'rish sohasida integral yutilish qobiliyatining kamayib ketishi va temperaturaning oshishi bilan deformatsiyaning oshishi kuzatiladi. Temperaturaning yanada oshirilishi (90⁰C dan baland) yutilish tasmasining butunlay yo'qolishiga 428 nm izobestik nuqtaning hosil bo'lishiga olib keladi. Bu eritmada destruksiya mahsulotlarining bo'lishligi, destruksiya darajasi qancha katta bo'lsa, yangi qisqa to'lqinli 415 nmdagi intensivlik tasmasining yanada yuqoriroq bo'lishi bilan tushuntiriladi. Yuqorida aytilganlardan shunday xulosa chiqarish mumkinki, oziq-ovqat bo'yoqlarining issiqlik faktorlari molekula strukturalarining stabilligiga va spektral-optik xarakteristikalariga katta ta'sir qiladi.

Qayd qilib o'tilganidek, bo'yoqlarning spektral-lyuminessent xarakteristikalariga faqatgina atrof muhit emas, balki eritilgan moddaning konsentrasiyasi ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Eritma konsentratsiyasining oshishi, eritilgan modda molekulari orasidagi masofa kamayishiga, natijada, uyg'otgan holatda yashash davrining kamayishiga, demak fluoressensiya kvant chiqishlari va lyuminessensiyaning konsentratsion o'chishiga olib keladi. Elektron yutilish spektrlari va fluoressensiyaning o'zgarishi uch xil holatda namoyon bo'ladi:

- 1) Qisqa to'lqinli maksimumning paydo bo'lishi;
- 2) Yutilish tasmalari maksimumlari va shakllaridagi o'zgarishsiz yutilish qobiliyatining kamayishi;
- 3) Yangi qisqa yoki uzun to'lqinli yutilish tasmalarining paydo bo'lishi.

Konsentratsiyaning oshishi maksimumi va shakllari o'zgarishsiz, lyuminessent spektrlarining pasayishiga, fluoressensiya spektrlarida yangi uzun to'lqinli tasma hosil bo'lishiga olib keladi. Lyuminessensiyaning konsentratsion oshishiga sabab,

assotsiatsiyalangan molekullarning uygʻonish energiyasini passiv yutilishi natijasida, uygʻonish energiyalarining monomerlardan assotsiatlarga olib oʻtlishiga yoki uygʻonish energiyalarining boʻyoqlar uygʻongan monomer molekullari orasida migratsiyasi natijasi boʻlishi mumkin.

Hozirgi paytda molekulyar assotsiatsiya jarayonlari haqidagi tasavvurlar ancha kengaygan. Assotsiatsiyalanishda spektral oʻzgarishlar yuqorida sanalgan holatlardan tashqari quyidagicha ham boʻlishi mumkin:

- lyuminessensiya qobiliyatiga ega boʻlmagan agregatlar hosil boʻlishi bilan bogʻliq boʻlgan, monomer molekullarning yutilish tasmalariga nisbatan qisqa toʻlqin uzunligi tomonga siljigan yangi yutilish tasmalarning paydo boʻlishi (*N*-agregatlar);
- fluoressensiya tasmalari bilan qariyb rezonans mos kelayotgan uzun toʻlqin uzunligi tomonda yangi yutilish poloslarining hosil boʻlishi (*J*-agregatlar);
- turli tipdagi assotsiatlar hosil boʻlganda, katta toʻlqin uzunligi tomonga fluoressensiyaning va yutilish spektrlarining siljishi;

Yuqorida keltirilganlar eritilgan moddaning konsentratsiyasining spektral-lyuminessent xarakteristikalariga taʼsirini yetarlicha xarakterlaydi va har bir spektral xarakteristikani oʻrganayotganda konsentratsiya diapozonini oldindan aniqlash zarururiy shartligini taʼkidlaydi.

Maʼlumki, oziq-ovqat mahsulotlarini boʻyash, ular tarkibidagi aniq bir sinfga (antotsianlar, flavonlar, karotinoidlar, xlorofillar va boshqalar) tegishli vitaminlar, vitamanga oʻxshash moddalar yoki provitaminlar boʻlib hisoblangan boʻyoq pigmentlari borligini bilish bilan aniqlanadi.

Xlorofillar – oʻsimliklarga yashil rang beradigan fotosintetik pigmentlar boʻlib hisoblanadi. Oʻsimlikdan olingan boʻyoqlardan eng mukammal oʻrganilgani xlorofill hosilalaridir. *q*-elektron yaqinlashishni kvantokimyoviy hisoblashlari xlorofill molekullari absorpsion va lyuminessent xarakteristikalari eksperimental natijalar bilan mos kelishligini koʻrsatadi. "A" xlorofill uchun absorpsion tasmalar 410, 429, 613 va 660 nm, "V" xlorofill uchun esa 425, 450, 575 va 772 nm mos kelishligi aniqlangan.

Antotsianlar - suvda eriydigan pigmentlar boʻlib, koʻplab meva va sabzavotlarning rangini aniqlaydi. Antotsianlarning 0,1% HCl miqdori boʻlgan etanoldagi yutilish spektrlarida ikkita yutilish tasmasi kuzatiladi. Birinchi tasma 270 - 280 nm sohada, ikkinchi nisbatan intensivli kattaroq tasma esa 465 - 550 nm sohada yotadi. *q*-elektron yaqinlashishi boʻlgan antotsianlarning spektral-lyuminessent xarakteristikalari nazariy hisoblangan va eksperimental natijalar bilan mos qiymatlar olingan. Masalan, pelargonidin uchun *q*- oʻtish energiyalarining hisoblab topilgan qiymati 2,32; 2,85; 3,70 va 4,59 eV, yutilish tasmalarining maksimumlari 535, 435, 335 va 270 nm boʻlgandagi qiymatiga mos keladi. Shu paytning oʻzida *q*-elektron bogʻlanish energiyalarining oshishi bilan fluoressensiya tasmalarining maksimumlari spektrning uzun toʻlqin sohasiga tomon siljiydi. Fluoressensiya tasmalar

maksimumlarining qiymatlari pelargonidin, delfinidin va malvidin uchun mos ravishda 593, 595, 600 nm tashkil etadi. Antotsian hosilalarining glyukozid bilan almashganlari uchun fluoressensiya spektrlarida bataxrom siljish 10 nm kuzatiladi. Tarkibida 0,01 % HCl bo'lgan 3- glyukozid tsianidin va tsianidin 3-ramnozidning metanoldagi eritmali uchun fluoressensiya tasmalarining maksimumlarining to'liq uzunligi 610 nm.

M.N.Zaprometov va uning xodimlari tomonidan, antotsian hosilalarining etanoldagi eritmalarida suyuq azot temperaturasida lyuminessensiya spektrlarining 455-465 nm va 585-610 nm oblastida joylashgan ikkita nurlanish spektrlari aniqlangan. Bu tasmalarning intensivlik munosabatlari uyg'otish to'liq uzunligiga bog'liq. Misol sifatida tsianidin - xlorid eritmali olinishi mumkin, ular uchun to'liq uzunligi 365 nm bo'lgan yorug'lik bilan yoritilib lyuminessensiyani uyg'otish shunga olib keladiki, lyuminessensiyaning qisqa to'liqli nurlanish tasmalarining intensivligi uzun to'liqli tasmalar intensivligidan taqriban 2 marta katta bo'ladi. Agar to'liq uzunligi 485 nm yorug'lik bilan uyg'otilsa lyuminessensiya spektrlarida faqat bitta nurlanish tasmasi 590 nm hosil bo'ladi. Analogik vaziyatlarda flavonollarning yutilish spektrlarida 2 tasma hosil bo'ladi. Yuqorirok intensivlikka ega bo'lgan tasma 250-270 nm to'liq uzunligi sohasida, kichiqrok intensivlikka ega bo'lgan tasma 350-390 nm sohasida yotadi. Muzlatilgan flavonol eritmalarida ikkita nurlanish 460 nm va 590 nm mos keladigan tasmalar borligi ta'kidlandi. Kvertsetin uchun nurlanish tasmasi 590 nm, yog'dulanish tasmaga 460 nm nisbatan kattarok intensivlikka ega. Rutinda esa, teskari manzara kuzatiladi.

Keltirilgan natijalar antosianlar uchun olingan natijalar bilan mos keladi. Fluoressensiya va nurlatib uyg'otishning bir xilligi, antosianlar va flavonollar lyuminessent xossalari ularda ikkita yog'dulanish markazi (xromofor guruhlar) borligi bilan tushuntiriladi. Birinchi markaz yog'dulanish aromatik yadro "D" bilan bog'langan va qisqa to'liqli maksimumi 460 nm nurlanish tasmalarning mavjudligidan. Fluoressensiya tasmasi uyg'otish spektrlaridagi mos keladigan maksimum 365 nm to'liq uzunligida bo'lib, maksimumi 460 nm bo'lgan qisqa to'liqli nurlanish spektrlarining mavjudligini ko'rsatadi.

Maksimumi 590 nm bo'lgandagi yog'dulanish tasmasi ikkinchi yog'dulanish markazi bilan bog'langan. Flavonol hosilalari fluoressensiya tasmalari uchun maksimum uyg'onish spektridagi 485 nm, antotsianlarning yutilish tasmalarining uzun to'liqlari chegarasidagi maksimum bilan hosil bo'ladi. Flavonollarning strukturasi flavonlarning strukturasi 3 holatda gidroksil guruhining borligi bilan farq qiladi. Suyuq azot temperaturasida flavonol hosilalarida yashash vaqti faqat bir sekund bo'lgan fosforessensiya kuzatilgan. Aftidan bu savolning yechimi maxsus eksperimentlarni va olingan natijalarni interpritatsiyalashda kompleks yaqinlashish talab etiladi.

O'rganilayotgan tabiiy bo'yoqlar organik erituvchilarda yomon eriganligi sababli bo'yoqlar analitik tarozilarda 0,0001 g aniqlikda o'lchanib bidistillangan suvda eritildi so'ngra organik erituvchilar qo'shildi. Ishchi konsentratsiyalar 10^{-3} dan 10^{-6} mol/l gacha "ona" eritmani suyultirish bilan olindi. Bunda mikroanalitik tarozilar bo'limlarini olishdagi, idish devorlarining qo'llanishning har xilligi hamda o'lchaydigan idishlarning darajalaridagi aniqlikmasliklar 0,5% dan oshmadi. Molekulalararo assotsiatsiyani o'rganishda eritmalar elektron spektrlari o'zgarishi binar erituvchi tarkibi, konsentratsiyaning har xil variatsiyalari va eritma temperaturasidan bog'liq ravishda o'zgarishini e'tiborga olish zarur.

Bu vaziyatdan kelib chiqib binar erituvchilarning tanlangan eritmalarini tayyorlashda quyidagi usullardan foydalanildi: o'rganilayotgan moddalar qutblanmagan yoki kam qutblangan erituvchilarda eritildi. Keyin o'rganilayotgan birikmalar yomon eriydigan erituvchilarni qo'shish yo'li bilan eritildi va binar aralashma eritmalarini olindi. Eritmalar shunday tayyorlandiki, unda faqatgina eritilgan modda konsentratsiyasi o'zgarmasdan qolib binar erituvchining tarkibi o'zgartirildi. Bu usulning afzalligi shundaki, qutblangan va qutblanmagan erituvchilarni har xil foiz miqdorida qo'shib o'rganilayotgan birikmalar molekulyar assotsiatsiya jarayonini boshqarish imkoniyati mavjud. Bu holda elektron spektrlar o'zgarish ehtimolliligini faqatgina molekulyar agregatsiyasi natijasiga emas balki qutblangan erituvchining spetsifik ta'siridan ham ekanligini e'tiborga olish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Б.Э.Ниязхонова, З.С.Кодирова. Особенности молекулярных взаимодействий в растворах пищевых красителей // Интернаука (2021) №38 (214) С 85-86.
2. Б.Э.Ниязхонова, З.С.Кодирова. Влияние природы растворителя на спектрально-оптические свойства красителей // Academic Research in Educational Sciences (2022) Volume 3 Issue 3. pp 619-624.
3. Z.I.Tuksanova, E.S.Nazarov, N.F.Toyirova Influence of pH environment on the spectral and optical properties of betalain derivatives. Galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ) ISSN (E): 2347-6915. Vol. 12, Issue 2, February (2024). pp. 202-204.
4. З.И.Туксанова, Э.С.Назаров, М.С.Бахранова. Проблемы и необходимые воображения экологического и биофизического образования // INVOLTA. Innovation scientific journal (2022) Vol. 1 № 6. С. 215-220.
5. E.S.Nazarov, M.B.Teshayeva. Zamonaviy fizika ta'limi muammolari va uni takomillashtirish istiqbollari // Academic research in educational sciences (2022) Volume 3 Issue 3. pp 562-565.
6. З.И.Туксанова, Э.С.Назаров, Н.Ф.Тойирова. Влияние pH среды на спектрально-оптические свойства производных беталаина. International scientific journal «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» ISSN: 2181-3906. Volume 3 / Issue 1 / Uif:8.2 / Modernscience.uz. (2024). pp. 660-663.
7. Э.С.Назаров, Ш.А.Хамрокулова. Эффективное использование энергетических ресурсов // Современные научные решения актуальных проблем. Международная научно-практическая конференция. (2022) Ростов-дон. С. 15-17.