



SIRDA KUCHAYTIRILGAN RAMAN SPEKTROSKOPIYASI VA KONFOKAL RAMAN MIKROSKOPIYASI, UNING SO'NGGI YUTUQLARI.

Shokirjonova Maftunaxon Ilimdor qizi

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti

mshokirjonova09@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7940424>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 10-May 2023 yil

Ma'qullandi: 13-May 2023 yil

Nashr qilindi: 16-May 2023 yil

KEY WORDS

Sirta Kuchaytirilgan Raman spektroskopiyasi (SERS), Konfokal Raman mikroskopiyasi, adsorbsiya, CCD kamera, floresans.

ABSTRACT

Sirta Kuchaytirilgan Raman spektroskopiyasi va Konfokal Raman mikroskopiyasi haqida nazariy ma'lumotlar berildi. Oddiy Raman sochilishi natijasida olingan signallar haqida tushuntirish berib o'tildi. Konfokal Raman mikroskopiyasining ishlash prinsipi va qanday vazifa bajarilishi keltirib o'tildi. Sirta kuchaytirilgan Raman spektroskopiyasi va Konfokal Raman mikroskopiyasi, uning so'nggi yutuqlari tahlil qilindi..

So'nggi yillarda molekulararo o'zaro ta'sirlarning optik spektrlarga ta'sirini o'rganishda ma'lum yutuqlarga erishildi. Ayni paytda, bu muammolar haligacha adabiyotda yetarlicha to'liq va izchil aks ettirilgani yo'q, garchi bu muammoga qiziqish doimiy ravishda o'sib bormoqda.

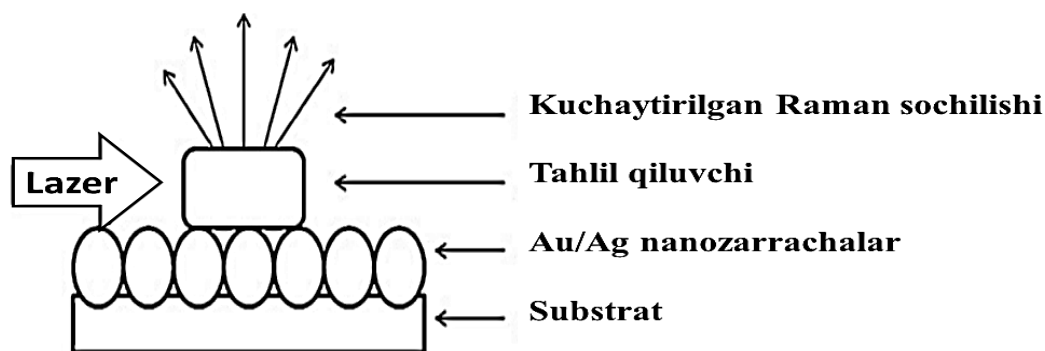
Yorug'likning kombinatsion sochilishi past chastotali sohada oddiy deformatsiya tebranishlari, molekularning bir qismining boshqasiga nisbatan aylanish tebranishlari (burilish tebranishlari) va molekular orasidagi o'ziga xos o'zaro ta'sirlardan, masalan, vodorod bog'lanishidan kelib chiqadigan molekulararo tebranishlar kuzatilishi mumkin. Bu borada Sirta Kuchaytirilgan Raman spektroskopiyasi (SERS) va Konfokal Raman mikroskopiyasi hozirgi kunda dolzarb mavzu ekanligining turli sohalarda juda ko'p yutuqlarga erishib kelmoqda.

SERS sensori uchuvchi organik moddalarni aniqlash imkonini beradigan birikmalar, tiolni substrat bilan qoplash orqali tayyorlangan SERS termoelektrik sovutgichga o'rnatilgan. Ushbu qoplamaning maqsadi substratni buzilishdan himoya qilish, ichki kalibrlash standartini ta'minlash va ifloslantiruvchi moddalarni jalb qilish edi. Bu xlorli erituvchilar, metil-butil efir va aromatik moddalar kabi o'ziga xos SERS reaksiyasi bilan uchuvchi organik moddalarni aniqlashni osonlashtirishi mumkin [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

SERS notekis metall yuzalarida adsorbat molekularni aniqlash uchun eng sezgir asboblardan biri bo'lib Ramanning sochilish signalini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ushbu kuchaytirish effekti Jeanmarie va boshqalar tomonidan mustaqil ravishda o'rganilgan[2]. 1977-yilda Albret va boshqalar har bir kuzatilgan yaxshilanish uchun turli mexanizmni taklif qildi (1-rasm). Shunga ko'ra signallarning kuchayishi uchun ikkita omil javobgar deb tahmin

qilingan.



1-rasm. Sirtda kuchaytirilgan Raman sochilishi.

1. Elektromagnit kuchaytirish (EM), Yuzasi notekis metall bilan bog'liq[105].

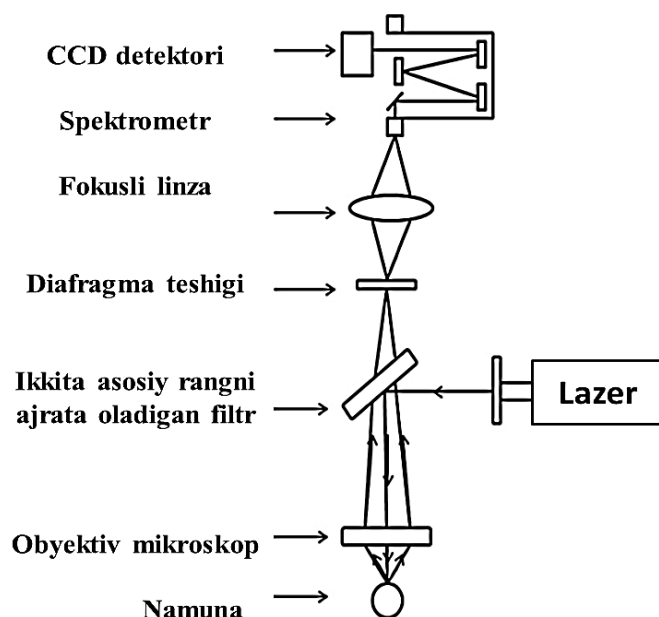
2. Kimyoviy (CHEM), notekis metal yuzalarida adsorbsiyalangan molekullarning elektron birikishi tufayli kuchayadi (yoki adsorbat elektron holatlaridagi o'zgarishlarni o'z ichiga oladi analitning xemisorbsiyasiga yoki kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishiga metall yuzasi va kuzatilayotgan molekular o'rtasida) [3].

Biroq, elektromagnit ta'sir ko'proq dominant bo'lishi kerak va ba'zan uni "birinchi qatlam effekti"deb ham atashadi, chunki u analitik molekula va metall yuzasi o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri aloqa qilishni talab qiladi [4].

Ushbu ikkala omilni ham tushunchasi sirt plazmoni ichida Ag (kumush) yoki Au (oltin) kabi metallarda joylashganligini yaxshi tushunishi mumkin.

Ushbu plazmon metall yuzasiga perpendikulyar tebranganda sochilishga olib keladi va sirtning notekisligini aks ettiradi, bu esa fizik dag'allik bo'lishi mumkin yoki ba'zi nanozarralar tomonidan ishlab chiqarilishi mumkin[5,6].

Birinchi konfokal skanerlovchi mikroskop 1955-yilda Marvin Minski tomonidan miyya to'qimalarini ingichka bo'lishini oldini olish uchun ixtiro qilingan[7]. Konfokal Raman mikroskopida zond boshidagi lazer nuri mikroskop obyektivi orqali namunaga yo'naltiriladi. Orqa tomonga qaytgan Raman signali fazoviy filtr vazifasini bajaradigan diafragma teshigiga qayta yo'naltiriladi. Keyin filtrlangan Raman signali spektrometrga qaytadi, u yerda spektrni hosil qilish uchun CCD (zaryadga ulangan qurilma) kamerasida tarqaladi [8] (2-rasm).



2-rasm. Konfokal Raman mikroskopiyasi.

Shuni esda tutish kerakki, floressan fon kuchsiz Raman signallariga ta'sir qilish uchun yetarlicha past bo'lishi kerak [9]. Ushbu uslub mikrometr o'lchamlari va aniq tasvir sifati bilan kimyoviy tarkibning 3 o'lchovli tasvirni taqdim etish orqali bir qator ilovalarga ega. Loyqa muhit orqali uch o'lchovli tasvirlash, yuqori fazoviy o'lchamlari va mikrometr o'lchamdagi biologik namunalarni tezkor aniqlash konfokal Raman mikroskopi yordamida tekshirilishi mumkin [10].

Bu yuqori fazoviy ruxsatga ega bo'lgan turli to'qimalarning molekulyar tarkibi to'g'risida batafsil ma'lumot olishning invaziv bo'lmagan usuli bo'lib, fizik disektsiyasiz to'qimalarning optik qismini ta'minlaydi. Ushbu uslub, shuningdek, konfokal tasvirlarning molekulyar tarkibi haqida batafsil ma'lumot berish uchun boshqa Raman texnikasi bilan birlashtirilishi mumkin. Ushbu uslub boshqa Raman texnikasi bilan birlashtirilishi mumkin, bu konfokal tasvirdagi molekulyar tarkib haqida batafsil ma'lumot beradi. Konfokal Raman mikrospektroskopiyasi va konfokal skanerlash lazer mikroskopiyasi (KSLM) kombinatsiyasi terining arxitekturasiga nisbatan molekulyar tarkibi haqida ma'lumot olishning yangi invaziv bo'lmagan usuli sifatida taqdim etilgan. Bundan tashqari terining arxitekturasi bilan bevosita bog'liq bo'lgan suvning vivo konsentratsiyasi va boshqa omillar ham batafsil tavsiflangan. Shunday qilib, ikki xil texnikaning joylashishi terining fundamental tadqiqotlarida, shuningdek, farmakologiya, dermatologiya va kometikada, shuningdek qon tahlilini noinvaziv tahlil qilishda keng qo'llanilishi uchun asos bo'lishi mumkin [11].

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Oddiy Raman sochilishi natijasida olingan signallar odatda juda kuchsiz bo'lgani uchun, aniqroq yoki kuchaytirilgan signallarni olish uchun SERS texnikasini afzal ko'radi. Ushbu usul molekulalarning yuzalar bilan o'zaro ta'siri haqida ma'lumot berishi mumkin, bu esa analitlarning juda past konsentratsiyasini aniqlashga imkon beradi. Oltin, kumush va mis kabi maxsus tayyorlangan metall yuzalar Raman signalining intensivligini 10^4 dan 10^6 martagacha oshiradi, bu esa biologik va kimyoviy namunalarni tezroq va yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi [12].

Optimallashtirilgan geometriya bilan metall donalariga tushgan lazer to'lqin

uzunligidan kichikroq bo'lsa, Raman signalining kuchayishi maksimal darajaga yetadi [13]. Oltin qopqoqlar (diametri taxminan 50-400 nm) uchi yoki sirti yaxshilangan Ramanning sochilish effektlaridan foydalanish uchun mos edi, chunki ular nanometr shkalasida to'g'ri o'lchamga ega bo'lib, deyarli ideal yarim sharsimon shaklga ega, chunki signalni kuchaytirish metall zarralarining geometriyasiga tayanadi [14]. Signallarni kuchaytirish uchun boshqa kontsepsiyalar ham berilgan bo'lib, kuchaytirish effekti asosan lazer mos diametrli mikrosferaga qaratilganda olingan nanojetlarning shakllanishi bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Bu kuchayishiga olib keladigan yuqori lokalizatsiya qilingan elektromagnit maydonga olib kelishi mumkin [15]. SERS turli notekis sirtga ega bo'lgan Ni (nikel) va Pt (platina) elektrodlarini o'rganish uchun muvaffaqiyatli qo'llanildi, bu o'tish metallaridan sifatli sirt Raman signallarini olishga yordam beradi. Shunday qilib, Raman spektroskopiyasi elektrokimyoviy va boshqa muhitlarida notekis sirt yuzalardagi interfaol jarayonlarni tavsiflash uchun ko'p qirrali vosita sifatida fundamental va amaliy dasturlarda yanada rivojlantiriladi [16].

Tiram fungitsidining miqdoriy tahlili kumush (Ag^+) nano-zarrachalari substratidan foydalangan holda, Ag^+ suvli eritmasini agregatlovchi yoki stabillashtiruvchi moddalar qo'shmasdan radioliz qilish yo'li bilan tayyorlangan, chunki bu Raman spektrlarida soxta chiziqlarni cheklashi mumkin. Shu tarzda olingan aniqlashlar past konsentratsiyada va muhitdagi aralashmalarning aralashuviz edi [17]. Xuddi shunday, oltin (Au^{3+}) yuzasida adsorbsiyalangan malaxit yashil izotiosiyanatning Raman intensivligi deyarli 20 baravarga oshdi, bu bitta kristalli sirtida adsorbsiyalangan turlarni aniqlash sezgirlikni o'rganadi [15].

SERS sensori uchuvchi organik moddalarni aniqlash imkonini beradigan birikmalar, tiolni substrat bilan qoplash orqali tayyorlangan SERS termoelektrik sovg'ichga o'rnatilgan. Ushbu qoplamaning maqsadi substratni buzilishdan himoya qilish, ichki kalibrlash standartini ta'minlash va ifloslantiruvchi moddalarni jalb qilish edi. Bu xlorli erituvchilar, metil-butil efir va aromatik moddalar kabi o'ziga xos SERS reaksiyasi bilan uchuvchi organik moddalarni aniqlashni osonlashtirishi mumkin [18].

Qobiq bilan izolyatsiya qilingan nanozarrachalar bilan mustahkamlangan Raman spektroskopiyasi ultra yupqa kremniy yoki alumina qobig'i bo'lgan oltin nanozarralar tomonidan Raman signallarini kuchaytirish uchun tasvirlangan. Bunday nanozarrachalarning bir qavati sirt ustida tarqaladi, keyinchalik yuqori sifatli Raman spektrlarini olish uchun tekshiriladi. Bu moddiy va hayot fanlarida, shuningdek, oziq-ovqat xavfsizligi, dori vositalari, portlovchi moddalar va atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalar sohasida SERSni qo'llashni qo'llab-quvvatlashi mumkin [19].

Konfokal Raman mikroskopiyasi kimyoviy qismlarnig halqa shaklida o'ralgan polimerik qoplamalar ichida taqsimlanishini tahlil qilishda juda samarali ekanligini aniqladi, chunki u pigmentning xarakterli profilini ta'minlaydigan kuchli Raman sochilishini beradi. Bunday tahlil quruq va suyuqlikga botirish maqsadlarida amalga oshiriladi va obyektivga ichki va tashqi omillar ta'sir ko'rsatishi kuzatiladi. Bundan tashqari, suyuqlikga botirish ob'ektividan foydalanish chuqurlikning aniqligini yaxshilashi va namunalarni ko'p tahlil qilish uchun sinish effektini minimallashtirishi kuzatildi. Biroq, suyuq qoplama sirtini ifloslantirishi mumkin. Aksincha, quruq usul eng past chuqurlik ruxsatini beradi va buzilmaydigan tahlil qilish imkonini beradi [20].

Xuddi shunday bu usul bo'yoqning qurutuvchi qoplama plyonkasining fazoviy va

vaqtinchalik evolyutsiyasini o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Konfokal Raman mikroskopiyasi va yadro-magnit rezonans (YMR) texnikasi o'rtasidagi ikkita alkidni taqqoslash amalga oshirildi, biri organik erituvchiga, ikkinchisi esa suvga asoslangan edi. YMR va konfokal Raman mikroskopiyasi bo'yoq plyonkalarining to'qimalarida yaxshi o'xshashlikni, ya'ni alkid molekulalarining to'yinmagan yog'li kislota yon zanjirlarining qo'sh bog'larining yo'qolishi orqali olingan to'qimalarini solishtirishni ko'rsatadi. Shunday qilib, texnika yupqa plyonka ichida bo'yoq xususiyatlarining fazoviy o'zgarishlarini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin [21].

Bundan tashqari, ushbu uslub ko'z qopqog'i kabi kosmetik mahsulotlardagi xavfli komponentlarning elementar/atom tarkibini ta'minlaydigan an'anaviy spektroskopik usullarga muhim muqobil sifatida taqdim etadi. Bunday kosmetika namunalari Raman spektrlari xona haroratida 150 va 3000 cm^{-1} oralig'ida o'lchanganda kuchsiz bo'lgan qo'rg'oshin (II) sulfid (PbS) mavjudligini ko'rsatdi va Raman sochilishi xona haroratida kuchli intensiv lazer degradatsiyaga ega ta'sir ostida nurlanadi. Konfokal Raman mikroskopidan foydalanish floresansning yuqori darajada rad etilishini ko'rsatadi va shuning uchun adashgan yorug'lik rad etiladi, shuning uchun faqat kerakli Raman signali namunani to'g'ri tahlil qilishga yordam beradigan detektorga uzatiladi [22].

XULOSA

Vibratsiyali spektroskopiya noyob barmoq izlari spektrlarini taqdim etish orqali moddalarni aniqlashning ajoyib usuli hisoblanadi. Raman spektroskopiyasi materiyaning har qanday holatida deyarli har qanday matritsaning tebranish spektri va fizik yoki kimyoviy ma'lumotlarini beruvchi eng tezkor va buzilmaydigan analitik usullardan biridir. Shunday qilib, ushbu maqolada biz so'nggi texnik ishlanmalarga alohida e'tibor berib, Raman o'lchovlarining turli imkoniyatlari va potentsiallarini muhokama qildik. So'nggi yillarda ushbu texnika fanning turli sohalarida qo'llaniladigan lazer to'lqin uzunliklarining keng diapazoni, namuna olish shartlari, asboblari va ma'lumotlarni qayta ishlash usullari kabi juda ko'p texnik yutuqlar bilan o'rganildi. Bundan tashqari, Raman signallari optik tolali (ko'chma) apparat bilan bog'langan kichik zond boshi bilan to'planishi mumkin, bu jarayonni onlayn kuzatish uchun moslashuvchanlikka ega. Raman spektroskopiyasiga bo'lgan qiziqishning ortib borayotgani, ehtimol, uning asosiy afzalliklari bilan bog'liq, chunki u to'g'ridan-to'g'ri tahlil natijalarini namunalarsiz oson taqdim eta oladi, bu vaqtni tejaydigan va tejamkor texnikadir.

References:

1. A.C. Williams, H.G.M. Edwards, B.W. Barry, *Int. J. Pharma* 81 (1992) 11–14
2. R.A. Dluhy, S.M. Stephens, S. Widayati, A.D. Williams, *Spectrochim. Acta A* 51 (1995) 1413–1447.
3. D. Pappas, B.W. Smith, J.D. Winefordner, *Talanta* 51 (2000) 131–144.
4. P.R.T. Jess, D.D.W. Smith, M. Mazilu, K. Dholakia, A.C. Riches, C.S. Herrington, *Int. J. Cancer* 121 (2007) 2723.
5. R. Tuma, G.J. Thomas, *Biophys. Chem.* 68 (1997) 17–31.
6. N. Howell, E. Li-Chan, *Int. J. Food Sci. Technol.* 31 (1996) 439–451.
7. X. Gao, I.S. Butler, R. Kremer, *Spectrochim. Acta A* 61 (2005) 27–35.
8. C.W. Ong, Z.X. Shen, Y. He, T. Lee, S.H. Tang, *J. Raman Spectrosc.* 30 (1999) 91–96.
9. J. Sajid, A. Elhaddoui, S. Turrel, *J. Raman Spectrosc.* 28 (1997) 165–169.

10. A.R. de Paula Jr., S. Sathaiah, *Med. Eng. Phys.* 27 (2005) 237–244.
11. P. Weinmann, M. Jouan, N.Q. Dao, B. Lacroix, C. Groiselle, J.P. Bonte, G. Luc, *Atherosclerosis* 140 (1998) 81–88.
12. J.J.D. Guo, T.W. Zerda, *J. Phys. Chem. B* 101 (1997) 5490–5496.
13. N.M. Sijtsema, J.J. Duindam, G.J. Puppels, C. Otto, J. Greve, *Appl. Spectrosc.* 50 (1996) 545–551.
14. S. Wessel, M. Gniadecka, G.B.E. Jemec, H.C. Wulf, *J. Biochim. Biophys. Acta* 1433 (1999) 210–216.
15. J.F. Neault, M. NaouP, M. Manfait, H.A. Tajmir-Riah, *FEBS Lett.* 382 (1996) 26–30.
16. C. Xie, D. Chen, Y.Q. Li, *Opt. Lett.* 30 (2005) 1800–1802.
17. C.M. Gutierrez, J.L. Quintanar, C. Frausto-Reyes, R.S. Berru, *Spectrochim. Acta A* 61 (2005) 87–91.
18. A.C. Williams, H.G.M. Edwards, B.W. Barry, *Int. J. Pharma* 81 (1992) 11–14.
19. R. Manoharan, Y. Wang, M.S. Feld, *Spectrochim. Acta A* 52 (1996) 215–249.
20. C.J. Frank, D.C.B. Redd, T.S. Gansler, R.L. McCreery, *Anal. Chem.* 66 (1994) 319–326.
21. N.J. Kline, P.J. Treado, *J. Raman Spectrosc.* 28 (1997) 119–124.
22. D.C.B. Redd, Z.C. Feng, K.T. Yue, T.S. Gansler, *Appl. Spectrosc.* 47 (1993) 787–791.



INNOVATIVE
ACADEMY