



FARMATSEVTIK TAHLILDA SPEKTROFOTOMETRIK USULLARNING QO'LLANILISHI

Kocherova Umida Anvarovna

Alfraganus Universiteti, Stomatologiya va farmatsiya fakulteti,
Farmatsiya yo'nalishi, 4-bosqich talabasi

Usmonova Malika Komiljonovna

Ilmiy rahbar: Alfraganus Universiteti Farmatsevtika
va kimyo kafedrası v.b. dotsenti (PhD)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22328156>

Annotatsiya: Ushbu maqolada farmatsevtik tahlilda spektrofotometrik usullarning nazariy va amaliy ahamiyati, dori vositalarining sifatini baholashdagi o'rni hamda zamonaviy farmatsevtik laboratoriyalarda qo'llanilish imkoniyatlari yoritilgan. Spektrofotometriya moddalarining elektromagnit nurlanishni yutish xususiyatlariga asoslangan instrumental tahlil usuli bo'lib, dori moddalarini identifikatsiyalash, ularning miqdorini aniqlash, tozalik darajasini baholash va tayyor dori shakllarining sifat ko'rsatkichlarini nazorat qilishda keng qo'llaniladi. Maqolada ultrabinafsha va ko'rinadigan sohalaridagi spektrofotometrik tahlilning asosiy prinsiplari, Buger–Lambert–Ber qonuni, optik zichlik va yorug'lik o'tkazuvchanligi tushunchalari, kalibrlash usullari hamda tahlil natijalarining aniqligiga ta'sir qiluvchi omillar haqida ma'lumot berilgan. Shuningdek, spektrofotometriyaning tabletkalar, kapsulalar, eritmalar, inyeksiya preparatlari va boshqa farmatsevtik shakllarni tahlil qilishdagi amaliy imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Ushbu usulning tezkorligi, yuqori sezgirliги, nisbatan kam miqdordagi namuna talab qilishi va avtomatlashtirish imkoniyati uning farmatsevtik sifat nazoratidagi ahamiyatini yanada oshiradi.

Kalit so'zlar: farmatsevtik kimyo, spektrofotometriya, ultrabinafsha nurlanish, ko'rinadigan nur, optik zichlik, Buger–Lambert–Ber qonuni, dori vositalari, sifat nazorati, miqdoriy tahlil, instrumental tahlil.

Farmatsevtik kimyo dori vositalarining kimyoviy tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari, olinishi, saqlanishi, sifatini baholash va tahlil qilish qonuniyatlarini o'rganuvchi muhim fanlardan biridir. Dori vositalarining inson organizmiga xavfsiz va samarali ta'sir ko'rsatishi, avvalo, ularning sifati va tarkibining belgilangan talablarga javob berishiga bog'liq. Shu sababli farmatsevtik amaliyotda dori vositalarining sifatini nazorat qilish alohida ahamiyatga ega.

Zamonaviy farmatsevtik laboratoriyalarda dori moddalarini tekshirish uchun turli xil kimyoviy, fizik-kimyoviy va instrumental usullardan foydalaniladi. Instrumental tahlil usullari orasida spektrofotometriya o'zining soddaligi, tezkorligi, sezgirliги va keng qo'llanilish imkoniyatlari bilan ajralib turadi.

Spektrofotometrik usullar yordamida dori moddasining ma'lum to'lqin uzunligidagi elektromagnit nurlanishni yutishi o'rganiladi. Moddaning yutilish darajasi uning konsentratsiyasi bilan ma'lum qonuniyat asosida bog'langanligi sababli ushbu usuldan miqdoriy tahlilda ham foydalanish mumkin. Farmatsevtik tahlilda spektrofotometriya yordamida faol farmatsevtik ingredientlarning miqdori, ayrim hollarda esa ularning identifikatsiyasi, aralashmalar mavjudligi va dori shaklining sifat ko'rsatkichlari baholanadi. Shu jihatdan spektrofotometriya farmatsevtik kimyoning nazariy bilimlarini amaliy laboratoriya faoliyati bilan bog'laydigan muhim instrumental usullardan biridir.

Asosiy qism: Spektrofotometriya moddalarining elektromagnit nurlanish bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga asoslangan fizik-kimyoviy tahlil usulidir. Ushbu usulda tekshirilayotgan modda orqali yoki undan qaytgan nurlanishning ma'lum to'lqin uzunligidagi intensivligi o'lchanadi. Ko'pgina dori moddalarining molekulalari elektromagnit spektrning ultrabinafsha yoki ko'rinadigan qismidagi nurlanishni yutish xususiyatiga ega. Molekula nurlanish energiyasini yutganda elektronlar yuqoriroq energetik holatga o'tishi mumkin. Natijada moddaning o'ziga xos yutilish spektri hosil bo'ladi.

Spektrofotometr ana shu yutilish jarayonini miqdoriy jihatdan o'lchash imkonini beradi. Qurilma yordamida moddaning ma'lum to'lqin uzunligidagi optik zichligi aniqlanadi va olingan qiymat asosida tekshirilayotgan eritmadagi modda konsentratsiyasi hisoblab chiqiladi. Spektrofotometrik tahlilda asosan ultrabinafsha (UV) va ko'rinadigan (Vis) sohalar qo'llaniladi. UV soha ko'pincha taxminan 200–400 nm, ko'rinadigan soha esa 400–800 nm atrofidagi to'lqin uzunliklarini qamrab oladi.

Spektrofotometrik tahlilning asosiy nazariy negizini Buger–Lambert–Ber qonuni tashkil etadi. Ushbu qonunga ko'ra, eritmaning optik zichligi ma'lum sharoitlarda moddaning konsentratsiyasi va yorug'likning eritma orqali o'tish yo'li uzunligiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Ushbu bog'lanish quyidagicha ifodalanadi: $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$

Bu yerda:

A — eritmaning optik zichligi;

ε — moddaning molyar yutilish koeffitsiyenti;

l — optik yo'l uzunligi;

c — eritmadagi modda konsentratsiyasi.

Mazkur qonun farmatsevtik tahlilda dori moddalarining miqdorini aniqlash uchun katta amaliy ahamiyatga ega. Agar boshqa sharoitlar o'zgarmas bo'lsa, eritmadagi modda konsentratsiyasi oshishi bilan uning optik zichligi ham ortadi.

Spektrofotometrik tahlilda optik zichlikdan tashqari yorug'lik o'tkazuvchanligi ham muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Yorug'lik o'tkazuvchanligi eritmaga tushayotgan va undan o'tayotgan nurlanish intensivliklari nisbatini ifodalaydi. Amaliy tahlilda olingan natijalarning ishonchliligini ta'minlash uchun erituvchini to'g'ri tanlash, eritmaning konsentratsiyasini belgilangan chegarada tayyorlash, to'lqin uzunligini to'g'ri tanlash va spektrofotometrni tegishli tartibda sozlash zarur.

UV-Vis spektrofotometriya farmatsevtik laboratoriyalarda eng ko'p ishlatiladigan spektrofotometrik usullardan biridir. Uning asosiy afzalligi shundaki, ko'plab organik dori moddalarining molekulalarida ultrabinafsha yoki ko'rinadigan nurlanishni yutuvchi funksional guruhlar mavjud. Ayniqsa, aromatik halqalar, kon'yugatsiyalangan qo'sh bog'lar va ayrim xromofor guruhlar mavjud bo'lgan birikmalar UV sohada yaxshi yutilish ko'rsatkichlariga ega bo'ladi. Farmatsevtik tahlilda UV-Vis spektrofotometriyadan dori moddasining miqdorini aniqlash, tayyor dori shakllarini nazorat qilish va ayrim moddalarni identifikatsiyalashda foydalanish mumkin. Masalan, tabletkadagi faol moddaning miqdorini aniqlash uchun avvalo tabletkaya maydalab, tegishli erituvchida eritiladi. Kerakli filtratsiya va suyultirish bosqichlaridan so'ng eritmaning belgilangan to'lqin uzunligidagi optik zichligi o'lchanadi. Olingan natija standart eritma yoki kalibrlash grafigi bilan taqqoslanib, faol moddaning miqdori hisoblanadi.

Dori moddasini identifikatsiyalash farmatsevtik sifat nazoratining muhim bosqichidir.

Identifikatsiyalashdan maqsad tekshirilayotgan namunada kerakli faol moddaning mavjudligini tasdiqlashdir. Spektrofotometriyada moddaning yutilish spektri o'ziga xususiyatga ega bo'lishi mumkin. Shu sababli tekshirilayotgan moddaning spektral ko'rsatkichlarini tegishli standart yoki farmakopeya talablari bilan taqqoslash orqali uning o'ziga xosligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Biroq spektrofotometrik identifikatsiya har doim ham yagona usul sifatida yetarli bo'lmasligi mumkin. Ayrim hollarda bir nechta moddalar o'xshash yutilish maksimumlariga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun farmatsevtik tahlilda spektrofotometriya boshqa analitik usullar bilan birgalikda qo'llanilishi mumkin.

Spektrofotometriyaning farmatsevtik kimyodagi eng muhim qo'llanilishlaridan biri dori moddalarining miqdoriy tahlilidir. Miqdoriy tahlilda tekshirilayotgan eritmaning optik zichligi o'lchanadi. Keyin olingan natija standart eritma bilan taqqoslanadi yoki oldindan tuzilgan kalibrlash grafigidan foydalaniladi.

Kalibrlash grafigini tuzishda turli konsentratsiyadagi standart eritmalar tayyorlanadi. Har bir eritmaning optik zichligi tegishli to'lqin uzunligida o'lchanadi. Konsentratsiya va optik zichlik o'rtasidagi bog'lanish grafik ko'rinishida ifodalanadi. Keyinchalik noma'lum namunadagi modda konsentratsiyasi ushbu bog'lanish asosida aniqlanadi. Mazkur usulning muhim afzalligi shundaki, tahlilni nisbatan qisqa vaqt ichida amalga oshirish mumkin. Bundan tashqari, ko'plab hollarda juda katta miqdordagi namuna talab qilinmaydi.

Spektrofotometrik usullarturli dori shakllarining sifatini nazorat qilishda qo'llanilishi mumkin. Jumladan, tabletkalar, kapsulalar, kukunlar, eritmalar, siroplar, inyeksiya uchun preparatlar va boshqa dori shakllarini tekshirishda ushbu usuldan foydalanish imkoniyati mavjud. Tabletkalarni tahlil qilishda faol modda yordamchi komponentlardan ajratilishi va tegishli erituvchida eritilishi mumkin. Tayyorlangan eritma belgilangan to'lqin uzunligida tekshiriladi.

Suyuq dori shakllarini tahlil qilish esa ko'pincha nisbatan sodda kechadi. Bunda namunani tegishli darajada suyultirish va spektrofotometr yordamida optik zichligini o'lchash kifoya qilishi mumkin. Shuningdek, spektrofotometrik usullar bir preparat tarkibida bir nechta faol moddalar mavjud bo'lgan holatlarda ham qo'llanilishi mumkin. Bunday vaziyatlarda komponentlarning spektral xususiyatlari va matematik hisoblash usullari hisobga olinadi.

Farmatsevtik tahlilda spektrofotometriyaning keng qo'llanilishiga bir qator omillar sabab bo'ladi.

-Birinchidan, usul tezkor hisoblanadi. Ko'plab namunalarni tayyorlash va o'lchash jarayoni boshqa ayrim analitik usullarga nisbatan kamroq vaqt talab qiladi.

-Ikkinchidan, spektrofotometriya yetarlicha yuqori sezgirlikka ega bo'lishi mumkin. Bu esa kam konsentratsiyadagi moddalarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

-Uchinchidan, zamonaviy spektrofotometrlar avtomatlashtirilgan bo'lib, o'lchash jarayonini standartlashtirish imkonini beradi. Natijalarni kompyuter orqali qayta ishlash, saqlash va hujjatlashtirish mumkin.

-To'rtinchidan, usul ko'plab turdagi farmatsevtik preparatlarni tekshirish uchun moslashtirilishi mumkin.

-Beshinchidan, spektrofotometrik tahlilda ko'pincha nisbatan kichik hajmdagi eritma yetarli bo'ladi. Bu laboratoriya resurslaridan samarali foydalanishga yordam beradi.

Har qanday analitik usul singari spektrofotometriyaning ham ayrim cheklovlari mavjud. Eng muhim muammolardan biri — tekshirilayotgan eritmada bir nechta moddalar mavjud

bo'lsa, ularning yutilish spektrlari bir-biriga ustma-ust tushishi mumkinligidir. Bunday vaziyatda kerakli moddaning aniq miqdorini aniqlash murakkablashadi. Bundan tashqari, erituvchining xususiyatlari, eritmaning pH qiymati, harorat, konsentratsiya, begona aralashmalar va qurilmaning texnik holati natijalarga ta'sir qilishi mumkin. Shuning uchun spektrofotometrik tahlilni amalga oshirishda metodikaning barcha talablariga rioya qilish muhimdir. Qurilma muntazam ravishda tekshirilishi va kalibrlanishi, ishlatiladigan kyuvetalar toza bo'lishi hamda eritmalar belgilangan tartibda tayyorlanishi kerak.

Farmatsevtik tahlilda natijaning aniqligi juda muhim. Spektrofotometrik tahlilda aniqlikka ta'sir qiluvchi omillarni bir necha guruhga ajratish mumkin.

-Birinchi guruhga namuna tayyorlash bilan bog'liq omillar kiradi. Moddaning to'liq erimasligi, noto'g'ri suyultirish, filtrlash jarayonidagi yo'qotishlar yoki namunaning noto'g'ri tortilishi yakuniy natijaga ta'sir qilishi mumkin.

-Ikkinchi guruhga asbob-uskunalar bilan bog'liq omillar kiradi. Spektrofotometrning optik tizimi, yorug'lik manbai, detektor va to'liq uzunligini tanlash mexanizmining holati natijalar sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

-Uchinchi guruhga tashqi sharoitlar kiradi. Haroratning o'zgarishi, eritmaning pH darajasi va erituvchining tabiati ayrim moddalar spektriga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli laboratoriya sharoitida standartlashtirilgan metodikalardan foydalanish farmatsevtik tahlilning ishonchliligini ta'minlashning muhim shartidir.

Bugungi kunda spektrofotometrik tahlil jarayonlari tobora avtomatlashtirilmoqda. Raqamli qurilmalar yordamida tahlil natijalarini tezkor qayd etish, saqlash va qayta ishlash imkoniyati mavjud. Zamonaviy spektrofotometrlar ko'pincha dasturiy ta'minot bilan jihozlangan bo'lib, ular yordamida spektrlarni olish, maksimum yutilish nuqtalarini aniqlash, kalibrlash grafigini tuzish va hisob-kitoblarni avtomatik bajarish mumkin. Bu esa inson omili bilan bog'liq ayrim xatolarni kamaytirishga yordam beradi. Ayniqsa, katta hajmdagi farmatsevtik ishlab chiqarishda ko'plab namunalarni muntazam nazorat qilish zarur bo'lganligi sababli avtomatlashtirilgan instrumental usullarning ahamiyati ortib bormoqda. Farmatsevtik korxonalarda xomashyo, oraliq mahsulot va tayyor dori vositalarining sifatini nazorat qilish jarayonlarida spektrofotometrik tahlil boshqa usullar bilan birgalikda qo'llanilishi mumkin.

Dori vositalarining sifati ularning xavfsizligi, samaradorligi va barqarorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Sifat nazoratida farmatsevtik kimyoning zamonaviy instrumental usullaridan foydalanish ishlab chiqarish jarayonining ishonchliligini oshiradi. Spektrofotometriya yordamida dori moddasining belgilangan miqdorga mosligi, ayrim hollarda uning tozaligi va spektral xususiyatlari baholanishi mumkin. Natijada ishlab chiqaruvchi tomonidan ishlab chiqarilgan preparatning belgilangan sifat mezonlariga muvofiqligi nazorat qilinadi. Bundan tashqari, spektrofotometrik usullar ilmiy-tadqiqot ishlarida ham katta ahamiyatga ega. Yangi dori moddalarini o'rganish, ularning eritmadagi xatti-harakatlarini baholash, dori shakllarining barqarorligini tadqiq qilish kabi jarayonlarda spektrofotometrik yondashuvlardan foydalanish mumkin.

Farmatsevtik tahlilda zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi spektrofotometriyaning yangi imkoniyatlarini yuzaga keltirmoqda. Qurilmalarni kichiklashtirish, o'lchash jarayonlarini avtomatlashtirish va ma'lumotlarni raqamli qayta ishlash ushbu usulning amaliy qiymatini oshirmoqda. Kelajakda spektrofotometrik tahlilni sun'iy intellekt, katta ma'lumotlarni qayta ishlash va avtomatlashtirilgan laboratoriya tizimlari bilan integratsiya qilish imkoniyatlari

kengayishi mumkin. Shuningdek, portativ spektrofotometrlarning rivojlanishi laboratoriyadan tashqari sharoitlarda ham ayrim sifat nazorati jarayonlarini amalga oshirish imkonini berishi mumkin. Bu, ayniqsa, tezkor nazorat talab qilinadigan holatlarda muhimdir.

Xulosa: Farmatsevtik tahlilda spektrofotometrik usullar dori vositalarining sifatini baholashda muhim o'rin tutadigan zamonaviy instrumental usullardan biridir. Ushbu usul moddalarning elektromagnit nurlanishni yutish xususiyatlariga asoslanib, ularni identifikatsiyalash va miqdoriy aniqlash imkonini beradi.

UV-Vis spektrofotometriya dori vositalari tarkibidagi faol moddalarni aniqlash, tayyor dori shakllarini nazorat qilish, ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish va ishlab chiqarish jarayonlarining sifatini baholashda keng qo'llanish imkoniyatiga ega. Usulning tezkorligi, sezgirligi, avtomatlashtirish imkoniyati va nisbatan kam miqdordagi namuna bilan ishlash imkoniyati uning farmatsevtik laboratoriyalardagi ahamiyatini oshiradi. Shu bilan birga, tahlil natijalarining ishonchiligi namuna tayyorlash, erituvchi tanlash, to'lqin uzunligini belgilash, asbobni kalibrlash va metodika talablariga rioya qilishga bevosita bog'liq.

Umuman olganda, spektrofotometriya farmatsevtik kimyoning nazariy va amaliy jihatdan muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, zamonaviy sifat nazorati tizimining samarali vositalaridan hisoblanadi. Kelajakda raqamli texnologiyalar va avtomatlashtirilgan laboratoriya tizimlarining rivojlanishi ushbu usulning farmatsevtika sanoatidagi qo'llanish doirasini yanada kengaytirishi kutiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi. Dori vositalari va farmatsevtika faoliyatiga oid me'yoriy-huquqiy hujjatlar.
2. O'zbekiston Respublikasining dori vositalari va farmatsevtika faoliyatiga oid qonun hujjatlari.
3. Farmatsevtik kimyo fanidan oliy ta'lim muassasalari uchun o'quv qo'llanmalar.
4. Farmatsevtik tahlil va dori vositalari sifat nazoratiga oid o'quv-uslubiy adabiyotlar.
5. Davlat farmakopeyasi. Dori vositalarining sifatini nazorat qilish bo'yicha umumiy talablar.
6. European Pharmacopoeia. General methods of analysis.
7. United States Pharmacopeia–National Formulary. General Chapters.
8. British Pharmacopoeia. Analytical methods and quality requirements.
9. World Health Organization. Quality assurance of pharmaceuticals.
10. World Health Organization. Good practices for pharmaceutical quality control laboratories.
11. International Council for Harmonisation. Analytical Procedure Development and Validation.
12. International Pharmaceutical Federation. Pharmaceutical quality and analytical control.