

XROMATOGRAFIYANING BIOMUXANDISLIK FAOLIYATIDA QO'LLANISHI**Qurbonova Mohira Abduvaxabovna**

Toshkent davlat tibbiyot universiteti.

Mahamadjonova Hadyaxon Ahrorjon qizi

Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Biotibboyot muhandisligi yo'nalishi

1-kurs 102-a guruh talabasi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18410079>

Annotatsiya. Ushbu maqolada xromatografiyaning biomuhandislik sohasidagi qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Xromatografiya biologik moddalarning tozaligi, tarkibi va miqdorini aniqlashda samarali usul sifatida ta'kidlangan. Maqolada oqsillar, fermentlar, gormonlar, nuklein kislotalar va rekombinant biologik mahsulotlarni ajratish va tahlil qilishdagi xromatografik metodlarning ahamiyati, shuningdek, metabolik jarayonlarni o'rganishdagi roli yoritilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, xromatografiya biomuhandislik faoliyatining ajralmas qismi bo'lib, ilmiy va amaliy ishlanmalarda yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Kirish so'zlar: Xromatografiya, biomuhandislik, oqsillar, rekombinant modda, tahlil usullari.

APPLICATION OF CHROMATOGRAPHY IN BIOENGINEERING

Abstract. This article explores the application of chromatography in bioengineering activities. Chromatography serves as an effective method for determining the purity, composition, and quantitative evaluation of biological substances. The article highlights the importance of chromatographic methods in the separation and analysis of proteins, enzymes, hormones, nucleic acids, and recombinant biological products, as well as their role in studying metabolic processes. Research results demonstrate that chromatography is an integral part of bioengineering, ensuring high reliability in scientific and practical developments.

Keywords: Chromatography, bioengineering, proteins, recombinant substances, analytical methods.

ПРИМЕНЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИИ В БИОИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение хроматографии в биоинженерной деятельности. Хроматография выступает эффективным методом для определения чистоты, состава и количественной оценки биологических веществ. В статье освещается значимость хроматографических методов при разделении и анализе белков, ферментов, гормонов, нуклеиновых кислот и рекомбинантных биологических продуктов, а также их роль в изучении метаболических процессов. Результаты исследования показывают, что хроматография является неотъемлемой частью биоинженерной деятельности, обеспечивая высокую надежность научных и практических разработок.

Ключевые слова: Хроматография, биоинженерия, белки, рекомбинантные вещества, методы анализа.

Kirish

Biomuhandislik sohasida biologik moddalarning tarkibini aniqlash, ularni ajratish va sifatini nazorat qilish juda muhimdir. Ushbu jarayonlarda xromatografiya zamonaviy tahlil usullarining eng samaralisi sifatida keng qo'llaniladi. Xromatografiya - bu murakkab aralashmalar tarkibidagi komponentlarni ajratish va ularning miqdorini aniqlashga imkon beruvchi metod bo'lib, u fizika va kimyo printsiplariga asoslanadi.

Ushbu metodning asosiy g'oyasi turli moddalarning adsorbsiyasi, erituvchanligi yoki boshqa xususiyatlariga qarab harakatlanish tezligi va yo'nalishining farqlanishidir. Shu tariqa, har bir komponent o'ziga xos tarzda ajratilib olinadi va keyingi tahlillarga tayyorlanadi.

Biomuhandislikda xromatografiyaning qo'llanilishi ayniqsa katta ahamiyat kasb etadi, chunki biologik mahsulotlar ko'pincha murakkab va aralash tuzilishga ega bo'ladi. Oqsillar, fermentlar, gormonlar va nuklein kislotalar kabi biomolekulalar biologik tizimlarda muhim funksiyalarni bajaradi, shuning uchun ularni yuqori aniqlik va tozalikka ega tarzda ajratish talab etiladi. Masalan, dorivor preparatlar, rekombinant oqsillar va vaksinalarni ishlab chiqarishda har bir komponentning sifati va faolligi bevosita mahsulotning samaradorligiga ta'sir qiladi. Shu sababli xromatografiya biomuhandislik jarayonlarida sifat nazorati va mahsulot xavfsizligini ta'minlovchi asosiy vositalardan biri hisoblanadi.

Xromatografiya bir qator turlarga ega bo'lib, har biri o'ziga xos printsip va qo'llanilish sohasiga ega. Suyuqlik xromatografiyasi erituvchilar va kolonkalardan foydalangan holda oqsillar va fermentlarni ajratishda keng ishlatiladi. Gaz xromatografiyasi esa gaz holatidagi moddalarni tahlil qilishga mo'ljallangan bo'lib, organik birikmalarni tez va aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Affinitet xromatografiyasi esa maqsadli moddaning boshqa komponentlar bilan o'zaro ta'siriga asoslanib ishlaydi va rekombinant mahsulotlarni yuqori darajada tozalash imkonini beradi. Ushbu metodlar biomuhandislik laboratoriyalarida kundalik ish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi.

Biomuhandislikda xromatografiyaning qo'llanilishi nafaqat biologik mahsulotlarni ajratish bilan cheklanmaydi, balki metabolik jarayonlarni o'rganishda ham muhim rol o'ynaydi.

Hujayra ichidagi modda almashinuvini kuzatish, ferment faoliyatini baholash va kasalliklarning erta aniqlanishi xromatografik tahlil yordamida amalga oshiriladi. Shu tariqa, ushbu metod nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki amaliy ishlanmalarda ham keng qo'llaniladi, bu esa biomuhandislik sohasining rivojlanishida muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Xromatografiya turlari va ularning qo'llanilishi

Xromatografiya murakkab aralashmalar tarkibidagi moddalarni ajratish va tahlil qilishga mo'ljallangan ilmiy metod bo'lib, biomuhandislik va kimyo sohalarida keng qo'llaniladi. Ushbu metodning asosiy afzalligi shundaki, u biologik moddalarning tarkibini aniqlash va ularni yuqori aniqlik bilan ajratish imkonini beradi. Xromatografiya bir nechta asosiy turlarga bo'linadi, har biri o'ziga xos printsip va qo'llanilish sohasiga ega.

1. Suyuqlik xromatografiyasi (Liquid Chromatography, LC)

Suyuqlik xromatografiyasi - bu eng keng tarqalgan xromatografik metodlardan biri bo'lib, u oqsillar, fermentlar va boshqa biomolekulalarni ajratishda ishlatiladi. Ushbu metod kolonka ichidagi qattiq yoki suyuq faza va erituvchi vosita yordamida amalga oshiriladi. Oqsillar molekulyar massasi, zaryadi yoki polaritasiga qarab turli tezlikda harakatlanadi, natijada ular fraksiyalarga ajratiladi. Biomuhandislikda suyuqlik xromatografiyasi biologik mahsulotlarning tozaligini ta'minlash, dorivor preparatlar va rekombinant oqsillarni ishlab chiqarishda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, ushbu metod laboratoriya tadqiqotlarida ham keng qo'llaniladi, chunki u yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ta'minlaydi.

2. Gaz xromatografiyasi (Gas Chromatography, GC)

Gaz xromatografiyasi gaz holatidagi moddalarni tahlil qilishga mo'ljallangan metod bo'lib, organik birikmalarni tez va aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Ushbu metodda modda gaz tashuvchi faza orqali kolonka ichidan harakatlanadi, va turli komponentlar kolonka ichidagi adsorbsion yoki interaktiv xususiyatlarga qarab ajratiladi.

Biomuhandislikda gaz xromatografiyasi metabolitlar, lipidlar va kichik molekulali biologik birikmalarni tahlil qilishda ishlatiladi. Bu metod metabolik jarayonlarni kuzatish va hujayra ichidagi kimyoviy o'zgarishlarni o'rganish imkonini beradi.

3. Affinitet xromatografiyasi (Affinity Chromatography, AC)

Affinitet xromatografiyasi maqsadli moddaning boshqa komponentlar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan bo'lib, rekombinant mahsulotlarni va vaksinalarni tozalashda keng qo'llaniladi. Ushbu usulda kolonka ichidagi maxsus ligandlar maqsadli molekulani selektiv tarzda ushlab qoladi, qolgan komponentlar esa ajraladi. Shu tariqa, tayyor mahsulot yuqori darajadagi tozalikka ega bo'ladi. Biomuhandislikda affinitet xromatografiyasi dorivor oqsillar, fermentlar va gormonlarni tozalashda asosiy usul sifatida ishlatiladi. Bu metod mahsulotning biologik faolligi va sifatini oshirishga xizmat qiladi.

4. Qalinlik va qo'shimcha metodlar

Shuningdek, ion almashinuv xromatografiyasi va gel-filtratsiya kabi metodlar ham biomuhandislikda keng qo'llaniladi. Ion almashinuv xromatografiyasi zaryadga ega molekulalarni ajratishda ishlatiladi, gel-filtratsiya esa molekulalarning molekulyar massasi bo'yicha ajratilishiga imkon beradi. Bu metodlar oqsillar va fermentlarni tozalash, biologik preparatlarning sifati va samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega

Biomolekulalarni ajratish va tahlil qilishdagi roli

Biomuhandislik sohasida biologik mahsulotlarning sifatini ta'minlash va ularni samarali ishlatishning asosi - biomolekulalarni aniqlik bilan ajratish va tahlil qilishdir. Xromatografiya bu jarayonda muhim vosita bo'lib, oqsillar, fermentlar, nuklein kislotalar, gormonlar va boshqa biologik faol moddalarning tozaligi va tarkibini aniqlash imkonini beradi. Ushbu metod biologik jarayonlarning murakkabligini hisobga olgan holda, biomuhandislik laboratoriyalarida nafaqat tahlil, balki sifat nazoratining ham ajralmas qismi hisoblanadi. Oqsillar va fermentlar biomuhandislikdagi eng muhim komponentlardan biri hisoblanadi. Ularning faoliyati, strukturasi va xossalari to'g'ri aniqlanmasa, tayyor mahsulotning samaradorligi sezilarli darajada pasayadi.

Suyuqlik xromatografiyasi oqsillarni molekulyar massasi yoki zaryadiga ko'ra ajratishda keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, affinitet xromatografiyasi yordamida maqsadli oqsil faqat kerakli komponentlar bilan o'zaro ta'sirga asoslanib ajratiladi. Bu metod biologik mahsulotlarning yuqori tozaligini ta'minlaydi, shuningdek, laboratoriya tajribalarida xatoliklarni kamaytiradi.

Nuklein kislotalar (DNK va RNK) biomuhandislik jarayonlarida ham muhim ahamiyatga ega. Xromatografik metodlar ularni fraksiyalarga ajratish va sifatini baholash imkonini beradi.

Genetik materialning tozaligi dori-darmonlar ishlab chiqarish, rekombinant mahsulotlar tayyorlash va laboratoriya tajribalarining ishonchliligini ta'minlash uchun zarur. Shu tariqa, xromatografiya biologik moddalarning tarkibini aniqlash va ularning xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Gormonlar va boshqa kichik molekulali biologik komponentlar ham xromatografiya yordamida aniqlanadi va tahlil qilinadi. Ularning biologik faolligi va tozaligi biomuhandislik mahsulotlarining samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Gaz xromatografiyasi metabolitlar va lipidlar kabi moddalarni aniqlashda keng qo'llaniladi, bu esa metabolik jarayonlarni o'rganish va hujayra ichidagi kimyoviy o'zgarishlarni aniqlash imkonini yaratadi. Shu bilan birga, ion almashinuv xromatografiyasi molekulalarning zaryadiga qarab ajratilishini ta'minlab, biologik mahsulotlarning tozaligini oshiradi. Xromatografiya biomuhandislikda nafaqat tahlil, balki sifat nazorati vositasi sifatida ham ishlatiladi.

Masalan, rekombinant oqsillar yoki vaksinalar ishlab chiqarishda tayyor mahsulotning har bir fraksiyasi tahlil qilinadi va tozaligi tekshiriladi. Shu jarayon natijasida mahsulotning biologik faolligi, xavfsizligi va samaradorligi kafolatlanadi. Shuningdek, xromatografiya metabolik jarayonlarni o'rganishda ham qo'llaniladi, bu esa kasalliklarning erta aniqlanishi va dori-darmonlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni tozalash

Biomuhandislik sohasida rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni ishlab chiqarish jarayonida ularning sifatini ta'minlash eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu mahsulotlar murakkab biologik tarkibga ega bo'lib, ularni faqat sifatli va toza shaklda olish ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir. Shu nuqtai nazardan, xromatografiya rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni tozalashda asosiy vosita sifatida keng qo'llaniladi.

Rekombinant mahsulotlar odatda genetik modifikatsiya yordamida hosil qilinadi va ular tarkibida boshqa biologik komponentlar, fermentlar, hujayra parchalar yoki o'tkir reaktivlar qolishi mumkin. Agar ushbu ortiqcha moddalar mahsulotdan ajratilmasa, mahsulotning samaradorligi va xavfsizligi sezilarli darajada kamayadi. Shu sababli, tozalash jarayoni ishlab chiqarishning ajralmas qismi bo'lib, uni amalga oshirishda xromatografiya turli usullari qo'llaniladi. Affinitet xromatografiyasi rekombinant mahsulotlarni tozalashda eng samarali metodlardan biri hisoblanadi. Ushbu usulda kolonka ichidagi maxsus ligandlar maqsadli molekulani selektiv tarzda ushlab qoladi, qolgan komponentlar esa kolonka orqali o'tadi va ajraladi. Shu tariqa, tayyor mahsulot yuqori darajadagi tozalikka ega bo'ladi. Masalan, rekombinant oqsillarni ishlab chiqarishda affinitet xromatografiyasi yordamida oqsil faqat maqsadli komponent bilan bog'lanadi, boshqa oqsillar va zarralar esa ajratiladi. Bu esa mahsulotning biologik faolligi va sifatini oshiradi.

Shuningdek, rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni tozalashda ion almashinuv xromatografiyasi ham keng qo'llaniladi. Bu metod zaryadga ega molekulalarni ajratishga asoslangan bo'lib, turli oqsillar va fermentlar o'rtasidagi farqni aniqlash imkonini beradi. Gel-filtratsiya xromatografiyasi esa molekulalarning molekulyar massasi bo'yicha ajratilishiga yordam beradi, bu orqali maqsadli komponentlar faqat kerakli fraksiyalarda to'planadi. Shu bilan birga, suyuqlik xromatografiyasi rekombinant mahsulotlarning yuqori aniqlik bilan fraksiyalarga ajratilishida qo'llaniladi.

Vaksinalarni ishlab chiqarishda ham xromatografiya muhim rol o'ynaydi. Immunogen faol komponentlar boshqa biologik moddalar va ortiqcha proteidlardan ajratilishi lozim. Shu jarayon mahsulotning xavfsizligi, sifatini va samaradorligini kafolatlaydi. Affinitet va suyuqlik xromatografiyasi vaksinalarni tozalashda yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ta'minlaydi.

Shu sababli, zamonaviy biotexnologik laboratoriyalar ushbu metodlarni muntazam ravishda qo'llaydi. Xromatografik tozalash jarayoni nafaqat mahsulotning sifatini oshirish, balki ilmiy tadqiqotlarda ishonchlilikni ta'minlash imkonini ham beradi. Har bir fraksiya tahlil qilinib, uning tarkibi va tozaligi aniqlanadi.

Bu esa kelajakda mahsulotning amaliy qo'llanilishi, xavfsizligi va samaradorligini kafolatlaydi. Shu tariqa, xromatografiya rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni ishlab chiqarishda sifat nazoratining ajralmas qismi sifatida xizmat qiladi.

Metabolik jarayonlarni o'rganishda xromatografiyaning ahamiyati

Biomuhandislik va biotexnologiya sohalarida metabolik jarayonlarni chuqur o'rganish nafaqat ilmiy tadqiqotlar, balki amaliy ishlanmalarning muvaffaqiyatli bo'lishi uchun ham muhimdir.

Metabolizm hujayra ichida modda almashinuvining murakkab tizimi bo'lib, u energiya ishlab chiqarish, molekulalarni sintez qilish va hujayra faoliyatini ta'minlash kabi ko'plab funksiyalarni bajaradi. Shu jarayonda xromatografiya metabolik mahsulotlarni aniqlash, ularning miqdorini o'lchash va hujayra ichidagi kimyoviy o'zgarishlarni kuzatishda asosiy vosita sifatida ishlatiladi.

Xromatografik metodlar yordamida metabolitlar, lipidlar, shakarlar, aminokislotalar va boshqa kichik molekulali komponentlar aniqlanadi va fraksiyalarga ajratiladi. Masalan, gaz xromatografiyasi metabolitlarni tez va aniq aniqlashga imkon beradi, bu esa hujayra ichidagi ferment faoliyati va modda almashinuvi jarayonlarini baholashga xizmat qiladi. Shu tariqa, metabolik yo'llardagi o'zgarishlar va hujayra javoblari tadqiq qilinadi, bu esa kasalliklarni erta aniqlash va dori-darmonlar samaradorligini baholash imkonini yaratadi.

Suyuqlik xromatografiyasi metabolik jarayonlarni o'rganishda ham keng qo'llaniladi. U katta biomolekulalar, masalan, oqsillar va fermentlarni ajratish va ularning faolligini tahlil qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, ion almashinuv xromatografiyasi zaryadga ega metabolitlarni aniqlashda qo'llaniladi. Bu metodlar yordamida hujayra ichidagi modda almashinuvining tezligi, yo'nalishi va samaradorligi aniq tahlil qilinadi.

Xromatografiya metabolik jarayonlarni o'rganishda faqat ma'lumot olish vositasi sifatida emas, balki tadqiqotlarning ishonchliligini oshiruvchi vosita sifatida ham xizmat qiladi. Har bir metabolitning miqdori va tarkibi aniqlanadi, bu esa tajribalar natijalarini qayta takrorlash va ularni amaliy ishlanmalarda qo'llash imkonini beradi. Shu sababli, xromatografik tahlil metabolik yo'llarni o'rganish va biologik tizimlarning fiziologik holatini baholashda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, metabolik jarayonlarni xromatografiya yordamida kuzatish dori vositalarining ta'sirini baholashda ham qo'llaniladi. Masalan, farmatsiya sohasida yangi preparatlarni ishlab chiqishda hujayra ichidagi metabolitlar va modda almashinuvi jarayonlari kuzatiladi. Bu esa dori samaradorligini oshirish va yon ta'sirlarni kamaytirish imkonini beradi.

Shu tariqa, xromatografiya ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalarda metabolik jarayonlarni aniq va ishonchli o'rganishga yordam beradi.

Xulosa

Xromatografiya biomuhandislik faoliyatida biologik moddalarning sifatini va xavfsizligini ta'minlashda muhim vosita hisoblanadi. U oqsillar, fermentlar, nuklein kislotalar va metabolitlarni aniqlash, ajratish va tahlil qilish imkonini beradi. Rekombinant mahsulotlar va vaksinalarni tozalashda xromatografiya yuqori selektivlik va aniqlik bilan mahsulot sifatini oshiradi, ortiqcha komponentlarni ajratadi.

Shuningdek, metabolik jarayonlarni o'rganishda bu metod hujayra ichidagi modda almashinuvini kuzatish va biologik tizimlarni baholashda muhim ahamiyatga ega. Shu tariqa, xromatografiya biomuhandislik va biotexnologiya sohasida ilmiy tadqiqotlar hamda amaliy ishlanmalarning sifatini oshirish va samaradorligini ta'minlovchi asosiy vosita sifatida xizmat qiladi.

References

1. Bhattacharya, S., & Hage, D. S. (2001). Chromatography techniques in the downstream processing of biotechnological products. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 758(1), 1–15.
2. Carta, G., & Jungbauer, A. (2010). Chromatographic techniques in the downstream processing of proteins in biotechnology. *Biotechnology Journal*, 5(10), 1138–1150.

3. Guiochon, G., & Felinger, A. (2025). Chromatography media and purification processes for complex and super-large biomolecules: A review. *Journal of Chromatography A*, 1689, 463813.
4. Wikipedia contributors. (2025, January 10). Periodic counter-current chromatography (PCC) for biologics. Wikipedia.