2-Дәріс: Табиғи полимерлер: түрлері, қасиеттері және биотехнологиядағы қолданылуы

Мақсаты: Бұл дәріс магистранттардың келесі танымдық нәтижелерін қалыптастыруға бағытталған:

-Табиғи полимерлердің негізгі түрлерін, құрылымдық ерекшеліктерін және қасиеттерін түсіну;

-Табиғи полимерлердің биотехнологиядағы және биомедициналық қолдану салаларын ажырата білу;

-Табиғи полимерлердің артықшылықтары мен кемшіліктерін талдап, олардың қолдану мүмкіндіктерін ғылыми тұрғыдан бағалау;

-Биотехнологияда жиі қолданылатын хитозан, альгинат, коллаген және т.б. полимерлердің маңыздылығын түсіндіру.

Дәрістің мазмұны: Табиғи полимерлер туралы жалпы түсінік. Табиғи полимерлердің негізгі түрлері. Полисахаридтер. Ақуыздық полимерлер. Нуклеин қышқылдары (ДНҚ, РНҚ). Табиғи полимерлердің қасиеттері. Биотехнологиядағы қолданылу салалары. Артықшылықтары мен шектеулері. Табиғи полимерлерді модификациялау қажеттілігі.

1. Табиғи полимерлер туралы жалпы түсінік

Табиғи полимерлер — тірі организмдерде биосинтез нәтижесінде түзілетін немесе табиғи шикізаттан алынатын жоғары молекулалық қосылыстар. Олар жасушалардың құрылымдық негізін құрайды, биологиялық процестерге қатысады және биотехнологиялық материалдарды өндіруде маңызды рөл атқарады.

Табиғи полимерлердің қасиеттері олардың химиялық құрылымына, молекулалық массасына, тізбек конформациясына, функционалдық топтарына және молекулааралық әрекеттесулеріне тәуелді.

2. Табиғи полимерлердің негізгі түрлері

2.1. Полисахаридтер

Полисахаридтер — моносахарид қалдықтары гликозидтік байланыстар арқылы бірігетін жоғары молекулалық көмірсулар.

Негізгі өкілдері:

- Целлюлоза — өсімдік жасуша қабырғасының құрылымдық компоненті; биокомпозиттер мен талшықтар өндірісінде қолданылады.
- Крахмал — амилоза мен амилопектиннен тұрады; биоыдырайтын материалдар мен дәрілік препараттардың қосымша заттарын өндіруде пайдаланылады.

- Хитозан — хитиннің деацетилденуінен алынатын полисахарид; амин топтарының болуына байланысты катиондық қасиет көрсетеді.
- Альгинат — β-D-маннурон және α-L-гулурон қышқылы қалдықтарынан тұратын аниондық полисахарид; екі валентті катиондармен гидрогель түзеді.
- Геллан — микробтық полисахарид; гель түзгіш және биоматериалдық қасиеттерімен ерекшеленеді.

Полисахаридтердің маңызды ерекшеліктері — гидрофильділік, функционалдық топтардың болуы, су сіңіру және кейбір жағдайларда гидрогель түзу қабілеті.

2.2. Ақуыздық полимерлер

Ақуыздар — аминқышқылдары пептидтік байланыстар арқылы бірігетін биополимерлер. Олардың қасиеттері аминқышқылдық құрамына, біріншілік құрылымына және кеңістіктік ұйымдасуына тәуелді.

Негізгі өкілдері:

- Коллаген — жасушадан тыс матрикстің негізгі ақуыздарының бірі; тіндік инженерияда қолданылады.
- Желатин — коллагеннің ішінара гидролизі нәтижесінде алынатын ақуыздық материал; гельдер мен дәрілік жеткізу жүйелерін дайындауда пайдаланылады.
- Фиброин — жібектің негізгі құрылымдық ақуызы; механикалық беріктігімен және биоматериал ретінде қолданылуымен ерекшеленеді.
- Альбумин — тасымалдаушы ақуыз; дәрілік заттарды байланыстыру және нанобөлшектерді қалыптастыру үшін зерттеледі.

Ақуыздардың функционалдық топтары химиялық модификациялауға мүмкіндік береді. Алайда олардың құрылымы температураға, pH-қа және органикалық еріткіштерге сезімтал болуы мүмкін.

2.3. Нуклеин қышқылдары: ДНҚ және РНҚ

Нуклеин қышқылдары — нуклеотидтерден тұратын полимерлер. Нуклеотидтер азотты негізден, пентозадан және фосфат тобынан құралады.

- ДНҚ — генетикалық ақпаратты сақтайды және тасымалдайды.
- РНҚ — генетикалық ақпараттың іске асуына, ақуыз синтезіне және ген экспрессиясының реттелуіне қатысады.

ДНҚ мен РНҚ биотехнологияда генетикалық инженерияда, молекулалық диагностикада, гендік терапияда және нуклеин қышқылдарын жеткізу жүйелерінде қолданылады. Олардың фосфатты қаңқасы теріс зарядқа ие, сондықтан катиондық полимерлермен электростатикалық комплекстер түзе алады.

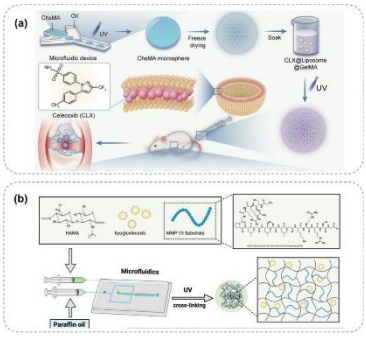
3. Табиғи полимерлердің негізгі қасиеттері

Табиғи полимерлердің қасиеттерін бірнеше топқа бөлуге болады:

- Физика-химиялық қасиеттері: молекулалық масса, ерігіштік, тұтқырлық, заряд, конформация және гель түзу қабілеті.
- Механикалық қасиеттері: серпімділік, беріктік, деформацияға төзімділік.
- Биологиялық қасиеттері: биосәйкестілік, ферментативтік ыдырау, жасушалармен әрекеттесу.
- Функционалдық қасиеттері: адгезия, су сіңіру, биомолекулаларды байланыстыру және белсенді заттарды босату қабілеті.

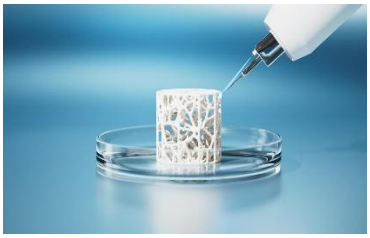
Полимердің молекулалық массасы, заряд тығыздығы және тізбектер арасындағы сутектік немесе иондық байланыстар оның ерітіндідегі мінез-құлқына және материалдың соңғы қасиеттеріне әсер етеді.

4. Биотехнологиядағы қолданылу салалары



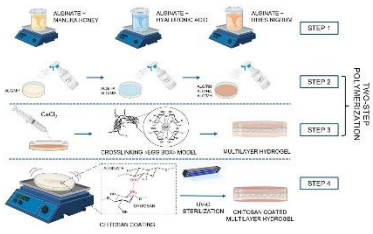
Дәрілік заттарды жеткізу

Альгинат, хитозан және желатин негізіндегі микробөлшектер, нанобөлшектер мен гидрогельдер дәрілік заттардың тұрақтылығын арттыруға және олардың босап шығуын реттеуге мүмкіндік береді.



Тіндік инженерия

Коллаген, желатин және альгинат жасушалардың бекінуіне, өсуіне және үшөлшемді құрылымдар қалыптастыруға арналған матрицалар дайындауда пайдаланылады.



Медициналық материалдар

Табиғи полимерлер жара таңғыштарын, биожабындарды, шырышты қабатқа жабысатын жүйелерді және биоыдырайтын материалдарды жасауда қолданылады.



Молекулалық биотехнология

ДНҚ мен РНҚ генетикалық конструкциялар жасауда, молекулалық диагностикада және нуклеин қышқылдарын жасушаларға жеткізуде қолданылады.

5. Табиғи полимерлердің артықшылықтары мен шектеулері

Артықшылықтары	Шектеулері
Көптеген түрлерінің биосәйкестілігі жоғары	Шикізат құрамының өзгермелілігі
Кейбіреулері биоыдырайды	Ыдырау жылдамдығын бақылаудың қиындығы
Функционалдық топтары көп	Химиялық және ферментативтік тұрақтылығы шектеулі болуы мүмкін
Сулы ортада өңдеуге болатын түрлері бар	Механикалық беріктігі кейде жеткіліксіз
Жаңартылатын шикізаттан алынуы мүмкін	Тазарту және стандарттау талаптары жоғары

Биосәйкестілік пен биоыдырағыштық барлық табиғи полимерлер үшін автоматты түрде кепілденбейді. Оларға шикізаттың тазалығы, қоспалар, молекулалық құрылым және өңдеу әдісі әсер етеді.

6. Табиғи полимерлерді модификациялау қажеттілігі

Табиғи полимерлердің бастапқы қасиеттері нақты биотехнологиялық міндеттерді орындауға әрдайым жеткіліксіз. Сондықтан олардың ерігіштігін, тұрақтылығын, механикалық беріктігін, биоадгезиясын және дәрілік заттармен әрекеттесуін жақсарту үшін химиялық немесе физикалық модификация қолданылады.

Модификацияның негізгі әдістері:

- Химиялық модификация: ацетилдеу, карбоксиметилдеу, тотығу, тиолдау және функционалдық топтарды енгізу.
- Физикалық модификация: иондық гель түзу, полимерлерді араластыру, электростатикалық комплекстер қалыптастыру.
- Торландыру: полимер тізбектері арасында коваленттік немесе иондық байланыстар түзіп, материалдың тұрақтылығы мен механикалық қасиеттерін өзгерту.

- Интерполимерлік комплекстер түзу: қарама-қарсы зарядталған немесе сутектік байланыс арқылы әрекеттесетін полимерлердің супрамолекулалық құрылымдарын алу.

Мысалы, альгинатты кальций иондарымен торландыру гидрогель түзеді, ал хитозанды химиялық модификациялау оның ерігіштігін және функционалдық қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік береді.

Модификация кезінде полимердің биосәйкестілігі, ыдырау өнімдерінің қауіпсіздігі және биологиялық белсенділігі қайта бағалануы қажет.

Қорытынды. Табиғи полимерлер — биотехнология мен биомедицинаның маңызды материалдары. Олардың полисахаридтік, ақуыздық және нуклеин қышқылдық табиғаты әртүрлі функционалдық қасиеттерді анықтайды. Магистратура деңгейінде табиғи полимерлерді зерттеу олардың құрылымы мен қасиеттерінің байланысын, модификация механизмдерін және нақты қолдану жағдайындағы тиімділігін бағалауды қамтиды.

Сынақ сұрақтары:

1. Табиғи полимерлердің негізгі түрлерін атаңыз және олардың құрылымдық ерекшеліктерін сипаттаңыз.
2. Полисахаридтер мен ақуыздық полимерлердің қасиеттерін салыстырыңыз.
3. Табиғи полимерлердің биотехнологиядағы қолданылу бағыттарын мысалдармен көрсетіңіз.
4. Табиғи полимерлердің артықшылықтары мен шектеулерін талдаңыз.
5. Табиғи полимерлерді химиялық және физикалық модификациялау әдістерін түсіндіріңіз.
6. Биотехнологиядағы нақты қолдану жағдайында хитозан мен альгинаттың рөлін салыстырмалы түрде бағалаңыз.
7. Табиғи полимерлер негізінде жасалған дәрілік тасымалдау жүйелерінің тиімділігіне әсер ететін факторларды сипаттаңыз.

Дәріс мазмұны бойынша әдебиеттер:

1. Ratner B. D. et al. *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine.* [Third Edition], Academic Press, 2012, 1573 бет books.google.comshop.elsevier.com.

2. Langer R., Peppas N. A. “Advances in Biomaterials, Drug Delivery and Bionanotechnology” *AIChE Journal*, Vol. 49, No. 12, 2003, бет 2990–3006 scirp.org

3. «Полимеры в биологии и медицине» ред. Майк Дженкинс Перевод с англ. — О.И. Киселева, науч. ред. — Н.Л. Клячко. – М.:Научный мир, 2011. – 256 с.: ил.- (Фундаментальные основы нанотехнологий: исследования и разработки).

4. Dumitriu, S., & Popa, V. (Eds.). (2013). Polymeric Biomaterials: Structure and Function, Volume 1 (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b13757.

5. 5. Dumitriu, S., & Popa, V. (Eds.). (2013). Polymeric Biomaterials: Medicinal and Pharmaceutical Applications, Volume 2 (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b13758.