5 дәріс

Кең таралған табиғи полимерлер, құрылымдық ерекшеліктері

Дәріскер: х.ғ.д., профессор Жумагалиева Ш.Н.

Жоспар

1. Табиғи полимерлер туралы жалпы түсінік
2. Табиғи полимерлердің жіктелуі
3. Молекулалық құрылысы және негізгі байланыс түрлері
4. Полисахаридтердің жалпы сипаттамасы
5. Қорытынды

Табиғи полимер ұғымы

Табиғи полимерлер немесе биополимерлер – тірі организмдерде түзілетін немесе табиғи шикізаттан алынатын, қайталанатын құрылымдық буындардан тұратын жоғары молекулалық қосылыстар.

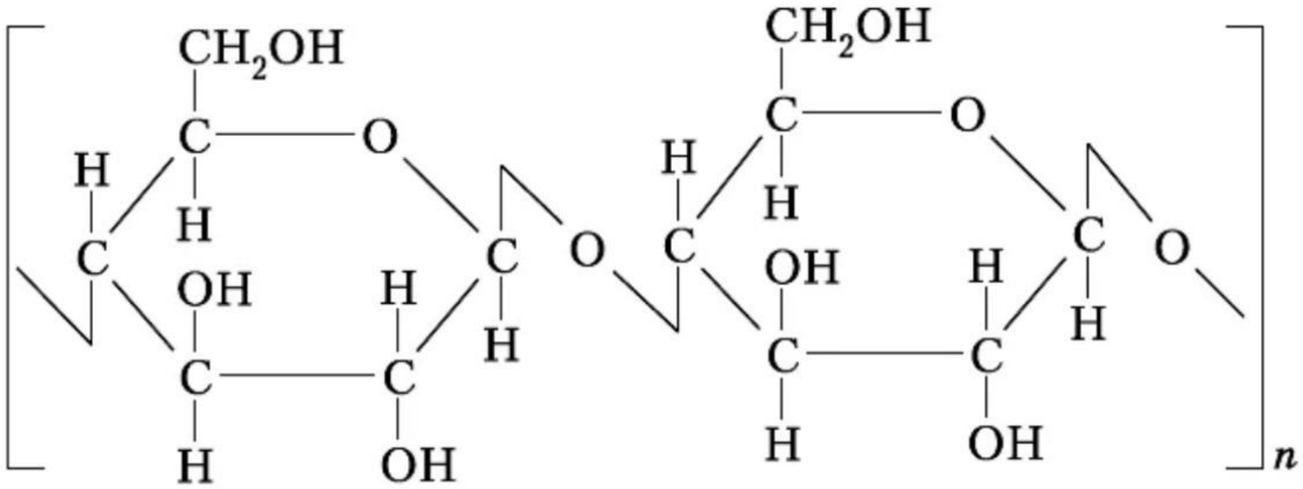




Табиғи полимерлердің жіктелуі

Шығу тегі бойынша:

Шығу тегі	Негізгі полимерлер
Өсімдік текті	Целлюлоза, крахмал, пектин, инулин, табиғи шайырлар
Жануар текті	Хитин, хитозан, коллаген, желатин, гиалурон қышқылы
Балдырлардан алынатын	Альгинаттар, агар, каррагинан
Микроорганизмдер түзетін	Декстран, ксантан, пуллулан, полигидроксибутират



Табиғи полимерлердің молекулалық құрылысы

Негізгі байланыстар:

- гликозидтік байланыс;
- пептидтік байланыс;
- сутектік байланыс;
- иондық әрекеттесу;
- гидрофобтық әрекеттесу;
- дисульфидтік байланыс.

Табиғи полимердің қасиеті тек мономердің түріне емес, макромолекуланың кеңістіктік ұйымдасуына да тәуелді.

Табиғи полимерлердің молекулалық құрылысы

Табиғи полимерлердің құрылымдық деңгейлері

1 Біріншілік құрылым



Мономерлердің реті

Құрамы және тізбектегі химиялық байланыс түрі

Сызықтық тізбек

2 Екіншілік құрылым



Оралған тізбек

Сутектік байланыстардан спираль немесе қатпар түзіледі

Спираль және қатпар

3 Үшіншілік құрылым



Кеңістіктік шумақ

Бір макромолекуланың үшөлшемді жинақталуы

Глобула тәрізді пішін

4 Молекулааралық құрылым



Тізбектер ассоциациясы

Кристалдану және үшөлшемді тор түзілуі

Полимерлік тор

Құрылым күрделенген сайын полимердің кеңістіктік ұйымдасуы мен қасиеттері өзгереді

Құрылым мен қасиет арасындағы байланыс

Құрылымдық көрсеткіш	Полимер қасиетіне әсері
Молекулалық масса	Ерітінді тұтқырлығы мен беріктігін арттырады, дәрінің босап шығу жылдамдығын өзгертеді
Тізбектің тармақталуы	Тізбектердің тығыз орналасуына, ісінуіне және ерігіштігіне әсер етеді
Кристалдық дәрежесі	Механикалық беріктікті арттырады, су сіңіру мен ісінуді төмендетеді
Гидроксил топтары, –OH	Сутектік байланыс түзіп, су сіңіруді және гидрофильділікті арттырады
Карбоксил топтары, –COOH	Полимерге аниондық сипат береді, катиондармен кешен түзуге қатысады
Амин топтары, $–NH_2$	Қышқыл ортада протондалып, полимерге оң заряд береді
Айқаспалы байланыстар	Үшөлшемді тор қалыптастырып, гельдің беріктігін арттырады
Ацетилдену немесе метилдену дәрежесі	Ерігіштікке, зарядқа, гидрофильділікке және биодеградацияға әсер етеді

Негізгі заңдылық:

Функционалдық топтардың табиғаты полимердің зарядын анықтайды, ал заряд дәрілік затпен әрекеттесу сипатына әсер етеді.

Табиғи полимерлердің құрылымдық ерекшеліктері

Полимер қасиетін анықтайтын негізгі алты көрсеткіш

1 Мономерлік құрамы



Полимердің қандай қарапайым молекулалардан түзілгенін көрсетеді.

Мысал: целлюлоза мен крахмалдың мономері — глюкоза.

2 Мономерлер арасындағы байланыс түрі



Байланыс түрі өзгергенде полимердің қасиеті де өзгереді.

Целлюлоза: β-(1→4)

Крахмал: α-(1→4)

3 Макромолекула пішіні



Тізбек пішіні механикалық қасиет пен ісіну қабілетіне әсер етеді.

4 Функционалдық топтары

–OH **–COOH** **–NH_2**

Гидроксил, карбоксил және амин топтары ерігіштікті, зарядты және дәрілік затпен әрекеттесуді анықтайды.

5 Молекулалық және молекулаүстілік құрылым



кристалдық аймақ аморфты аймақ

Тізбектердің оралуы және кристалдық–аморфты аймақтардың арақатынасы беріктік пен диффузияны реттейді.

6 Айқаспалы байланыстар



Макромолекулаларды бір торға біріктіреді. Тор тығыздығы гидрогельдің ісінуі мен дәрінің босап шығуын реттейді.

Құрылым → қасиет → фармацевтикалық қызмет

Полисахаридтердің жалпы сипаттамасы

Полисахаридтер – моносахарид қалдықтары гликозидтік байланыстар арқылы қосылған табиғи жоғары молекулалық қосылыстар.

Құрамы бойынша:

гомополисахаридтер – бір типті мономерден тұрады;

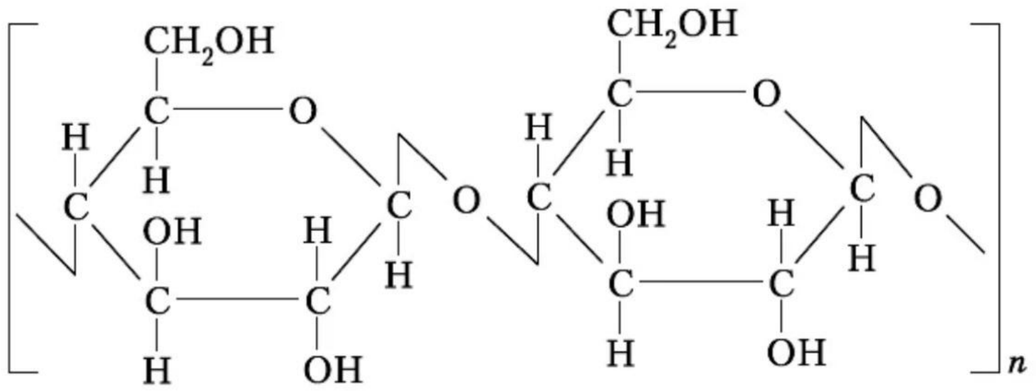
гетерополисахаридтер – бірнеше түрлі моносахарид қалдықтарынан тұрады.

Қызметі бойынша:

Құрылымдық	Целлюлоза, хитин
Қор жинақтаушы	Крахмал, гликоген
Гель түзуші	Альгинат, пектин, агар
Қорғаныш және матрикстік	Гиалурон қышқылы, хондроитинсульфат
Технологиялық	Декстран, ксантан, гуар ша ы

Целлюлоза

Целлюлоза – өсімдіктердің жасуша қабырғасының негізгі құрылымдық компоненті.



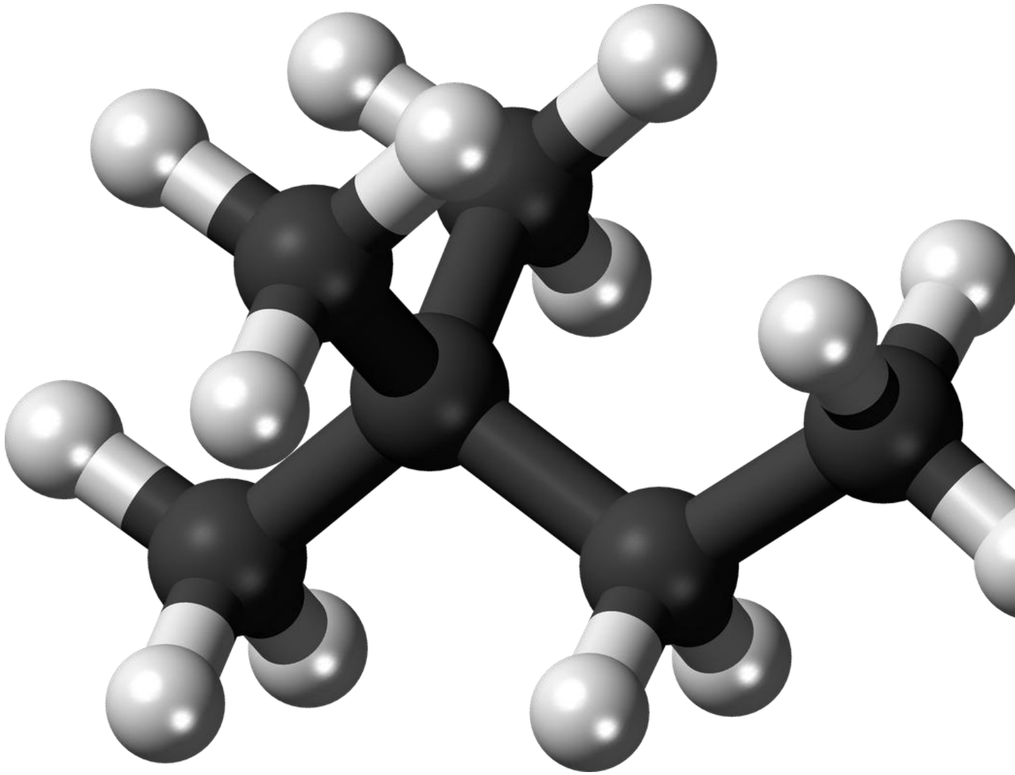
Құрылымы:

- мономері – β-D-глюкопираноза;
- мономерлік буындар β-(1→4)-гликозидтік байланыспен жалғасады;
- макромолекуласы сызықтық;
- тізбектер арасында көптеген сутектік байланыстар түзіледі.

Целлюлоза

Құрылымдық ерекшеліктері:

- тармақталмаған тізбек;
- кристалдық аймақтардың болуы;
- механикалық беріктігі жоғары;
- суда ерімейді;
- гидроксил топтары химиялық модификацияға мүмкіндік береді.



Крахмал – өсімдіктерде қор ретінде жиналатын полисахарид. Оның мономері α-D-глюкоза.

Крахмалдың екі компоненті

Амилоза мен амилопектиннің құрылымдық айырмашылықтары

Белгісі	Амилоза	Амилопектин
Негізгі байланысы	**α-(1→4)**	**α-(1→4)**
Тармақталу байланысы	Жоқ немесе өте аз	**α-(1→6)**
Құрылымы	Сызықтық, спираль тәрізді	Күшті тармақталған
Судағы қасиеті	Суда шектеулі ериді, ісінеді	Белсенді ісініп, клейстер түзеді
Технологиялық рөлі	Қабықша және кешен түзу	Тұтқырлық пен ісінуді арттыру

Амилозаның тізбегі негізінен сызықтық, ал амилопектиннің құрылымы α-(1→6) байланыстары арқылы тармақталады

Хитин және Хитозан

Хитин – N-ацетил-D-глюкозамин қалдықтары β-(1→4)-байланыспен қосылған құрылымдық полисахарид.

Хитозан – хитинді ішінара деацетилдеу арқылы алынатын полимер. Оның тізбегінде D-глюкозамин және N-ацетил-D-глюкозамин буындары болады.

Хитозанның маңызды ерекшеліктері:

- қышқыл ортада амин топтары протондалады;
- оң зарядталған полимерге айналады;
- теріс зарядталған дәрілермен және полимерлермен кешен түзеді;
- шырышты қабықпен адгезиялық әрекеттеседі;
- қабықша, нанобөлшек және гидрогель түзе алады.

Хитиннен хитозан алу және оның қасиеті

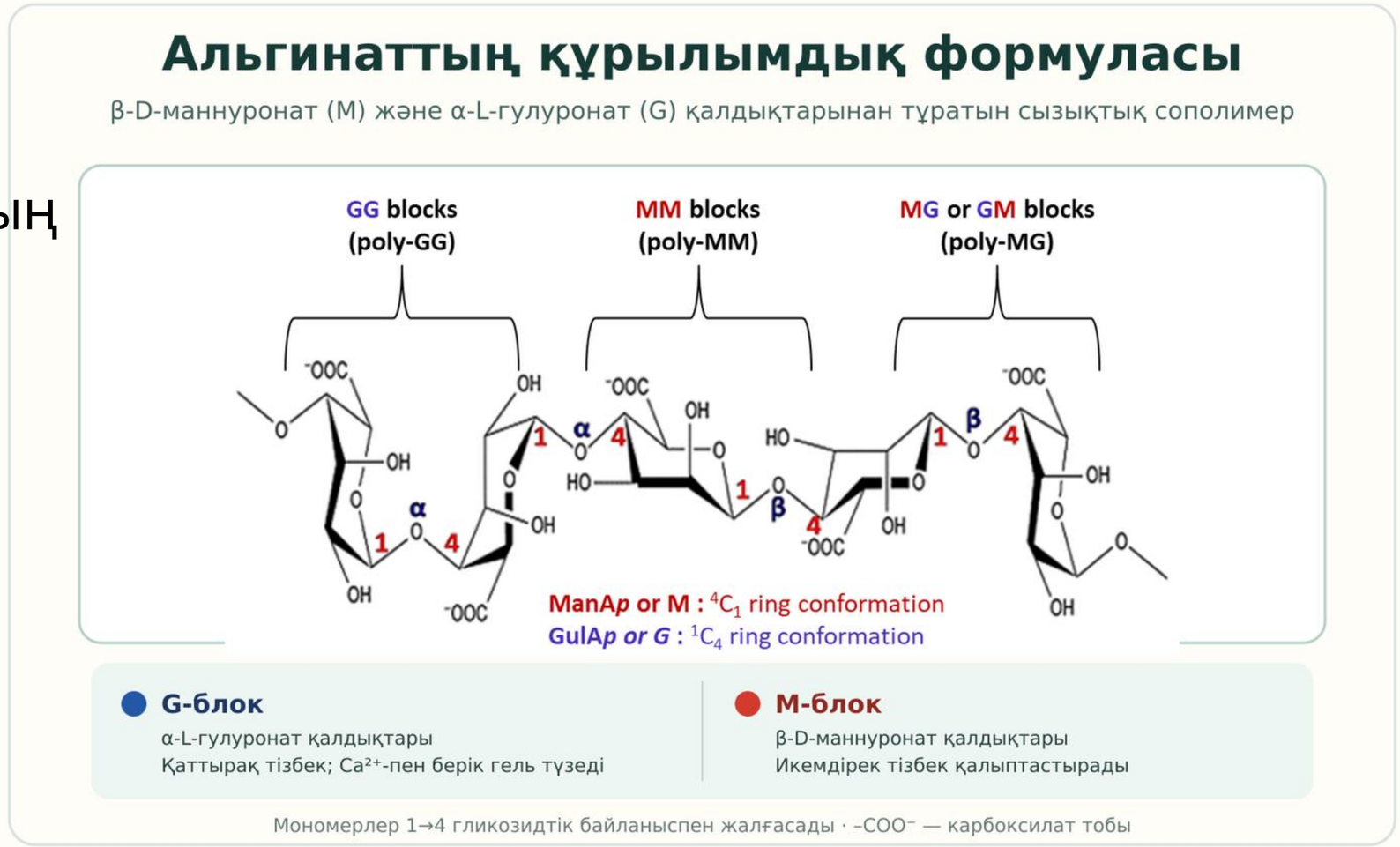


Альгинаттар

Альгинаттар – қоңыр балдырлардан алынатын сызықтық аниондық полисахаридтер.

Құрылымдық бірліктері:

- β-D-маннурон қышқылының қалдығы – M-блок;
- α-L-гулурон қышқылының қалдығы – G-блок;
- аралас MG-блоктар.



G-блок мөлшері жоғары альгинат:

- қатты және берік гель түзеді;
- формасын жақсы сақтайды.

M-блок мөлшері жоғары альгинат:

- жұмсақ және серпімді гель түзеді;
- ісіну қабілеті жоғары болуы мүмкін.

Карбоксил топтары альгинатқа теріс заряд береді.

“Жұмыртқа қорабы” моделі



Коллаген, желатин және альбумин

Полимер	Құрылымдық ерекшелігі	Фармацевтикалық қолданылуы
Коллаген	Үш полипептидтік тізбектен тұратын үштік спираль	Жара жабындылары, матрицалар, дәрілік имплантаттар
Желатин	Коллагеннің жартылай гидролизденген және денатурацияланған өнімі	Капсула қабығы, микрокапсула, нанобөлшек, гидрогель
Альбумин	Глобулалық, суда еритін ақуыз; дәрілерді байланыстыратын аймақтары бар	Нанобөлшектер, конъюгаттар, инъекциялық жүйелер
Фиброин	Жібектің фибриллярлық ақуызы, β-қатпарлы құрылымға бай	Қабықша, талшық, имплантат және дәріні босату жүйелері

- **Желатиннің ерекшелігі:** температура төмендегенде тізбектердің бір бөлігі қайта ассоциацияланып, термореверсивті гель түзе алады.

Қорытынды:

Табиғи полимерлердің қасиеттері олардың мономерлік құрамы, функционалдық топтары және кеңістіктік құрылымына байланысты. Осы ерекшеліктер полимердің ерігіштігін, беріктігін, ісінуін және дәрілік заттармен әрекеттесуін анықтайды. Сондықтан табиғи полимерлер дәрілік заттарды қорғау, иммобилизациялау және олардың ағзада ұзақ әрі бақыланып босап шығуын қамтамасыз ету үшін кеңінен қолданылады.

Бақылау сұрақтары

1. Табиғи полимерлер қандай негізгі топтарға жіктеледі?
2. Полимердің құрылымдық ерекшеліктері оның қасиеттеріне қалай әсер етеді?
3. Целлюлозаның мономері және гликозидтік байланысы қандай?
4. Крахмал мен целлюлозаның құрылымдық айырмашылығы неде?
5. Хитозанның дәрілік заттарды тасымалдаудағы артықшылықтары қандай?
6. Альгинаттағы M- және G-блоктар нені анықтайды?
7. Табиғи полимерлер дәрілік заттардың босап шығуын қалай ұзартады?

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Бейсебеков М. Қ. Дәрілік препараттарды иммобилизациялау. Алматы: Қазақ университеті, 2006. 167 б.
2. Gheorghita R. et al. Applications of Biopolymers for Drugs and Probiotics Delivery. Polymers. 2021. Толық мақала
3. Benalaya I. et al. A Review of Natural Polysaccharides: Sources, Characteristics, Properties and Their Applications. Polymers. 2024. Толық мақала
4. Kurczewska J. Recent Reports on Polysaccharide-Based Materials for Drug Delivery. Polymers. 2022. Толық мақала