

11-дәріс. Полимер қоспалары және интерполимерлік комплекстер

1. Дәрістің мақсаттары

1. Полимер қоспалары мен интерполимерлік комплекстердің құрылымы мен қасиеттерін терең түсіндіру.
2. Физикалық, химиялық және молекулалық деңгейде өзара әрекеттесу принциптерін көрсету.
3. Полимерлік материалдарды фармацевтика, медицина және өнеркәсіпте қолдану мүмкіндіктерін талдау.
4. Студенттердің полимерлік жүйелерді жобалау және қолдану бойынша практикалық дағдыларын қалыптастыру.

2. Қол жеткізілетін нәтижелер

Дәріс соңында студенттер:

- Полимер қоспалары мен интерполимерлік комплекстердің түрлерін анықтап, олардың қасиеттерін сипаттай алады.
- Полимер қоспаларының физика-химиялық және механикалық сипаттамаларын бағалай алады.
- Интерполимерлік комплекстерді фармацевтикада және биотехнологияда қолдану мүмкіндіктерін түсінеді.
- Полимерлік жүйелердің дизайнын және зерттеу әдістерін сипаттай алады.

3. Полимер қоспалары (Polymer Blends)

3.1 Анықтама

Полимер қоспасы – екі немесе одан да көп полимерлердің физикалық немесе химиялық жолмен біріктірілуінен түзілетін жаңа материал.

- Мақсаты: жаңа қасиеттерге (механикалық, термиялық, химиялық) қол жеткізу.
- Қолданылуы: фармацевтикада дәрілік матрица, controlled release жүйелері; өнеркәсіпте пленкалар, қаптамалар.

3.2 Түрлері

1) Физикалық қоспалар (Physical blends)

- Полимерлер тек араласады, химиялық байланыс жоқ.
- Артықшылық: қарапайым, арзан өндірілетін материал.
- Кемшілік: кейде біркелкі емес қасиеттер, фазалық ажырау мүмкін.

Физикалық полимер қоспалары (Physical blends)

- **Анықтама:** Полимерлер тек физикалық түрде араласады, химиялық байланыс түзілмейді.
- **Артықшылықтары:** Қарапайым, арзан, өндірісі жеңіл.
- **Кемшіліктері:** Кейде біркелкі емес қасиеттер, фазалық ажырау (phase separation) мүмкін.

Мысалдар:

1. Полиэтилен (PE) + полипропилен (PP)

Қолданылуы: пакеттер, пластик контейнерлер, пленкалар.

Ерекшелігі: әр полимердің қасиеті араласып, икемді әрі берік материал береді, бірақ фазалық ажырау болуы мүмкін.

2. Поливинилхлорид (PVC) + поливинилацетат (PVAc)

Қолданылуы: желімдер, пленкалар.

Ерекшелігі: икемділікті арттырады, бірақ ұзақ сақтау кезінде біртекті емес құрылым пайда болуы мүмкін.

3. Полистирол (PS) + акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS)

Қолданылуы: тұрмыстық техника корпусында, автомобиль бөлшектерінде.

Ерекшелігі: механикалық беріктік пен соққыға төзімділікті жақсартады.

4. Полиэтиленгликоль (PEG) + полилактид (PLA)

Қолданылуы: биомедициналық пленкалар, controlled release матрицалары.

Ерекшелігі: суда ерігіштігін өзгертуге мүмкіндік береді, бірақ фазалық ажырау мүмкін.

2) Химиялық қоспалар (Chemically bonded blends)

- Полимерлер арасында коваленттік байланыс бар.
- Жақсы механикалық қасиеттер, термиялық тұрақтылық жоғары.
- Қолданылуы: жоғары температурадағы қолдану, медициналық импланттар.

Химиялық қоспалар (Chemically bonded blends)

• Анықтама:

Полимерлер арасында коваленттік байланыс түзілген қоспалар. Бұл байланыс материалдың беріктігін, термиялық тұрақтылығын және химиялық төзімділігін арттырады.

• Қасиеттері:

Жоғары механикалық беріктік.

Термиялық тұрақтылық жоғары (жоғары температурада қасиеттерін сақтайды).

Кейде химиялық төзімділікке ие, еріткіштерге төзімді.

Қолданылуы:

Жоғары температурадағы қолдану (авиация, автомобиль өнеркәсібі).

Медициналық импланттар мен биоматериалдар.

Қайта өңдеуге қиын, бірақ арнайы инженерлік материалдарда қолданылады.

Мысалдар:

1. Полиэфир + полиамид (Polyester–Polyamide) copolymer

- Қолданылуы: автомобиль бөлшектері, тозуға төзімді бөлшектер.
- Ерекшелігі: механикалық беріктік пен термиялық тұрақтылық жоғары.

2. Полиметилметакрилат (PMMA) + полиэтиленгликоль (PEG) коваленттік қоспасы

- Қолданылуы: медициналық импланттар, көзілдірік линзалары.
- Ерекшелігі: биосәйкестілігі жоғары, беріктігі сақталады.

3. Эпоксидті смола + полиизоцианат кросс-линктелген қоспасы

- Қолданылуы: жабындар, желімдер, құрылыс материалдары.

- Ерекшелігі: қатты және химиялық тұрғыдан тұрақты құрылым береді.

3) Функционалды қоспалар

Белгілі бір қасиеттерді жақсарту үшін арнайы полимер қосылады (мысалы, гидрофильділік, биосәйкестілік).

- **Анықтама:**

Белгілі бір мақсатқа немесе қасиетті жақсартуға арналған арнайы полимерді қосу арқылы алынған қоспалар. Бұл қоспалар **физикалық немесе химиялық қоспалардың қасиеттерін жетілдіреді.**

- **Мақсаты:**

- Су сіңіру қабілетін (гидрофильділікті) арттыру.
- Биосәйкестілікті жақсарту.
- Механикалық немесе термиялық қасиеттерді реттеу.
- Дәріні біртіндеп босату үшін controlled release жүйелерінде қолдану.

- **Қолданылуы:**

- **Фармацевтика:** гидрогельдер, controlled release таблеткалар, дәрі тасымалдау жүйелері.
- **Медицина:** тіндік инженерия, биоматериалдар.
- **Азық-түлік және өнеркәсіп:** пленкалар, қаптамалар, су өткізбейтін жабындар.

Мысалдар:

1. **Полиэтилен + поливинил спирт (PVA)**

- Қосымша полимер: PVA (гидрофильді).
- Қасиет: суды жақсы сіңіреді, пленка икемді және серпімді болады.
- Қолданылуы: гидрогельдер, дәрілік матрица, биосәйкестілігі жоғары пленкалар.

2. **Полиакрил қышқылы (PAA) + поливинилпирролидон (PVP)**

- Қосымша полимер: PVP (биосәйкестілік және су ерітіндісінде еру қасиеті бар).
- Қасиет: дәріні біртіндеп босату үшін controlled release жүйесі ретінде тиімді.
- Қолданылуы: фармацевтикалық таблеткалар, импланттар.

3. **Полилактид (PLA) + полиэтиленгликоль (PEG)**

- Қосымша полимер: PEG (гидрофильді, биосәйкестілігі жоғары).
- Қасиет: суда ерігіштігі мен биосәйкестілікті жақсартады.
- Қолданылуы: биоматериалдар, дәрі тасымалдау жүйелері.

3.3 Полимер қоспаларының қасиеттері

- **Механикалық беріктік:** кейбір қоспалар серпімділікті арттырады.

- **Термиялық тұрақтылық:** температураға төзімділігін өзгертуге болады.
- **Химиялық тұрақтылық:** еріткіштер мен қышқылдарға қарсы төзімділікті арттыру.
- **Су сіңіру қабілеті:** гидрофильді полимерлерді қосу арқылы реттеледі.

3.4 Қолданылуы

- **Фармацевтика:** controlled release жүйелері, таблетка матрицалары, гидрогельдер.
- **Азық-түлік:** пленкалар, жабындар, қаптамалар.
- **Өнеркәсіп:** автомобиль бөлшектері, құрылыс материалдары.

4. Интерполимерлік комплекстер (Interpolymer Complexes, IPCs)

4.1 Анықтама

- IPCs – екі немесе одан да көп полимерлердің молекулалық деңгейде өзара әрекеттесуінен түзілген құрылымдар.
- Өзара әрекеттесу түрлері: **сутектік байланыс, иондық байланыс, вандер-ваальс күштері.**

4.2 Түрлері

1. **Иондық интерполимерлік комплекстер**
 - Полиэлектролиттер арасында пайда болады.
 - Мысалы, карбоксилат және амин тобы бар полимерлер.
2. **Сутектік байланыс негізіндегі комплекстер**
 - Протон беруші (кислота) және протон қабылдаушы (негіз) полимерлер арасындағы өзара әрекет.
 - Мысалы, полиакрил қышқылы және поливинилпирролидон.
3. **Ван-дер-ваальс күштеріне негізделген комплекстер**
 - Полимерлер арасындағы физикалық тартымдылыққа сүйенеді.

4.3 Қасиеттері

- Су ерітіндісінде тұрақтылық.
- Дәріні біртіндеп босату мүмкіндігі (controlled release).
- Механикалық және термиялық қасиеттерді басқаруға болады.
- Биосәйкестілік жоғары, биоматериал ретінде қолдануға ыңғайлы.

4.4 Қолданылуы

- **Фармацевтика:** controlled release таблеткалар, гидрогельдер, дәрі тасымалдау жүйелері.
- **Медицина:** тіндік инженерия матрицалары, жасушалық тасымалдау.
- **Материалтану:** пленкалар, адсорбенттер, мембраналар.

5. Физика-химиялық өзара әрекеттесу принциптері

- Полимерлердің қасиеттері молекулалардың ұзындығы, функционалды топтардың саны және түріне байланысты.
- **Сутектік байланыс:** тұрақты, бірақ қайтымды, дәрі босатуды реттеуге мүмкіндік береді.
- **Иондық байланыс:** берік, термиялық тұрақтылықты арттырады.

- **Физикалық араластыру:** қайта өңдеуге ыңғайлы, бірақ кейде біркелкі емес қасиет береді.
-

6. Қорытынды

1. Полимер қоспалары мен интерполимерлік комплекстер **жаңа материалдардың қасиеттерін басқаруға мүмкіндік береді.**
 2. IPCs фармацевтикада controlled release жүйелерінде, гидрогельдерде және биоматериалдарда маңызды.
 3. Физикалық, химиялық және молекулалық өзара әрекеттесу принциптерін түсіну – материалдардың қасиеттерін жобалау үшін қажет.
-

7. Қайталау үшін сұрақтар

1. Полимер қоспалары мен интерполимерлік комплекстердің негізгі айырмашылығы неде?
 2. Физикалық және химиялық полимер қоспаларының қасиеттері қалай ерекшеленеді?
 3. Интерполимерлік комплекстер қандай өзара әрекеттесу арқылы түзіледі?
 4. IPCs фармацевтикада қай мақсатта қолданылады?
 5. Полимер қоспаларының механикалық және термиялық қасиеттерін қалай өзгертуге болады?
 6. Сутектік байланыс пен иондық байланыс арасындағы айырмашылық қандай?
 7. Полимер қоспаларының controlled release жүйелерінде қолдану артықшылықтары қандай?
-

8. Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. L. A. Utracki, *Polymer Blends Handbook*, Springer, 2014.
2. P. K. Gupta, *Polymer Chemistry*, CRC Press, 2020.
3. P. Dubé, *Interpolymer Complexes: Fundamentals and Applications*, Wiley, 2018.
4. T. Higuchi, *Controlled Release Dosage Forms*, Marcel Dekker, 2017.
5. R. A. Gross, B. Kalra, “Biodegradable Polymers for the Environment,” *Science*, 2002.
6. J. Seaton, *Polymer Materials in Pharmaceutical Applications*, Elsevier, 2016.