9 дәріс. Полимерлер ерітінділері. Полимер ерітінділерінің физика-химиялық қасиеттері. Еру үдерісінің термодинамикасы

Дәрістің мақсаты

Полимерлердің ерітінділерінің табиғатын және олардың физика-химиялық қасиеттерін түсіндіру.

Дәрістің міндеттері

- Полимер ерітінділерінің ерекшеліктерін қарастыру;
- Полимерлердің еру механизмін түсіндіру;
- Ерудің термодинамикалық заңдылықтарын талдау;
- Полимер ерітінділерінің тағам жүйелеріндегі рөлін бағалау.

Дәрістің қысқаша мазмұны

1. Полимерлердің еруі туралы түсінік

Полимерлердің еруі — полимер макромолекулаларының еріткіш молекулаларымен әрекеттесіп, ерітінді көлемінде біркелкі таралу үдерісі. Еру кезінде еріткіш макромолекулалардың арасына еніп, олардың өзара әрекеттесуін әлсіретеді.

Полимердің еруі төмен молекулалы заттардың еруінен ерекшеленеді, себебі макромолекулалардың өлшемі үлкен, тізбектері иілгіш және олардың арасында молекулааралық байланыстар болуы мүмкін.

Полимердің еруіне әсер ететін негізгі факторлар:

- полимер мен еріткіштің химиялық табиғаты;
- макромолекулалардың молекулалық массасы;
- полимердің кристалдану дәрежесі;
- температура;
- полимер мен еріткіш арасындағы молекулааралық әрекеттесулер;
- көлденең байланыстардың болуы.

2. Полимерлердің ісінуі мен еруінің айырмашылығы

Ісіну — еріткіштің полимерге еніп, оның көлемі мен массасының артуы. Бұл кезде полимердің макромолекулалары бір-бірінен алыстайды, бірақ материал тұтас күйінде сақталуы мүмкін.

Еру — макромолекулалардың полимерлік материалдан бөлініп, еріткіш көлемінде таралуы нәтижесінде біртекті ерітінді түзілуі.

Полимердің ісінуі кейде ерудің бастапқы кезеңі болып табылады. Алайда торланған полимерлер еріткішті сіңіріп, қатты ісінгенімен, толық ерімеуі мүмкін.

Мысалы, сызықтық полимерлер қолайлы еріткіште еруі мүмкін, ал кеңістіктік торланған полимерлер көбіне ерімей, тек ісінеді.

3. Полимердің еру кезеңдері

Полимердің еру үдерісін шартты түрде бірнеше кезеңге бөлуге болады:

1. Еріткіштің полимерге енуі. Еріткіш молекулалары полимер құрылымына диффузия арқылы енеді.
2. Ісіну. Макромолекулалар арасындағы қашықтық артып, полимер көлемі ұлғаяды.
3. Макромолекулалардың ажырауы. Полимер тізбектері арасындағы әрекеттесу әлсіреп, макромолекулалар бір-бірінен бөлінеді.
4. Ерітінді түзілуі. Макромолекулалар еріткіш көлемінде таралып, біртекті полимер ерітіндісін қалыптастырады.

Бұл кезеңдердің өтуі полимердің құрылымына, еріткіштің табиғатына және температураға байланысты.

4. Полимер мен еріткіш арасындағы әрекеттесу

Полимердің еруі полимер–полимер, еріткіш–еріткіш және полимер–еріткіш молекулааралық әрекеттесулерінің арақатынасына тәуелді.

Егер полимер мен еріткіш арасындағы әрекеттесу қолайлы болса, еріткіш макромолекулалардың арасына еніп, олардың ажырауын жеңілдетеді.

Мұндай әрекеттесулерге мыналар жатады:

- дисперсиялық күштер;
- дипольдік әрекеттесулер;
- сутектік байланыстар;
- иондық әрекеттесулер.

Еріткішті таңдау кезінде оның полимермен химиялық сәйкестігі маңызды. Кейбір полимерлер суда жақсы ериді, ал басқалары тек органикалық еріткіштерде ериді немесе мүлде ерімейді.

5. Еру үдерісінің термодинамикалық негіздері

Полимердің еру мүмкіндігі жүйенің Гиббс еркін энергиясының өзгеруімен сипатталады:

$$\Delta G_{\text{mix}} = \Delta H_{\text{mix}} - T\Delta S_{\text{mix}}$$

Мұндағы:

- ΔG_{mix}— араласудың Гиббс еркін энергиясының өзгерісі;
- ΔH_{mix}— араласудың энтальпия өзгерісі;
- ΔS_{mix}— араласудың энтропия өзгерісі;
- T— абсолюттік температура.

Тұрақты температура мен қысымда араласу термодинамикалық тұрғыдан қолайлы болуы үшін:

$$\Delta G_{\text{mix}} < 0$$

Полимер ерітінділерінде макромолекулалардың үлкен өлшеміне байланысты араласу энтропиясының үлесі төмен молекулалы ерітінділермен салыстырғанда аз болуы мүмкін. Сондықтан полимер мен еріткіш арасындағы энергетикалық әрекеттесулер еру үдерісінде маңызды рөл атқарады.

6. Полимер ерітінділерінің тұтқырлығы

Тұтқырлық — сұйықтықтың ағуына кедергі көрсету қасиеті. Полимер ерітінділерінің тұтқырлығы таза еріткішке қарағанда жоғары болуы мүмкін, себебі макромолекулалар ерітінді көлемін алып, олардың қозғалысы мен өзара шатасуы ағынға кедергі келтіреді.

Тұтқырлыққа әсер ететін факторлар:

- полимердің концентрациясы;
- молекулалық массасы;
- температура;
- еріткіштің табиғаты;
- макромолекулалардың пішіні мен иілгіштігі;
- тізбектердің өзара шатасу дәрежесі.

Көптеген полимер ерітінділерінде концентрация жоғарылаған сайын тұтқырлық артады. Температура жоғарылағанда тұтқырлық жиі төмендейді, бірақ нақты өзгеріс жүйенің қасиеттеріне тәуелді.

7. Полимер ерітінділерінің коллоидтық қасиеттері

Полимер ерітінділері кейбір қасиеттері бойынша коллоидтық жүйелерге ұқсас. Бұл олардың макромолекулаларының үлкен өлшеміне және ерітіндідегі қозғалысына байланысты.

Негізгі қасиеттері:

- жарық шашырату қабілеті;
- осмостық қысымның пайда болуы;
- диффузия;
- жоғары тұтқырлық;
- кейбір жүйелерде гель түзу қабілеті.

Полимер ерітінділері молекулалық деңгейде біртекті болуы мүмкін, сондықтан оларды барлық жағдайда гетерогенді коллоидтық дисперсиялармен теңестіруге болмайды.

8. Тағамдық гидроколлоидтардың ерітінділері

Гидроколлоидтар — суды байланыстырып, тағам жүйелерінің тұтқырлығын, құрылымын және тұрақтылығын өзгерте алатын гидрофильді полимерлер.



Ксантан сағызы

Суда тұтқыр ерітінді түзеді. Тұздықтарда, салат дәмдеуіштерінде және сусындарда тұтқырлықты реттеу мен тұрақтандыру үшін қолданылады.



Гуар сағызы

Суды байланыстырып, ерітіндінің тұтқырлығын арттырады. Балмұздақ, тұздықтар және нан-тоқаш өнімдерінің құрылымын жақсартуда қолданылады.



Желатин

Жылы суда ериді, ал қолайлы жағдайда салқындағанда гель түзеді. Желе, десерттер және басқа тағам өнімдерінде құрылым түзуші ретінде пайдаланылады.



Натрий альгинаты

Суда тұтқыр ерітінді түзеді. Кальций иондарының қатысуымен гель түзе алады; тағам құрылымын қалыптастыруда және инкапсуляцияда қолданылады.

Гидроколлоидтардың қасиеттері олардың химиялық құрылымына, концентрациясына, температураға, pH мәніне және ерітіндідегі тұздардың болуына байланысты.

Қорытынды

Полимерлердің еруі мен ісінуі еріткіштің макромолекулалармен әрекеттесуіне және полимердің құрылымына тәуелді. Полимер ерітінділерінің тұтқырлығы мен коллоидтық қасиеттері олардың тағам өнеркәсібіндегі қолданылуын анықтайды. Ксантан, гуар сағызы, желатин және натрий альгинаты сияқты гидроколлоидтар өнімнің құрылымын, тұтқырлығын және тұрақтылығын реттеу үшін кеңінен пайдаланылады.

Қарастырылатын негізгі сұрақтар

1. Полимерлердің еруі және ісінуі.

2. Полимер ерітінділерінің ерекшеліктері.
3. Тұтқырлық және концентрация әсері.
4. Еру үдерісінің термодинамикасы.
5. Полимер–еріткіш әрекеттесуі.
6. Тағамдық гидроколлоидтар ерітінділері.

Дәрістің соңында студент:

- полимерлердің еру ерекшеліктерін түсіндіре алады;
- ерітінділердің қасиеттерін сипаттай алады;
- ерудің термодинамикалық заңдылықтарын талдай алады.

Ұсынылатын әдебиеттер

Негізгі әдебиеттер

1. Ерғожин Е.Е. *Жоғары молекулалық қосылыстар химиясы*. – Алматы: Альманах, 2019. – 451 б.
2. Ерғожин Е.Е., Құрманәлиев М.Қ. *Полимерлердің химиясы мен физикасы*. – Алматы: ҚР ЖОО қауымдастығы, 2012. – 391 б.
3. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения*. – М.: Академия, 2008. – 366 с.
4. Киреев В.В. *Высокомолекулярные соединения*. – М.: Юрайт, 2020. – Т.1. – 365 с.

Қосымша әдебиеттер

1. Gutiérrez T.J. (Ed.). *Polymers for Food Applications*. – Springer, 2018. – 684 p.
2. Phillips G.O., Williams P.A. *Handbook of Hydrocolloids*. – 3rd ed. – Woodhead Publishing, 2021. – 948 p.
3. Han J.H. *Innovations in Food Packaging*. – 3rd ed. – Academic Press, 2024. – 640 p.