11 дәріс. Полиэлектролиттер және олардың ерекшеліктері. Тағамдық жүйелердегі иондалатын макромолекулалар

Дәрістің мақсаты

Полиэлектролиттердің құрылымы мен қасиеттерін, сондай-ақ тағамдық жүйелердегі иондалатын биополимерлердің рөлін түсіндіру.

Дәрістің міндеттері

- Полиэлектролиттердің негізгі ерекшеліктерін қарастыру;
- Иондалатын макромолекулалардың қасиеттерін түсіндіру;
- pH пен иондық күштің әсерін талдау;
- Тағамдық жүйелердегі полиэлектролиттердің қызметін бағалау.

Дәрістің қысқаша мазмұны

1. Полиэлектролиттер туралы түсінік

Полиэлектролиттер — макромолекулаларының құрамында ерітіндіде иондануға қабілетті функционалдық топтары бар жоғары молекулалық қосылыстар. Суда еріген кезде бұл топтар иондарға диссоциацияланып, макромолекулаға заряд береді.

Полиэлектролиттердің құрамында мынадай функционалдық топтар болуы мүмкін:

- карбоксил топтары (-COOH);
- сульфотоптар ($-SO_3H$);
- амин топтары ($-NH_2$);
- басқа да ионданатын топтар.

Полиэлектролиттер зарядтарының табиғатына қарай үш негізгі топқа бөлінеді:

- Поликышқылдар — ерітіндіде теріс зарядталған топтар түзеді. Мысалы, полиакрил қышқылы.
- Полинегіздер — оң зарядталған топтар түзеді. Мысалы, құрамында амин топтары бар кейбір полимерлер.
- Полиамфолиттер — құрамында қышқылдық және негіздік топтар қатар кездеседі. Мысалы, желатин.

2. Полиэлектролиттердің ерітіндідегі мінез-құлқы

Полиэлектролиттердің ерітіндідегі қасиеттері олардың электр зарядына, ерітіндінің pH мәніне, иондық күшіне және температураға байланысты.

Ерітіндіде бірдей зарядталған топтар арасында электростатикалық тебілу пайда болуы мүмкін. Бұл макромолекуланың кеңістікте жазылуына және гидродинамикалық көлемінің артуына әкеледі.

Ерітіндіге тұз қосылғанда иондар макромолекула зарядтарының әсерін экрандайды. Соның нәтижесінде тізбектің кеңістіктік пішіні өзгеруі мүмкін.

Полиэлектролиттердің мінез-құлқына әсер ететін негізгі факторлар:

1. Ерітіндінің pH мәні.
2. Иондық күш және тұздардың концентрациясы.

3. Температура.
4. Полимердің молекулалық массасы.
5. Ионданатын топтардың табиғаты мен мөлшері.

3. Полиэлектролиттердің конформациясы және тұтқырлығы

Конформация — химиялық байланыстарды үзбей, макромолекуланың кеңістікте қабылдайтын пішіні.

Полиэлектролиттердің конформациясы ерітіндідегі зарядтардың өзара әрекеттесуіне байланысты өзгереді. Зарядталған топтардың арасында тебілу күшейгенде тізбек жазылып, гидродинамикалық көлемі артуы мүмкін. Ал зарядтар экрандалғанда немесе иондану дәрежесі төмендегенде тізбек жиырылуы ықтимал.

Полиэлектролит ерітінділерінің тұтқырлығы мына факторларға тәуелді:

- полимер концентрациясы;
- молекулалық масса;
- зарядтың тығыздығы;
- pH;
- ерітіндідегі тұз мөлшері;
- макромолекуланың конформациясы.

Көптеген полиэлектролиттерде сұйылтылған ерітіндідегі тұтқырлық тұз концентрациясына және pH-қа айтарлықтай тәуелді болады. Сондықтан тұтқырлықты өлшеу арқылы олардың ерітіндідегі мінез-құлқын зерттеуге болады.

4. Тағамдық биополимерлер және олардың қасиеттері

Тағам өнеркәсібінде қолданылатын көптеген табиғи полимерлер суды байланыстыру, тұтқырлықты арттыру, гель түзу және өнім құрылымын тұрақтандыру қасиеттеріне ие.



Пектиндер

Өсімдік жасуша қабырғаларында кездесетін полисахаридтер. Құрамындағы карбоксил топтары олардың қышқылдық қасиеттерін анықтайды. Пектиндер тосап, джем және желе өндірісінде гель түзуші ретінде қолданылады.



Альгинаттар

Қоңыр балдырлардан алынатын полисахаридтер. Құрамында карбоксил топтары бар. Натрий альгинаты суда тұтқыр ерітінді түзеді, ал кальций иондарының қатысуымен гель түзе алады.



Каррагинандар

Қызыл балдырлардан алынатын сульфатталған полисахаридтер. Судағы ерітінділердің тұтқырлығын өзгертіп, белгілі жағдайларда гель түзеді. Сүт өнімдерінде, десерттерде және тұздықтарда тұрақтандырғыш ретінде пайдаланылады.



Желатин

Коллагеннен алынатын ақуыздық полимер. Құрамында қышқылдық және негіздік топтар болғандықтан, полиамфолиттік қасиет көрсетеді. Желе, десерт және кондитерлік өнімдерде гель түзуші ретінде қолданылады.

Бұл биополимерлердің функционалдық қасиеттері pH-қа, тұздардың болуына, температураға және олардың химиялық құрамына тәуелді.

5. Изоэлектрлік нүкте

Изоэлектрлік нүкте (pI) — полиамфолиттің немесе ақуыздың оң және теріс зарядтарының орташа мөлшері теңесіп, макромолекуланың қорытқы заряды нөлге тең болатын pH мәні.

Изоэлектрлік нүктеде:

- макромолекуланың қорытқы заряды нөлге жуық болады;
- электростатикалық тебілу әлсіреуі мүмкін;
- кейбір ақуыздардың ерігіштігі төмендейді;
- агрегаттану немесе тұнбаға түсу ықтималдығы артуы мүмкін.

Желатин сияқты полиамфолиттердің изоэлектрлік нүктесі олардың алыну және өңдеу әдісіне байланысты өзгереді.

6. Изоиондық нүкте

Изоиондық нүкте — полиамфолит ерітіндісінің сырттан қышқыл немесе сілті қосылмаған жағдайда қышқылдық және негіздік топтардың иондануы нәтижесінде қалыптасатын сипаттамалық pH мәні.

Изоиондық және изоэлектрлік нүктелер өзара байланысты болғанымен, бірдей ұғымдар емес. Изоиондық нүкте ерітіндідегі бөгде иондардың әсерін ескермейтін жағдаймен байланысты, ал изоэлектрлік нүкте макромолекуланың қорытқы заряды нөлге тең болатын pH мәнін сипаттайды.

7. Тағам өнеркәсібіндегі маңызы

Полиэлектролиттер мен тағамдық биополимерлер тағам өнімдерінің құрылымын, тұрақтылығын және реологиялық қасиеттерін реттеуде маңызды рөл атқарады.

- Пектиндер — тосап пен желе өндіруде.
- Альгинаттар — гельдер, қабықшалар және инкапсуляция жүйелерінде.
- Каррагинандар — сүт өнімдері мен десерттерді тұрақтандыруда.
- Желатин — желе және кондитерлік өнімдерде қолданылады.

Олардың қасиеттерін басқару үшін pH, тұз концентрациясы, температура және полимердің концентрациясы оңтайландырылады.

Қорытынды

Полиэлектролиттердің қасиеттері макромолекула зарядына, конформациясына және ерітінді ортасына тәуелді. Пектиндер, альгинаттар, каррагинандар және желатин сияқты тағамдық биополимерлер тұтқырлықты реттеу, гель түзу және өнім құрылымын тұрақтандыру үшін пайдаланылады. Изоэлектрлік және изоиондық нүктелерді түсіну олардың ерігіштігін және ерітіндідегі мінез-құлқын басқаруға мүмкіндік береді.

Қарастырылатын негізгі сұрақтар

1. Полиэлектролиттердің құрылысы.
2. Иондалу дәрежесі.
3. pH пен тұздардың әсері.
4. Изоэлектрлік және изоиондық нүктелер.
5. Тағамдық полиэлектролиттер.

6. Тағам жүйелеріндегі қолданылуы.

Дәрістің соңында студент:

- полиэлектролиттердің ерекшеліктерін түсіндіре алады;
- изоэлектрлік нүкте ұғымын сипаттай алады;
- тағамдық биополимерлердің қасиеттерін 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.