1 дәріс. Тірі табиғаттағы және тағам өнеркәсібіндегі полимерлердің рөлі. Жоғары молекулалық қосылыстар химиясының негізгі ұғымдары мен анықтамалары. Табиғи және синтетикалық полимерлер

Дәрістің мақсаты. Полимерлердің тірі табиғаттағы, адам ағзасындағы және тағам өнеркәсібіндегі маңызын түсіндіру; жоғары молекулалық қосылыстардың негізгі ұғымдарын меңгеру; полимерлерді әртүрлі белгілері бойынша жіктеуді қарастыру.

Дәрістің жоспары

1. Полимерлер туралы жалпы түсінік.
2. Табиғи полимерлер және олардың биологиялық қызметтері.
3. Полимерлердің тағам өнеркәсібіндегі рөлі.
4. Жоғары молекулалық қосылыстардың негізгі ұғымдары.
5. Полимерлену дәрежесі және молекулалық масса.
6. Полимерлердің жіктелуі.

1. Полимерлер туралы жалпы түсінік

Полимерлер - макромолекулалары бір немесе бірнеше типті құрылымдық буындардың көп рет қайталануымен сипатталатын жоғары молекулалық қосылыстар. Полимердің жеке молекуласы макромолекула деп аталады. Макромолекулалар ұзын тізбекті немесе кеңістіктік құрылымды болуы мүмкін.

Полимерлер табиғатта кең таралған және тірі ағзалардың құрылымы мен қызметінде маңызды рөл атқарады. Олар өсімдіктер мен жануарлар тіндерінің құрамына кіреді, адам ағзасындағы биологиялық үдерістерге қатысады. Сонымен қатар полимерлер тағам өндірісінде, қаптама материалдарын жасауда және әртүрлі технологиялық үдерістерде қолданылады.

Полимерлердің негізгі қасиеттері олардың химиялық құрамына, молекулалық массасына, макромолекуланың пішініне, тізбектің иілгіштігіне және молекулааралық әрекеттесулерге байланысты. Осы факторлар полимердің беріктігін, серпімділігін, тұтқырлығын, ерігіштігін және гель түзу қабілетін анықтайды.

2. Табиғи полимерлер және олардың биологиялық қызметтері

Табиғи полимерлер тірі ағзаларда кездеседі және маңызды құрылымдық әрі функционалдық қызметтер атқарады. Оларға полисахаридтер, ақуыздар, нуклеин қышқылдары және табиғи каучук жатады.

2.1 Полисахаридтер

Целлюлоза - өсімдік жасушасының қабырғасының негізгі құрамдас бөлігі. Ол ағаш пен мақтада көп мөлшерде кездеседі және өсімдік тіндерінің механикалық беріктігін қамтамасыз етеді.

Крахмал - өсімдіктердегі негізгі қор жинаушы полисахаридтердің бірі. Ол дәнді дақылдарда, картопта және басқа да өсімдік өнімдерінде кездеседі. Тағам өндірісінде крахмал қоюландырғыш және құрылым түзуші компонент ретінде қолданылады.

Гликоген - жануарлар ағзасындағы көмірсулардың қорлық формасы. Ол негізінен бауыр мен бұлшықеттерде жиналып, энергия қорын қамтамасыз етуге қатысады.

Гиалурон қышқылы - суды байланыстыру қабілеті жоғары полисахарид. Ол дәнекер тіндер мен буындарда кездесіп, тұтқырлық пен амортизацияға қатысады.

2.2 Ақуыздар

Ақуыздар - аминқышқылдарының қалдықтары пептидтік байланыстар арқылы бірігуінен түзілетін табиғи полимерлер. Олар құрылымдық, тасымалдау және каталитикалық қызметтер атқарады.

- Коллаген дәнекер тіндердің, терінің, сүйектердің, шеміршектер мен сіңірлердің беріктігін қамтамасыз етуге қатысады.
- Кератин шаш пен тырнақтың негізгі құрылымдық компоненттерінің бірі болып табылады.
- Ферменттер биохимиялық реакцияларды жылдамдатады.

Тағам технологиясында ақуыздардың су байланыстыруы, құрылым түзуі және басқа компоненттермен әрекеттесуі өнімнің қасиеттеріне әсер етеді.

2.3 Нуклеин қышқылдары және табиғи каучук

ДНҚ мен РНҚ - нуклеотидтерден түзілетін полимерлер. Олар генетикалық ақпаратты сақтау мен беруге қатысады.

Табиғи каучук өсімдік текті шикізаттан алынады және жоғары серпімділігімен ерекшеленеді.

Осылайша табиғи полимерлер тірі ағзалардың құрылымдық негізін құрайды және олардың маңызды биологиялық қызметтерін атқаруға қатысады.

3. Полимерлердің тағам өнеркәсібіндегі рөлі

Тағам өнімдерінің құрамында әртүрлі көмірсулар кездеседі. Құрылысына қарай олар моносахаридтерге, дисахаридтерге және полисахаридтерге бөлінеді.

- Моносахаридтер: глюкоза, фруктоза.
- Дисахаридтер: лактоза, мальтоза.
- Полисахаридтер: крахмал, гликоген, целлюлоза.

Тағам жүйелерінде пектиндер, альгинаттар, камедьтер, шырыштар және инулин сияқты полимерлік табиғаты бар компоненттер де маңызды.

Полимерлер тағам өнімдерінің технологиялық қасиеттеріне бірнеше бағытта әсер етеді.

1. Тұтқырлықты арттыру. Полимерлер тағам жүйесінің ағуына қарсылықты арттырып, қажетті консистенция қалыптастырады. Мысалы, крахмал мен ксантан камеді қоюландырғыш ретінде қолданылады.

2. Текстураны қалыптастыру. Полимерлер өнімнің ауыздағы сезіміне, қоюлығына және механикалық қасиеттеріне әсер етеді.

3. Тұрақтандыру. Кейбір полимерлер дисперстік жүйелердің тұрақтылығын арттырып, олардың құрамдас бөліктерінің бөлінуін баяулатуға көмектеседі.

4. Құрылым түзу. Полимерлер өнімнің пішіні мен құрылымын қалыптастыруға қатысады.

5. Гель түзу. Кейбір полисахаридтер мен ақуыздар белгілі жағдайларда кеңістіктік тор түзіп, гель қалыптастырады.

Тағам полимерлерінің қолданылуына мысалдар

Полимер	**Негізгі қызметі**	**Қолданылу мысалы**
Крахмал	Қоюландыру, құрылым түзу	Қою тағам өнімдері, соустар
Пектин	Гель түзу	Желе, джем
Ксантан камеді	Тұтқырлықты арттыру, тұрақтандыру	Соустар және басқа тағам жүйелері
Альгинаттар	Гель түзу, құрылым қалыптастыру	Құрылымы реттелетін тағамдық жүйелер

Полимердің қызметі оның табиғатына, концентрациясына, ортаның құрамына және өңдеу жағдайларына байланысты. Сондықтан тағам технологиясында полимерді таңдау кезінде оның функционалдық қасиеттері ескеріледі.

4. Тағам өнімдерін қаптауға арналған полимерлер

Полимерлер тағам өнімдерін қаптау үшін кеңінен қолданылады. Қаптама өнімді механикалық зақымданудан қорғауға, ылғалдың және газдардың әсерін шектеуге, сондай-ақ сақтау тұрақтылығын қамтамасыз етуге көмектеседі.

Тағам қаптамасында қолданылатын негізгі полимерлер:

- Полиэтилен (PE) - үлдірлер мен қаптама материалдарын өндіруде қолданылады.
- Полипропилен (PP) - қаптама және ыдыс жасауға пайдаланылады.
- Полиэтилентерефталат (PET) - бөтелкелер мен басқа қаптама бұйымдарын өндіруге қолданылады.
- Поливинилхлорид (PVC) - белгілі бір қаптама және техникалық материалдарда пайдаланылады.
- Полистирол (PS) - кейбір ыдыстар мен қаптама материалдарын дайындауға қолданылады.

Қаптама материалын таңдағанда оның механикалық беріктігі, газдар мен су буына өткізгіштігі, технологиялық өңдеуге қолайлылығы және тағаммен жанасуға жарамдылығы ескеріледі.

5. Жоғары молекулалық қосылыстардың негізгі ұғымдары

Жоғары молекулалық қосылыстар (ЖМҚ) - макромолекулалардан тұратын жоғары молекулалық массалы заттар. Олардың негізгі ерекшеліктері:

- молекулалық массасының жоғары болуы;
- макромолекулалық тізбектің ұзындығы;
- құрылымдық буындардың көп рет қайталануы;
- молекулалық құрылымға байланысты ерекше физика-химиялық қасиеттердің болуы.

Негізгі ұғымдар:

Мономер - полимер түзуге қабілетті бастапқы зат.

Полимер - құрылымдық буындары көп рет қайталанатын макромолекулалардан тұратын қосылыс.

Макромолекула - полимердің жеке молекуласы.

Құрылымдық буын - полимер тізбегінің құрамына кіретін атомдар немесе атомдар тобы.

Қайталанатын құрылымдық буын (ҚҚБ) - полимер құрылымын сипаттауда тізбек бойымен қайталанатын буын.

Мысалы, стирол мономерінен полистирол, ал этиленнен полиэтилен түзіледі.

Полимер түзілуінің жалпы сызбасы:

Мономер → химиялық реакция → макромолекула → полимер.

Полимерді сипаттағанда оның молекулалық массасымен қатар, құрылымдық буындарының қайталануын және макромолекулалық құрылысын да ескеру қажет.

Гомополимерлер және сополимерлер

Гомополимерлер бір типті мономерден түзілетін құрылымдық буындардан тұрады.

Сополимерлер екі немесе одан да көп әртүрлі мономерлерден түзілген буындарды қамтиды.

Мономерлердің құрамы мен орналасуы полимердің химиялық құрылымына, физикалық қасиеттеріне және технологиялық қолданылуына әсер етеді.

6. Полимерлену дәрежесі және молекулалық масса

Полимерлену дәрежесі (n) - макромолекула құрамындағы қайталанатын құрылымдық буындардың санын сипаттайтын шама.

Полимердің молекулалық массасы мен қайталанатын буынның молекулалық массасы арасындағы жуық байланыс:

$$n = ММ_{пол} / М_{бу}$$

Мұнда:

- n - полимерлену дәрежесі;
- $М_{пол}$ - полимер макромолекуласының молекулалық массасы;
- $М_{бу}$ - қайталанатын құрылымдық буынның молекулалық массасы.

Мысал. Егер қайталанатын буынның молекулалық массасы 28 г/моль, ал макромолекуланың молекулалық массасы 28 000 г/моль болса:

$$n=28000/28=1000$$

Демек, макромолекулада шамамен 1000 қайталанатын буын бар.

Нақты полимерлердің молекулалық массалары белгілі бір таралуға ие болуы мүмкін, сондықтан берілген формулалар молекулалық масса мен полимерлену дәрежесінің арасындағы негізгі байланысты жуық түрде көрсетеді.

Оқу материалында молекулалық массасы 500-ден төмен заттар төмен молекулалық қосылыстарға, 500–5000 аралығы олигомерлерге, ал шамамен (10^4–10^6) аралығы полимерлерге жатқызылған. Бұл мәндер оқу мақсатында берілген шартты аралықтар болып табылады.

7. Полимерлердің жіктелуі

Полимерлерді шығу тегіне, алыну тәсіліне, химиялық құрамына, негізгі тізбегінің құрылысына, макромолекула пішініне және қыздыруға қатынасына қарай жіктейді.

7.1 Шығу тегіне қарай

Табиғи полимерлер табиғатта дайын күйінде кездеседі. Мысалдар: целлюлоза, крахмал, табиғи каучук, ақуыздар, табиғи жібек.

Жасанды полимерлер табиғи полимерлерді химиялық модификациялау арқылы алынады. Мысалдар: целлюлоза ацетаты, целлюлоза нитраты және целлюлозаны өңдеу арқылы алынатын кейбір талшықтар.

Синтетикалық полимерлер химиялық синтез нәтижесінде алынады. Мысалдар: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиэфирлер, полиамидтер және полиуретандар.

7.2 Алыну тәсіліне қарай

Полимерлену кезінде мономерлер химиялық байланыстар арқылы тізбекке бірігеді. Бұл үдеріс еселі байланысы бар мономерлердің қосылуы немесе кейбір циклдік қосылыстардың сақинасының ашылуы арқылы жүруі мүмкін.

Поликонденсация кезінде функционалдық топтары бар мономерлер өзара әрекеттесіп, макромолекулалар түзеді. Кейбір реакцияларда су немесе басқа төмен молекулалық қосылыстар бөлінеді.

Химиялық түрлендіру кезінде бұрын алынған полимердің химиялық құрылымы өзгертіледі, нәтижесінде оның қасиеттері де өзгеруі мүмкін.

7.3 Химиялық құрамына қарай

- Органикалық полимерлер құрамында көміртек болады; олардың құрамында сутек, оттек, азот және күкірт те болуы мүмкін.
- Бейорганикалық полимерлердің негізгі тізбегі көміртекке негізделмейді.
- Элементорганикалық полимерлердің құрылымында кремний сияқты элементтер мен органикалық топтар кездесуі мүмкін.

7.4 Негізгі тізбегінің құрамына қарай

Карботізбекті полимерлердің негізгі тізбегі көміртек атомдарынан тұрады. Полиэтилен мен полипропилен осы топқа жатады.

Гетеротізбекті полимерлердің негізгі тізбегінде көміртектен басқа оттек, азот, күкірт немесе басқа элементтердің атомдары болуы мүмкін.

7.5 Макромолекула пішіні мен кеңістіктік құрылысына қарай

Сызықтық полимерлерде құрылымдық буындар ұзын тізбек бойымен орналасады.

Тармақталған полимерлерде негізгі тізбектен бүйірлік тармақтар таралады. Оларға тарақ тәрізді, жұлдыз тәрізді және басқа тармақталған құрылымдар жатады.

Торлы немесе кеңістіктік полимерлерде жеке макромолекулалық тізбектер көлденең химиялық байланыстар арқылы бірігіп, кеңістіктік тор түзеді.

Макромолекулалардың өзара байланысу дәрежесі артқан сайын полимердің кеңістіктік құрылысы мен физика-химиялық қасиеттері өзгереді.

7.6 Қыздыруға қатынасына қарай

Термопластикалық полимерлер қыздырғанда жұмсарады немесе балқиды, ал салқындатқанда қайта қатаяды. Бұл қасиет оларды қыздыру арқылы бірнеше рет өңдеуге мүмкіндік береді. Мысалдар: полиэтилен, полипропилен және полистирол.

Термореактивті полимерлер қатаю кезінде кеңістіктік химиялық тор түзеді. Қалыптасқан тордың салдарынан оларды қарапайым қыздыру арқылы бастапқы балқитын күйіне қайтару мүмкін емес.

Термопластикалық және термореактивті полимерлердің айырмашылығы олардың қыздыру кезіндегі құрылымдық өзгерістерімен және қайта өңдеу мүмкіндігімен анықталады.

Дәрістің қорытындысы

Полимерлер тірі табиғатта, адам ағзасында және тағам өнеркәсібінде маңызды рөл атқарады. Целлюлоза, крахмал, гликоген, ақуыздар және нуклеин қышқылдары табиғи полимерлердің негізгі мысалдары болып табылады.

Тағам технологиясында полимерлер тұтқырлықты, текстураны, тұрақтылықты және өнім құрылымын қалыптастыру үшін қолданылады. Крахмал, пектин, ксантан камеді және альгинаттар әртүрлі технологиялық қызметтер атқарады. Полиэтилен, полипропилен және полиэтилентерефталат сияқты синтетикалық полимерлер қаптама материалдарын өндіруде маңызды.

Полимерлерді зерттеу үшін мономер, макромолекула, құрылымдық буын және полимерлену дәрежесі сияқты ұғымдарды меңгеру қажет. Полимерлерді жіктеу олардың құрылысы, қасиеттері және қолданылу саласы арасындағы байланысты түсінуге мүмкіндік береді.

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар

1. Жоғары молекулалық қосылыстар дегеніміз не?
2. Мономер, макромолекула және құрылымдық буын ұғымдарын түсіндіріңіз.
3. Целлюлоза, крахмал, ақуыздар және нуклеин қышқылдарының биологиялық қызметтері қандай?
4. Полимерлер тағам өнімдерінің тұтқырлығы мен текстурасына қалай әсер етеді?
5. Крахмал, пектин, ксантан камеді және альгинаттардың қолданылуын салыстырыңыз.
6. Табиғи, жасанды және синтетикалық полимерлердің айырмашылығы неде?
7. Полимерлену мен поликонденсацияның айырмашылығын түсіндіріңіз.
8. Полимерлену дәрежесі қандай шаманы сипаттайды?

9. Сызықтық, тармақталған және торлы полимерлердің құрылымдық айырмашылығы қандай?
10. Термопластикалық және термореактивті полимерлердің қыздыру кезіндегі мінез-құлқын салыстырыңыз.
11. Тағам қаптамасына арналған полимерді таңдағанда қандай қасиеттер ескеріледі?

Ұсынылатын әдебиеттер

1. Ерғожин Е.Е., Құрманәлиев М.Қ. *Полимерлердің физикасы мен химиясы*. Алматы, 2012.
2. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения*. Москва: Академия, 2008.
3. Gutiérrez T.J. (ed.). *Polymers for Food Applications*. Springer, 2018.
4. Phillips G.O., Williams P.A. *Handbook of Hydrocolloids*. 3rd ed., 2021.
5. Han J.H. *Innovations in Food Packaging*. 3rd ed. Academic Press, 2024.