

## № 8 дәріс. Тамақ өнімдерін өндіруде шикізатты өндеудің химиялық үдерістері.

### Дәріс жоспары:

1. Химиялық үдерістер – химиялық реакциялардың жылдамдығына әсер ететін факторлар
2. Жекелеген химиялық үдерістердің мәні және олардың тамақ өнеркәсібіндегі ролі

Тағамдық технологиялардың бірқатарының негізі химиялық түрлендіруге негізделген. Оларға крахмалдан қышқылдық гидролиздеу жолымен сірне(патока) және кристалды глюкозаны, гидрогендеу және қайта этерификациялау әдісімен әртүрлі майларды, сахарозаны қышқылдық гидролиздеу арқылы инвертті қант алу үдерістері жатады. Сондай ақ бұл үдерістерге нан, ұнды кондитер өнімдері, қант, шоколад, өсімдік майы, өнімдерді сақтау өндірістеріндегі жекелеген стадияларында үлкен көңіл бөлінеді.

Өзара әсерлесуші заттарының агрегатты күйіне байланысты химиялық реакциялар гомогенді және гетерогенді болып бөлінеді.

Гомогенді жүйеде әсер етуші заттар белгілі бір фазада ғана болады: газды (Г), сұйық(С) немесе қатты(Қ); ал гетерогенді жүйеде — әртүрлі фазада болады.

Іс жүзінде мынадай гетерогенді жүйелер жиі кездеседі: Г —С; Г —Қ; С—Қ.

Кей жағдайда мұндай жүйелер үшфазалы болуы мүмкін, мысалы: Г —С —Қ; Г —Қ —Қ.

Гомогенді жүйелердегі реакциялар гетерогендіге қарағанда тез жүреді, технологиялық үдеріс механизмі қарапайым және басқару оңай, сондықтан өндірісте көбінесе қатты заттарды еріту арқылы сұйық күйге айналдыруға тырысады.

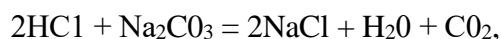
### 1. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯЛАРДЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

Химиялық реакциялардың жылдамдығына әсер ететін негізгі факторларға әсер етуші заттардың концентрациясы, температура, катализатордың болуы жатады.

#### КОНЦЕНТРАЦИЯ

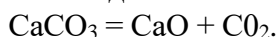
Әсер етуші заттардың концентрациясын жоғарылату — үдерістерді қарқындатудың ең кең тараған тәсілдерінің бірі.

Химиялық реакция жылдамдығының концентрацияға байланыстылығы салмақ әсері заңымен анықталады. Мысалы, сірне(патока) өндірісінде тұз қышқылы(хлорсутек қышқылы) натрий карбонатымен нейтралдау реакциясы үшін жылдамдық келесі теңдеу бойынша жазылады:



Жылдамдық тұрақтысы(константа скорости) әсер етуші заттардың табиғатына, температурасына, катализатордың болуына байланысты және химиялық реакцияға қатысатын заттардың концентрациясына байланысты емес. Реакция жылдамдығының тұрақтысы реакцияның реті мен молекулярлығына байланысты.

Реакцияның молекулярлығы химиялық әсерлесуге қатысатын молекула санымен анықталады. Егер ол үшін бір молекула қажет болса реакция мономолекулалы деп аталады. Мысалы, мұндай реакцияға қантқызылшасы зауытындағы жоғарғы температурада әкті күйдіру кезіндегі  $\text{CaCO}_3$  ыдырау реакциясы жатады:



Екі молекуланың қатысуымен жүретін реакция бимолекулалы, үш молекуламен — үшмолекулалы деп аталады. Бұл бір заттың немесе әртүрлі зат молекулалары болуы мүмкін. Жоғарыдағы тұз қышқылының натрий карбонатымен өзара әрекеттесу реакциясы үшмолекулалы реакцияға жатады(тұз қышқылының екі молекуласы және натрий карбонатының бір молекуласы).

#### ТЕМПЕРАТУРА

Температура — реакцияның жылдамдығын анықтайтын маңызды фактор.

Температура жоғарылаған сайын реакцияның жылдамдығы да өседі, бұл реакция жылдамдығы тұрақтысының жоғарылауымен байланысты.

Вант-Гофф ережесіне байланысты температураны 10°Сқа жоғарылату реакция жылдамдығын 2...4 есе жылдамдатады. Бұл ереже 0 ден 300°С температура аралығында жүретін реакцияларға қолданылады.

Химиялық реакция жүру үшін әсер етуші заттар молекуласындағы ішкі молекулалы байланыстарды үзу қажет. Егер бір бірімен соқтығысатын молекулалардың байланысты үзе алатындай энергиясы болса, онда реакция жүреді, ал егер молекула энергиясы қажетті энергиядан аз болса, онда соқтығысу тиімсіз болып реакция жүрмейді.

Температураны жоғарылатқан кезде белсенді молекулалар саны өседі, олардың арасындағы соқтығысу саны да жоғарылап, нәтижесінде реакция жылдамдығы тез болады. әсер етуші заттар концентрациясын жоғарылатқан сайын соқтығысудың жалпы саны көбейіп, нәтижесінде реакцияның жылдамдығы тез өседі.

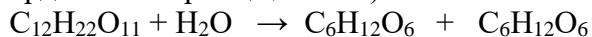
## 2. ЖЕКЕЛЕГЕН ХИМИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІҢ МӘНІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ РОЛІ

Әртүрлі тамақ өнімдерін алу және сақтау химиялық үдерістердің жүруімен сипатталады. Олардың бірі гидролиз реакциясымен, енді бірі тотығу-тотықсыздану реакцияларымен байланысты: меланоидинтүзілуі, дегидраттау, сульфиттеу, тотығу және т.б.

### 1)ГИДРОЛИЗ

Күрделі заттардың(ақуыз, май, көмірсу) қарапайым заттарға дейін сілті және қышқыл әсерінен ыдырап, өзіне су молекуласын қосып алу реакциясын гидролиз деп атайды.

Сахароза қышқыл қосып қыздыру кезінде гидролизденіп инвертті қант түзеді (глюкоза мен фруктозаның бірдей мөлшерінің қоспасы):



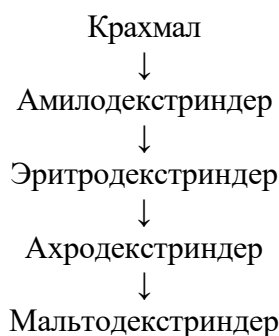
Сахарозаға тән ерекшелік — оның оңай гидролизденуі: бұл үдерістің жылдамдығы мальтоза немесе лактоза сияқты дисахаридтердің осындай жағдайда гидролиздену жылдамдығынан шамамен мың есе жоғары.

Инвертті шәрбат(сироп) екі қасиетке ие — антикристалдық және төгілгіштік(гигроскопичность). Бірінші қасиеті оның тұтқырлығына байланысты, екіншісі ондағы барлық қанттардың ішінде төгілгіштігімен ерекшеленетін фруктозаға байланысты. Фруктоза ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 45...50 % болған кезде де ылғалды сіңіруге қабілетті.

Инвертті шәрбаттың антикристалдық қасиеті оны карамель өндірісінде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Антикристаллизатор ретінде сондай-ақ инвертті шәрбатқа қарағанда тұтқырлығы жоғары сірнені(патока) қолдануға болады.

Карамель — қантсірнелі немесе қантинвертті шәрбатты ылғалдылығы 1..3 % болатын карамель массасына дейін қайнату арқылы алынатын өнім. Таза қант шәрбаты(сироп) мұндай төменгі ылғалдылықта кристалданады. Мұны болдырмай карамель алу үшін оған антикристаллизаторлар қосады.

Сонымен бірге крахмалдың гидролизденуі де аса маңызды үдерістердің бірі. Қышқылдармен қайнату кезінде крахмал глюкозаға айналады. Аралық өнім ретінде әртүрлі молекулалық массаға ие полисахаридтер – декстриндер түзіледі. Гидролиздің бірінші этапында крахмалдан өлшемдері мен қасиеті бойынша аз ерекшеленетін декстриндер пайда болады. Олар жоғары молекулалық салмаққа ие және йод қатысында көкшіл күлгін түске боялады, оларды амилодекстриндер деп атайды. Ары қарай крахмалдың гидролиздену үдерістерінде декстриндердің молекулалық салмағы азая береді, ал спирттік ерітіндіде ерігіштігі төмендейді, келесі түзілетіндер эритродекстриндер, олар йод қатысында күңгірт сұр түс, содан соң қызыл түске боялады. Ал ең соңғы өнімдер ахро- және мальтодекстриндер, оларда йод түсі өзгермейді.



Крахмалдың қышқыл(тұз) немесе фермент қосылған толық емес гидролизденуінен түзілетін өнім сірне(патока) деп аталады. Оның құрамына декстриндерден басқа мальтоза және глюкоза кіреді. Сірне алу үшін шикізат ретінде картоп және жүгері крахмалы алынады.

Өртүрлі тамақ өнімдерін алу және сақтау химиялық үдерістердің жүруімен сипатталады. Олардың бірі гидролиз реакциясымен, енді бірі тотығу-тотықсыздану реакцияларымен байланысты: меланоидинтүзілуі, дегидраттау, сульфиттеу, тотығу және т.б.

**2) Меланоидтардың түзілуі.** Бұл жүйелі және параллель жүретін бірқатар реакцияларды қамтитын күрделі тотығу процесі.

**Меланоидин түзілу дегеніміз** - тотықсыздандыратын қанттардың амин қышқылдарымен, пептидтермен және белоктармен әрекеттесуі. Оның нәтижесінде қоңыр түсті өнімдер - меланоидиндер (грекше «меланос» - қоңыр деген мағынаны білдіреді) түзіледі. Бұл процесс Майяр (1912 ж.) реакциясы деп те аталады. Реакцияның негізгі белгілері - суда қиын еритін қоңыр түсті қосылыстардың түзілуі нәтижесінде өнімнің қараюы, тотықсыздандыратын қанттар және аминдік топтардағы азот мөлшерінің азаюы, өнімге аромат беретін қосылыстардың түзілуі.

Меланоидиндердің пайда болуы-тамақ өнімдерін дайындау, кептіру және сақтау процесінде қараюдың негізгі себебі. Әсіресе, бұл реакция нан-тоқаш және ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді пісіру кезінде жоғары температураларда; құмшекер өндіру кезінде қант ерітінділерін қайнату процесінде; уыт кептіру кезінде; астықты өздігінен қыздыру кезінде; шараптарды жылумен өңдеу процесінде; крем-брюле түріндегі ирис және помадалық массаларды дайындау кезінде өте қарқынды өтеді. Меланоид түзілу реакциясы алынған өнімдердің (жеміс-жидек пюресі, шырындар, повидл, нан) қараюымен қоса жүреді, ол осы өнімдердің жоғары температурада ұзақ қыздырылғанда, сондай-ақ оларды ыстық күйінде өлшеп-орағанда және жоғары температурада сақтағанда байқалады.

Бірқатар тамақ өнімдерін өндіруде меланоидиннің түзілу реакциясы үшін ерекше жағдайлар жасалады. Нан пісіруде, мысалы, жағымды дәм, хош иісті бидай нанын алу үшін, технологиялық процесті пісіру кезінде белгілі бір қант мөлшері және химиялық әрекеттесуге кірісуі мүмкін амин қышқылдарының қажетті саны қажет. Бұл үшін ұн қалыпты қант құраушы болуы керек. Ол белгілі бір дәрежеде мальтозаның қажетті мөлшерін түзе отырып, ферменттердің әсерінен крахмал гидролиздеу процесін өтуі тиіс. Бұл процесс қамырды ашыту сатысында өтеді. Осы кезеңде ақуыздың ыдырау өнімдерінің тиісті саны пайда болуы тиіс.

Қуыру кезінде етте меланоидин түзу процесі жүреді, соның нәтижесінде етте жағымды иісті қуырылған сыртқы қабат пайда болады. Қуыру кезінде сыртқы қабат пайда болуы нәтижесінде ет 20-25% салмақ жоғалады.

Қуырылған кофе дәндерінің түсі Майяр реакциясымен байланысты, бұл қоңыр түсі бар меланоидтардың пайда болуына әкеледі. Соңғы жылдары кофе меланоидтарын

зерттеу барысында ғалымдар олардың қатерлі ісік ауруының даму қаупін төмендететініне сендіреді. Сонымен қатар, олар түрлі ферменттерінің синтезін күшейтетінін айтууда.

**Дегидратация.** Меланоидиннің түзілу процесінде жүретін реакциялардың бірі, қыздырғанда қанттың сусыздануы мен ыдырауымен байланысты. Сонымен қатар, бұл реакция жоғары температураның қантқа (сахароза, глюкоза, фруктоза) әсерінен өздігінен жүруі мүмкін, бұл олардың бірқатар өзгеруін тудырады. Бұл түрлендірулердің табиғаты әртүрлі және қыздыру жағдайларына (жылу әсерінің дәрежесі мен ұзақтығы), ортаның реакциясы мен қант концентрациясына байланысты. Моносахаридтер, атап айтқанда глюкоза, қышқыл немесе бейтарап ортада қыздырылған кезде дегидратацияланады, яғни олар бір немесе екі су молекуласының бөлінуімен және глюкоза ангидридтерінің пайда болуымен ыдырайды.

Бұл қосылыстар реактивті және бір-бірімен немесе өзгермеген глюкоза молекуласымен біріктіріліп, конденсация (реверсия) деп аталатын өнімдерді құра алады.

Ыстыққа ұзақ әсер еткенде судың үшінші молекуласы бөлініп, оксиметилфурфурал пайда болады, ол әрі қарай қызған кезде көмірсулар қаңқасының бұзылуымен және формальды, левулин қышқылы мен түрлі түсті қосылыстардың пайда болуымен ыдырауы мүмкін.

Қанттың концентрацияланған ерітінділерін қыздыру кезінде, сондай-ақ олардың балқуы кезінде конденсация өнімдері пайда болады. Егер ерітіндінің концентрациясы төмен болса (10-30% - і), онда дегидратация реакциясы негізінен оксиметилфурфуролдың пайда болуымен жүреді және түстіліктің өсуімен бірге жүреді.

Реакция сипатына температура (әрбір 10 °C жоғарылаған кезде түстің өсуі 3 есе артады) және ортаның рН (қышқылдықтың жоғарылауымен, сондай-ақ сілтілі ортада боялған өнімдердің жиналуы күшейтіледі) әсер етеді.

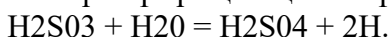
Қанттың бұл қасиеттерін технологиялық процестердің параметрлерін әзірлеу кезінде ескереді. Қант өндірісінде дайын өнімнің қараюын болдырмау үшін 65% құрғақ заттардың концентрациясы бар шәрбатты қайнату вакуум-аппараттарда жүргізіледі, бұл қайнау температурасын 120-дан 75-80 °c дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

**Сульфитация.** Бірқатар тамақ өнімдерін өндіру кезінде меланоид түзілу реакциясы жағымсыз, мысалы, қант-құм алу кезінде. Басқа да себептер бар, мысалы, көкөністер мен жемістерді өңдеу кезінде қараю биохимиялық процестердің өтуі және меланиндердің пайда болуы есебінен болады. Тазартылған және кесілген алмалардың, картоптың ауада ұзақ сақталмаған қараюы меланиндердің пайда болуымен байланысты. Тамақ өнімдерінің қараюын болдырмау үшін оларды сульфиттейді, яғни күкірт диоксидімен немесе оның туындыларымен өңдейді, көбінесе H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Күкірт диоксиді химиялық агент ретінде көптеген өсімдік бояғыш пигменттердің түссіздігін тудырады және дайын өнімнің сыртқы түрін жақсарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Күкірт диоксиді арнайы пештерде күкіртті жағу арқылы ауаны өткізіп алады.

Өнімді сульфиттеу кезінде күшті қалпына келтіретін күкірт қышқылы пайда болады,



Ішінара күкірт қышқылы күкіртке ауысады:



Бұл ретте бөлінетін сутегі түссіз әсер етеді. Органикалық бояғыш заттардың құрамында үнемі күтпеген хромофорлық топтар бар (- C = C -), Екі байланыстардың үзілген жері бойынша күкірт қышқылымен қалпына келтірілген кезде сутегі қосылады, нәтижесінде боялған заттар түссіз лейкоқосындыларға айналады. Түссіздендіру әсері 30% жетуі мүмкін.

Сульфитация қантты өндіруде диффузиялық шырынды, көкөністер мен жемістерді қайта өңдеу кезінде тазалайды. Қысқа мерзімді, бірнеше минут бойы картоп, өрік, алма

өңдеу дайын өнімнің сыртқы түрін жақсартуға, оның қараюын болдырмауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, сульфитация ұғымы тамақ өнімдерін консервілеу тәсілі ретінде сульфитация туралы сөз болғанда кең мағынаға ие. Күкірт диоксиді, күкірт қышқылы және оның тұздары бұл жағдайда антисептик рөлін атқарады, микроағзалар жасушаларында, әсіресе Сүтқышқылды және сіркеқышқылды бактериялардың терең өзгерістерін туындатады. Оның микроорганизмдерге әсері қалпына келтіру қасиеттерімен байланысты: оттегінің акцепторы бола отырып, күкірт қышқылы микроорганизмдердің тыныс алуын кідіртеді, ал микроорганизмдердің тіршілік әрекетінің аралық өнімдерімен, сондай-ақ ферменттермен әрекет ете отырып, зат алмасуын бұзады. Осының бәрі микрофлораның өліміне әкеледі.

Күкірт қышқылы сульфиттелген өнімдердің өсімдік тініне әсер етеді. Оның әсерінен жасушалардың протоплазмасының коагуляциясы жүреді, тургор бұзылады және шырын жартылай жасушааралық кеңістікке шығады, нәтижесінде жеміс тіні жұмсартады.

Күшті қалпына келтіруші бола отырып, күкірт қышқылы жемістердегі химиялық заттардың тотығуына кедергі келтіреді. С витаминінің қайтымсыз тотығуын катализдейтін ферменттерді бұғаттай отырып, күкірт қышқылы оны сақтауға ықпал етеді.

Жемістерді бояғыш заттармен біріктіре отырып, күкірт қышқылы өнімнің күшті түссіздігін тудырады. Қызыл, көк және басқа түсті (шие, қара өрік, таңқурай, қарақат және т.б.) бар барлық жемістер мен жидектер сульфитациядан кейін өзінің бастапқы түсін жоғалтады.

**Тотығу.** Бұл процесс майларды және құрамында май бар өнімдерді сақтауда үлкен рөл атқарады. Ұзақ сақтау кезінде майлар жағымсыз дәм мен иіс алады — жарықтың және ауа оттегінің әсерінен, сондай-ақ кейбір ферменттердің әсерінен химиялық өзгерулермен байланысты. Сиыр майы мен маргаринді сақтау кезінде жиі байқалатын жұтудың ең қарапайым жағдайы майдың жуылуы және осы қышқылға тән жағымсыз иіс беретін май қышқылының еркін түрінде пайда болуы болып табылады. Алайда, майлардың ең көп тараған түрі-қанықпаған май қышқылдарының ауа оттегімен тотығуымен шартталған күйдіру. Бұл ретте оттегі пероксидтер жасай отырып, қос байланыс орны бойынша қосылады,

Май қышқылдарының асқын тотықтарының одан әрі ыдырауы нәтижесінде майға жағымсыз иіс пен дәм беретін альдегидтер пайда болады.

Ауа оттегі болмаған кезде процесс жүрмейді, осылайша, вакуумда майды сақтау кезінде ол жанып кетпейді. Майларда катализаторлар болып табылатын металл тұздарының, әсіресе Мыстың болуы тотығу жылдамдығын арттырады. Майлардың тотығу реакциясының қарқындылығына май қышқылдарының тотығу дәрежесі әсер етеді: қанықпаушылық жоғары болған сайын, май тез тотығады. Майда ақуыз және шырышты заттардың болуы да майдың бүлінуін тездетеді, сондықтан майларды алу кезінде осы қоспалардан барынша арылуға тырысады.

Сонымен қатар майлар мен құрамында май бар өнімдерде антиоксиданттардың болуы олардың тотығу жылдамдығын төмендетеді. Ең белсенді табиғи антиотықтырғыштар-токоферолдар (Е витамині). Какао-майдың, кунжут майының баяу тотығуы және халваны, әсіресе, кунжут негізінде дайындалған тахинді және оның қайта өңделген өнімдерін ұзақ сақтау осы майларда табиғи тотықтырғыштардың болуымен түсіндіріледі. Майларды өндіру және тазалау кезінде антиотықтырғыштарды ішінара алып тастайды, бұл сақтау кезінде майлардың төзімділігін күрт төмендетеді. Осыған ұқсас үдерістер ас концентраттарын жылумен өңдеу кезінде өтеді, нәтижесінде майлар оңай жұтылады. Оларға антиотықтырғыштарды қосу сақтау мерзімін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Жануарлар майлары, әдетте, токоферолдарға өте кедей, сондықтан антиотықтырғыштарды майларының құрамына енгізу олардың тотығып кетуіне төзімділігін күрт арттырады.

Соңғы жылдары тотығуға қарсы әсері бар бірқатар заттар синтезделді. Оларға фенол туындылары — бутилоксианизол, бутилокситолуол және т. б. жатады. Фенолдар мен олардың туындылары ыстау сұйықтықтың құрамына кіреді, ағаш түтінде ұсталады, сондықтан ысталған өнімдер, әдетте, сақтау кезінде төзімділікке ие.

антиототықтырғыштар қоспаларын пайдалану жеке антиоксидантты қолдануға карағанда үлкен әсер береді. Әрбір компоненттің жеке әсерінен асатын зат қоспасының жиынтық әсері синергизм деп аталады. Мұндай әсерге, сондай-ақ антиототықтырғыш емес заттар ие. Мұндай заттарға лимон, аскорбин, шарап қышқылы, фосфатидтер, сульфгидрильді қосылыстар және т. б. жатады.

Жоғарыда қарастырылған химиялық процестер бірқатар тамақ өнімдерін алу үшін ортақ болып табылады

### **Химиялық реакциялардың жылдамдығына әсер ететін факторлар.**

#### **Катализаторлар**

Катализатор — бұл реакцияның жылдамдығын күрт өзгертетін заттар. Катализатор қатысында реакциялар мың есеге дейін тез жүреді және айтарлықтай төмен температурада жүре алады, бұл эконикалық тұрғыдан тиімді.

Сондай ақ катализаторлар органикалық синтез кезінде — тотығу, гидрлеу, дегидрлеу, гидратация және т.б. үдерістерінде де маңызды орын алады. Катализатор неғұрлым белсенді болған сайын реакциялар соғұрлым тез жүреді.

Катализаторлар бір ғана реакцияны, реакциялар тобын немесе әртүрлі типті реакцияларды жылдамдата алады, яғни олар жекелеген немесе топтық ерекшелікке ие, ал кейбірі көптеген реакциялар үшін жарамды. Мысалы, сутек иондары ақуыздың, крахмал және басқа да қосылыстардың гидролиздену реакциясын тездетеді.

Катализатор ретінде негізінен таза күйіндегі металдар(никель, кобальт, темір, платина), оксид және тұз күйінде(темір, кальций, магний, мыс және т.с.с. қосылыстары) заттар қолданылады.

Неорганикалық катализаторлар термотұрақты, және олардың қатысында жүретін реакциялар салыстырмалы түрде жоғары температурада жүреді.

Реакция жүретін ортадағы бөгде қоспалардың болуы катализаторларға түрліше әсер етеді: кейбірі бейтарап, кейбірі катализатордың әсерін күшейтеді, ал кейбірі оны әлсіретеді немесе тежейді. Катализаторларды улайтын заттар каталитикалық улар деп аталады.

Катализатордың реакциялық ортаға біртекті таралған әсер етуші зат фазасымен бірдей ме, әлде өзі жеке фаза түзуіне қарай катализдің гомогенді немесе гетерогенді екендігін білуге болады. Гомогенді катализ механизмін аралық қосылыстар теориясын қолданып түсіндіруге болады. Катализаторды енгізгеннен кейін реакция энергияны аз талап ететін бірнеше аралық стадиялардан өтеді, ал катализаторсыз тікелей жүретін реакцияның жылдамдығы өте жоғары болады.

Гомогенді реакциялардың көпшілігі  $H^+$  және  $OH^-$  иондарының әсерінен катализденеді. Мұндай реакцияларға сахарозаның инверсиялануы, күрделі эфирлардың сондай ақ майлардың гидролизі жатады. Металл иондары тотығу, гидролиздену реакцияларын катализдейді. Мысалы, мыс аскорбин қышқылының тотығуын катализдейді, сондықтан жеміс көкөністерді өңдеуге арналған қондырғыларды мыстан немесе оның қорытпаларынан дайындауға болмайды. Тағамдық майлардың тотығуы мыс, темір, марганец иондарының әсерінен тез жүреді, сондықтан майларды металл ыдыстарда сақтауға болмайды.

Гомогенді катализдің негізгі кемшілігі катализаторды соңғы қоспадан(сұйықтық немес газ) бөліп алу қиын, нәтижесінде оның бір бөлігі жоғалады, ал өнім онымен ластанады.

Гетерогенді катализде әсер етуші зат, әдетте, сұйық немесе газтәрізді, ал катализатор қатты күйде болады. Мұнда реакция екі фаза шекарасында, яғни қатты катализатордың беткі фазасында жүреді. Мысалы, майды гидрлеудің каталитикалық

реакциясы — үшфазалы: катализатор (металды никель) қатты, сутек — газтәрізді, ал май — сұйық фазаны түзеді. Сондықтан бұл гетерогенді катализге жатады.

Гетерогенді катализде катализаторды алу жолы, үдерістік жүру жағдайы, қоспаның құрамы және т.с.с үлкен маңызға ие. Катализаторлар айтарлықтай белсенді және өзінің қасиеттерін ұзақ уақыт сақтауы қажет.

Гетерогенді катализ өнімді ластайтын кемшілігі жоқ болғандықтан өнеркәсіпте кең тараған. Катализді бұл түрінде де аралық қосылыстар түзіледі, бірақ олар катализатор бетінің жекелеген бөліктерінде яғни белсенді орталықтарында ғана қалыптасады. Катализатордың белсенді орталықтарын көбейту үшін оларды ұсақтайды.

Каталитикалық реакциялардың көпшілігі оң, яғни катализатор қатысында олардың жылдамдығы артады. Алайда теріс катализ де кездеседі, яғни катализатор қатысында реакция жылдамдығы тежеледі. Бұл жағдайда катализаторды ингибитор деп атайды. Егер ингибитор тотығу үдерісін тежейтін болса, оларды антитотықтығыштар немесе антиоксиданттар деп атайды.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Өзара әсерлесуші заттарының агрегатты күйіне байланысты химиялық реакциялар қанша түрге бөлінеді?
2. Химиялық реакция жылдамдығына концентрацияның әсері
3. Вант-Гофф ережесін сипаттаңыз
4. Крахмалдың гидролизденуінен қандай өнімдер түзіледі?
5. Меланоидин түзілу дегеніміз
6. Химиялық реакцияның жүруіндегі катализатордың ролі