

Тағам биотехнологиясының заманауи тенденциялары

Дәріс №6

Тақырып: Микроорганизмдердің биомассасын алу

Қоректік заттағы ақуыздың мөлшерін және оның аминқышқылды құрамын теңгеруге микробтық биомассаны қолдануға болады.

6.1. Микроорганизмдердің биомассасын ақуыз көзі ретінде алу

Микроорганизмдерден алынған ақуыздың бірқатар артықшылықтары бар:

- **Микроорганизмдердің өсу жылдамдығының жоғары болуы:** Микроорганизмдер ауылшаруашылық дақылдарынан 500 есе, ал ең жылдам өсетін мал тұқымдарынан 1000-5000 есе жылдам өседі.
- **Биомассадағы ақуыздың жоғары мөлшері:** Ашытқылар өз массасының 40-50%-на дейін ақуыз жинақтай алады, ал кейбір бактериялар 60-70% ақуызды құрайды.
- **Ақуыздардың биологиялық құндылығының қанағаттанарлықтығы:** Көптеген ашытқылар мен бактериялардың ақуыздары маңызды аминқышқылдарының (лизин, триптофан және т.б.) құрамына сәйкес келеді және оларды жұмыртқа ақуызына теңестіруге болады.
- **Уақыттық және климаттық шарттарға тәуелділіктің жоқтығы:** Микроорганизмдердің биомассасын жыл бойы алуға болады.
- **Әртүрлі азықтық емес субстраттарда және өндіріс қалдықтарында өсу мүмкіндігі:** Биомассаны түрлі субстраттарда өсіруге болады.
- **Өндірісті индустриалды әдістермен және автоматизациямен ұйымдастыру мүмкіндігі.**

Ақуыздық препараттарды өндіруде қолданылатын микроорганизмнің түрі қоректік орта құрамына және ақуыздың мақсатына байланысты анықталады. Егер ақуыз мал азығы үшін болса, талаптар жеңіл болуы мүмкін, ал азықтық мақсатта қолданылатын ақуыздар үшін талаптар қатаң болуы керек.

Микроорганизм- продуценттің өндірістік мақсаттарға тиімділігі өсудің жылдамдығы мен қоректік заттардың ортадағы пайдалану дәрежесіне байланысты. Ақуызды өндіруші микроорганизмдер келесі талаптарға жауап беруі керек:

- Өз биомассасының 40-70% ақуыз жинақтау;
- Қоректік заттарды ортадан барынша жақсы пайдалану;
- Ауру тудырмау және ортаға токсикалық өнімдер шығармау;
- Стерильденбеген өсіру жағдайларында жоғары төзімділік пен өміршеңдікке ие болу;
- Өсу және көбейу жылдамдығы жоғары болу;
- Ортадан оңай бөліну мүмкіндігі.

Өнеркәсіптік ақуыздар үшін пайдаланылатын мәдениеттер медициналық және биологиялық талаптарға жауап беруі керек.

Ашытқылардың артықшылығы олардың технологиялық қасиеттерінде: инфекцияларға төзімділік, бактерияларға қарағанда үлкен клетка өлшемдеріне байланысты ортадан оңай бөліну, әртүрлі көміртек пен азот көздерін пайдалану мүмкіндігі және қарапайым ортада өсу қабілеті, жоғары қоректік қасиеттер және биомассаның жағымды иісі. Ашытқы биомассасы толыққанды ақуызды өнім болып табылады, құрамында көптеген витаминдер бар және мал азығы мен азықтық мақсаттарда қолдануға болады.

Бактериялардың артықшылығы - жоғары өсу жылдамдығы, ақуыздың басқа микроорганизмдермен салыстырғанда жоғары мөлшері және метионин аминқышқылының көп болуы. Аминқышқылдарының құрамына қарай бактериялардың ақуыздары мал ақуыздарына жақын болып келеді және сондықтан мал азығы ретінде жоғары құндылыққа ие. Алайда, бактерияларды қолданғанда олардың липидтерінің құрамын мұқият зерттеу қажет, себебі кейбір бактериялардың липидтерінде токсиндер болуы мүмкін. **Бактериялардың кемшілігі** - олардың клеткаларының кішкентай өлшемдері және тығыздығы суға жақын болуы, бұл олардың культуралық сұйықтықтан бөлінуін қиындатады.

Сонымен қатар, ашытқылар мен бактериялардың биомассасы нуклеин қышқылдарының жоғары мөлшеріне ие (12% дейін және 16% дейін сәйкесінше), бұл организмде ыдырау өнімдерінің пайда болуына әкеледі.

Жасыл балдырлар ақуызды алу үшін перспективті көз болып табылады. Олар субстраттан оңай бөлінеді, ашытқыларға қарағанда баяу өседі, сондықтан биомассада нуклеин қышқылдары аз болады. Балдырларда ақуыздардың жалпы мөлшері 70% жетуі мүмкін, әрі бұл ақуыздар аминқышқылдары құрамынан толыққанды болып табылады.

Саңырауқұлақтар - мал азығы және азықтық ақуыз алу үшін түрлі түрдегі төменгі және жоғары деңгейдегі саңырауқұлақтарды өнеркәсіптік өсіру. Кейбір микроскопиялық саңырауқұлақтар 50%-ға дейін ақуыз жинақтай алады. Саңырауқұлақтардың ақуызы аминқышқылдарының құрамына қарай мал ақуызына жақын болып келеді, биомасса витаминдерге бай, әсіресе В тобының витаминдеріне, нуклеин қышқылдарының мөлшері төмен (2,5%), клеткалық қабықшалары жұқа немесе ас қорыту жолында оңай сіңеді.

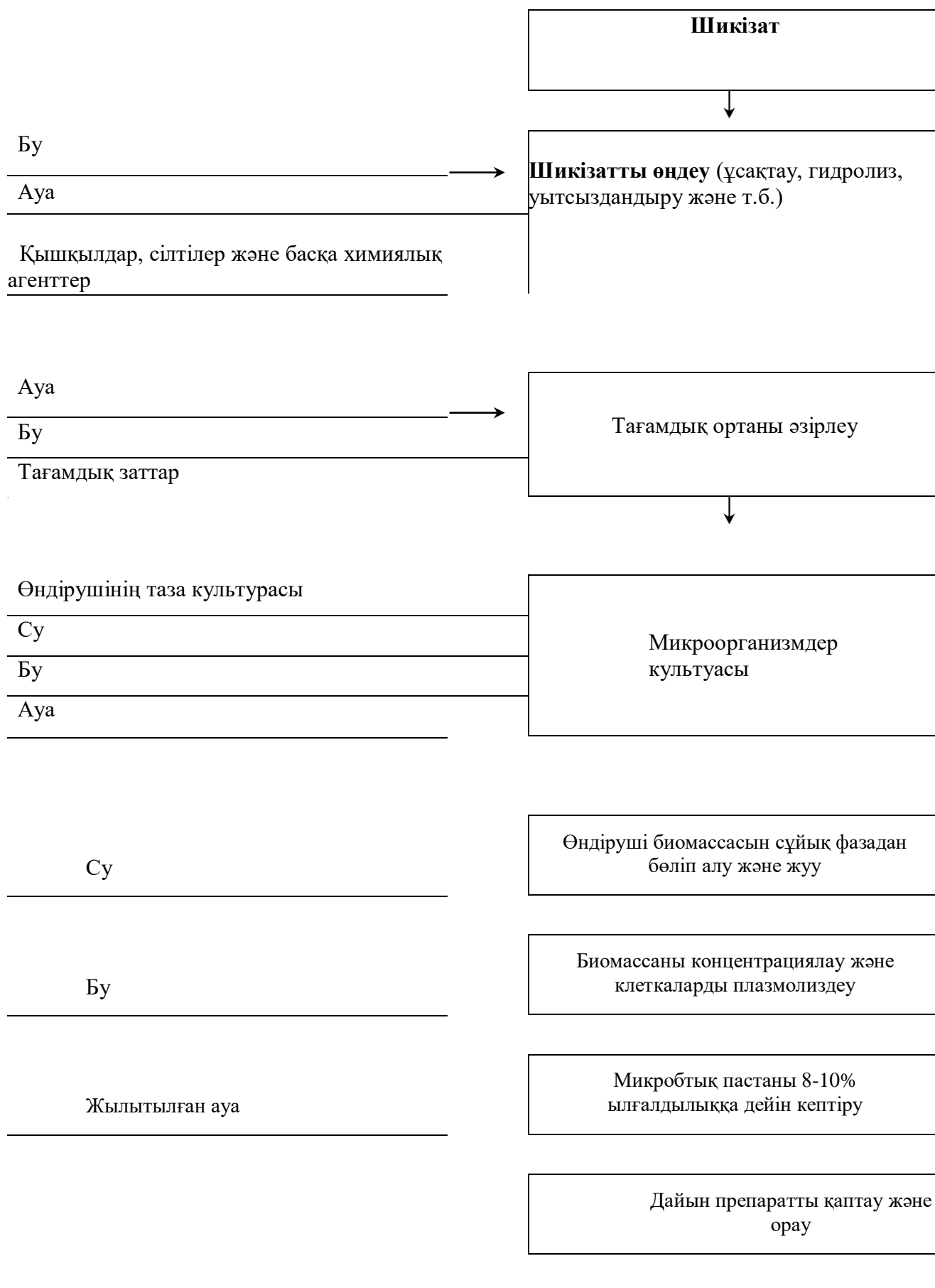
Микроскопиялық саңырауқұлақтарды сұйық қоректік ортада өсіру кезінде, әдетте, өсірудің алғашқы кезеңінде интенсивті биомасса түзілуі орын алады. Терең өсіру жағдайларында бірінші 5-6 сағатта конидияларда күрделі ішкі өзгерістер болады, олар ісінеді және алғашқы гипфтар пайда болады. Кейін мицелиялық масса тез дамиды және өседі. Мицелий шар тәрізді немесе қоспа тәрізді масса түрінде қалыптасады.

Өнеркәсіптік микробтық ақуыз өндірісі

Қолданылатын шикізат түріне қарамастан, микробтық ақуыз препараттарын өндірудің технологиялық процесі келесі негізгі кезеңдерден тұрады (сурет 6.1): шикізатты дайындау және микроорганизмдерді өсіруге арналған қоректік орталарды әзірлеу; микроорганизмдерді культивирлеу; өнімнің биомассасын культуралық сұйықтықтан бөліп алу; клеткаларды плазмоллиздеу; биомассаны кептіру; дайын препаратты орау және қаптау.

Ақуыздық препараттарды өнеркәсіптік масштабта өндіру үшін қоректік орта ретінде сүт сарысуы қолданылады. Сүт сарысуының химиялық құрамын және қасиеттерін 2.3 бөлімінде қарастырылған. Сүт сарысуында *Kluuyveromyces* және *Candida* ашытқылары жақсы өсіп, көп мөлшерде ақуыз жинақтайды. Сонымен қатар, сүт сарысуының қолданылуы арнайы күрделі дайындықты талап етпейді, ал

микроорганизмдерді өсіргеннен кейін алынған культуралық сұйықтық азықтық және мал азықтық мақсаттарда өңдеусіз пайдалануға болады.



Сурет 6.1. Микробтық белок препараттарын өндіру процесінің негізгі кезеңдері

Микробтық массаны сүт сарысуынан алғаннан кейін оның жоғары технологиялық және экономикалық тиімділігі ет және сүт мал шаруашылығында, құс шаруашылығында және басқа көптеген бағыттарда анықталды.

Өсімдік шикізатының гидролизаттарында белок алу үшін жиі *Candida* тектес ашытқылар қолданылады, ал *Trichosporon* тектес ашытқылар сирек қолданылады. *Candida* тектес ашытқылар сульфитті сілтілерде және сұйық көмірсутектерде белок синтезін де жүргізе алады. Газ тәрізді көмірсутектерді *Mycobacterium* және *Pseudomonas* тектес бактериялар жақсы пайдаланады.

Микроорганизмдер массасын ақуыздық қосымша ретінде қолдану үшін оның құрамын және қасиеттерін, атап айтқанда, қорытылуын және сіңірілуін жан-жақты зерттеу қажет. Токсиктік тексеру тек тірі клеткаларды ғана емес, сонымен қатар олардың метаболизм өнімдерін және дайын ақуыздық өнімдерді де қамтуы тиіс. Өндіруші штаммның тірі клеткаларының болмауы маңызды шарт болып табылады, себебі екінші рет өсуі болмауы керек.

Адамдардың тағамында белок жетіспеушілігін жоюдың ең тиімді жолы—микробтық ақуызды тікелей тағамдық мақсатта қолдану болып табылады.

Микробтық белок 1985 жылдан бастап азық-түлік өнеркәсібінде әртүрлі өнімдер мен жартылай өнімдерді жасау үшін пайдаланылады.

Азық-түлік өнімдерін өндіруде микробтық ақуызды қолданудың 3 негізгі формасы қарастырылады:

- 1) Толық биомасса (клетка қабықшаларын арнайы бұзбай).
- 2) Жартылай тазартылған биомасса (клетка қабықшаларын бұзу және қажетсіз компоненттерді жою).
- 3) Биомассадан алынған белоктар.

Алынған белоктар (**изоляттар**) ақуыздық препараттарды қолданудың ең қолайлы формалары болып табылады. Алайда, олардың қолданылуындағы кемшіліктер – олардың бөлінуі кезінде қышқылдар мен сілтілер, жоғары температура, қысым сияқты факторлардың қолданылуы амин қышқылдарының ішінара бұзылуына әкеледі. Микробтық белок синтезі үшін таңдаған мәдениеттердің белок құрамында алмастырылмайтын амин қышқылдары бойынша ВОЗ (Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы) орнатқан үлгіге жақын болуы тиіс, мысалы, жұмыртқа белогы, әйелдер сүті белогы.

ВОЗ микробтық ақуыздың тағамдық өнімдерде қолданылуы мүмкін екенін анықтады, бірақ ересек адамның диетасына микробтық белокпен бірге енгізілетін нуклеин қышқылдарының рұқсат етілген мөлшері тәулігіне 2 г-нан аспауы тиіс деп тұжырымдады. Құжатталған тәжірибелер микробтық ақуызды тағамдық рационна енгізу теріс әсерлерді тудырмайтынын, аллергиялық реакциялар, асқазан аурулары және т.б. пайда болмайтынын көрсетті.

6.2 Нан пісіру үшін ашытқыларды өндіру және олардың сараптамасы

Ашытқылар – адамның тұрақты серігі, олар әртүрлі микробиологиялық процестерде қолданылады. Ресейде нан ашытқыларын монастырларда XIV-XV ғасырларда өсіруге бастаған. Прессованған ашытқыларды алғаш рет 1972 жылы Германияда өндіре бастады.

Ашытқылардың биомассасын азықтық ақуыз көзі ретінде адам тек экстрималды жағдайларда (аштық кезінде немесе альпинистер мен теңізшілердің құрғақ азықтарының құрамында) қолданады. Ашытқылар тағамдарының салыстырмалы түрде аз танымал болуына себептердің бірі – олардың клеткалық қабығының салыңқылығы, бұл олардың организм тарапынан сіңірілуін қиындатады.

Біздің ашытқылардың азықтық құндылығы туралы түсінігіміз уақыт өте өзгеруде. Адамдар ашытқыларды өнеркәсіптік жағдайда өсіруді жақсы меңгерді, биотехнологтар *Saccharomyces cerevisiae* ашытқыларын прост синтетикалық ортада (мысалы, микробтық немесе химиялық шығу тегі этил спиртімен) өсіру технологиясын игерді, ал химиктер ашытқы биомассасынан тазартылған ақуыз концентраттарын бөліп алу әдістерін әзірледі. Нан пісіру үшін ашытқылар этил спиртін алкогольдегидрогеназа ферментінің болуы арқасында метаболиздей алады, бірақ этанолда ашытқылардың өсуі көптеген ерекшеліктерге ие. Этанолдық ашытқыларға қосылған минималды аминқышқылдарының қосылысы оларды ынталандырады.

Нан пісіру үшін ашытқыларды синтетикалық этанолдық ортада лабораториялық ферментерде үздіксіз режимде 0,5% ашытқы экстрактісін қосу арқылы өсіргенде биомассаның концентрациясы құрғақ заттарға есептегенде 8-9 г/л жетіп, пайдаланылған субстраттан 70-75 % шығым алынады. Ашытқы экстрактісі орнына жүгері экстрактісін немесе картоптың депротейнденген шырынын қолдануға болады.

Өнеркәсіптік деңгейде нан пісіру үшін ашытқыларды өндіру

Әдетте өнеркәсіптік өндірісте ашытқыларды өндіру үшін қоректік орта ретінде қант өндірісінің қалдығы – меласса пайдаланылады. Ашытқылар биореакторларда (ферментерлерде) периодты әрекет ететін аэробты терең әдіспен рН 4,4-4,5 аралығында "кіріс" әдіс бойынша өсіріледі. Таза аппаратқа қажетті соңғы концентрацияға дейін 70-80% жылы суды қосып, мелассаның 10% және тұздар ерітіндісін қосып, оптималды рН ортаны және температурасын орнатып, орташа аэрацияны бастайды (1 об/(об•мин)). Осы ортаға себу материалы енгізіледі. Бірінші сағатта орта қосылмайды, кейінгі 10 сағатта оны үздіксіз қосып отырады, мөлшерлері 5; 6; 7,2; 8,2; 9,2; 10,2; 12,8; 11,0 және 9 % бір сағат ішінде жалпы қоректік орта мөлшерінен. Аэрация процесі кезінде де өзгереді. Бірінші және соңғы сағатта аэрация аз болады (1:1), ал ашытқылардың қарқынды көбею кезеңінде 1,5-2,0 об/(об•мин) жетеді. Осы жағдайларда ашытқылар барлық даму кезеңдерінен өтеді. Стационарлы өсу фазасында мәдениетті қосымша бөлу кезеңіне дейін ұстайды.

Ферментация кезінде орта концентрациясы (0,9-дан 2,2 сахариметр бойынша) және титрленген қышқылдылық (0,3-тен 0,8 мл 1 н қышқыл ерітіндісіне 100 мл ортада) аз мөлшерде өседі. Осы жағдайларда прессованған ашытқылардың шығымы пайдаланылған қант мөлшерінің 150% (немесе 37,5 % құрғақ биомассадан) құрайды.

Ферментациядан кейін ашытқыларды ортадан центрифугирлеу немесе фильтр-престе сүзу арқылы бөліп алады, содан соң биомассаны мұқият жуып шығады. Тауарлы ашытқылар құрғақ және прессованған түрде болуы мүмкін. Прессованған ашытқыларды төмен температурада (4-6 °С) сақтайды, өйткені бөлме температурасында бактериялар мен микромицеттер ашытқы жасушаларын тез зақымдайды. Ашытқылар биомассасында шамамен 50 % ақуыз, бос аминқышқылдары және дәрумендер бар. Ұзақ уақыт сақтау үшін нан пісіру үшін ашытқыларды 8-9 % ылғалдылыққа дейін құрғатады.

Нан пісіру үшін ашытқылардың сараптамасы

Ашытқы өнімдерін сараптау кезінде келесі көрсеткіштер анықталады: органолептикалық көрсеткіштер (сыртқы түрі, түсі, иісі және дәмі, консистенциясы); ашытқылардың ылғалдылығы (прессованған ашытқылар үшін ГОСТ 171-81 бойынша ылғалдың массалық үлесі 75 % аспауы керек); өлі жасушалардың мазмұны (5 %-дан аспауы керек); ашытқылардың көбею қабілеті (почкаланған жасушалардың үлесі жалпы санның 40-70 % құрауы керек); биологиялық тазалық (өндіріс үшін жарамды деп саналатын ашытқылар 1 % бактериялардан және 0,5 % жабайы ашытқылардан аспауы керек); көтергіш күш. Көтергіш күш ашытқылардың тестті формаға қосқаннан кейін 70 мм дейін көтерілуіне кеткен уақытпен сипатталады. Ашытқылардың көтергіш күші 70 минуттан аспауы керек.

Нан пісіру үшін ашытқылар тамақ өнеркәсібінің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады: нан пісіру, сыра қайнату, этил спиртіні алу, шарап жасау және т.б.

Өзін-өзі тексеру сұрақтары:

- 1) Микробтық ақуыздың басқа көздермен салыстырғанда артықшылықтары қандай?
- 2) Ақуыз өндірушілерге қойылатын талаптар.
- 3) Ақуызды ашытқылар, микроскопиялық саңырауқұлақтар, бактериялар, балдырлар арқылы өндірудің артықшылықтары мен кемшіліктері.
- 4) Микробтық ақуыздық препараттарды өндіру процесінің негізгі кезеңдері.
- 5) Ақуыздық препараттарды өндіруде сүт сарысуын қоректік орта ретінде пайдалану.
- 6) Микробтық ақуызды қолданудың негізгі формалары.
- 7) Нан пісіру үшін ашытқыларды өнеркәсіптік өндіруде қоректік ортаның құрамы.
- 8) Нан пісіру үшін ашытқыларды өндіруде қолданылатын мәдениеттіру әдістері.
- 9) Прит әдісінің мәні неде?
- 10) Ашытқы биомассасын культуралық сұйықтықтан бөлу.
- 11) Нан пісіру үшін ашытқылардың тауарлы түрлерін атаңыз.

- 12) Нан пісіру үшін ашытқылардың сапасын сараптау қандай көрсеткіштер бойынша жүргізіледі?
- 13) Ашытқылардың биологиялық тазалығы дегеніміз не?
- 14) Нан пісіру үшін ашытқылардың көтергіш күші дегеніміз не?