

**Hasil Fətəliyev
Şəlalə Əliyeva
Teymur Musayev**

BIOTEXNOLOGİYA

DƏRSLİK

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin
28.12.2018-ci il tarixli F-842 sayılı əmri ilə dərslik
kimi təsdiq edilmiş və qərif verilmişdir.*

BAKİ - 2019

Elmi redaktor: AMEA-nın “Mikrobiologiya” İnstitutunun direktor müavini, AMEA-nın müxbir üzvü, biologiya elmləri doktoru, professor ***Pənah Zülgüqar oğlu Muradov***

Rəy verənlər: Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin «Bağçılıq» kafedrasının professoru, aqrar elmləri doktoru ***Zaur Müzədil oğlu Həsənov***

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin «Epizootologiya, mikrobiologiya və parazitologiya» kafedrasının müdiri, baytarlıq fəlsəfə doktoru, dosent ***Zahir Əmir oğlu Ələsgərov***

Azərbaycan Texnologiya Universitetinin “Metrologiya, standartlaşdırma və sertifikatlaşdırma” kafedrasının professoru, texnika elmləri doktoru ***Emin Mahmud oğlu Namazov***

Azərbaycan Texnologiya Universitetinin “Qida və yüngül sənaye texnologiyaları problemlərinin həlli” laboratoriyasının müdiri, texnika elmləri doktoru, professor əvəzi ***Əhməd Qulu oğlu Məlikov***

Hasil Kamaləddin oğlu Fətəliyev (texnika elmləri doktoru, professor), **Şəlalə Elxan qızı Əliyeva** (texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent əvəzi) və **Teymur Musa oğlu Musayev** (texnika üzrə fəlsəfə doktoru), Biotexnologiya, Dərslük, Bakı, 2019, 360 səh.

Kitabda biotexnologiyanın məqsəd və vəzifələri, təsnifatı, qida təhlükəsizliyində rolu həmçinin əsas sahələrinə dair məlumatlar verilmişdir. Yaşıl, göy, boz, ağ və qırmızı biotexnologiyanın əhatə etdiyi sahələrə toxunulmuşdur. Biotexnologiyanın inkişaf tarixi və onun əsas mərhələləri qeyd olunmaqla, qida biotexnologiyasının predmet və vəzifələri, əsas istiqamətləri işıqlandırılmışdır. Mikroorqanizm-produşentlərə verilən tələblər, mikroorqanizmlərin inkişaf mərhələləri və mikrob sintezi məhsulları istehsalının biotexnologiyası şərh olunmuşdur. Qida mühitinin tərkibi, hazırlanması, mikroorqanizm, heyvan və bitki hüceyrələrinin becərilmə xüsusiyyətləri, biopreparatların alınması, qatılaşdırılması və qurudulması üsulları öz əksini tapmışdır. Qida sənayesində istifadə olunan maddə və birləşmələrin biotexnologiyası istehsalı, bitki və heyvan mənşəli xammaldan hazırlanan məhsulların biotexnologiyası və mikroorqanizm biokütləsinin alınması, həmçinin biotexnologiya yolla alınmış əlavələrin və inqredientlərin tətbiqi izahını tapmışdır.

Biotexnologiyanın müasir vəziyyəti və inkişaf yolları göstərilməklə, gen mühəndisliyi, bioenergetika, nanotexnologiya və nanobiotexnologiyanın qida texnologiyasının inkişafında rolu işıqlandırılmışdır. Sonda laborator-təcrübə dərslərinin məzmunu verilmişdir. Dərslük “Qida məhsulları mühəndisliyi” və “Şərabçılıq” ixtisasları üzrə təhsil alan bakalavr tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Lakin kitabdan bu sahə ilə maraqlanan hər bir şəxs yararlanı bilər.

GİRİŞ

Son məlumatlara görə dünyada əhali artımına (ildə təqribən 80 milyon nəfər) baxmayaraq, ərzaq məhsulları istehsalının azalması müşahidə olunmaqdadır. Bu və ya digər səbəblərdən dünya əhalisinin 2 mld nəfərə yaxını qida çatışmazlığından əziyyət çəkir. Qeyd olunanlar ərzaq məhsulları istehsalı ilə bağlı yeni yanaşmaları labüd edir.

Aqrar siyasətdə uzun müddətli perspektivə söykənən daha səmərəli strategiyanın seçilməsindən söz düşəndə böyük alim D.İ.Mendeleyevin təkrar etməyi sevdiyi bir fikir yada düşür: “İş qorxulu dərəcədə mürəkkəb olub, onda həm kosmik qüvvələr (isti, işıq, hava), həm təbii materiya (torpaq, su və s.), həm canlı orqanizmlər (bitki, heyvan, mikroorqanizmlər), həm də insan, texniki vasitələr və kapital iştirak edir”. Bu gün bu fikir daha müasir səslənir.

ABŞ-ın aqrar və qida sektorunda biotexnologiya rəqabətə davamlılığı təmin edən daha səmərəli və fəal amil kimi bitki və heyvanların təkmilləşdirilməsinə yönəldilmiş əsas istiqamətlərdəndir. Bu ölkədə keçən əsrin 80-ci illərində bitkilərin genetik dəyişkənliyinə başlanılmışdır. 90-cı illərdə isə Amerika bazarlarında geni dəyişdirilmiş məhsullar göründü və tezliklə də populyarlıq qazandı. Bu onların baha olmaması, tez yetişməsi, bütün xəstəliklərə davamlı olması və yüksək məhsuldarlığı ilə əlaqədar idi.

Çinin bu sahədəki təcrübəsi maraq doğurur. Bu ölkənin əhalisi sayına görə dünya əhalisinin 22%-ni təşkil etsə də, dünya əkin sahəsinin 7%-nə malikdir. Çin əhalisinin hər nəfərinə orta hesabla 100 m² əkin sahəsi düşür. Cəmi əkin sahəsi 130 milyon hektara yaxındır. Əhalisi Rusiyadan 8 dəfə çox, əkin sahəsi xeyli az olmasına baxmayaraq, bu ölkə müasir elmin nailiyyətlərindən uğurla yararlanaraq, XXI əsrin əvvəllərindən özünün ərzağa olan tələbatını tam ödəyir.

Hazırda ABŞ-da 8 bitkinin biotexnoloji növ müxtəlifliyindən istifadə olunur. Bunlar qarğıdalı, soya, pambıq, düyü, raps,

buğda, kartof və şəkər çuğundurudur. Amerika fermerlərinin resursqoruyucu texnologiyalara marağı son illərdə kəskin artmışdır. Bu da soya və qarğıdalının raundal herbisidinə davamlı sortlarının geniş yayılması ilə əlaqədardır. Bu fermerlərin ağrısız şəkildə torpağın “sıfır” becərmə texnologiyasına keçmələrinə imkan verdi. Tədqiqatlar göstərir ki, biotexnoloji sortlar məlum olana qədər belə texnologiyaya keçilməsinə çox şübhəli yanaşılmışdır. Ona görə də XX əsrin son 30 ilində Amerika fermerlərinin yalnız 1/3 hissəsi torpağın “sıfır” becərmə texnologiyasına keçmişdi.

Transgen bitki və heyvanların yetişdirilməsi biotexnologiyanın perspektivli sahələrindəndir. Transgen bitki, yaxud heyvan ifadəsi həmin canlılarda başqa orqanizmlərin genlərinin “yerləşdirildiyi” mənasını verir. Transgen bitkilərdən istifadə olunması çox hallarda məhsuldarlığı artırır. Ona görə də belə bir fikir mövcuddur ki, əhalinin indiki yüksək artımında yalnız genetik dəyişdirilmiş orqanizmlər dünyanı aclıq təhlükəsindən xilas edə bilər. Belə ki, gen dəyişmənin köməkliyi ilə məhsuldarlığı və qidanın keyfiyyətini artırmaq olar.

Transgenli heyvanlardan donuzları xüsusi qeyd etmək olar. Belə ki, yetişdirilən insan genli donuzlardan insan orqanları üçün donor kimi istifadə edilir.

Kolorado böcəyinə davamlı kartof yetişdirmək üçün həmin böcəyə torpaq tiyurin basillərinin geni köçürülür. Həmin basillərin ifraz etdiyi Cry zülalı zərərvericinin bağırsağında həll olaraq təbii toksinə qədər fəallaşır və zərərvericiyə öldürücü təsir göstərir. İnsan və digər istiqanlılar üçün isə təhlükəsiz olur.

Bioenergetika biotexnologiyanın vacib və yeni istiqamətlərindəndir. Dənliyə və digər bitkilərdən etanol və biodizel alınması sadəcə vacib olmayıb, həm də prioritet istiqamətdir. Hələ 1966-cı ildə ABŞ-da 1 mld qallon (1 qallon 3785 sm³ - bu isə 378,5 dm³ deməkdir) etanol istehsal olunmuşdu. 2006-cı ildə isə etanol buraxılışı demək olar ki, 5 mld qallon təşkil etmişdi. Bu məqsəd üçün 54 mln tona yaxın qarğıdalı, başqa sözlə illik məhsulun 20%-i sərf edilmişdi.

Biodizel istehsalı da artan temple inkişaf edir. 2010-cu ildə onun 700 milyon qallon buraxılışı planlaşdırılmışdı. Bunun üçün 2,5 mln ton soya yağı sərf olunmuşdu ki, bu da ölkə üzrə ümumi illik soya istehsalının 25%-i demək idi.

Qida komponentlərinin, xüsusilə də zülalların artırılmasının bir yolunun da insan və heyvan qida zəncirinin düzgün idarə olunması olduğu bildirilir.

İnsan və heyvan qida zəncirinin əsasını bitki biokütləsi təşkil edir. İnəyin işgənbəsində (mədənin ön bölməsində) yem mikrob-bitki biokütləsinə çevrilir və həmin məhsulun əsasında bitki biokütləsi formalaşır. Bu halda inək yalnız mikrob biokütləsi alırsa (özünün ön mədəsində bitki-substratında inkişaf edən), o zaman onun məhsuldarlığı ildə 1,5 min litr süddən artıq olmayacaqdır. İldə 6-8 min litr süd verməsi üçün isə ona hazır zülal, məsələn biotexnologiya sənayesində alınan mikrob zülalı verilməlidir.

“Mikrob-bitki biokütlə”si səviyyəsinin ali heyvanlar və insanların qidalanması üçün rolu mütləqdir. Çünki, onda qidanın ən dəyərli hissəsi - heyvan biokütləsinin qurulması üçün əvəz olunmayan amin turşulardan ibarət mikrob zülalı formalaşır. Ondan isə növbəti mərhələdə insan biokütləsi yaranır. Beləliklə, əvəzolunmayan amin turşuların başlıca istehsalçısı rolunda mikroorqanizmlər çıxış edir və minimal tropik səviyyə miqdarında həmin amin turşuların insana maksimum miqdarı çatır. Yekunda belə fikir meydana çıxır: “Belə vəziyyətdə ağır zəhmətli, baha başa gələn heyvan və heyvandarlıq lazımdır mı?”

Bəlkə klassik heyvandarlıqla yanaşı zülal – mikrob zülalı alınması kimi alternativ inkişaf yolu yoxlanılmalıdır. Bu vəzifə artıq Cənubi-Şərqi Asiya və Okeaniya xalqları tərəfindən həyata keçirilməkdədir. Həm də bunu yüz dəfə tez və olduqca ucuz əldə etmək olur. Düyü və mikrob sousu – müxtəlif bitki substratlarında mikrob konsorsiumunun köməkliyi ilə alınır, planetin çoxmilyonlu və hətta milyardlı insanların qida rasionunun əsasında durur və çox maraqlıdır ki, həmin insanlar daha uzun ömür sürürlər (yaponlarda kişilər – 81 il, qadınlar 84 il) və baş-

qa ölkələrdə yayılmış xəstəliklər onlarda olmur.

Hökm sürən böhran, qida çatışmazlığı, heyvandarlığın dağılması, ətraf mühitə atılan tullantıların kəskin artması və s. amillər mayaların yüksək fəal assosiasiyalarının, mayayabənzər göbələklər və bakteriyaların istifadəsinə əsaslanan texnologiyanın tətbiqini labüd edir.

Bu assosiasiyanın köməyi ilə biokonversiya üçün xammal kimi müxtəlif ikinci xammal növlərindən, məsələn dənliələrin samanından (hər il mln tonlarla saman öz tətbiqini tapa bilmir), dənin emalının ikinci məhsulundan, jom, şrot, ayran, spirtdən sonrakı bardadan və s. istifadə oluna bilər. Bu biokonversiyanın səmərəliliyini, qida mühitinə mikroorqanizmlər üçün dən və dən unu, səməni, köküyumrular, tərəvəz və meyvələr kimi ilkin məhsullar əlavə etməklə kəskin artırmaq olar. Bu proses üçün ölkədə hər il milyon tonlarla alınan ot və saman unu tam əlverişli xammaldır. Həmişə becərilməyən böyük sahələr, şumlanmamış torpaqlar müxtəlif ot cücərtiləri ilə zəngin olur. Yeni texnologiyaların köməyi ilə iqtisadiyyatın bu mənfisini müsbətə çevirmək olar. Milyon tonlarla ot və saman unu ölkənin yüksək dəyərli nutrientlərə (heyvan zülalına yaxın olan mikrob biokütləsi, yaxud mikrob zülalı) tələbatını tam ödəməklə yanaşı, həm də neft və qazla müqayisə olunacaq səviyyədə ixrac predmeti ola bilər.

Belə mikrob biokonversiyasının son məhsulları - zülal, vitamin, karbohidrat və lipid tərkibinə görə tamamilə yeni, tam dəyərli funksional xüsusiyyətli qida və yem məhsullarıdır. Ölkə idxal etdiyi demək olar ki, bütün klassik qida məhsullarını ixrac yönümlü, elm tutumlu, müalicəvi-profilaktiki xüsusiyyətli yeni qida və yem məhsullarına çevirə bilər. Çörək, çörək-kökə, makaron və qənnadı məmulatları, içkilər, bitki süd-turşusu məhsullarının yeni növlərinin yaradılmasının böyük perspektivləri vardır.

FƏSİL 1

BIOTEXNOLOGİYANIN ƏSASLARI

1.1. Biotexnologiya və onun strukturu

Biotexnologiya yunan sözü olub “bios” – həyat, “teken” – sənət, “loqos” – söz, öyrənmə mənasındadır.

Biotexnologiya biologiya və texnika sahələrinin kəsişməsində yerləşən elm sahəsidir. Eyni zamanda insanı əhatə edən təbii sərvətlərin onun tələblərinə uyğun dəyişdirilməsinə yönəldilmiş təcrübələr toplusudur. O, çox vaxt bioloji agentlərin (canlı orqanizmlər, toxuma və hüceyrələr) köməyi ilə insan üçün faydalı məhsullar alınmasının kompleks metod və üsullarını əks etdirir.

Qeyd olunanları və digər məqamları nəzərə alaraq belə demək olar ki, biotexnologiya - mikroorqanizmlər, heyvan və bitki hüceyrələri, yaxud hüceyrədən izolə edilmiş bioloji strukturdan istifadə edilməklə, idarə olunan şəraitdə insan üçün faydalı maddə və məhsulların alınma metodlarını öyrənən elmdir. O, insanın praktik maraqlarında canlı orqanizmlər və bioloji proseslərdən istifadə edir.

“Biotexnologiya” terminini ilk dəfə 1917-ci ildə macar mühəndisi Karl Ereki tətbiq etmişdir. O, donuzların şəkər çuğundur yemindən istifadə edilməklə bəslənmə prosesini təsvir etmək üçün bu termindən istifadə edir. Erikə görə biotexnologiya “canlı orqanizmlərin köməyi ilə xam materiallardan bu və ya digər məhsullar istehsalı üzrə aparılan bütün işlərdir”.

Lakin alimlər arasında “biotexnologiya” anlayışı ilə bağlı hələ də vahid və dəqiq mövqe yoxdur. Bunu onunla izah edirlər ki, müasir “biotexnologiya” ayrıca elm olmayıb, bioloji, dəqiq və s. elm sahələrini əhatə edən və çoxsaylı elmləri birləşdirən bütöv bilik sahəsidir.

Tarixi nöqteyi-nəzərdən biotexnologiyanın meydana gəlməsi mayalardan ilk dəfə pivə, bakteriyalardan isə yoğurt istehsalında istifadə edilməsindən hesablanır. Hazırda müasir dünya global biotexnoloji fırtına yaşamaqdadır.

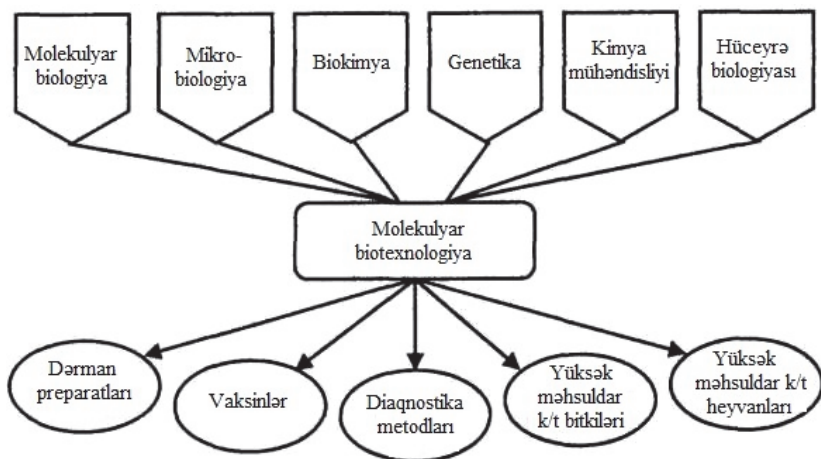
İndi biotexnologiya nisbətən ucuz, əlçatan və yenilənə bilən materiallardan müxtəlif maddə və birləşmələrin alınmasına imkan verir. Bu günün biotexnologiyası sənaye və çoxmilyonlu biznes elmidir.

Biotexnologiyanın əsas məqsəd və vəzifələri bioloji fəal birləşmələrin alınması (fermentlər, hormonlar, amin turşular, vaksinlər, dərman preparatları), həmçinin yeni maddə molekullarının qurulması və təbiətdə olmayan (fantastik hibrid molekulları, fantastik heyvan və bitki toxuma və orqanizmləri) yeni orqanizm formalarının yaradılmasına yönələn metod və üsulların işlənib hazırlanmasından ibarətdir.

Başqa sözlə, biotexnologiya – texnika və sənaye istehsalında bioloji proseslərdən istifadə edilməsinə dair elmdir.

Müasir biotexnologiya öz inkişafına XX əsrin 70-ci illərində başlamışdır. Bu zaman biokimya, molekulyar genetikə və molekulyar biologiyada əhəmiyyətli uğurlar qazanılmışdı. Bütün bunlar hüceyrənin həyat fəaliyyətinin idarə olunması üçün real zəmin yaratmış və fundamental tədqiqatların təcrübi məqsədlərlə istifadəsinə güclü stimül vermişdir.

Molekulyar biotexnologiyanın özəyi molekulyar biologiya, mikrobiologiya, genetikə, biokimya, biofizika, texnologiya və cihazqayırmaadır. Son 40-50 ildə bu elmin sıçrayışlı inkişafı baş vermişdir ki, bu da baytarlıq və tibbi biopreparatlar istehsalında inqilabi dəyişikliklərə təkan vermişdir. Belə tədqiqatlar elmi-texniki tərəqqinin üstün istiqamətlərindən olub, 21-ci əsrdə bütün elmlər arasında ən aparıcı yer tutmaqdadır (şəkil 1.1).



Şəkil 1.1. Biotexnologiyanın baza və məhsulları
(B.Qlik və C.Pasternaka görə)

Beləliklə, təsdiq etmək olar ki, biotexnologiya insanın praktik fəaliyyətində tətbiqini tapan “təmiz elm”-ə daha parlaq misaldır.

Elmi-texniki tərəqqinin müasir mərhələsi biologiyada inqilabi dəyişikliklərlə səciyyəvi olub, bu sahəni təbii elmlərin liderinə çevirmişdir. Biologiya molekulyar və subhüceyrə səviyyəsinə qalxmaqla, onda elmlər qarışığının (fizika, kimya, riyaziyyat, kibernetika və s.) intensiv metodları, sistemli yanaşmaları əksini tapmışdır. Bioloji profilli kompleks elmlərin tətbiqi sahəsinin genişləndirilməsi ilə güclü inkişafı həm də cəmiyyətin sosial-iqtisadi tələbləri ilə bağlı olmuşdur.

Hazırda yeni biotexnologiya (biomühəndislik) – gen mühəndisliyi, yəni geni dəyişdirilmiş bitki, heyvan və mikroorqanizmlərin yaradılması və istifadə texnologiyalarına dair elm sahəsi formalaşmışdır.

İnsan həyatının müxtəlif sahələrində biotexnoloji proseslərin tətbiqinin perspektivliyi və səmərəliliyi onların kompaktlığı və eyni zamanda geniş məhsuldarlığının, əmək məhsuldarlığının və mexanikləşdirilmə səviyyəsinin yüksəkliyi ilə əlaqədardır. Bu

proseslər nəzarət, tənzimlənmə və avtomatlaşmaya gedəndir. Kimyəvidən fərqli olaraq biotexnologiya proseslər “yumşaq” rejimdə - normal təzyiq, temperatur şəraitində realizə olunur, ətraf mühiti qalıqlar və köməkçi məhsullarla az çirkləndirir.

İqlim və hava şəraitindən asılılığı azdır, böyük torpaq sahəsi, pestisid, herbisid və ətraf mühit üçün yad olan digər agentlər tələb etmir. Odur ki, biotexnologiya və onun ayrı-ayrı bölmələri elmi-texniki tərəqqinin daha prioritet istiqamətlərindən sayılır. Biotexnologiya hazırda güclü inkişaf fazasında olsa da, onun səviyyəsi əsasən ölkənin elmi-texniki potensialı ilə müəyyən olunur.

Biotexnologiya proseslər tarixi köklərinə və quruluşuna görə çoxşaxəli olub, özündə fundamental elmlərin elementlərini, həm də kimya texnologiyası, maşınqayırma, iqtisadiyyat kimi bir sıra tətbiqi sahələri ehtiva edir. Onun və bölmələrinin çoxşaxəli elmiliyi, təbiətin saxlanması məqsədinə xidmət edən vəzifələrin həllinə yönəlmişdir. O, özünü orqanizm (ekologiya), bioloji orqanizm (mikrobiologiya, mikologiya) və suborqanizm strukturları (molekulyar biologiya, genetica) üzərində çalışan sahə kimi göstərir.

Müasir biotexnologiyada da elmi əsaslandırılmış texnologiya və aparat tərtibatının işlənməsinə kəskin ehtiyac duyulmaqdadır. Odur ki, texniki elmlərlə - maşınqayırma, elektronika, avtomatika ilə üzvi əlaqənin olması lazım gəlir.

Biotexnologiya və biotexnologiya proseslərin təsir dairəsi ilə genişlənməklə tibb və əczaçılıq, kənd təsərrüfatı, sənaye, ətraf mühitin mühafizəsi və s. sahələrini əhatə etməkdədir. Biotexnologiya xalq təsərrüfatının üç sahəsində - tibbdə, kənd təsərrüfatında və sənayedə daha geniş tətbiq olunur. Son illərdə ondan daha çox akvakultura probleminin həlli üçün istifadə olunmaqdadır. Bununla əlaqədar olaraq, qeyd olunan istiqamətləri əks etdirən bir sıra terminlər meydana gəlmişdir.

2003-cü ildə bioloji elmlər üzrə keçirilən dünya forumunda

biotexnologiyanın aşağıdakı təsnifləşdirici terminləri təklif olunmuşdur. **“Qırmızı”** biotexnologiya - bioəczaçılıq preparatları hazırlanması (proteinlər, fermentlər, monoklonal antitellər) və insan sağlamlığının təmin edilməsi ilə əlaqədardır; **“yaşıl”** biotexnologiya - geni dəyişilmiş bitkilərin yaradılmasına yönəlik və kənd təsərrüfatı, həmçinin meşə təsərrüfatının müasir tədqiqat metodlarını müəyyən edir; **“ağ”** biotexnologiya – sənaye biotexnologiyası olub, amin turşular, yem preparatları, fermentlər, zülallar, həmçinin bakterial gübrələrin istehsalı, itkilərin mühafizə vasitələri, bioyanacaq, qida məhsulları və s. istehsalı ilə əlaqədardır. **“Boz”** biotexnologiya - təbiəti mühafizə fəaliyyətinə yönəlməklə, buraya axıntı sularının və qaz-hava tullantılarının təmizlənməsi, torpaqların bioremediasiyası və çirklənmiş akvatoriyalara yönəlmişdir; **“göy”** biotexnologiya - dəniz orqanizmlərinin və xammal ehtiyatlarının istifadəsinə yönəlmişdir.

Yuxarıda sadalanan sahələr üzrə biotexnologiyanın tətbiqi zamanı, meydana gələn sərmayə və iqtisadi məsələlər, adətən bioiqtisadiyyat adlandırılan bölməni formalaşdırır.

1.2. Qida biotexnologiyasının predmeti, məqsəd və vəzifələri

XX əsrin ikinci yarısında insanlıq qarşısında təmiz su və qida maddələri çatışmazlığı (xüsusilə zülallı), ətraf mühitin çirklənməsi, xammal və enerji ehtiyatlarının çatışmazlığı, diaqnostika və müalicə ilə bağlı yeni vasitələrin inkişafının vacibliyi kimi ənənəvi metodlarla həll oluna bilməyən aktual problemlər qoyulmuşdur. Odur ki, prinsipial yeni metod və texnologiyaların işlənməsi və tətbiqinə kəskin ehtiyac yaranmışdı. Bu problemlərin kompleks şəkildə həllində biotexnologiyanın rolu şəksizdir.

Qida biotexnologiyası biotexnologiya elminin daimi inkişaf

edən güclü qollarından biridir.

Min illərdir ki, insanlar müvəffəqiyyətlə pendir, qatıq, sirkə, pivə, kvas, şərab və digər məhsullar hazırlamış, amma bu hazırlanan məhsulların mikrobioloji fermentləşmə hesabına olduğunu bilməmişlər. Qida biotexnologiyasının köməyi ilə hazırda pivə, şərab, spirt, çörək, sirkə, turş süd məhsulları, duza, hissə verilmiş və duzlanmış ət məhsulları hazırlanır. Bundan başqa biotexnologiya qida sənayesində tətbiq edilən bir çox maddələrin və birləşmələrin alınmasında da istifadə edilir. Bunlara limon turşusu, süd turşusu və digər üzvi turşular, müxtəlif təyinatlı - proteolitik, amilolitik, sellülitik ferment preparatları həmçinin amin turşular və digər yeyinti və bioloji aktiv əlavələr aiddir.

Qida biotexnologiyasının əhəmiyyəti ərzaq məhsullarının keyfiyyət göstəriciləri və xassələrinə əsaslı dərəcədə təsir göstərməsindədir. Biotexnoloji prosesləri bilməklə ərzaq məhsullarının xarab olma səbəblərini və qüsurlarını müəyyən etmək olur. Məhsulların xarab olması isə alınan məhsulun miqdarca azalmasına səbəb olur. Məsələn, turş süd məhsullarını hazırlayarkən mayanın düzgün istifadə edilməməsi alınan məhsulun həm keyfiyyətini aşağı salır, həm də qüsurlar əmələ gətirir. Digər tərəfdən mikroorqanizmlərin yeni ştamplarının tətbiqi pivə, şərab və s. məhsullara yeni orijinal ətir və dad gətirir. Biotexnoloji üsulla alınmış ferment preparatlarının tətbiqi ilə, sənayedə qida məhsulları alınması proseslərini optimallaşdırmaq və intensivləşdirmək və bunula da onun keyfiyyətini yüksəldərək saxlanma müddətini uzatmaq mümkün olur.

Göründüyü kimi, qida biotexnologiyasının vəzifəsi insanın sağlamlığının möhkəmlənməsi və əhali arasında xəstəliklərin profilaktikasına imkan verən sağlam qidalanmaya daxil olan məhsulların işlənilib hazırlanmasıdır.

“Qida biotexnologiyası”nın tədrisində məqsəd tələbələrə istehsalın xüsusiyyətləri, keyfiyyət analizi və kənd təsərrüfatı

məhsullarının saxlanması və emalı şəraiti ilə bağlı biliklər vermək, həmçinin tələbələrin qida məhsullarının biotexnologiyası sahəsində elmi-tədqiqatlara cəlb edilməsidir.

Fənnin vəzifələrinə aşağıdakılar aiddir:

- qida texnologiyasında tədqiqat obyektini və metodlarının öyrənilməsi;
- əvvəllər öyrənilmiş fənlərə dair (anatomiya, histologiya, mikrobiologiya, fiziki və kolloid kimya, biokimya, qida məhsulları istehsalının fiziki-kimyəvi əsasları, məhsulların tədqiqat metodları) biliklərin möhkəmləndirilməsi və həmçinin bu biliklərin biotexnoloji vəzifələrin həllində istifadəsini bacarmaq;
- mikrob biotexnologiyası, mühəndis enzimologiyası, gen və hüceyrə mühəndisliyində tədqiqat metodlarının öyrənilməsi;
- qida məhsulları istehsalında qida biotexnologiyasının nailiyyətlərinin tətbiqini öyrənmək.

Tələbələr fənni məminsəməklə borcludur:

Öyrənməyi:

- molekulyar kinetik hadisəni;
- tədqiqat proseslərinin analitik metodlarını;
- materiyanın xassələrini;
- alınan məlumatların müqayisəsi və tətbiq olunan metodlarla onların identifikasiyasını;
- peşəkar vəzifələrin həllində bioloji sistemlərin xassələrindən istifadə etməyi.

Bacarmalı:

- xammal və qida məhsullarında olan zülallar, yağlar və karbohidratların miqdarını biokimyəvi və analitik metodlarla təyin etməyi;
- müasir cihaz texnikasından istifadə etməklə tədqiqat metodlarını.

1.3. Qida biotexnologiyasının əsas istiqamətləri

Müasir qida biotexnologiyasını 2 istiqamətə bölmək olar: biotexnoloji yolla alınmış (üzvi turşular, amin turşular, vitaminlər) maddələr və birləşmələrin tətbiqi, həmçinin qida məhsulları istehsalının intensivləşdirilməsi.

Hazırda qida sənayesində biotexnoloji yolla alınmış məhsullardan geniş istifadə olunur (cədvəl 1.1). Qida əlavələrinin, o cümlədən mikroorqanizmlərin köməyi ilə alınmış üzvi turşular, ferment preparatları, şirinləşdiricilər, ətirvericilər, qatılaşıdırıcılar və s. tətbiq sahələri genişlənilir. Ərzaq bazarında funksional qida məhsullarının çeşidləri artır. Onların istehsalı üçün biotexnoloji yolla alınmış vitaminlər, amin turşular və digər birləşmələr tətbiq edilir.

Cədvəl 1.1

Biotexnoloji məhsullar və onların qida sənayesində tətbiqi

Biotexnoloji məhsullar	Qida sənayesində tətbiqi
Amin turşular: Sistein, metionin, lizin	Zülal tərkibli məhsulların qida (bioloji) dəyərinin artırılması
Qlutamin turşusu Qlisin, aspartat	Ət, balıq və digər məhsulların dadının artırılması Qənnadı məmulatlarına, alkoqolsuz içkilərə turşaşirin dadın verilməsi
Oliqopeptidlər: Aspartam, taumatin, monellin	Az kalorili şirin məhsulların istehsalı
Fermentlər: A-amilaza	Spirt, şərab, pivə, çörək, qənnadı məmulatları və uşaq yeməyi istehsalı
Qlükoamilaza	Qlükozanın alınması, dekstrinlərin pivədən çıxarılması
Invertaza	Qənnadı məmulatlarının istehsalı
Pullulanaza	Niştadən maltaz (β -amilaza iştirakı ilə) və ya qlükonlu meyvə şirələrinin alınması
β -qalaktozidaza	Süd zərdabından laktozanın çıxarılması, dondurmanın hazırlanması və s.
sellülaza	Həll olan kofenin, kök cəminin hazırlanması, göbələk və tərəvəzlərin qatılığıının artırılması,

pektinaza	sitrus meyvələrinin emalı Şərab və meyvə şirələrinin durulaşdırılması, sitrus meyvələrinin emalı
mikrob proteinaza	Pendir istehsalı, xəmirin yetişməsinin tezləşməsi, krekerlər istehsalı, ətin keyfiyyətinin artırılması
rennin	Südü laxtalaşdırılması
pepsin, papain	Pivənin durulaşdırılması
fisin, tripsin, bromelain	Balıqın marinadlaşdırılmasının sürətlənməsi, ətin sümükdən asan ayrılması
lipaza	Pendirə, şokolada, süd məhsullarına xüsusi dadın verilməsi, çalınmış yumurta ağının keyfiyyətinin artırılması
qlükoooksidaza, katalaza	Quru süddən, kofedən, pivədən, mayonezdən, meyvə şirələrindən oksigenin çıxarılması ilə keyfiyyətinin və saxlanma şəraitinin uzadılması
Vitaminlər: A, B ₁ B ₂ B ₆ B ₁₂ C,D, E β-karotin C, E B ₂ ,β-karotin	Məhsulların qida dəyərinin artırılması Antioksidantlar Rəngləyicilər, rəng gücləndiricilər
Üzvi turşular: Sirkə, limon, benzoy, süd, qlükon, alma turşuları	Konservantlar, dadvericilər, turşulaşdırıcılar
Terpenlər və ona yaxın birləşmələr: Geraniol, nerol	Dadvericilər
Polisaxaridlər: Ksantanlar	Kremlərin və cəmlərin qatılaşdırıcı və stabilizatorları

Qida biotexnologiyası biotexnologiyanın perspektivli sahələrindən biridir. Biotexnologiya və onun tərkib hissəsi olan qida biotexnologiyası bir sıra istiqamətlər üzrə inkişaf etdirilməkdədir. Biotexnologiya üzrə belə istiqamətlərə, ətraf mühitin çirklənməsi testinin aparılması üçün yeni üsullar, mikroorqanizmlərdən istifadə etməklə ətraf mühitin (su, torpaq və s.) çirkləndiricilərdən təmizlənməsi; yeni tibbi dərmanların alınması (vaksin, antibiotiklər, fermentlər və b.), insanların fəaliyyəti

yətində istifadə edilən kimyəvi maddələr və birləşmələrin istehsalı; insan üçün lazım olan maddə və birləşmələrin yeni ştamm-produsentinin alınması və s. aiddir.

Qida biotexnologiyası üzrə isə aşağıdakı perspektiv inkişaf istiqamətlərini qeyd etmək olar:

- Süd, şərab və pivə istehsalında maya kimi istifadə olunan mikroorqanizmlərin yeni şramlarının yaradılması;
- Qida sənayesində istifadə olunan maddə və birləşmələrin (üzvi turşular, qida əlavələri, bioloji aktiv maddələrin komponentləri) yeni ştamm-produsentlərinin işlənməsi;
- Qida sənayesinin müxtəlif sahələrində istifadə olunan mikroorqanizmlər vasitəsilə fermentlərin alınması: süd-pendir, pivə, alkoqolsuz içkilər, ət (çiy qaxac olunmuş və çiy hissə verilmiş ət məmulatları), qida konsentratları və s.
- Qida sənayesi, eləcə də digər sənaye sahələrində istifadə edilən tullantılardan mikroorqanizmlərin becərilməsi üçün qida mühiti kimi istifadə olunması.

Beləliklə, qida biotexnologiyasının inkişafı yalnız biotexnologiya proseslərinin təkmilləşdirməsi və səmərəliliyinin artırılması ilə deyil, həm də qida məhsullarının yeni istehsal proseslərinin işlənməsi ilə müəyyən edilir.

Ərzaq çatışmazlığı ilə əlaqədar olaraq gələcəkdə mikroorqanizm - produsentlər (mayalar, mikroskopik göbələklər, bakteriyalar) vasitəsilə zülal biokütləsinin alınmasının perspektivləri vardır. Bu istiqamətin bir sıra üstünlükləri məlumdur: mikroorqanizmlərin inkişafının yüksək sürəti və məhsulun sintezi; böyük olmayan sahələrin istifadəsi; yeni yüksək məhsuldar ştamların seleksiya, mutasiya, gen mühəndisliyi vasitəsilə alınması; müxtəlif təmizliyə malik zülal preparatlarının alınma imkanları.

Qida sənayesində mikroorqanizmlərdən daha ağıllı istifadə etməklə texnologiya prosesləri təkmilləşdirmək, məhsul çıxımını artırmaq və ərzaq məhsullarının çeşidini genişləndirmək mümkündür.

1.4. Biotexnologiyanın meydana gəlməsi və formalaşması

Biotexnologiyanın formalaşması məsələsinə birmənalı yanaşma yoxdur. Bəzi tədqiqatçılara görə (Ovçinnikov, Buev, Skryabin) biotexnologiya qıvcırma, spirt alınması, siloslaşma ilə bağlı qədim sahədir; digərləri (Ayba, Xemfri, Millis) belə hesab edirlər ki, bu tarix “Merk Kemikal Kompani” şirkətinin 1947-ci ildə biokimyəvi texnologiya sahəsində “Mak-Qo-hill” mükafatı almasından başlayır. Nəhayət böyük çoxluq biotexnologiyanın XX əsrin 70-ci illərində gen mühəndisliyinin yaranmasından sonra təşəkkül tapdığını bildirir. Onu da qeyd etmək yerinə düşər ki, müasir biotexnologiyanın meydana gəlməsində mikrobiologiya sənayesinin mövcud sahələri də baza rolu oynamışdır. Keçən əsrin 50-ci illərindən başlanan bu dövr öz köklərini qədim sivilizasiyadan götürür.

Biotexnologiyanın formalaşmasına qədərki tarixi bir sıra mərhələlərə bölmək olar:

- bizim eradan əvvəl 6-cı minillikdə empirik texnologiyanın meydana gəlməsi;
- XV-XVI əsrlərdə təbii elmlərin təşəkkül tapması;
- mikrobioloji istehsalın formalaşması və XIX əsrin sonu XX əsrin 10-cu illərində, digər elmlərlə mikrobioloji istehsalın qarşılıqlı əlaqəsinin yaranması nəticəsində, mikrobioloji istehsalda inqilabi dəyişikliklərin meydana gəlməsi;
- müasir biotexnologiyanın (XX əsrin 10-40-cı illərində) meydana gəlməsi üçün elmi-texniki şərtlərin yaradılması.

İnsanlar çox qədim zamanlardan öz təsərrüfatında bioloji orqanizmlər, o cümlədən mövcudluğunu bilmədikləri mikroorqanizmlərdən istifadə etmişlər. Təcrübədə istifadə olunan ilk mikrobioloji proses qıvcırmadır. Bu, mikrob fermentlərinin təsiri altında üzvi substratda baş verən maddələr mübadiləsi nəti-

cəsində yaranan dəyişiklikdir. Qıcırma proseslərinin törədici-ləri göbələk, bakteriya və mayalardır. Qeyd olunan orqanizm-lər nisbətən sadə şəraitdə asan dirçəlir, sürətlə çoxalır və üzvi maddələrin parçalanmasını törədən fermentlər sintez edirlər. Qıcırma qədim zamanlardan çörək bişirmədə, pivə və şərəbçi-lıqda tətbiq olunmuşdur (şəkil 1.2).



Şəkil 1.2. Qədim Misirdə çörək istehsalı

Vavilonda qazıntılar zamanı 6000 il bundan əvvələ aid edi-lən və pivə hazırlanmasına dair yazısı olan avadanlıq, Misir pi-ramidalarında isə həmin dövrdə qurulmuş çörək sobası aşkar edilmişdir (şəkil 1.3).

Qədim Romada fəaliyyət göstərən təmizləyici qurğulara da-ir məlumatlar vardır. 3-4-cü minillikdən lifli bitkilərin (kətan, kənaf və b.) isladılmasının əsasında duran pektin qıcırması prosesləri insanlara məlum idi. Qədim vaxtlardan insanlar mik-roorqanizmlərin fəaliyyətinin əks nəticələri ilə (məhsulların xa-rab olması, insanların və ev heyvanlarının yoluxucu xəstəliklə-

ri) qarşılaşmaqdadırlar. İlk mərhələlərdə bu hadisələrlə mübarizə metod və vasitələrinin şüursuz şəkildə işlənməsinə dair empirik cəhdlər var idi. Bu yolla məhsulların ilk konservləşdirilmə metodları meydana gəlirdi.



Şəkil 1.3. Qədim Misirdə pivə

XV əsrin ikinci yarısında müasir təbii elm sahələrinin inkişafının başlandığı bildirilməklə biologiyanın təşəkkül tapması və inkişafa başladığı qeyd olunur. Biologiyanın təşəkkül tapmasında və inkişafında kimyanın əsaslı təsiri olmuşdur. Kimya həmin dövrdə təsviri şəkildən analitik formaya çevrilirdi. Qıcqırma prosesinin mahiyyətinin öyrənilməsində irəliləyişlər baş vermiş, “fermentləşmə” termini meydana gəlmiş, qıcqırma prosesi isə mühitdə mayaların, yaxud fermentlərin mövcudluğu ilə əlaqələndirilməyə başlanmışdı.

XVI-XVII əsrlərdə əvvəlcə Fransada, sonra isə hər yerdə xəmirin şişməsi üçün pivə mayalarından istifadə edilməyə başlandı; sonralar pivə alınma texnologiyasının dəyişilməsi və təkmilləşdirilməsi aparılmış və bu məqsədlə spirt istehsalı üçün olan mayalardan istifadə edilməyə başlanmışdı. Avropada bakterial qələviləşdirmə prosesləri ilə mis əldə edilmişdi.

XVIII əsrin ikinci yarısında bir maddənin digərini parçalamaq xüsusiyyəti sübut olundu. Bu, spesifik kimyəvi reaksiyaların katalizində fermentlərin möcüzəli xüsusiyyətinin eksperimental yolla öyrənilməsi üçün başlanğıc oldu. Beləliklə, təsviri mikrobiologiyanın inkişafı və kimyəvi çevrilmələrin öyrənilməsi mikrobiologiya və biokimyanın təşəkkülü üçün vacib mənbə oldu.

XIX əsrdə kimya elmlərinin inkişafı ilə üzvi kimyanın əsası qoyulmuş oldu. Bu dövrdə bir çox üzvi turşular, qliserin, xolesterin, qlükoza, ilk amin turşular kəşf olunmaqla, karbamidin sintezi həyata keçirildi. Enzimologiyanın meydana gəlməsi üçün polişəkərlərin hidroliz proseslərinin öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb etdi. Mikrobioloji istehsalın elmi əsaslarının yaradılmasında Lui Pasterin işləri mühüm rol oynadı. O, Fransa hökumətinin xahişi ilə bir sıra istehsal sahələrində texnoloji proseslərin pozulması səbəblərini tədqiq etdi. Tətbiqi mikrobiologiya sahəsində çalışan Paster bir sıra nəhəng fundamental kəşflər etdi ki, onlar müasir texniki mikrobiologiyanın əsaslarını təşkil etmiş oldu. Paster mübahisəsiz şəkildə sübut etdi ki, xəstəlik, məhsulların xarab olması, qıcqırma və çürümə prosesləri mikroorqanizmlər tərəfindən törədilir və bu orqanizmlərin mühitə düşməsinin ekzogenliyinə dair nəzəriyyəni yaratmış oldu. Bununla da o zamanlar orqanizmlərin özlərinin yoluxmasına dair mövcud olan nəzəriyyə alt-üst edilmiş oldu. Pasterin işləri şərəbçilik, pivə bişirmə, spirt və sirkə istehsalı, yoluxucu xəstəliklərlə mübarizənin elmi əsaslarını qoydu. Bu dövrün nəhəng nailiyyətlərindən biri təmiz

kulturların alınma metodlarının işlənməsi, həmçinin də mikroorqanizmlərin ayrılması və çoxaldılması üçün mühitin təkmilləşdirilməsidir. Təmiz kulturlardan mikrobioloji istehsallarda geniş istifadə olunmağa başlandı. Mikrob antoqonizminin öyrənilməsi və onun tibbdə tətbiqinə dair işlər böyük əhəmiyyətə malik idi. Meçnikov tərəfindən mikrobların antoqonizminə dair təlim yaradıldı və həmin təlimin praktik tətbiqi üçün elmi əsaslandırılmış tövsiyə verildi. Bu dövrdə azotun fiksasiyası ilə bağlı fəal işlər aparıldı. Alman tədqiqatçıları Helrigel və Vilfart azotun paxlalı bitkilərlə fiksasiya edilmə prosesinin bioloji təbiətini müəyyən etdi. Beyernik isə kök-yumru bakteriyalarının təmiz kulturlarını ayıraraq, onların bitki rizosterində iştirakını sübut etdi. Həmin vaxtlar Vinqradski, Omelyanski, Nadson və İsaçenkonun parlaq işləri ilə geoloji mikrobiologiyanın əsası qoyuldu. Mikroorqanizmlərin kükürd, dəmir, kalsiumun çevrilmələrində, çirk əmələ gəlməsində rolunun öyrənilməsinə başlandı. Yaxantı sularının bioloji işlənməsi və susuzlaşdırılmasının elmi əsasları yaradıldı. Enzimologiyanın əsasları qoyulmaqla, fermentlərin öyrənilməsi və tətbiqi üçün xüsusi “yumşaq” metodların işlənməsi və seçilməsi, həmçinin ayrılması və təmizlənməsi tələb olunurdu. Bir sıra maddələrin şirənləşdirilməsi üçün ferment preparatlarının praktik tətbiqinə başlandı, dərinin aşılınması və analitikada tətbiqi üçün preparatlar meydana gəldi.

XIX əsrin 70-80-ci illərində bitki və heyvan toxuması hüceyrələrinin artırılmasının əsasları qoyuldu. Şvann və Virtovin işlərindən sonra (hüceyrəni elementar orqanizm adlandırırlar) canlı hüceyrənin öyrənilməsinə maraq artdı və xüsusi şərait və mühitdə hüceyrə toxuma hissəciyinin həyat qabiliyyətinin saxlanması üçün eksperimentlərə başlandı. Mendel eksperimentlər əsasında 1865-ci ildə irsi əlamətlərin ötürülməsi ilə əlaqədar müşahidələri və qanunauyğunluqlar barədə “təbiətin sınaqçıları cəmiyyətinə” məruzə təqdim etdi.

XX əsrin əvvəllərində “mutasiya”, “gen” terminləri irəli sürüldü, Settona-Boveri hipotezi meydana gəldi ki, bu da xromosomların irsi əlamətlərin daşıyıcısı olduğunu əks etdirirdi. Rus sitoloqu Navaşin xromosomların quruluş xüsusiyyətlərini açdı və irsiyyətin əsasında xromosom nəziyyəsinin bünövrəsini qoydu. Beləliklə, həmin dövrün bilikləri bir çox istehsal proseslərinin biotexnologiyasının elmi əsaslandırılmış işlənməsinə başlanmasına imkan verdi.

Müasir biotexnologiyanın meydana gəlmə ərəfəsindəki tarixi (XX əsrin 10-40-cı illəri) şərti olaraq iki mərhələyə bölmək olar. Birinci mərhələdə, əvvəlcə mövcud istehsal texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi baş verdi; sonra mikrobiologiya, biokimya və həmin dövrün digər elmlərinin inkişafı hesabına yeni istehsalın təşkili üçün təkmilləşdirilmiş prinsipial aparat və texnologiya yarandı. Bu dövrdə yeni ekoloji təmiz biogübrə və kənd təsərrüfatı bitkilərinin xəstəlik və zərərvericilərinə qarşı bioloji preparatlar buraxılışına başlandı; bir sıra məqsədli məhsulların (üzvi həlledicilər, spirtlər) istehsalı meydana gəldi, biotexnoloji emal prosesləri və bitki qalıqlarından istifadənin sınaqlarına start verildi. Bu dövrün ikinci mərhələsi bir sıra mürəkkəb maddələrin – antibiotiklər, fermentlər, vitaminlərin biotexnoloji metodlarla alınması ilə sıx əlaqədardır. Bu dövrün inqilabi anı antibiotiklər istehsalı texnologiyasının sənayedə realizə olunmasıdır. Bunun üçün Fleminq, Flori və Çeynin kəşfləri dönüş nöqtəsi oldu. Onlar pensilin kimyəvi müalicəvi təsirini aşkar etdilər. Bununla eyni vaxtda keçmiş SSRİ-də Yermolova lizosemin təsirini öyrənmiş və onu təbii immunitet faktoru kimi qeyd etmiş, Hauze və Brajnikova yeni fəal preparat-qamisidin antibiotiki almışlar.

İkinci dünya müharibəsindən sonra sənaye biotexnologiyasının intensiv inkişafı gedişində amin turşular, birhüceyrəli zülallar istehsalı təşkil olunmuş, steroidlərin çevrilmələri, heyvan və bitki hüceyrələrinin artırılması mənimsənilmişdir.

Mikroorqanizmlərin infekt hüceyrələri steroid təbiətli dərman maddələri almaq üçün geniş istifadə olunmağa başlandı və vaksinin geniş istehsalı təşkil olundu.

Son 25-30 ildə meydana gəlmiş yeni biotexnologiya prosesləri erası immobilizə olunmuş (bərkidilmiş) fermentlər və hüceyrə orqanoidlərindən istifadəyə, həmçinin DNT rekombinatı metodlarına əsaslanırdı. Hazırda güclü inkişaf edən gen və hüceyrə mühəndisliyi onunla bağlıdır ki, biotexnologiya tədricən yeni-yeni istehsal sahələrini əhatə edir və insan fəaliyyətinin bir çox sahələrində qətiyyətlə tətbiqini tapır. 60-cı illərin sonunda immobilizə olunmuş fermentlər və hüceyrələr yalnız yarımsintetik preparatların deyil, həm də qeyri-mürəkkəb biokimyəvi analizlərin aparılmasında uğurla tətbiq olunmağa başlandı.

Gen mühəndisliyinin meydana gəlməsini şərti olaraq 1972-ci ilə aid edirlər. Bu vaxt ABŞ-da Berq tərəfindən DNT-nin rekombinat molekulu alındı. 70-ci illərin ortalarında bu problemlə dünyanın bütün ölkələrində minlərlə elmi kollektiv və sənaye şirkətləri intensiv məşğul olmağa başladı.

“Genetika” və “mühəndislik” sözünün birgə ifadəsi sübut edir ki, DNK rekombinatının qurulması mümkün olmaqla, məqsədyönlü şəkildə süni genetik proqramlar yaradıla bilər. Bu bir çox vacib preparatların alınmasının təşkilinə imkan verməklə yanaşı, həmçinin sənaye toksikantlarının yeni super ştamplarının deqadatorlarının alınması üçün zəmin yaratmış oldu. Beləliklə, biotexnologiya prosesləri də daxil olmaqla, yeni biotexnologiyanın müxtəlif sahələrində inqilabi dəyişikliklər baş verdi.

Həmin metodlar ekoloji təmiz biotexnologiyanı intensivləşdirməyə, qida və yeni preparatlar istehsalına, insanlığı material və enerji, həmçinin təbiəti mühafizə ehtiyatları ilə təmin etməyə imkan verir.

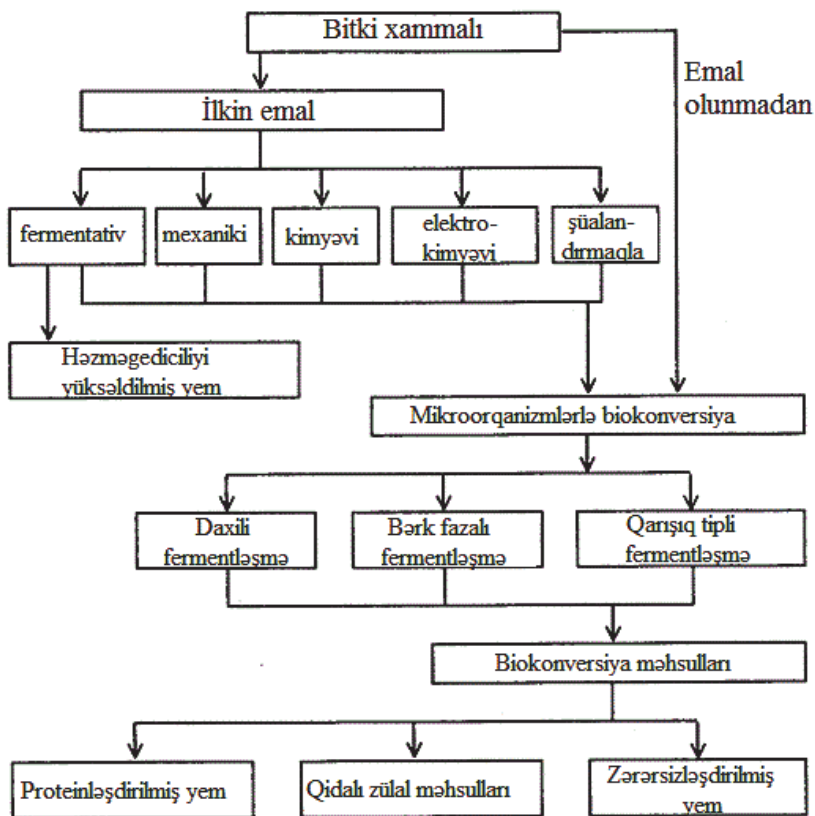
Göründüyü kimi, bioloji proseslərin kökü çox qədimlərə

getməklə, onların gələcəyi qeyri-adi dərəcədə geniş və perspektivlidir.

Bioloji texnologiya (biotexnologiya) insan həyatının müxtəlif sahələri üçün faydalı məhsulların idarə olunmaqla alınmasını təmin edir. Bu texnologiya müxtəlif bioloji agent və sistemlərin-mikroorqanizmlər, viruslar, bitki və heyvan hüceyrə və toxumları, həmçinin hüceyrədən kənar maddələr komponentlərinin katalitik potensialından istifadəyə əsaslanır. Hazırkı zamanda biotexnologiyanın işlənməsi və mənimsənilməsi praktik olaraq bütün ölkələrin fəaliyyətində vacib yer tutur. İnkişaf etmiş ölkələrin iqtisadi siyasətində mərkəzi vəzi-fələrdən biri biotexnologiyada nailiyyətlər qazanılmasıdır. İndi ABŞ və Yaponiya biotexnologiyada lider olub, kənd təsərrüfatı, əczaçılıq, qida və kimya sənayesi üzrə bu sahədə çoxillik təcrübələrə malikdirlər. Qərbi Avropa ölkələri (AFR, Fransa, Böyük Britaniya), həmçinin Rusiya ferment preparatları, amin turşuları, zülal, təbii ləvazimatlar istehsalında mövqelərini möhkəmləndirməkdədirlər.

Mühüm istiqamətlərdən biri də biokonversiya yolu ilə bitki xammalından zülal və yem məhsullarının alınmasıdır (şəkil 1.4).

İnsanlar bir çox minilliklər boyu biotexnologiyadan istifadə etmişlər. Belə ki, pivə və çörək bişirmiş, turş süd məhsulları almış, dərman maddələri almaq və qalıqların emalı üçün fermentləşdirmə tətbiq etmişlər. Gen mühəndisliyi daxil olmaqla biotexnologiyanın yalnız yeni metodları “biotexnoloji fırtınaya” gətirib çıxarmışdır ki, bunun da hazırkı vaxtda şahidləri bizlərik.



Şəkil 1.4. Bitki xammalının biokonsversiya sxemi

Bu gün biotexnologiya elmi-texniki tərəqqi mövqeyinə keçmişdir. Qıcqırmaya əsaslanan ənənəvi biotexnoloji proseslər zülal, amin turşular, antibiotiklər, fermentlər, vitaminlər, üzvi turşular və s. alınmasının yeni səmərəli prosesləri ilə tamamlanmaqdadır. Vaksinlər, hormonlar, interferonlar və s. alınması ilə əlaqədar olaraq yeni biotexnologiya erası başlamışdır. Bu gün biotexnologiya qarşısında duran vacib vəzifələrə kənd təsərrüfatı bitkiləri və heyvanlarının məhsuldarlığının artırılması, kənd təsərrüfatında becərilən yeni cins və növlərin yaradılması,

ətraf mühitin mühafizəsi və qalıqların utilizasiyası, mineral ehtiyatlar alınması və ekoloji təmiz enerji çevrilmələri proseslərinin yaradılması aiddir.

Biotexnologiyanın insan həyatındakı rolu və perspektivlərini xarakterizə etmək üçün yapon professoru K.Sakaquçinin biotexnologiya ilə bağlı keçirilən bir Simpoziumda dediyi fikrə nəzər salmaq kifayətdir. “Nə arzu edirsinizsə hamısını mikro-organizmlərdə axtarın və onlar sizi naümid buraxmaz”.

Biotexnologiyanın inkişafı və yenidən qurulması biologiyada son 25-30 ildə baş verən dərin dəyişikliklərlə bağlıdır. Bunlarla yanaşı digər sahələrdə baş verən mühüm kəşflər biotexnologiyanın inkişafına təsir etmişdir (cədvəl 1.2).

Cədvəl 1.2

Biotexnologiyanın inkişafı üçün yeni nəticələri
vacib olan elm sahələri

Elm sahələri	Məhsul və texnologiya
Gen mühəndisliyi	DNT rekombinat texnologiyası
Biokataliz	Fermentlər (ayrılması, immobilizə olunması). Bütöv mikrob hüceyrələri (immobilizə etmə, stabilləşdirmə)
İmmunologiya	Monoklonal antitel
Fermentləşdirmə texnologiyası	Məhsullar istehsalı, qalıqların emalı

Son illərdə yeni termin – nanobiotexnologiya meydana gəlmişdir. Bu sahə molekul səviyyədə özünü təşkil, yeni nanobi-ostrukturlar – dərmanlar üçün nanokapsullar və toxumaların yetişdirilməsi üçün nanoliflərdən karkaslar istehsalını nəzərdə tutur. Nanobiotexnologiyanın vacib istiqaməti təbabət üçün yeni materialların işlənilib hazırlanmasıdır.

1.5. Biotexnologiyanın əsas terminləri. Mikroorqanizm-produsentlərə verilən tələblər

Biotexnologiyada əsasən təmiz mədəni mikroorqanizm-produsentdən istifadə edilir, bu da qabaqcadan xassələri məlum olan məhsul alınmasına imkan verir. Bu məqsədlə mikroorqanizmlərin ştamlarından istifadə edilir.

Mikroorqanizm-produsentə aşağıdakı tələblər qoyulur:

- mikroorqanizm ucuz və asan tapılan qida mühitində yetişməli;
- mühitin qida maddələrini maksimum mənimsəməli;
- biokütləsi yüksək sürətlə böyüməli və məhsul çıxımı yüksək olmalı;
- sintetik aktivlik göstərərək arzu olunan məhsul tərəfə yönəlməli,
- əlavə məhsulların alınması əhəmiyyətli dərəcədə az olmalı;
- genetik cəhətdən bircinsli, məhsul alınmasına, qida substratına və yetişmə şəraitinə tələbkar, stabil olmalıdır;
- kənar mikrofloraya davamlı;
- insan və ətraf mühit üçün zişansız;
- yaxşı ayrılma xüsusiyyətli olmalıdır.

Yüksək sintez, başqa sözlə mikroorqanizmin fizioloji tələbatı üstələyən, müəyyən miqdarda məhsulu yaratmaq qabiliyyətinə təbiətdə tez-tez təsadüf edilir. Mikroorqanizmlərin bu xüsusiyyətlərindən ilk dəfə insanların təsərrüfat fəaliyyətində istifadə edilmiş və beləliklə də kortəbii seçmədən daha məhsuldar formaya keçilmişdir.

Sənayedə 3 ştamm forması tətbiq edilir: təbii və ya süni seçmə ilə alınan yaxşılaşdırılmış, mutasiya nəticəsində dəyişmiş, gen və ya hüceyrə mühəndisliyi üsulu ilə alınan ştamm.

Çox vaxt seçmə üsulu ilə yüksək aktivliyə malik produsentlər almaq mümkün olmur, ona görə də orqanizmin təbiəti-

ni lazımi istiqamətdə dəyişmək məsələsi ortaya çıxır. Bunun üçün seleksiya üsulundan istifadə edirlər.

Seleksiya - mutantların yönəldilmiş seçməsidir, başqa sözlə, mikroorqanizmlərin insana lazım olan istiqamətdə irsi əlamətlərinin dəyişməsidir.

Mikroorqanizmlərin təbii ştamları qida mühitində lazım olan məhsulun ehtiyatını toplayıb ayırmaq xüsusiyyətinə malik olmalıdır ki, bu az xərclə kifayət qədər məhsul miqdarını təmin etsin. Ona görə seleksiyanın qarşısında nəinki mikroorqanizmin təbii xüsusiyyətlərini artırmaqla müəyyən maddələrin (fermentlər, antibiotiklər, amin turşular və s.) alınması, həm də bir çox hallarda produsentin yabanı növündən yeni ştamm yaradılması vəzifəsi durmalıdır. Bu vəzifə təbii ştamdan irsi dəyişikliklə, yəni mutasiya yolu ilə həll edilir. Bu da hüceyrənin fenotipinə, fizioloji və morfoloji əlamətlərinə təsir edir. Təsadüfi mutasiya mikrobların populyasiyasını dəyişərək yaşamaq üçün yeni şəraitə uyğunlaşdırır. Mutasiya mikroorqanizmlərin təbii xüsusiyyətlərini yüksəltməyə gətirib çıxarır ki, bu da müəyyən maddələrin sintezi və əmələ gəlməsinə, eləcə də maddənin yeni xüsusiyyətlərinin yaranmasına imkan verir. Seleksiyanın gedişini sürətləndirmək üçün aparıcı mutagenəzədən istifadə olunur və bu zaman fiziki, kimyəvi və bioloji təbiətə malik mutagen faktorlar tətbiq edilir. Universal fiziki mutagenə - ultrabənövşəyi şüalandırmanı, rentgen şüasını və s.; kimyəvi faktorlara - azotlu zəhərli qaz, nitrosaminlər, tetraxlorometan CCl_4 və başqa maddələri; bioloji - mutagenə faqları (mikroorqanizmlərin viruslarını) aid edirlər.

Beləliklə, seleksiya edilmiş mikroorqanizmlərin ştamları müəyyən qiymətli irsi möhkəmlənmiş xüsusiyyətlərə malik olur.

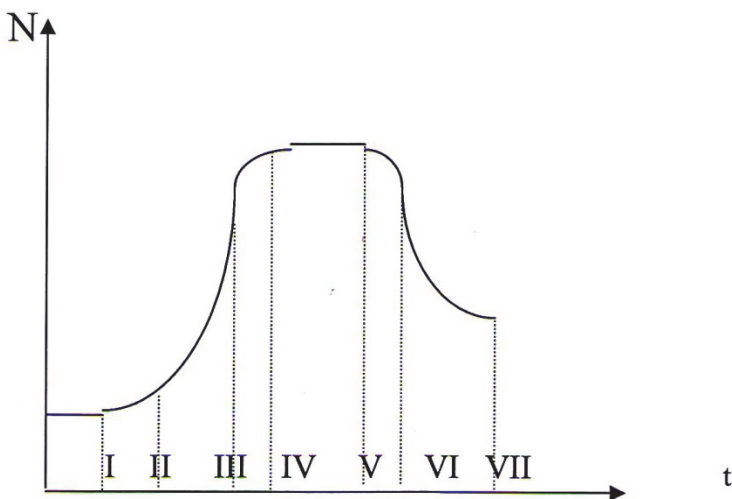
Bununla belə mutasiya təsadüf nəticəsində alınır, ona görə də gen mühəndisliyində - sınaq şüşəsində genetik rekombinasiya

binasiya tətbiq edilir. Rekombinasiya 2 xromosomdakı genlərin dəyişdirilməsidir. DNT molekulalarını sınaq şüşəsində canlı hüceyrələrin təbii və ya sintetik hissələrinin ikiləşmə qabiliyyətli hüceyrələrlə birləşdirilməsindən DNT rekombinantları alınır. Bu üsul bakteriyalar, daha doğrusu bağırsaq çöpləri üzərində insan və heyvan genlərinin birləşdirilməsindən işlənilib hazırlanmışdır. Sınaq şüşəsində rekombinasiya üsulu, DNT-nin hibrid molekulalarının alınmasına və onun canlı hüceyrəyə köçürülməsilə yeni əlamətli molekul almağa imkan verir. Məsələn, spesifik zülalın alınması. Mikroorqanizmlərin yeni ştamplarının alınma mümkünlüyünə penisillin antibiotikinin produsenti timsalında nəzər salaq. Əvvəlcə *Penisillium chrysogenum* (NRRL-1951) ştammi 60 mq/l penisillin əmələ gətirirdi. Sonra təsadüfi mutasiyadan yeni ştamm (NRRL-1951.B25) əmələ gəldi ki, bundan 150 mq/l penisillin alındı. Rentgen şüalanmasından sonra alınan (X-1612) mutantı 300 mq/l penisillin verdi. Bir neçə mutageniz və seleksiyanın tətbiqi ilə ultrabənövşəyi şüalarla və ipritlə işləməklə alınan yüksək məhsuldar (E-15.1) ştamm isə 7 q/l penisillin verdi. Beləliklə, 21 dövr mutageniz və seleksiya tətbiq etməklə 2 onillikdə penisillin çıxımını 55 dəfə artırmaq mümkün oldu. Hazırda mikroorqanizm produsentlər 20 q/l penisillin çıxımına imkan verir.

1.6. Mikroorqanizmlərin inkişaf mərhələləri və kinetikasi

Məlumdur ki, mikroorqanizmlər təzə qidalı mühitə düşdükdə dərhal bölünür. Bu fazanı laqfaza adlandırırlar. Bu mərhələdə əkin materialı yeni mühitə uyğunlaşmağa başlayır. Ferment sistemi aktivləşir, lazım gələrsə yeni ferment sistemi sintez olunur, hüceyrə yeni nukleotid turşusu və digər birləşmələr sintez etməyə başlayır. Bu fazanın davam etmə müddəti mikroorqanizmlərin fizioloji xüsusiyyətindən, qida mühitinin tərkibi

bindən, becərilmə şəraitindən asılıdır. Bu fərqlilik nə qədər az və ya nə qədər çox olarsa bu faza o qədər qısa olar (şəkil 1.5).



Şəkil 1.5. Mikroorqanizmlərin inkişaf əyriyələri (becərilmə müddətindən asılı olaraq hüceyrələrin miqdarı); I, II, III, IV, V, VI, VII – inkişaf fazaları

II faza - inkişaf fazası adlanır. Bu faza hüceyrələrin bölünməsinin başlanması, populyasiyanın ümumi kütləsinin və materialın inkişaf sürətinin daim artması ilə xarakterizə olunur. Bu faza davamedici deyildir.

Sonra loqarifm və ya eksponensial faza olan III faza başlayır. Bu fazada hüceyrələr maksimal dərəcədə sürətlə artır, əmələ gələn hüceyrələrin əvvəlki və sonrakı nəsli arasındakı interval daimi olur. Hüceyrələrin loqarifm ədədi zamandan xətti asılı olur. Mikroorqanizmlərin belə sürətlə bölünməsi və artması nəticəsində qida mühitində lazım olan qida maddələrinin azalması baş verir. Bu da orqanizmlərin inkişaf sürətinin zəifləməsinə səbəb olur. Bundan başqa mühitdə metabolizm məhsulları toplanmağa başlayır və onun müəyyən qatılığı maddələr

mübadiləsinin biokimyəvi proseslərinin getməsinə mane olur. Bəzən qida mühitində o qədər hüceyrə toplanır ki, yeni nəsil üçün yer qalmır. İnkişaf sürəti, bölünən hüceyrələrin sayı azalır və IV fazada inkişafın zəifləməsi başlayır.

V faza stasionar faza adlanır. Canlı hüceyrələrin kütləsi və miqdarı maksimum həddə çatır. Yeni əmələ gələn hüceyrələrlə ölənlərin sayı bərabərləşir.

Müəyyən müddətdən sonra bu bərabərlik pozulur və ölən hüceyrələrin sayı artmaqla VI faza başlayır. Bu faza bölünmənin inkişaf fazası adlanır.

Hüceyrənin inkişaf dövrü VII faza ilə başa çatır. Bu faza mikroorqanizmin ölməsi və avtolizi ilə xarakterizə olunur. Bu fazaya məhv olma fazası deyilir. Bu fazada hüceyrənin biokütləsi azalır ki, bu da ehtiyat qida maddələrinin olmaması ilə izah olunur.

İstənilən mikroorqanizmin inkişafı üçün aşağıdakılar lazımdır:

- 1) həyat qabiliyyətli əkin materialı;
- 2) karbon və enerji mənbəyi;
- 3) biokütlənin sintezi üçün qida maddələri;
- 4) inkişaf inhibitorlarının (inkişafa mane olan) olmaması;
- 5) lazım olan fiziki-kimyəvi şərait (temperatur, mühitin pH-ı, oksigenin olub olmaması).

Əgər bu tələblər ödənilərsə onda birhüceyrəli mikroorqanizmlərin inkişaf sürəti, binar bölünmədə yaxşı qarışdırılmış fasiləli şəraitdə mikrob kütləsinin qatılığı ilə proporsional olacaqdır. Bu, aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

$$\frac{d_x}{d_t} = \mu x$$

Burada: d_x/d_t - inkişaf sürəti;
 μ - proporsional əmsal;
 x - biokütlənin qatılığı.

Əgər μ sabit olarsa mikroorqanizmlərin belə inkişafını eksponensial və ya loqarifmik adlandırırlar. Mikroorqanizm kütləsinin tərkibi ilə ətraf mühit şəraiti sabit olarsa, onda bu özünü doğrultmuş olur.

1.7. Mikrob qıcırması və metabolizm məhsulları

Mikrob qıcırması və metabolizm məhsullarına ilkin metabolitlər, ikinci metabolitlər, fermentlər və hüceyrə biokütləsinin özü aid edilir.

İlkin metabolitlər – aşağı molekullu birləşmələr (molekul kütləsi 1500 daltondan aşağı) olub, mikroorqanizmlərin inkişafı üçün lazımdır. Onlardan biri makromolekulların qurucu bloku, digərləri isə kofermentlərin sintezində iştirak edənlərdir. Metabolitlərdən ən çox lazım olanı amin turşular, üzvi turşular, purin və pirimidin nukleotidləri və vitaminlər hesab edilir.

İkinci metabolitlər - aşağı molekullu birləşmələr olub, inkişafın gec mərhələsində əmələ gəlməklə mikroorqanizmlərin inkişafı üçün tələb olunmur. İkinci metabolitlərin kimyəvi tərkibinə müxtəlif birləşmələr qrupu aiddir. Bunlara antibiotiklər, alkaloidlər, toksinlər, pigmentlər, hormonlar daxildir.

FƏSİL 2

MİKROB SINTEZİ MƏHSULLARI İSTEHSALININ BİOTEXNOLOGİYASI

Qida mühiti məhsulun həyat fəaliyyətini, böyüməsini, bioobyektin inkişafını, səmərəli sintezini təmin edir. Qida mühitinin ayrılmaz tərkib hissəsi olan su və qida maddələri həqiqi (mineral duzlar, amin turşular, karbon turşuları, spirtlər, aldehydlər və s.) və kolloid məhlullar (zülallar, lipidlər, qeyri-üzvi birləşmə - dəmir hidroksid) əmələ gətirir. Bəzi komponentlər bərk halda ola bilər, üzə bilər və yaxud bütün həcm boyu bərabər yayıla bilər.

2.1. Qida mühiti üçün xammal

Məhsulu almaq üçün istifadə edilən xammal tez tapılan, ucuz, imkana görə asan əldə edilən olmalıdır. Məsələn, şəkər istehsalında əlavə məhsul olan melassa, neft və qaz komponentləri, kənd təsərrüfatı məhsullarının tullantıları, ağac və kağız emalı məhsulları və s. bu qəbildəndir. Qida mühiti üçün daha çox qida istehsalı tullantılarından istifadə edilir.

Şəkər çuğunduru melassası - şəkər çuğundurundan şəkər alındıqdan sonra alınan əlavə məhsuldur. Üzvi və mineral maddələrlə zəngin olduğundan mikroorqanizmlər üçün yaxşı qida mənbəyidir. Tərkibində 45-60% saxaroza, 0,25-2,0 invert şəkər, 0,2-3,0% rafinoza vardır. Melassada amin turşular, üzvi turşular və onların duzları, betain, mineral maddələr və bəzi vitaminlər vardır. Sənayedə limon turşusu, etanol və digər məhsulların alınmasında istifadə edilir.

Melassa bardası - melassa spirti istehsalının tullantısıdır. Bardanın kimyəvi tərkibi melassanın tərkibindən asılıdır. Melassa bardası kimyəvi tərkibinə görə yem mayaları üçün qiymətli

mətli xammal hesab edilir. Ona əlavə böyümə maddələri daxil edilmir, çünki tərkibində çoxlu miqdarda vitamin olur. Təbii bardada quru maddələrin miqdarı 8-12%, buxarlı bardada isə 53% olur.

Dənli kartoflu barda, spirt istehsalının tullantısıdır, həll olan quru maddələrin miqdarı 2,5-3,0%, o cümlədən reduksiya olunan maddələr 0,2-0,5% olur, bunlar azot və mikroelementlərin mənbəyi hesab edilir. Mikrobların alınmasında istifadə edilir.

Pivə bişirmə tullantıları (səməni cücətiləri və pivə əzintisi) – yeyinti mayalarının istehsalında onu hidrolizləşdirir və 8:0,2:0,05 nisbətində qida mühitinə (pivə bişirmənin çöküntüsü; cücətilər; arpa tullantısı) əlavə edirlər.

Buğda kəpəyi - un üyütmənin tullantısı olub, bərk fazalı becərmədə qida mühitinə əlavə edilir. Zəngin kimyəvi tərkibə malikdir və qida mühitində tək komponent kimi istifadə edilə bilər. Buğda kəpəyi bahalı məhsul olduğu üçün onu daha ucuz komponentlərlə - ağac ovuntusu, səməni cücərtisi və meyvə əzintisi ilə qarışdırırlar.

Süd zərdabı - pendir, şor və kazeinin tullantısıdır. Buna görə pendir, şor və kazein zərdabı fərqləndirilir. Kimyəvi tərkibinə görə bu məhsul yarımşüd məhsulu hesab edilir. Süd zərdabı bioloji aktiv maddələrlə çox zəngin olub, quru maddəsində 70-80% laktoza, 7-15% zülal maddələri, 2-8% yağ, 8-10% mineral duzlar olur. Bundan başqa, süd zərdabında çoxlu hormonlar, üzvi turşular, vitaminlər və mikroelementlər vardır. Süd zərdabının belə zəngin tərkibə malik olması ondan sənaye üsulu ilə zülal preparatlarının alınmasına imkan verir. Eyni zamanda süd zərdabından istifadə edildikdə xüsusi mürəkkəb hazırlıq tələb olunmur və becərilmiş mikroorqanizmdən qida və yem istehsalında istifadə etmək olur.

2.2. Qida mühitinin tərkibi

Qida mühiti qeyri müəyyən tərkibdə ola bilər. Belə ki, onun tərkibinə biogen əlavələr (bitki, heyvan və mikroorqanizm mənşəli) - ət ekstraktı, qarğıdalı unu, dəniz yosunları və s. daxildir. Bu məqsədlə qabaqcadan müəyyən edilmiş miqdarda təmiz kimyəvi birləşmələrdən ibarət olan sintetik mühitdən də istifadə oluna bilər.

Qida mühitinin tərkibinə praktiki olaraq bütün maddələr - su, karbon, azot, fosfor birləşmələri, mineral duzlar və vitaminlər daxildir (şəkil 2.1).



Şəkil 2.1. Bakteriyalar ucun qida mühiti

Su. Su dövlət standartının tələblərinə cavab verməlidir (təmiz, rəngsiz, dadsız, iysiz, çöküntüsüz).

Karbon mənbəyi. Belə mənbəyə şəkərin asan tapılan növləri - qlükoza, saxaroza, laktoza; çoxatomlu spirtlər - qliserin, mannit, və s.; polisaxaridlər -sellüloza, hemisellüloza, nişasta ola bilər. Bu maddələr mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilərək mono- və aşağı molekullu oliqosaxaridlərə çevrilir və ya xud da mikroorqanizmlər bu maddələri hidroliz etmək üçün ferment dəstinə malik olmalıdır. Belə mikroorqanizmlərə misal olaraq kif göbələklərindən *Aspergillus*, *Penicillium*, bakteriyalardan *Bacillus* və s. göstərmək olar.

Bir çox mikroorqanizmlər vardır ki, xüsusilə anaerob şərait-

də üzvi turşuları istifadə edirlər.

Aşağı molekullu spirtlər - metanol və etanol perspektivli xammal hesab edilir. Bir çox mayalar *Candida*, *Hansenula* və s. etanolu assimilyasiya edir. *Pichia*, *Candida* və s. mayaları *Flavobacterium* bakteriya növünü metanol üçün karbon mənbəyi kimi istifadə edirlər.

Azot mənbəyi. Azot qeyri-üzvi turşuların və duzların tərkibində olur. Bir çox mayalar ammonium duzlarını, ammoniyakın suda məhlulunu yaxşı mənimsəyir, bəziləri isə nitratlarla qidalanır. Mikroorqanizmlər azot mənbəyi kimi üzvi birləşmələr, amin turşular, sidik cövhəri və s. asan mənimsəyir. Məlumdur ki, bakteriyalar digər mikroorqanizmlərlə (göbələklər, aktinomit və mayalar) müqayisədə azot mənbəyinə daha tələbkardır.

Fosfor mənbəyi. Fosfor hüceyrənin əsas komponentlərindəndir. Bu element ATF (adenozintrifosfat), ADF və AMF tərkibinə daxildir və hüceyrədə enerji mübadiləsinin normal gedişini təmin etməklə yanaşı, həm də zülalların, nuklein turşularının sintezində və digər biosintezlərdə iştirak edir. Fosfor mühitə fosfat turşusunun duzları kimi daxil edilir.

Vitaminlər və mikroelementlər mənbəyi. Mikroorqanizmlərin bu maddələrə təlabatı müxtəlifdir. Demək olar ki, bütün mikroorqanizmlər vitaminlərlə yaxşı inkişaf edirlər. Qida mühitinə qarğıdalı ekstraktının vitaminlər, amin turşular və mineral elementlərlə birlikdə əlavə edilməsi onu asan mənimsənilən formaya gətirir. Mühitin tərkibinə maya avtolizəti, maya ekstraktı, kartof şirəsi, süd zərdabı, səməni cücərtilərindən ekstraktı və digər məhsullar əlavə edilir. Mikroelementlər qida mühitinə mikrodozalarda daxil edilir. Əks halda onlar mikroorqanizm hüceyrələrinə inhibitor (inkişafın qarşısını alan) təsiri göstərir.

Hər hansı mikroorqanizm üçün qida mühiti yaradarkən daha əlverişli karbon, azot və fosfor mənbəyi seçilir.

Mikroorqanizmlərin sayının təyin edilməsində mikroskoplaşdırma ilə yanaşı bərk qida mühitinə səpin aparılması meto-

dundan da istifadə edilir. Bu zaman geniş istifadə olunan mühitlərdən biri də aqar mühitidir (şəkil 2.2).



Şəkil 2.2. Mikroorqanizmlərin sayılması üçün aqar muhiti

2.3. Hüceyrələrin becərilməsi

2.3.1. Mikroorqanizmlərin becərilmə üsulları

Fermentləşdirmə (becərilmə) - qabaqcadan hazırlanmış və termostatdan keçirilmiş qida mühitinə əkin materialı (inokulyant) əlavə edilməsi və mühiddə qida maddələrinin sərf olunması nəticəsində inkişaf və biosintez proseslərinin başa çatmasına qədər gedən ardıcıl əməliyyatların məcmusudur.

Mikroorqanizmlərin becərilməsinin bir çox prosesləri məlumdur. Onlar aşağıdakı kimi fərqləndirilir:

- Oksigen iştirakına görə - aerob və ya anaerob;
- Fermentləşmənin aparılmasına görə - bir, iki, çox mərhələli;

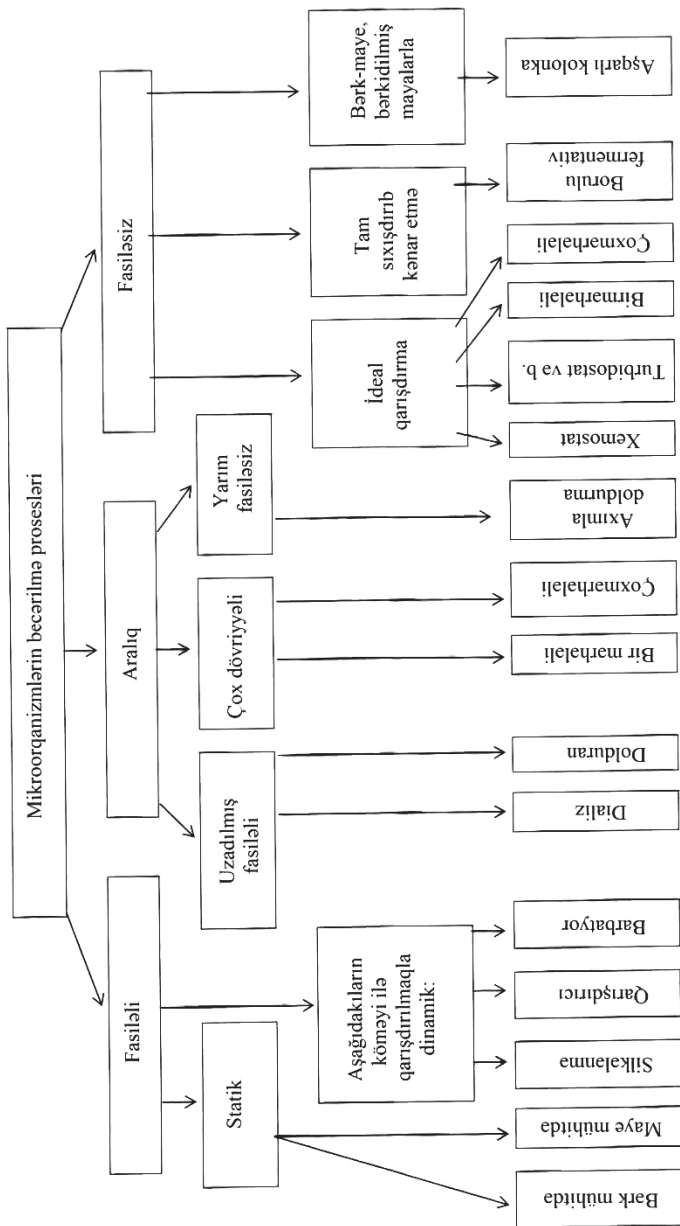
- Qarışdırmanın olub olmamasına görə - dinamik və statik;
- Qida mühitinin vəziyyətinə görə - səthi və daxili.

Səthi becərilmədə əkin materialı qida mühitinin səthinə metal küvetlərdə təxminən 10 mm qalınlığında səpilir.

Daxili becərilmədə - mikroorqanizmlər bütün proses ərzində daim qarışdırılaraq qida mühitinə daxil edilir. Bu üsul prosesin mexanikləşdirilməsi, avtomatlaşdırılması və texnoloji proseslərin başqa mikroflora ilə çirklənməsinin qarşısının alınmasına görə daha əlverişli hesab edilir.

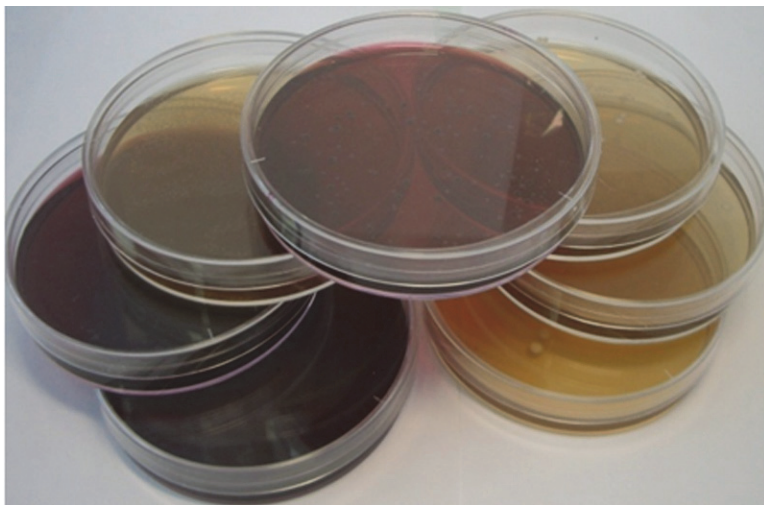
Mikroorqanizmlərin çoxaldılması fasiləli və fasiləsiz üsullarla aparılır (şəkil 2.3).

Fasiləli üsulda aparat qida mühiti ilə doldurularaq üzərinə əkin materialı əlavə edilir, sonra orada müəyyən şəraitdə populyasiyaların bütün böyümə və inkişaf mərhələləri keçir. Fasiləli çoxaldılmada qida maddələrinin qatılığı azalır və metabolitlərin miqdarı artmaqla mühitin tərkibi dəyişir: Belə ki, eksponensial fazada mikroorqanizmlərin inkişafı ilə qida maddələri dərhal azalır, metabolism məhsulları toplanır və nəticədə material stasionar fazaya keçir. Beləliklə, fasiləli üsulda inkişafın tempi, mikroorqanizmlərin morfolojiya və fiziologiyası dəyişir. Eyni zamanda texnoloji çətinliklər yaranır - əməliyyat dövr etməklə gedir, dəyişən texnoloji rejim prosesin tənzimlənməsini və nəzarəti çətinləşdirir.



Şəkil 2.3. Mikroorqanizmlərin becərilmə proseslərinin təsnifatı

Əvvəllər becərilmə **qatı qida mühitində** sınaq şüşəsində, kolbada, butillərdə aparılırdı. Belə şəraitdə olan əkin fizioloji cəhətdən heterogen olur. Belə ki, səthin ayrı-ayrı sahələrində olan hüceyrələr müxtəlif şəraitdə eyni qaydada inkişaf etmir. Bu üsul adətən biokütlənin artırılması üçün aparılır (şəkil 2.4).



Şəkil 2.4. Bərk qida muhiti

Hazırda sənayedə **maye qida mühitindən** istifadə edilir. Bu becərilmənin daha böyük qablarda aparılmasına imkan verir və qatı qida mühitindəki çatışmazlıqları aradan qaldırır. Maye qida mühitinin tətbiqi mikroorqanizmlərin inkişafının bərabər səviyyədə getməsinə, onların işçi qabın müxtəlif sahələrinə bərabər yayılmasına və havalandırılmasına imkan verir. Qarışdırmaq üçün qarışdırıcılar və barbotajlı butillərdən istifadə edilir. Fasiləli üsul mikroorqanizmlərin əkin materialının bir neçə mərhələdə alınmasında tətbiq edilir. Amin turşular və vaksinlər sənayedə bu üsulla alınır.

Uzadılmış fasiləli proses fasiləli üsul kimi fermentatorun birdəfəyə doldurulması və boşaldılmasını nəzərdə tutur. Bu

üsulda mikroorqanizmlərin inkişaf dövriyyəsi qida mühitinin fasiləli və ya fasiləsiz əlavə olunması, yaxud sistemdə hüceyrələrin uzun müddətli saxlanması ilə uzadılır. Bu vaxt eksponensial faza və xətti inkişaf fazası uzanır. Dializ prosesinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, kultur yarımkeçirici membranla məhdudlaşdırılan məkanda inkişaf edir, metabolizm məhsulları isə xarici mühitə diffuziya edir. Ən sadə dializ üsulu əkin materialının qida mühiti ilə əhatə olunmuş sellofan kisələrdə becərilməsidir.

Becərilmənin çoxmərhələli prosesi qabın çoxqat sterilizəsi aparılmadan əkin materialının becərilməsinin dəfələrlə təkrar olunmasını nəzərdə tutur. Çoxmərhələli becərmə müxtəlif ola bilər. Bunu bir fermentatorda sterilizəyə fasilə vermədən, kulturun tam inkişaf dövriyyəsini çoxqat təkrar etməklə aparmaq olar. Bir fermentatorda gedən proses bir mərhələli adlanır. Çoxmərhələli və çox dövrlü proseslər də mümkündür, bu vaxt fasiləli becərmə təkrarlıqla və ardıcılıqla bir neçə fermentatorda gedir. Bu üsul aşağıdakı ardıcılıqla baş verir: bir bioreaktorda becərilən əkin materialı eksponensial fazaya keçdikdə ondan əkin materialı götürülərək sonrakı reaktora verilir. Birinci reaktorda mikroorqanizmlər lazım olan fazaya qədər yetişdirilir və ondan əkin materialı götürülərək ikinci reaktora keçirilir. İkinci reaktorda əkin materialı eksponensial fazaya çatdıqda ondan material götürülərək üçüncü reaktora verilir və s. Material hər dəfə eksponensial fazada yeni bir yerə keçirildikcə köhnəlmir və yenilənmiş olur. Eyni zamanda bir vaxtda bir neçə fermentator işləyir. Becərilmənin çoxmərhələli proseslə aparılması mikrob biokütləsi, həmçinin mikrob sintezi məhsulları - antibiotiklər, hüceyrədən kənar fermentlər və amin turşular istehsalında istifadə olunur. Bu üsulun tətbiqi əmək sərfini azaldır.

Yarımfasiləsiz sistemlərdə fermentatorun doldurulması və boşaldılması bir dəfəyə yerinə yetirilir, materialın inkişaf pro-

sesində əkin materialı süzülür, boş qalan yerə yeni qida mühiti əlavə olunur. Beləliklə, dolub boşaltma sistemi işləyir. Bu sistemdən istifadə etməklə mayalar, yosunlar, antibiotiklər və limon turşusu istehsal edilir.

Fasiləsiz üsulla becərilmədə mikroorqanizmlərə daim təzə steril qida mühiti verilir, aparatdan isə fasiləsiz olaraq alınmış biokütlə və metabolitlər götürülür. Bu becərilmədə mikroorqanizmlər qida mühitinin azalması ilə qarşılaşmamalı, aparata daxil olan yeni qida mühitinin sürəti, aparatdan çıxan biokütlənin sürətinə bərabər olmalıdır. Eyni zamanda əkin materialı mübadilə məhsulları ilə zəhərlənmir - bu da fasiləli üsulla müqayisədə fasiləsiz üsulun, “açıq” sistemə nəzərən “qapalı”nın üstünlüyüdür. Fasiləsiz fermentləşmə ideal qarışdırılmış homogen sistemdə, tamamilə sıxlaşdırıb çıxarma sistemində, yaxud bərk-maye tipli sistemdə gedə bilər.

İdeal qarışdırılan homogen sistem. İdeal qarışdırılan sistemdə mikroorqanizmlər mədəni mühitdə böyüyür, öz tərkibinə görə dəyişmir, uyğun olaraq həmişə eyni fizioloji vəziyyətdə, daha doğrusu müəyyən edilmiş dinamik tarazlıq vəziyyətində olur. Fermentatorların sayına görə homogen sistemlər birmərhələli, ikimərhələli və çoxmərhələli ola bilər.

Biokütlənin yüksək qatılığını almaq üçün hüceyrələrin qaytarılması ilə birmərhələli sistemdən istifadə edilir, yəni hüceyrələr nasos vasitəsilə əkin materialından ayrılaraq fermentatora qaytarılır. Hüceyrələrin qaytarılması (resirkulyasiya) elə proseslərdə vacib əhəmiyyətə malik olur ki, hüceyrələr fermentatorda olduğu müddətdə məqsədli məhsulun sintezi baxımından potensial imkanlarını realizə etdirib çatdırı bilmir.

Çoxmərhələli sistemlər ardıcıl birləşdirilmiş fermentatorların – batareyaların cərgəsindən ibarətdir. Çoxmərhələli sistemin tətbiqi istənilən inkişaf mərhələsində - laq fazadan eksponensiala və stasionara qədər əkin materialı almağa imkan verir. Çoxmərhələli becərmə süd turşusunun və etil spirtinin alınma-

sında tətbiq edilir. Fasiləsiz homogen sistemli əkin aparılması üçün əsas aparat qarışdırıcıya malik fermentatorlardır. Bu aparat qida mühiti və əkin materialının daxil və xaric olma səviyəsini ideal şəkildə tənzimləyir. Belə prosesi fasiləsiz-axımlı adlandırırlar, bu zaman fermentatordakı məhsullar və çıxan mayelərin eyni qatılıqda olması təmin edilir.

Fasiləsiz-axımlı becərilmə qida mühitinin hər hansı bir faktorunun məhdudlaşdırılması hesabına, mikroorqanizmlərin çoxalması üçün sabit şəraiti tənzimləməyə imkan verir. İnkişafın məhdudlaşdırılması hallarında, əgər faktor qida mühitinin kimyəvi tərkibi olarsa, onda bu proses hemostat becərilmə adlanır. Hemostatda (hemostat becərilmə gedən fermentatorda) qida mühitinin durululması sürəti, verilmiş populyasiyanın qatılığına uyğun olaraq sabit olur. Durulma sürətini dəyişməklə, müxtəlif çoxalma sürətləri təmin edən rejimlər almaq olar.

Prosesin digər idarə edilmə prinsipi - turbidostatdır. Burada qida mühiti fotoelektrik elementinin komandasına əsasən verilir. Durulma sürəti avtomatik olaraq populyasiyanın verilmiş sıxlığına uyğun olaraq müəyyən edilir.

Biokütlənin qatılığı və durulma sürəti nəzəri olaraq bir-biri ilə əlaqəlidir. Hemostat və turbidostat vahid qanunauyğunluğa tabe olmaqla, yalnız prosesin idarə edilməsi baxımından fərqlənir.

Tam sıxışdırıb çıxarılmaqla becərmə sistemi. Tam sıxışdırmanın açıq sistemi ideal qarışdırılma sistemindən onunla fərqlənir ki, əkin materialı burada qarışmayıb, özünü borudan axan maye kimi göstərir. Bu halda becərmək üçün daha geniş yayılmış aparat borulu fermentatordur. O müxtəlif formaya malik olmaqla (düz, S formalı, spiralvari), üfüqi və ya şaquli quraşdırılır. Tam sıxışdırıb çıxarma sistemi məkana malik olur və dövrü becərilmənin axın variantı hesab edilir. Belə becərilmə əkin vaxtından başlayaraq çıxışa qədər fasiləli becərilmənin bütün mərhələlərindən keçir, yəni, inkişaf fazaları zamanla

deyil, məkanda fermentatorun hər bir hissəsində müəyyən edilmiş inkişaf əyrisinə uyğun bölüşdürülür. Bu becərmə üsulu anaerob proseslərdə istifadə edilir. Əkin fermentatorun girişində fasiləsiz qaydada qida mühiti verilməsilə eyni vaxtda həyata keçirilir. Bu prinsip pivə istehsalının qıcqırma mərhələsində tətbiq oluna bilər.

Bərk-maye tipli sistemlər. Bu sistemə çoxfazlı sistemləri aid edirlər. Burada əkin müxtəlif fazaların sərhəddində bölünür: maye-bərk-qaz fazaları. Bu sistemlərdə hüceyrələr bərk əsasə - aşqara yapışmaqla saxlanılır və onun üzərində bölünür, biokütlənin pərdəsini əmələ gətirir. Buna tipik bir misal olaraq, yonqarlı aparatda sirkə istehsalını göstərmək olar.

Bu sistemdə limitləşdirici faktor olaraq aerob mikroorqanizmlər üçün oksigen və substrat (qida maddələri) hesab edilir. Nazik təbəqəyə yapışmış hər bir hüceyrə bu maddələrlə təmin olunur, eksponensial sürətlə həm böyümə həm də bölünmə baş verir. Hüceyrələr biokütlənin qatı təbəqəsini əmələ gətirəndə onların çoxalması məhdudlaşır (yuxarı qata oksigen, aşağı qata qida mühiti çatmır).

Biokütlədən təbəqə əmələ gətirən mikroorqanizmlərin becərilməsi aşqarlı kolonka tipli fermentatorda həyata keçirilir. Aşqar kimi makrodaşıyıcı (koks, çubuqlar, yonqar, şüşə kürələr və s.) və mikrodaşıyıcı (amberlit qatranı-iondəyişdirici, sefadesk hissəcikləri - dektranın üçlü polimeri) istifadə olunur. Belə becərmə hüceyrələri immobilizə edilmiş - hərəkətsizləşdirilmiş (bərkidilmiş) adlandırılır. Belə hüceyrələrin bir çox üstünlükləri vardır.

Birincisi, fasiləsiz fermentləşmədə hüceyrələri daha çox istifadə etmək olur.

İkincisi, belə hüceyrələr əlverişsiz kənar faktorlara (temperatur, turşuluq, zəhərli maddələrin qatılığı və s.) daha davamlı olur.

Üçüncüsü, əkin materialı və istifadə edilən hüceyrələrin çı-

xarılması asanlaşır.

Dördüncüsü, immobilizə edilmiş hüceyrələrin tətbiqi zamanı enerji sərfi azalır. İstifadə olunan fermentatorların ölçüsünün azalması, son məhsulun ayrılması və təmizlənməsi bütövlükdə enerjiyə qənaətlə nəticələnir. Sənaye mikrobiologiyasında bərk-maye tipli sistemin tətbiqi durğun suların təmizlənməsinə, üzvi həlledicilərin və turşuların istehsalına imkan verir.

2.3.2. Heyvan hüceyrələrinin becərilmə xüsusiyyətləri

Heyvan hüceyrələri virusların becərilməsində, vaksin istehsalında, interferon alınması üçün və s. istifadə edilir. Ayrı-ayrı hüceyrələrin suspenziyası embrionun xırdalanmış toxumasının həzm fermenti olan tripsinlə emalından alınır. Əgər belə suspenziyada olan hüceyrə qida mühiti olan qabın səthinə yerləşdirilsə, onda hüceyrə bərpa olunur və bölünərək birqat əmələ gətirir. Adətən metodikaya uyğun becərilmə üçün silindrik butillər tətbiq olunur, butil öz oxu ətrafında yavaş hərəkət edir. Hüceyrənin böyüməsini və biokütlənin çıxımını artırmaq üçün suspenziyaya aşqar - inert sintetik polimerin mikroskopik hissəcikləri əlavə olunur və hüceyrələr onlarda yapışaraq qalır. Məməlilərin hüceyrələri sutkada bir dəfə bölünür (müqayisə üçün qeyd edək ki, maya hüceyrələri hər 1,5-2 saat, bakteriya hüceyrələri hər 20-60 dəqiqədə bölünür). Məməlilərin hüceyrələrinin bölünməsi üçün çoxlu qida maddələri lazım gəldiyindən qida mühitinə amin turşular, zülal və nuklein turşularının sintezi üçün - purin və pirimidin qarışığı; karbohidrat və enerji mənbəyi kimi - qlükoza; osmotik təzyiqi və pH mühitini 7,2-də saxlamaq üçün vitaminlər və mineral duzlar əlavə edilir. Mühitdə bakteriyaların inkişafının qarşısını almaq üçün az miqdarda antibiotiklər və 5-20% zərdab (insan qanından və ya iri buynuzlu mal-qara qanından) olmalıdır. Optimal inkişaf üçün 37⁰C temperatur saxlanılır, 36⁰C-dən aşağı temperaturda hü-

ceyrə çox yavaş, bəzən heç bölünmür, 38°C -də isə hüceyrə məhv olur. İnsan və məməlilərin hüceyrələri xüsusi mühitdə 180°C -də dondurulmuş halda uzun müddət saxlanılır.

2.3.3. Bitki hüceyrələrinin becərilmə xüsusiyyətləri

Bitki hüceyrələrinin böyük miqyasda becərilməsi yapon alimləri tərəfindən 1976-cı ildə öyrənilmişdir. Onlar bitki hüceyrə biokütləsinin 20 m^3 həcmində alınmasına nail olmuşdular. Bitki hüceyrəsi biokütləsinin alınması, həmin miqdarda bakteriya və ya maya hüceyrələrinin alınmasından, bir qədər baha başa gəlir. Buna görə də alimlər insan üçün lazım olan birləşmələrin hüceyrələrdən dağıdılmadan çıxarılmasına çalışırlar. Bununla əlaqədar olaraq bitki hüceyrələrini məsaməli polimerlərin daxilində immobilizə edirlər (şəkil 2.5). Sübut olunmuşdur ki, belə vəziyyətdə hüceyrələrin həyat qabiliyyətini bir neçə yüz gün saxlamaq mümkündür. Burada yalnız bir problem qalır ki, o da hüceyrə daxilində sintez olunan metabolitlərin mühitə keçə bilməməsidir.

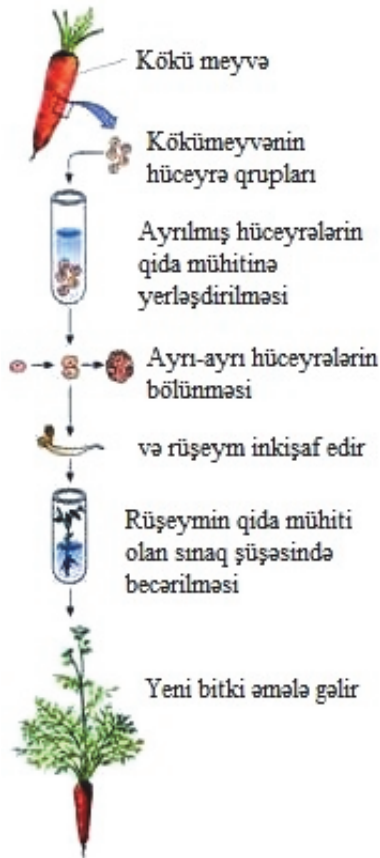


Şəkil 2.5. Bitki hüceyrə, toxuma və orqan kulturu

Bitki hüceyrə kulturu müxtəlif maddələrin sintezində tətbiq edilir. Belə maddələrə misal olaraq alkaloidlər, digər ikinci metabolitlər, fitohormonlar (bitkinin boy artımını tənzimləyənlər) və s. göstərmək olar.

Bitki hüceyrələrindən istifadə edilməsi biotexnologiyanın

perspektivli istiqamətlərindən hesab olunur. Belə ki, kulturada böyüyən bitki hüceyrələri bütün bitkinin özündə olmayan maddələr sintez edə bilər (şəkil 2.6).



Şəkil 2.6. Bitkinin klonlaşdırılma mərhələləri (yerkökü təmsalında)

2.4. Qida mühitinin hazırlanması

Biotexnologiya istehsal prosesləri müxtəlifdir, amma onların hamısı məhsuldan və alınma üsulundan asılı olaraq fərqlənən 5 əsas mərhələyə bölünür. Bunlar, qida mühitinin hazırlanması,

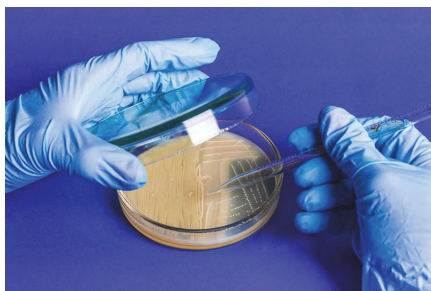
əkin materialının alınması, mikroorqanizmlərin becərilməsi, bütöv məhsulun ayrılması, bütöv məhsulun təmizlənməsi mərhələləridir.

Burada mütəxəssislərin qarşısında duran əsas məsələ, konkret mikroorqanizm növünün alınması üçün optimal mühitin tərkibini müəyyənləşdirməkdir. Elə karbohidrat, azot, fosfor və digər maddələr mənbəyi seçilməlidir ki, iqtisadi və ekoloji cəhətdən özünü daha çox doğrultmuş olsun.

Qida mühitinin tərkibinin xüsusiyyətləri. Biotexnologiyada istifadə edilən mikroorqanizmlərin hər bir konkret növü qida maddələrinə görə ciddi fərqlənir. Mikroorqanizmlərin bu və ya digər birləşməyə təlabatı mikrobun fizioloji xüsusiyyətlərinə görə müəyyən edilir, ancaq bütün hallarda mühit bu maddələrin sulu məhlulu olmalıdır və onların hüceyrəyə müəyyən miqdarda daxil olması təmin olunmalıdır.

Mikroorqanizmlərin qida maddələrinə fizioloji təlabatını, ən yaxşı formada mikrob hüceyrəsinin kimyəvi tərkibinin təyin edilməsi ilə müəyyən etmək olar. Ancaq bu halda hüceyrə tərəfindən xarici mühitə kənar edilən metabolitlərin tərkibi və miqdarı nəzərə alınmır. Nəzərə alsaq ki, mikroorqanizmlərin hüceyrə maddəsinin tərkibi, olduğu mühitin tərkibindən asılıdır, onda dəyişmənin daha geniş hədudlarda olacağını gözləmək olar. Ancaq buna baxmayaraq qida mühitinin optimal tərkibi başlanğıc kimi götürülə bilər.

Qida mühitinin hazırlanmasında əsas şərt aseptik qaydalara riayət etməkdir (şəkil 2.7). Qida mühitini təmizləmək üçün kimyəvi (dezinfeksiya), temperatur təsiri və digər fiziki faktorlar (ultrasəs, ultrabənövşəyi şüa, ultrafiltrəmə) tətbiq edilir. Biotexnologiyada qida mühitini zərərsizləşdirmək üçün termiki üsuldən (avtoklav, strelizə qaynatması və s.) istifadə edilir. Mikroorqanizm sporları yüksək temperatura daha davamlı olduğundan, bakteriya sporları birbaşa mühitin sterilizəsi üçün temperatur rejimini müəyyən edən limitləşdirici faktor olur.



Şəkil 2.7. Qida mühitinin hazırlanması

Aerob becərilmə proseslərində havanın sterilizəsi üçün filtrləmə və ultrabənövşəyi şüalandırma tətbiq edilir.

2.5. Əkin materialının alınması

Şrəmm-produsentin təmiz kulturunu saxlamaq biotexnoloji istehsalın əsas məsələsidir. Zavodlar mikroorqanizm – produsenti sınaq şüşələrində və ya ampulada aqarlaşdırılmış qida mühitində alırlar. Mikroorqanizmin təmiz kulturu daimi və ya lazım olduqda istehsalatda tətbiq edilir. Uzun müddət saxlandıqda təmiz kulturlarda təsadüfi tənzimlənməyən mutasiyalar baş verə bilər. Mutasiya olmaması üçün saxlanma qaydalarına nəinki əməl olunmalı, eyni zamanda dövrü olaraq onların əkini aparılmalı və morfoloji, fizioloji əlamətlərinə görə bircinsli olması yoxlanılmalıdır.

Əkin materialı dedikdə mikroorqanizmin təmiz kulturu başa düşülür. Bu kulturun əkini əvvəl steril şəraitdə sınaq şüşəsi, sonra kolba, daha sonra aparatda artırılmaqla istehsalat üçün lazımi miqdara çatdırılaraq aparılır. Təmiz kultur laboratoriyada artırılır, sexə keçirilərək becərilməyə göndərilir. Əkin materialının hazırlanması aşağıdakı mərhələlərdən ibarət olur:

1. Mikroorqanizmin zavodun mikrobioloji laboratoriyasında təmiz kulturunun alınması;

2. Mikroorqanizmin kiçik ölçülü əkin aparatında becərilməsi;
3. Mikroorqanizmin böyük ölçülü əkin aparatında becərilməsi;
4. Mikroorqanizm kulturunun kiçik fermentatorda toplanması.

Təmiz kulturun bir aparatdan digərinə köçürülməsi inkişafın loqarifm fazasında həyata keçirilir. Alınmış əkin materialının keyfiyyətinə mikroskopla nəzarət edilir.

Biotexnologiyada kif göbələkləri, mayalar, aktinomisetlər (spor əmələgətməyən qamma müsbət bakteriyalar), bakteriyalar və yosunların təmiz və qarışıq kulturaları tətbiq edilir. Fermentləşmənin ənənəvi proseslərində adətən qarışıq kultur-lara üstünlük verilir. Ancaq müasir fermentasiya proseslərində çox vaxt aseptik şəraitdə becərilən monokultur-dan istifadə edilir. Hazırda istifadə edilən kulturlar təbii mənbələrdən alınan kulturlar olub, sonradan yaxşılaşdırılaraq aparılan prosesə xarakter şəraitdə, həm də mutageniz və gen mühəndisliyinin köməyi ilə becərilənlərdir.

2.6. Fermentləşdirmə (becərilmə)

Bu, biotexnoloji istehsalda ən vacib və davam edən mərhələdir. Fermentləşmə əməliyyatların ardıcılığı olub, qabaqca-dan hazırlanmış qida mühiti ilə əkin materialının termostatda inkişaf prosesinin başa çatmasına və qida maddələrinin tam sərf olunmasına qədər davam edən saxlanmasıdır. Fermentləşmənin 2 əsas tipi vardır: mikroorqanizm biokütləsinin və qiymətli maddələrin alınması (metabolitlər). Bunlar inkişafın gedişində və ya kulturun inkişafının sonrakı mərhələsində meydana çıxır.

Məlum olduğu kimi, istənilən kulturun becərilməsi üçün - həyat qabiliyyətli əkin materialı; enerji mənbəyi və karbohid-

rat; biokütlənin sintezi üçün qida mühiti; inkişaf inhibitorlarının olmaması; uyğun fiziki-kimyəvi şərait olmalıdır (şəkil 2.8).



Şəkil 2.8. Bakteriyaların becərilməsi

Optimal qida mühitində, əlverişli pH qiymətlərində və temperaturda, lazım olan miqdarda hava olduqda mikroorqanizmlər tez inkişafa başlayır və bölünür, nəticədə ptodusentin biokütləsi və əkin mayesində qiymətli bioloji metabolitlər yığılır.

Sənaye miqyasında mikroorqanizmlərin becərilməsi üçün tətbiq olunan fermentatorların əsas vəzifəsi mikroorqanizm hüceyrələrini vaxtında qida maddələri və oksigenlə təmin etmək, maddələr mübadiləsi məhsullarını çıxarmaq, becərilmə şəraitinin zəif axımı şəraitində bircinsli tərkib yaratmaqdır. Fermentator oksigen rejimini tənzimləmək üçün hava verici, mühitin daha yaxşı qarışdırılması məqsədilə müxtəlif konstruksiyalı qarışdırıcı ilə təchiz olunur. Mühitin temperaturunu saxlamaq üçün soyutma sistemi qoyulur.

2.7. Məqsədli məhsulun ayrılması

Məhsulun ayrılma mərhələsi - onun hüceyrədə toplanmasından, becərmə mayesinə keçməsindən, yaxud da hüceyrə kütləsinin özünün məhsul olmasından xeyli dərəcədə asılıdır. Bio-kütlə və becərmə mayesinin ayrılması, yəni seperasiyası bir neçə üsulla aparılır. Əgər hüceyrə kütləsi özü tam məhsul olursa, aşağıdakı üsullar tətbiq olunur: çökdürmə, filtrləmə, flotasiya, seperasiya və s. (mexaniki üsul), buxarlandırma və qurutma (fiziki üsul).

Filtrləmə - sadə və geniş tətbiq olunan prosesdir, bərk hissəciklərdən maye hissənin ayrılması üçün istifadə edilir, sürəti isə filtrləyici materialın məsaməliyindən və təzyiqdən asılıdır. Filtrləmədə vaakum nasoslardan istifadə olunduqda proses sürətlənir.

Flotasiya - maya hüceyrələrini ayırmaq üçün tətbiq edilir. Flotasiya prosesi becərmə mayesinin köpüklənməsi hesabına aparılır. Köpüklə birlikdə becərmə mayesindən mayaların əsas kütləsi də ayrılır.

Seperasiya - seperatorlarda həyata keçirilir, burada mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsirindən hüceyrələr qabın divarına, becərmə mayesi isə seperatorun mərkəzinə yığılır. Bu proses çökdürmə prosesindən daha tez gedir. Çökdürmə prosesində hüceyrələr ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə çökür.

Əgər məhsul hüceyrə daxilində yerləşərsə, hüceyrənin dağıdılması-dezinteqasiya aparılır. Bu üsul fiziki, kimyəvi, fermentativ ola bilər.

Fiziki üsulda hüceyrənin dağıdılması ultrasəs, dondurma - ərimə, ballistik dezinteqasiya ilə aparılır. Ballistik dezinteqasiya dəyirmanlarda hüceyrələrin suspenziyası və köməkçi üyüdücü maddə - qum, süsə və ya polimer kürəciklər yerləşdirilməklə aparılır.

Dezinteqasiyanın kimyəvi üsuluna hüceyrənin toluol, buta-

nol və digər kimyəvi maddələrlə dağıdılmasını aid edirlər.

Dezinteqasiyanın fermentativ üsulunu tətbiq etdikdə, mikro-
orqanizm hüceyrələrinin müəyyən quruluş komponentlərinin
qılfını dağıdan fermentlərdən istifadə olunur. Məsələn, bakte-
riya hüceyrələrini dağıtmaq üçün yumurta, bakteriya, aktino-
miset və ya göbələyin lizosimi tətbiq edilir. Mayaları və kif gö-
bələklərini dağıtmaq üçün fosfomannaza və betaqlükonaza və
ya avtoliz tətbiq edilir. Avtoliz - mayaların və kif göbələkləri-
nin hüceyrələrinin öz hidrolitik fermentlərinin təsiri ilə dağıdıl-
masıdır. Bunun üçün hüceyrənin suspenziyası 35-45⁰C tempe-
raturda inkubasiya edilir.

Becərilmə mayesindən və ya dağıdılmış hüceyrənin homo-
genatından məhsulun çıxarılması üçün onun çökdürülməsi,
ekstraksiyası, kristallaşdırılması və ya sorbsiyası aparılır.

2.8. Biotexnoloji istehsalın texnoloji əsasları

İstənilən biotexnoloji prosesin vacib amili elmi əsaslandırıl-
mış texnologiyanın və onun üçün aparatın optimallaşdırılması
və işlənilib hazırlanmasıdır. Biotexnoloji istehsalın təşkili çox
vaxt həmin dövr üçün səciyyəvi kimyəvi texnologiyanın inki-
şaf təcrübəsi ilə əlaqəli olur. Lakin biotexnoloji proseslər kim-
yəvidən əsaslı surətdə fərqli olub, biotexnologiyada materiya-
nın daha mürəkkəb təşkili olan bioloji formadan istifadə olu-
nur. Hər bir bioloji obyekt (hüceyrə, ferment və s.) özünü tən-
zimpləyən avtonom sistemdir. Bioloji proseslərin təbiəti mürək-
kəb olub, sona qədər izah olunmamışdır. Məsələn, mikrob po-
pulyasiyaları üçün bir sıra əlamətlər - yaş, fizioloji fəallıq mü-
hitin əlverişsiz faktorlarına dayanıqlığına görə heterogenlik sə-
ciyyəvidir. Onlar həmçinin tezliyi 10⁻⁴-dən, 10⁻⁸-ə qədər olan
təsadüfi mutasiyalara meyillidir. Heterogenlik həmçinin səthi
faza ayırmalarının mövcudluğu və mühit şəraitinin qeyri-cins-
liyinə dəlalət edir.

Ümumi halda istənilən biotexnoloji proses üç əsas mərhələni əhatə edir: fermentləşmədən əvvəl, fermentləşdirmə və fermentləşmədən sonra.

Fermentləşmə qabağı mərhələdə - produsent (inokulyat) kulturasının saxlanması və hazırlanması, qida substratı və mühitin, fermentasiya aparatının, həmçinin texnoloji və dövrəci su və havanın alınması və hazırlanması həyata keçirilir. Produsent kimi təmiz kulturun hazırlanması və dəstəklənməsi fermentasiya qabağı mərhələnin çox vacib anı olub, onun fizioloji-biokimyəvi xüsusiyyətləri və xassələri bütün biotexnoloji proseslərin səmərəsini müəyyən edir. Təmiz kulturlar ayrıldıqda istehsalat ştamlarının saxlanması həyata keçirilir və onların reaktivasiyası və prosesin başlanması üçün tələb olunan miqdarda inokulyat hazırlanması təmin edilir. İnokulyatın səpin dozası yetişdirildikdə masştablanma prinsipi tətbiq olunur, yəni produsent biokütləsinin ardıcılıqla kolba, butulka və sonra fermentatorlar seriyasında artırılması aparılır.

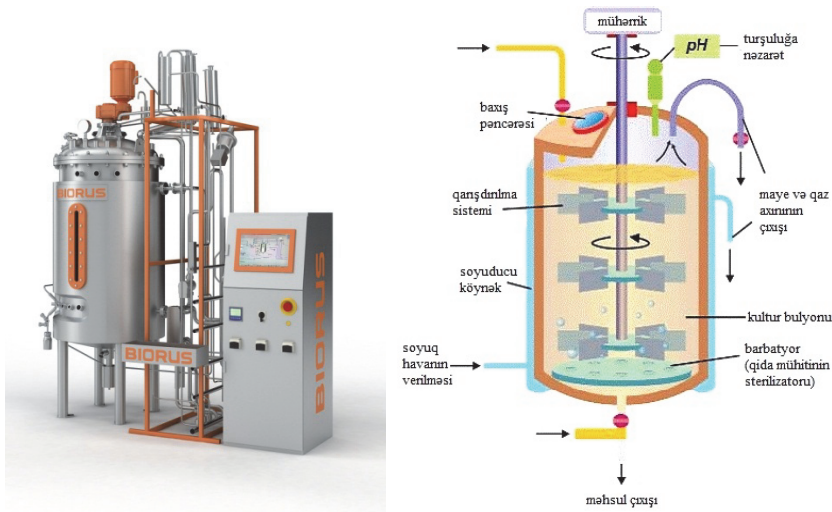
Bu prosesin hər sonrakı mərhələsi adətən həcminə görə əvvəlkindən bir qədər çox olur. Alınan inokulyat steril səpin xətti ilə fermentləşmə mərhələsinin realizə olunduğu yerə yönəldilir. Qida mühitin hazırlanması qarışdırıcılarla təchiz olunmuş xüsusi reaktorlarda həyata keçirilir. Mühit komponentlərinin həll olmasından və uyğunluğundan asılı olaraq ayrı-ayrı reaktorlar tətbiq oluna bilər. Mühitin tərkibinə həll olmayan komponentlər daxil olduqda onun hazırlanma texnologiyası xeyli mürəkkəbləşir. Müxtəlif biotexnoloji proseslərdə mənşəyi və miqdarına görə fərqli substratlar tətbiq olunur. Odur ki, onların hazırlanma prosesində tərəddüdlər olur. Ona görə də qida komponentlərinin dozalaşdırılması hər bir istehsalda fərdi şəkildə, konkret prosesin texnoloji reqlamentinə uyğun həyata keçirilir. Bu halda dozalaşdırıcı avadanlıq kimi qida və kimya sənayesində istifadə olunan çəki və həcm qurğuları tətbiq olunur. Maddələrin nəqli nasosla, lentli və şnekli nəqletdiricilərlə apa-

rılır. Səpələnən komponentlər fermentatorlara vaakum nasoslarının köməyi ilə verilir.

Çox vaxt əvvəlcədən qarışıqlar prinsipi, başqa sözlə duzların əvvəlcədən həll edilərək boru ötürücülərinə nəql etdirilməsi tətbiq olunur.

Fermentləşmə mərhələsi biotexnoloji proseslərdə əsas dövr olub, bu zaman produsentlə substratın qarşılıqlı təsiri nəticəsində məqsədli məhsulların alınması baş verir (biokütlə, endo və ekzoməhsullar).

Bu mərhələ biokimyəvi reaktorda həyata keçirilməklə (fermentatorda), istifadə olunan produsentin xüsusiyyətlərindən və son məhsulun tipi və keyfiyyətinə qoyulan tələblərdən asılı olaraq müxtəlif üsullarla təşkil oluna bilər (şəkil 2.9).



Şəkil 2.9. Biotexnologiya bioreaktoru

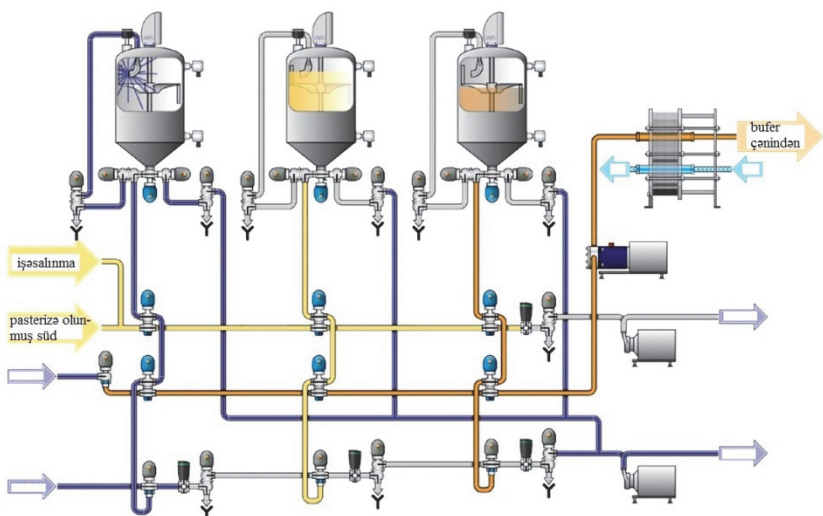
Bioloji obyektlərin çoxaldılması fasiləli və axın rejimində, yarımfasiləli substrat qidalayıcı altında aparılır. Fasiləli üsulla çoxaltmada fermentator ilkin qida mühiti və mikroor-

qanizmlərin inokulyatı ilə doldurulur (X_0+S_0). Müəyyən vaxt müddəti ərzində aparatda mikroorqanizmlər və substrat arasında qarşılıqlı təsir baş verir və nəticədə kulturda məhsul əmələ gəlir ($X+S\rightarrow P$).

Bu aparatda biokimyəvi çevrilmələr bir neçə saniyədən on saatlarla davam edə bilər. Fermentatorun içində şəraitin tənzimlənməsi – mikroorqanizmlərin fasiləli çoxaldılmasında vacib vəzifədir. Fasiləli fermentləşmənin gedişində çoxaldılan kultur bir sıra ardıcıl mərhələni keçir: laq faza, eksponensial, çoxalmanın zəifləməsi, stasionar və məhv olma. Bu halda biobyektin fizioloji vəziyyətində, həmçinin mühitin bir sıra parametrlərində nəzərə cərpacaq dəyişiklik baş verir. Məqsədli məhsullar eksponensial (ilkin metabolitlər – fermentlər, amin turşular, vitaminlər) və stasionar (ikinci metabolitlər – antibiotiklər) fazalarda əmələ gəlir və ona görə də müasir sənaye proseslərində biotexnologiya məqsədlərdən asılı olaraq çoxaldılmanın differensiasiyalı rejim prinsipi tətbiq olunur. Bunun nəticəsində bu, yaxud digər məqsədli məhsulun maksimum istehsalı üçün şərait yaradılır. Fermentator fasiləli qaydada işə salınır, məhsulun ayrılması və təmizlənməsi aparılır və yeni dövrə başlanır.

Fasiləsiz üsulla mikroorqanizmlərin çoxaldılmasının fasiləli üsula nəzərən üstünlükləri vardır. Fasiləsiz fermentləşmə mikrob populyasiyası və onun məhsulları daha çox bircinsli olduğu şəraitdə həyata keçirilir (şəkil 2.10).

Fasiləsiz fermentləşmənin tətbiqi biosintez proseslərinin səmərəli tənzimlənməsi və idarə olunması üçün şərait yaradır. Fasiləsiz fermentasiya sistemi tam çıxarma, yaxud qarışdırma prinsipi əsasında təşkil oluna bilər. Buna ilk misal tubulyar kulturdur. Bu zaman fermentləşmə prosesi bir ucundan fasiləsiz şəkildə qida komponentləri və inokulyat daxil olan və digər ucundan isə həmin sürətlə kultura məhlulu çıxan qurğuda aparılır. Fermentləşmənin belə axın sistemi heterogendir.



Şəkil 2.10. Alfa-Laval fermentatoru

Fasiləsiz fermentləşmədə fermentlərlə tam qarışmada (homonogen – axın üsulu) fermentasiya aparatının bütün kütləsində eyni şərait yaradılır. Belə fermentləşmə sisteminin tətbiqi onun ayrı-ayrı mərhələləri, həmçinin bütün biotexnoloji proseslərini səmərəli idarə etməyə və produsenti stabiləşdirilməyə imkan verir. Belə qurğunun idarə olunması iki üsulla yerinə yetirilir.

Nəzarət üsullarından biri tubidostat olub, çıxan axının bulanıqlığının ölçülməsinə əsaslanır. Hüceyrələrin artımı ilə müəyyən olunan mikrob suspenziyasının bulanıqlığının təyin edilməsi, bioreaktordan çıxan mikrooqanizmlərin artım sürətinin ölçüsü kimi olur. Bu fermentora təzə qida mühitinin daxil olma sürətini müəyyən edir. İkinci nəzarət metodu hemostat olub, daha sadədir. Hemostatda prosesin idarə olunması çıxana görə deyil, daxil olan axına görə yerinə yetirilir. Bu halda fermentora daxil olan qida mühiti komponentlərindən birinin (karbon, oksigen, azot) qatılığı elə həddə müəyyən olunur ki, bu zaman digər qida komponentləri artıq şəkildə olur. Başqa

sözlə, verilən biogen elementin məhdudlaşdırılan qatılığı kulturdə hüceyrələrin çoxalma sürətini məhdudlaşdırır.

Fermentləşmənin gedişində hüceyrəni təşkil edən mürəkkəb birləşmələr, hüceyrədən kənar metabolitlər, ilkin substratın qalıq konsentrasiyası əmələ gəlir.

Bu halda belə qarışıqlarda məqsədli məhsullar az miqdarda olur və onlardan çoxu asanlıqla parçalanır. Bütün bunlar bioloji preparatların ayrılma metodları və qurudulmasında nəzərə cəpacaq dərəcədə məhdudiyyətlər yaradır.

Fermentləşdirmədən sonrakı mərhələ hazır əmtəə məhsulu alınmasını, həmçinin az vacib olmayan qalıq və yardımçı məhsulların zərərsizləşməsini təmin edir. Son məhsulun toplanmasından (hüceyrə yaxud kultura mayesi) və onun təbiətindən asılı olaraq fermentləşmədən sonrakı mərhələdə ayırma və təmizləmə üçün müxtəlif aparat və metodlar tətbiq olunur. Hüceyrələrdə toplanan məhsulların ayrılması daha ağır zəhmətlidir. Fermentləşmədən sonrakı dövrün ilk mərhələsi kultura mayesinin fraksiyalaşdırılması və çəkili fazanın – biokütlənin ayrılmasıdır. Bu məqsəd üçün daha geniş yayılmış üsul - seperiyaia olub, emal olunan kultur məhlulunun xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müxtəlif sxemlərdə işləyən xüsusi aparatlarda – separatorlarda aparılır. Ölçüsü 0,5-1,0 mkm və az olan (bakteriya hüceyrələri) xırda qabaritli hissəciklərin ayrılması və böyük həcmdə məhlulların emalı lazım gəldikdə (yem zülalı, bir sıra amin turşular istehsalında) əsas problemlər meydana gəlir. Seperiyaia prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək üçün kulturun əvvəlcədən – pH dəyişməsi, qızdırma, kimyəvi agentlərin əlavə olunması ilə xüsusi işlənməsi aparılır. Biotexnoloji məhsulların yararlılıq müddətini artırmaq üçün onları susuzlaşdırır və stabilləşdirirlər. Məhsulun xassələrindən asılı olaraq müxtəlif quruma metodları tətbiq olunur. Termotabil preparatların qurudulması tərəclərdə lentli konveyrdə, həmçinin qaynar qatda həyata keçirilir. Qızdırılmaya xüsusilə həssas olan preparatlar

vaakum – quruducu şkaflarda aşağı təzyiq və temperaturda və həmçinin tozlandırıcı quruducularda qurudulur. Biotexnoloji məhsulların xassələrini stabilləşdirmək üçün onlara aşqar kimi əlavə qida dəyərinə malik olan buğda kəpəyi və qarğıdalı unu vurulur. Ferment preparatlarını stabilləşdirmək üçün fermentlərin denaturasiyasını əngəlləyən qliserin və karbohidratlar, həmçinin kobalt, maqnezium, natrium kimi qeyri-üzvi ionlar, həmçinin antibiotiklər və s. istifadə edilir.

FƏSİL 3

BIOPREPARATLARIN QATILAŞDIRILMASI VƏ QURUDULMASI

Fermentləşmə prosesindən sonra kultur məhsulunda mikroorqanizmlər, onların həyat fəaliyyəti məhsulları, qida mühiti qalıqları, köpük söndürücü, həll olan və həll olmayan maddələr olur. Biosintezin məqsədli məhsullarına - kultur məhsullarında həll olan, yaxud mikroorqanizm hüceyrəsinin daxilində yerləşən, həmçinin birbaşa mikroorqanizmlər özləri, yaxud onların metabolitləri aiddir.

Məqsədli məhsullar alınmasının demək olar ki, bütün hallarında asılqan hissəcikləri – mikroorqanizm kütləsinin kultur məhlulundan ayırmaq lazım gəlir.

Adətən kultur məhlulu mürəkkəb qarışıq olub, çoxlu miqdarda komponentlərə malik olur. Kultur məhlulu həll olan mineral maddələr, karbohidratlarla yanaşı həm də xeyli miqdarda polidispres kolloid hissəciklərə və asılqanlara malik olur. Odur ki, onlar yalnız çoxkomponentli məhlullar olmayıb, həm də suspenziyalardır. Bu mikroorqanizm mitseli, yaxud hüceyrələri, həmçinin bir çox qida mihitlərində olan bərk hissəciklərdən ibarətdir. Bunlara un, qarğıdalı ekstraktlarından həlməşiklər və s. aiddir. Kultur məhlullarında biokütlənin miqdarı çox aşağıdır. Adətən 6 litrdə 5-10 q quru biokütlə olur. Bu cür miqdarda asılqan fazanın ayrılması çətin texnoloji vəzifə olub, müxtəlif üsullarla qatılaşdırılmaq yolu (flotasiya, seperasiya, buxarlanmaqla) ilə həll oluna bilər.

Kultur məhlulundan mikroorqanizmlərin hüceyrə biokütləsinin ayrılma üsullarını aşağıdakı qruplara bölmək olar:

- Mexaniki (sakit saxlama, filtrləmə, sentrifuqa etmə);
- İstilik-texniki (qurutma).

3.1. Məqsədli məhsulun qatılaşdırılma və ayrılma metodları

Kultur məhlulundan mikrobioloji sintez məhsullarının bütün ayrılma metodları iki qrupa bölünür:

- 1) Ekstraksiya, iondəyişmə, adsorbsiya, kristallaşdırma - məqsədli məhsul, məhlulda olarsa;
- 2) Çökdürmə, filtrləmə, sentrifuqa etmə, seperasiya etmə - məqsədli məhsul bərk faza şəklində olarsa.

Məqsədli məhsulu çox vaxt bir metodun köməyi ilə ayırmaq olmur, o halda bir neçə metodun kombinasiyası tətbiq olunur. Ayrılma prosesində məhsul həll olandan həll olmayan formaya (yaxud əksinə) keçirilir. Kultur məhlulundan həll olan maddələrin ayrılması zamanı əvvəlcədən çökdürmə, filtrləmə, sentrifuqa etmə, seperasiya etmə və membran metodlar (elektrodializ, ultra və mikroflotasiya) kimi işlənmə metodlarının tətbiqi lazım gəlir.

3.1.1. Çökdürmə

Çökdürmə (sedimentasiya) – bu proses ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında dispers sistemlərin təbəqələşməsi və dispers fazanın çöküntü şəklində ayrılmasıdır.

Kultur məhlulundan biokütlənin çökmə sürəti böyük olmayıb, 10^{-6} - 10^{-7} m/s təşkil edir.

Çökdürmə prosesini sürətləndirmək üçün aşağıdakılar tətbiq olunur:

- 1) Koaqulyantlar – asılqan hissəcikləri davamsız – aqreqat vəziyyətinə gətirən maddələr;
- 2) Flokulyantlar – kolloid strukturun dağılmasını və iri həl-məşiklər əmələ gəlməsini təmin edən maddələr.

Koaqulyantlar kimi adətən jelatin, balıq yapışqanı, kazein; flokulyantlar kimi isə metilsellüloz, pektin, natrium alqinat və s. tətbiq olunur.

3.1.2. Sentrifuqa etmə

Sentrifuqa etmə - mərkəzdənqaçma qüvvəsi sahəsinin təsiri altında qeyri-cinsli sistemlərin ayrılması prosesidir.

Sentrifuqa üçün müxtəlif quruluşlu sentrifugalər tətbiq olunur. Yüksək ayrılma faktoruna malik, nımçəvari barabanlarla təchiz olunmuş sentrifugalər - seperatorlar sentrifuganın ən geniş yayılmış tiplərindəndir. Seperatorlar nəmliyi 60-90%-ə qədər olan çöküntüləri qatılaşıdırmağa imkan verir.

Son illərdə seperasiya prosesini avtomatlaşdırılmış rejimdə aparan, konkret kultur məhlulu üçün optimum fərdi şərait seçilməsinə imkan verən xüsusi hermetik seperatorlar meydana gəlmişdir.

Sentrifuqa etmənin tətbiq sahələrinə aiddir:

1. Kultur məhlulundan biokütlənin (mayalar, bakteriyalar, göbələklər) ayrılması;
2. Mikrobioloji sintezin müxtəlif məqsədli məhsulların ayrılması (antibiotiklər, fermentlər, vitaminlər və s.), qabaqcadan bərk fazaya keçirilməsi;
3. Ekstraksiyada əmələ gələn emulsiyanın ayrılması.

3.1.3. Filtrləmə

Filtrləmə - suspenziyanın məsaməli arakəsmədən keçirilməklə bərk və maye fazalara ayrılmasıdır.

Filtrləmədə son məqsəd – bərk yaxud maye faza alınması (onlardan biri qalıq olarsa), həmçinin eyni vaxtda bərk və maye faza almaqdır.

Filtrləmə - hidrodinamik proses olub, sürəti təzyiqlər fərqi ilə düz mütənəsbibdir.

Köməkçi filtr materialı kimi filtr tozundan istifadə olunur. Bu halda həmin toz aşqar kimi filtrlənən materiala, yaxud əvvəlcədən filtrin işçi səthinə alt qat şəklində yaxılır.

3.1.4. Ekstraksiya

Ekstraksiya – seçici (selektiv) həlledicilərin (ekstragenlər) köməyiylə bərk və maye maddələr qarışığının ayrılmasıdır.

Ekstraksiyanın fiziki mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bir fazadan (maye yaxud bərk) ayrılan komponentin onların qarşılıqlı təmasında maye ekstragen fazasına keçməsidir. Ekstraksiya olunan qatılıqlar fərqi nəticəsində komponentlər ilkin məhluldan həll ediciyə keçir. Odur ki, həmin proses diffuziyaya aid edilir.

Adətən ekstraksiya prosesi iki fazalı sistemdə gedir “bərk hissə - maye” yaxud “maye – maye”.

Ekstraksiyadan antibiotiklər, vitaminlər və amin turşuların ayrılması və təmizlənməsində istifadə olunur.

3.1.5. İondəyişmə

İondəyişmə özünü sorbsiya prosesi kimi göstərir. Adsorbsiya – məqsədli məhsulun bir, yaxud bir neçə komponentlərinin qaz qarışığı yaxud bərk maddələr məhlulu ilə adsorbentlə udulmasıdır.

Adsorbsiya prosesi (həm də kütlə dəyişmənin digər prosesləri) seçici və adətən dönerdir. Bununla əlaqədar olaraq adsorbentdən udulan maddələrin ayrılması, başqa sözlə desorbsiya prosesinin aparılması mümkün olur.

Bioloji aktiv maddələr və antibiotiklərin ayrılması və təmizlənməsinin ilk sorbsiya metodu molekulyar sorbentlərin tətbiqinə əsaslanır (fəallaşdırılmış kömür, alüminium oksid və s.). Molekulyar sorbentlər ayrılan maddə və bir sıra qarışıqları eyni şəkildə yaxşı toplayır.

Hazırda fərqli seçiciliyi və yüksək fərdiliyi ilə xarakterizə olunan iondəyişmə sorbentləri işlənib hazırlanmışdır.

İonitlər - suda və adi həlledicilərdə təcrübə olaraq həll olmayan, hərəkətli ionlarla aktiv (ionogen) qruplara malik olan və bu ionları məhlulları ilə təmasda olduqda elektrolitlərin ionları-

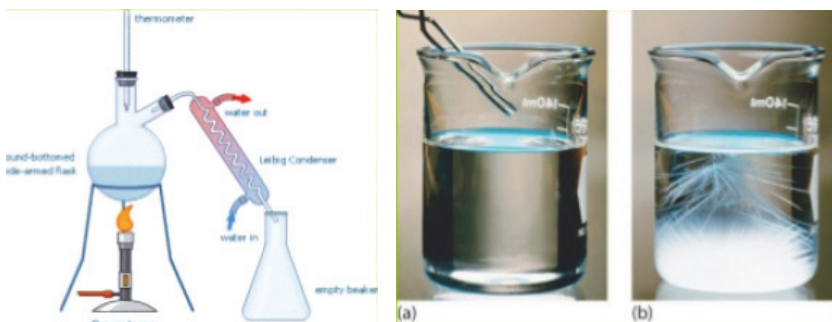
na dəyişmək xüsusiyyətli üzvi və qeyri-üzvi maddələrdir.

Sintetik iondəyişmə qətranları daha perspektivlidir. İonitlər antibiotiklərin istehsal texnologiyasında, onların kultur məhlullarından sorbsiyası mərhələsində geniş tətbiqini tapmışdır.

3.1.6. Kristallaşdırma

Kristallaşdırma - əsasən məhlul və ərintilərdən bərk fazanın kristallar şəklində ayrılmasıdır (şəkil 3.1).

Antibiotiklər və digər bioloji aktiv maddələrin kristallaşdırılması onların həll olmasının kəskin azaldılmasına əsaslanır. Bu məhlulun temperaturunun dəyişməsi (adətən azaldılması, lakin bəzən məsələn, eritromisin halında isə yüksəldilməsi), yaxud onların digər pis həll olan kimyəvi formaya keçirilməsi nəticəsində olur. Sonuncu məhlulun pH göstəricisinin dəyişməsi, yaxud uyğun reagentlər əlavə olunması, çox hallarda isə eyni vaxtda temperaturun aşağı salınması ilə mümkün olur.



Şəkil 3.1. Homogen qarışıqların ayrılma üsulları

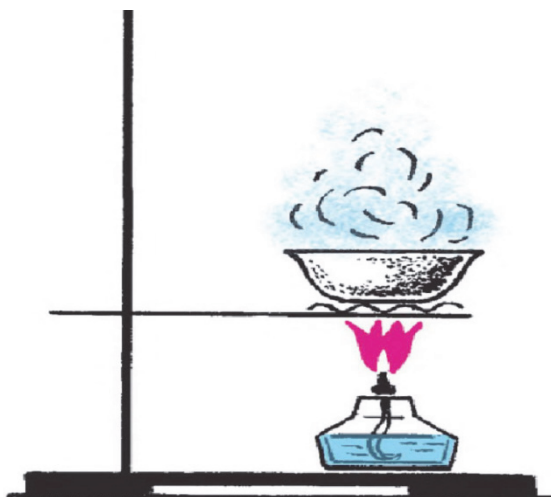
- buxarlandırma;
- kristallaşdırma;
- destillə;
- xromotoqrafiya.

Kristallaşdırma yalnız bərk halda antibiotiklər alınması üsulu olmayıb, həm də onları müşayiət edən qarışıqlardan təmizləməyin çox səmərəli vasitəsidir və digər ayrılma metodları ilə müqayisədə əsaslı üstünlüklərə malikdir.

Kristallaşdırma metodu antibiotiklər (tetraskilin, eritromisin və s.), vitaminlər və polişəkərlərin alınma texnologiyasında geniş tətbiqini tapmışdır.

3.1.7. Buxarlandırma

Buxarlandırma – bu proses məhlulun qızdırılması ilə həlledicinin buxarlandırılaraq tədricən kənar edilməsi yolu ilə maye məhsulların qatılaşdırılmasıdır (şəkil 3.2). Bir sıra hallarda buxarlandırılmış məhlul sonrakı kristallaşdırılmaya məruz qoyulur. Buxarlandırma yolu ilə alınan qatılaşdırılmış məhsullar və bərk maddələr asanlıqla və ucuz qaydada emal olunur, saxlanılır və nəql edilir.



Şəkil 3.2. Sadə buxarlandırma

Antibiotiklərin istehsalı adətən vaakum altında 60-70°C temperaturda aparılır. Odur ki, bu metod termodayanıqsız bioloji aktiv maddələrin emalında yol verilən deyildir.

3.1.8. Membran ayrılma metodları

Membran ayrılma metodlarına aşağıdakılar aiddir:

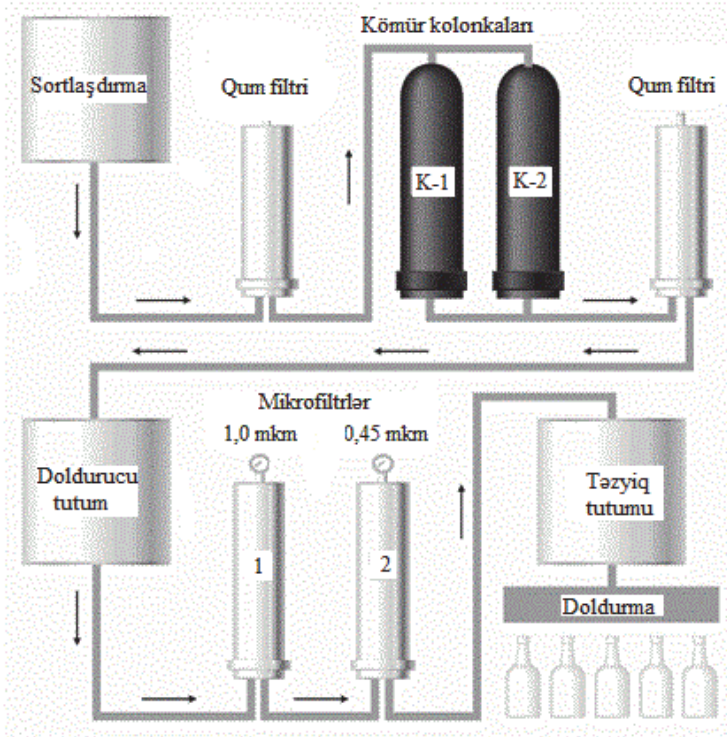
1. Dializ və elektrodializ;
2. Əks osmos;
3. Mikrofiltrasiya;
4. Ultrafiltrasiya.

Bu metodların əsasında osmos hadisəsi – yarımkəçirici arakəsmələrdən həll olan maddələrin diffuziya etməsi durur. Yarımkəçirici arakəsmələr özünü böyük miqdarda (10^{10} – 10^{11} 1 m^r-na) xırda gözcüklü məsamələri olan (diametri 0,5 mkm ötməyən) membran kimi göstərir.

Membran adı altında adətən polimer, yaxud qeyri-üzvi məhlulda olan müxtəlif növ hissəciklərin (ionlar, molekullar, makromolekullar və kolloid hissəciklər) səmərəli ayrılması xüsusiyyətli yüksək məsaməli, yaxud məsaməsiz təbəqə, yaxud boruvari arakəsmə başa düşülür. Membranlardan istifadə olunması yüksək səmərəli və azqalıqlı texnologiya yaratmağa imkan verir.

Maye sistemlərin ayrılmasının əsas metodlarına əks osmos, ultra- və mikrofiltrasiya aiddir. Bu metodlar üçün səciyyəvi olan ümumi cəhət yarımkəçirici, başqa sözlə məhlul və suspenziyalar komponentlərini fərqli şəkildə buraxan membranların istifadəsidir. Hərəkətverici qüvvə kimi artıq təzyiq prosesləri, qatılaşdırılmış polyarlaşma ilə mübarizə üsulunun tətbiqi yer alır (şəkil 3.3 və 3.4).

Göründüyü kimi əvvəlcə müxtəlif filtrlərdən keçərək iri qarışıqlardan təmizlənən maye sonra membran filtrlərə daxil olaraq steriləşdirilir və doldurulmaya daxil edilir.



Şəkil 3.3. Ultrafiltrasiya qurğusu

Baytarlıq müalicə vasitələrinin (vaksinlər, interferonlar, alergenlər, bakteriyalar, qida mühitləri və s.) hazırlanma texnologiyasında mikrofiltrasiyanın tətbiqini tapmaq olar. Mikrofiltrasiyanın baytarlıq immun bioloji preparatlar (BİBP) istehsalı texnologiyasında istifadəsi zamanı, membran elementlər fermentləşdirmə avadanlıqları ilə birləşdirilir ki, bu da membran bioreaktorların yaradılmasına (MBR) gətirib çıxarır.

(MBR)-də eyni vaxtda iki proses aparıla bilər:

- Bioreaktorun bütün həcmində mikroorqanizmlərin idarə olunan becərilməsi;
- Kultur məhlulunun (yaxud onun bir hissəsinin) kənar

edilməsi və onun təzə qida mühiti ilə əvəz olunması.

Mikroorqanizmlərin maye fazada fasiləsiz və şərti bərk fazada fasiləli becərilmə prosesinin təşkilinin mümkünlüyü, fasiləli becərmə üsulunda mövcud olan çatışmazlıqları aradan qaldırmağa imkan verir.



Şəkil 3.4. Mikrofiltrasiya qurğusunun ümumi görünüşü

3.2. Bioloji preparatların konservləşdirmə üsulları

3.2.1. Üsulların ümumi səciyyəsi

Bioloji mənşəli materialların stabilləşdirilməsinin vacibliyi onların həddindən ziyadə dayanıqsız olmaları ilə əlaqədardır.

Məlumdur ki, adi şəraitdə bioloji məhsulların çoxunun çoxalma müddəti bir neçə gündə müəyyən olunur.

Bununla əlaqədar olaraq bioloji preparatların konservləşdirilməsinin müxtəlif üsulları işlənmişdir. Hazırda onları bir neçə qrupa bölmək olar:

- Kimyəvi birləşmələrlə (xloroform, fenol, qliserin, formalin və s.);
- Aşağı temperaturda konservləşdirmə (dondurma);
- Qurutmaqla konservləşdirmə.

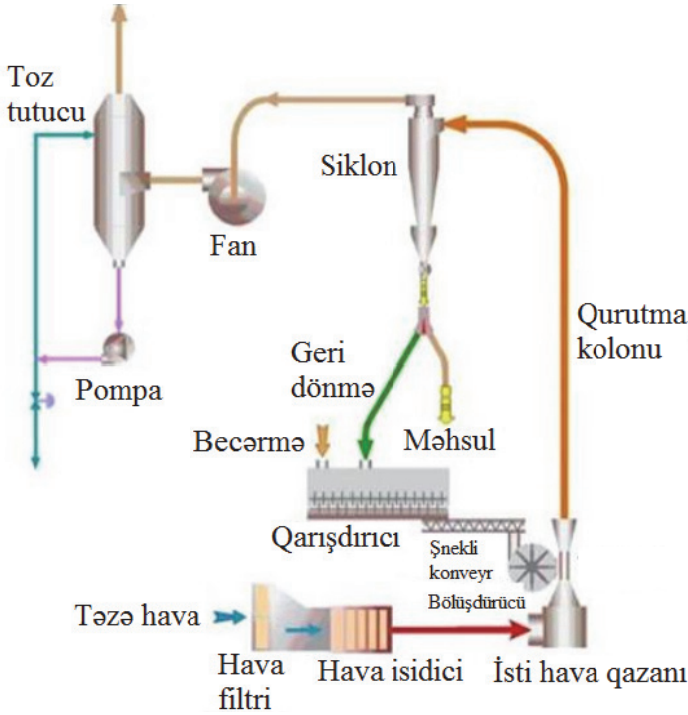
Bioloji mənşəli məhsulların (bitki, heyvan, mikrobioloji) xassələrinin stabilləşdirilməsinin daha mütərəqqi proseslərin-

dən biri qurudulma olub, həmin məhsulun adı şəraitdə uzun müddət qalmasını təmin edir. Bundan başqa, kütlənin xeyli azaldılması nəqliyyat və qab xərclərini əsaslı şəkildə aşağı salmağa imkan verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, susuzlaşdırma – çətin texnoloji proses olub, çox vaxt istehsalın həlledici mərhələsi olmaqla, buraxılan məhsulun keyfiyyətinə təsir göstərir. Süni qurutmanın üstünlüyü nəmliyin kənar edilməsinə sərf olunan vaxtın xeyli azalmasıdır. Qurutma olduqca fərqli kompleks proses olub, istilik, diffuziya, çox vaxt isə bioloji və kimyəvi hadisədir (xüsusilə də söhbət intensiv qurutmadan gedəndə). Bioloji mənşəli məhsullar özünü mürəkkəb qurutma obyektinə kimi göstərib, bir sıra göstəricilərlə xarakterizə olunur. Onlardan vacibi ilk, son və taraz nəmlik, termiki, elektrofiziki, struktur-mexanikin və kütlə dəyişməsinin xarakterizəsidir. Məhsulların fərqli xüsusiyyətləri onların səmərəli qurutma metodlarının işlənməsinə fərdi yanaşma tələb edir (hazır məmulatın keyfiyyətinə tələblər nəzərə alınmaqla).

Hazırda açıq havada təbii və xüsusi qurğularda quruducu agentin tənzimlənən və təşkil olunmuş şəkildə verilməsi ilə süni qurutma fərqləndirilir (şəkil 3.5). Bir sıra müəlliflərə görə təcrübədə daha çox tətbiqini tapan qurutma metodlarına aşağıdakılar aiddir:

- Sublimasiya (dayanıqsız);
- Konvektor;
- Kontakt;
- Termoradiasiya;
- Yüksək tezlikli cərəyan;
- Kombinə edilmiş.



Şəkil 3.5. İsti hava ilə qurutma sxemi

3.2.2. Biopreparatların liofil qurudulması

Biopreparatların liofil qurudulması əsas konservləşdirmə üsullarından biri olub, onların uzun müddət fəallığının saxlanmasını təmin edir. O, profilaktika, diaqnostika və müalicə üçün istifadə olunan canlı və bir qədər inaktivasiya olunmuş vaksinlərin – diaqnostik və müalicəvi zərədlər, agentlər və digər bioloji aktiv preparatların təcrübə olaraq ilkin xüsusiyyətlərini dəyişmədən saxlanmasını təmin edir.

Liofil qurutma iki konservləşdirmə - dondurma və qurutma üsullarından ibarətdir. Dondurulmuş preparatlardan nəmlik dərəcəsinə görə istifadə edilməklə kənar edilir. Qurutma prosesində

sində nəmlik preparatdan maye şəklində deyil, buğ şəklində kənar olunur. Nəticədə zülalların spesifik xüsusiyyətlərinin maksimum saxlanması, onların denaturasiyasının minimuma endirilməsi, hüceyrə və virusların canlı vəziyyətdə uzun müddətli anabioz şəraitdə qalmasını təmin edir. Bütün bunlar isə fəallığına görə standartlaşmış biopreparatlar alınmasına zəmin yaradır.

Liofil qurutma metodu ilə biopreparatların konservləşdirilməsinin başqa metodlardan bir sıra üstünlükləri vardır:

- biopreparatın kütləsi azalır;
- ilkin fəallıq uzun müddət saxlanır, bu vaksinlər üçün 12-18 ay, zərədlərdə 2-3 il təşkil edir;
- mikrob kontaminantlarının inkişafı dayanır.

Qurudulmuş preparatları $+4...+8^{\circ}\text{C}$ temperaturda saxlayırlar, bu zaman temperaturun qısa müddətli $+10...+15^{\circ}\text{C}$ -yə qədər yüksəlməsinə icazə verilir (nəqləndirmə dövründə 7 günə qədər).

Sublimasiyanın özünü şərti olaraq iki mərhələyə bölmək olar: 1) mənfi temperaturda - temperaturun yüksəlməsi ilə (səhərdə $1-2^{\circ}\text{C}$) qurutma; 2) müsbət temperaturda qurutma.

Bəzən bu mərhələləri materialdan sərbəst və əlaqəli suyun kənar edilməsi kimi fərqləndirirlər.

Birinci mərhələ materialda temperaturun 0°C -yə yaxınlaşması ilə başa çatır. İkinci mərhələdə sona qədər qurutma preparatın son temperaturunun $+25...+28^{\circ}\text{C}$ -yə çatdırılması ilə həyata keçirilir. Qeyd etmək lazımdır ki, birinci mərhələnin davam etməsi ikincidən xeyli çox çəkir. Birinci dövrdə nəmliyin 90%-ə qədər kənar edilir, ikincidə qalıq nəmlik 1-4% təşkil edir. İkinci dövrün başa çatmasının əlaməti verilən temperatura çatılması və onun 1-3 saat həmin səviyyədə saxlanmasıdır. Bu halda sistemdə daima minimum səviyyədə vaakum saxlanır. Qurutma başa çatdıqdan sonra qızdırılma dayandırılır, vaakum nasos söndürülür, vaakum tədricən azaldılır, xüsusi filtdən keçməklə steril atmosfer havası, yaxud inert qaz verilir. Sonun-

cular materialın müsbət temperaturda daha uzun müddətli qalmasını təmin edir.

Ampulada quru material vaakum altında hermetik flakonlara qablanır (əvvəlcədən onların inert qazla – arqon, neon və azotla doldurulması aparılır).

3.2.3. Biopreparatların konvektiv metodla qurudulması

Konvektiv qurutma metodu biologiya sənayesində ən geniş yayılmış metoddur. Quruducu qurğuların böyük çoxluğunun iş prinsipi ona əsaslanır. Quruducu agent kimi qızdırılmış hava, soba qazı yaxud həddindən artıq qaynar buğ istifadə olunur. Quruducu agent materialdan buğ şəklində kənar olunan və xarici mühitə keçən nəmliyin təsiri altında istiliyi materiala ötürür. Beləliklə, konvektiv qurutmada quruducu agent istilikdaşıyıcı və nəmlik uducu kimi özünü göstərir.

Konvektiv üsul kameralı quruducu qurğularda tətbiqini tapmışdır. Belə aparatlarda materialın qurudulması atmosfer təzyiqində fasiləli qaydada yerinə yetirilir. Quruducu bir yaxud bir neçə kameraya malik olub, qurudulan material onun növündən asılı olaraq torlarda, bişirmə qablarında, tirlərdə və s. hərəkətsiz vəziyyətdə qurudulur. Qızmış hava axını qurudulan məhsulun üzərindən keçərək, ondan nəmliyi buxarlandırır.

Fasiləsiz işləyən kameralı quruducu qurğulara atmosfer təzyiqində işləyən tunel tipli quruducular aiddir. Kamera özünü uzun, hermetik qapalı tunel kimi göstərir. Burada qurudulan material birbaşa, yaxud quruducu agentin əks axınında kuvet və ya nəqlədiyi lentdə yerləşdirilir.

Fasiləsiz və fasiləli işləyən kameralı quruducu qurğuların bir sıra çatışmazlıqları vardır:

- qurutmanın davam etmə müddətinin çoxluğu;
- materialın qeyri-bərabər qurudulması;
- məhsulun yüklənmə və boşaldılmasında xeyli istilik itki-

sinin olması;

- prosesin ağır zəhmətli olması.

Qurutma texnikasında barabanlı quruducu qurğulardan da istifadə olunur.

3.2.4. Qurutmanın kontakt metodu

Bu qurutma metodu istiliyin qaynar səthlə toxunmada materiala ötürülməsinə əsaslanır. Qaynar istilikdaşıyıcı kimi daha çox su buğundan, bir qədər az qazlar və yüksək qaynar məhlullardan istifadə olunur. Bu üsulda hava axını (vaakum) yalnız su buğlarının quruducudan kənar edilməsinə xidmət etməklə, nəmlik uducudur. Ədəbiyyat məlumatlarına görə bu üsulda istilik ötürücülük əmsalı konvektor qurutma ilə müqayisədə xeyli yüksək olur.

Sadə kontakt quruducu aparatlar fasiləli işləyən vaakum-quruducu şkaflardır. Belə quruducu özünü hermetik qapalı kamera kimi göstərməklə bir sıra tərəcəllərlə təchiz olunmuşdur. Tərəcəllərin daxilində istilik daşıyıcılar keçir. Qurudulan material birbaşa həmin tərəcəllərə, yaxud asılı tirlərə düzülür. Qurumada əmələ gələn buğlar vaakum nasosla kənar edilir. Bu quruducular çox metal tutumlu olmaqla yanaşı az məhsuldardır. Bu qurudulan material qatının hərəkətsizliyi və xeyli hissəsinin istilik səthi ilə kifayət qədər təmasda olmaması ilə izah olunur.

Müxtəlif konstruktiv modifikasiyalara malik fasiləsiz işləyən vallı quruducu qurğular geniş tətbiq tapmışlar. Quruducu qurğunun korpusunda fırlanan boş baraban daxildən istilik agentini qızdırılır. İlk maye material fasiləsiz qaydada barabana ötürülür, burada bir yarım dövrdə məhsul qurudularaq bıçaqlarla doğranır.

Konkret susuzlaşdırmada böyük məhsuldarlıq üçün iki-vallı quruduculardan istifadə olunur.

3.2.5. Termoradiasiya qurutma metodu

Termoradiasiya qurutma metodunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bu zaman istilik materiala görünməyən istilik şüaları (infraqırmızı) vasitəsi ilə ötürülür. Infraqırmızı şüalar (İQŞ) 0,77-340 mkm dalğa uzunluğuna malikdir.

Bir sıra alimlərin fikirlərinə görə İQŞ qurutmada materiala istilik axını konvektiv üsulla müqayisədə bir neçə on dəfə çox ötürülür. Nəticədə İQŞ-la qurutma sürəti yüksəlmiş olur. Məlum olmuşdur ki, intensivləşdirilmiş konvektiv qurutma metodları ilə müqayisədə bitki mənşəli bioloji preparatların infraqırmızı şüalarla qurudulması 25-95% sürətlənmiş olur. Dalğa uzunluğu nə qədər qısa olarsa, İQŞ keçicilik xüsusiyyəti bir o qədər yüksək olur. Materialın keçiriciliyi əsasən qatın qalınlığından və məhsulun nəmliyindən asılıdır. Hissəciklərinin ölçüləri İQŞ daxilə nüfuz etmə dərinliyindən böyük olan materiallar üçün fasiləli şüalandırılma tövsiyə olunur. İQŞ verilməsi dayandıqda material hissəciklərinin səthində intensiv buxarlanmanın davam etməsi nəticəsində temperatur düşür. Daxili hissəciklərdə temperatur səthə nisbətən çox olduğundan nəmlik mərkəzi qatlardan səthə doğru yerdəyişməyə başlayır.

İQŞ-la şüalanmanın xarakterinə görə termoradiasiya qurutması elektrik və qazla qızdırmaqla ola bilər. Təcrübədə daha çox qaz panel şüalandırıcılardan istifadə olunmaqdadır.

3.2.6. Yüksək tezlikli cərəyanla qurutma metodu

Yüksək tezlikli cərəyanla qurutduqda (tezliyin dəyişməsi 10-3000 MQh) üzvi material kondensatorun dövrələri arasında yerləşdirilir və ona yüksək tezlikli elektrik cərəyanı verilir. Bioloji mənşəli məhsullar özünü müəyyən qədər keçiriciliyə malik, başqa sözlə yarı keçirici xüsusiyyətli dielektrik kimi göstərir. Üzvi materialların tərkibinə elektrolitlərin ionları,

elektronlar, dielektriklərin polyar və qeyri-polyar molekulları daxildir. Qeyri-polyar molekullar bərk elastik dipollardan ibarətdir. Polyar molekullar sabit dipolyar momentlərlə elektrik sahəsində istiqamətlənilir. Dəyişən yüksək tezlikli elektrik sahəsinin təsiri altında materialın tənzimlənən qızdırılması baş verir.

Kondensatorun dövrləri əks yüklərə malik olur, odur ki, elektronlar və ionlar materialın daxilində bu, yaxud digər dövrəyə doğru yerini dəyişir. Dövrələrdə yüklər dəyişdikdə onlar əks istiqamətlərdə yerini dəyişir və nəticədə istilik ayrılması ilə sürtünmə baş verməsi qaçılmaz olur.

Beləliklə, belə sürtünmələrin aradan qaldırılmasına sərf olunan elektromaqnit dalğaları istilik enerjisinə çevrilir.

Yüksək tezlikli elektrik sahəsində üzvi material hissəciklərinin qızdırılması saniyə ərzində baş verir. Xarici mühitlə istilik və nəmlik mübadiləsi nəticəsində materialın səth qatı müəyyən qədər istilik itirir. Ona görə də materialın temperaturu daxilə xaricə nisbətən yüksək olur. Temperatur fərqlərinin təsiri altında nəmlik daxilədən hissəciklərin səthinə yer dəyişir.

Konvektiv və kontakt qurutma ilə müqayisədə yüksək tezlikli cərəyanla qurutmanın əsas üstünlüyü materialın daxilində müəyyən temperaturun tənzimlənməsi, dəstəklənməsi və prosesin intensivləşdirilməsidir. Lakin elektrik enerjisinin böyük xərcləri, mürəkkəb avadanlıq və xidmət, texniki təhlükəsizliyə verilən yüksəldilmiş tələblər qurutmaq üçün yüksək tezlikli cərəyanın tətbiqini məhdudlaşdırır.

3.2.7. Qurutmanın kombinə edilmiş metodu

Hazırda termodayanıqsız preparatların qurudulması üçün yuxarıda qeyd olunan metodlardan başqa, onların müxtəlif kombinasiyalarından da istifadə olunur. Bu, alınan məhsulda

yüksək keyfiyyət təmin etməklə məhsuldarlığın və prosesin səmərəliliyinin yüksəlməsinə, ağır zəhmətin azalmasına imkan verir. Kombinə edilmiş qurutma üsullarına misal olaraq tozlandırıcı-sublimasiya qurutması, kontakt sorbsiya susuzlaşdırılması və s. aiddir.

3.3. Sterilizə üsulları

Bütün mikrobioloji sintez prosesləri təmiz mikroorqanizm kulturları ilə aparılır. Əkin və hazır kulturların təmizliyi biopreparatlar istehsalının əsas şərtidir.

Aseptika – bu, mühitə yaxud obyektə kənar mikroorqanizmlər düşməsinin qarşısını almağa yönəldilmiş tədbirlər kompleksidir.

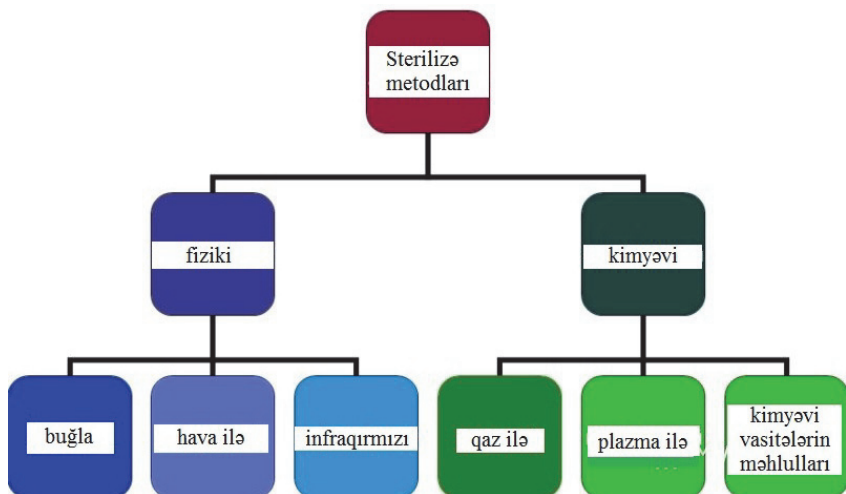
Bunun üçün bütün mikrobioloji istehsal dövründə kulturların təmizliyinin saxlanmasını təmin edən çox müxtəlif tədbirlər həyata keçirilir. Əks halda kənar mikroorqanizmlər öz metabolitlərini ayıraraq əsas kulturun inkişafını ləngidir və nəticədə hazır məqsədli məhsulun keyfiyyəti aşağı düşür. Belə tədbirlərə aşağıdakılar aiddir:

- avadanlıq və kommunikasiyaların sterilizəsi;
- avadanlıqların hermetikliyinin təmin olunması;
- havanın təmizlənməsi və sterilizəsi;
- qida mühitinin sterilizəsi;
- nümunə götürülməsinin xüsusi metodları.

Aşağıdakı sterilizə növləri tətbiq olunur (şəkil 3.6):

Termiki - sterilizəedici agent kimi müxtəlif təzyiqlər altında su buğu və quru istilikdən istifadə olunur. Zülalların koagulyasiyası nəticəsində mikroorqanizmlərin həm vegetativ hüceyrələri, həm də sporları məhv olur. Daha dayanıqlı termofil mikroorqanizmlər su buğundan istifadə edildikdə 121°C temperaturda 25 dəqiqə, 132°C -də 4 dəqiqədən sonra məhv olur. Quru istidən istifadə edildikdə mikroblar $160\text{--}180^{\circ}\text{C}$ temperaturda,

uyğun olaraq 60 və 10 dəqiqə müddətində məhv olur.



Şəkil 3.6. Sterilizə metodlarının təsnifatı

Qeyd etmək lazımdır ki, adi qaynatma prosesi zamanı mikroorqanizmlər 100°C -də qaynatdıqda 8 saatdan sonra məhv olur.

Bundan əlavə material və əşyaların sterilizəsi üçün qaynaq quru havadan istifadə edilir (şəkil 3.7). Halbuki bəzi materialları buğla işlədikdə (susuz yağlar, yağ, tozlar, korroziyaya məruz qalan əşyalar və s.) onların xarab olması baş verə bilər.

Kimyəvi agent kimi formaldehid, etilen oksid, hidrogen peroksid, qələvilər, spirtlər, turşular və s. istifadə olunur. Onlar avadanlıqların sterilizəsi üçün tətbiq olunmaqla $110\text{--}130^{\circ}\text{C}$ -yə qədər qızdırılmağa davam gətirmir. Datçiklər, hava filtrləri və digər avadanlıqlar buna misal ola bilər.



Şəkil 3.7. Hava metodu ilə sterilizə aparatı

Radiasiya sterilizəsi ionlaşdırıcı şüalandırma hesabına mikroorqanizmlərin məhvini törədir (şəkil 3.8). Bir çox texnoloji səbəblərdən bu üsul hələlik mikrobiologiya sənayesində geniş tətbiq sahəsi tapmamışdır.



Şəkil 3.8. İonlaşdırıcı şüalarla sterilizə qurğusu

Filtrləmə. Mikroorqanizmlərin tam yaxud müəyyən qədər ləngidilməsini təmin edir. O, qaz, hava və mayelərin təmizlənməsi üçün geniş tətbiq olunmaqdadır.

Termiki sterilizə proseslərinin səmərəliliyini xarakterizə etmək üçün aşağıdakı göstəricilərdən istifadə olunur:

τ_c – həmin populyasiyadan olan bütün mikroorqanizmləri məhv etmək üçün lazım olan vaxt, dəqiqə;

τ_{10} – mikroorqanizmlərin qatılığının 10 dəfə aşağı düşməsinə sərf olunan vaxt, dəqiqə;

k – mikroorqanizmlərin məhvinin xüsusi sürəti, dəqiqə⁻¹;

n – sterilizədən əvvəl və sonra onda bir loqarifmlə müəyyən olunmuş miqdarı nisbət, inaktivasiya faktoru: $n = \lg(N_0/N)$, burada N_0 və N uyğun olaraq sterilizəyə qədər və ondan sonra mikroorqanizmlərin qatılığıdır, hüceyrə/ml;

$\bar{V}$ – sterilizə meyarı, həmin nisbətlərin loqarifmi kimi müəyyən olunur: $\bar{V} = 2,3 \times n$.

Sterilizənin ümumi səmərəliliyi sterilizə meyarı qiyməti ilə aşağıdakı formulla təyin olunur:

$$\bar{V} = k_t \times \tau_c.$$

Bu halda k_t qiyməti köməkçi cədvəl 3.1 ilə müəyyən olunur. Burada daha dayanıqlı *Bac. Stearothermophilis* sporlarının temperaturdan asılı olaraq məhvinin xüsusi sürət böyüklüyü əks olunmuşdur.

Cədvəl 3.1

Bac.Stearothermophilis (1518 ştammi) sporları üçün müxtəlif temperaturlarda xüsusi məhv olma sürəti (k) və strelizə meyarının (V_t) qiyməti

Temperatura- tur, K	k_T	V_T	Temperatur, K	k_T	V_T
373	0,013	0,013	387	0,412	1,86
374	0,017	0,030	388	0,540	2,40
375	0,023	0,053	389	0,653	3,05
376	0,030	0,083	390	0,810	3,86
377	0,036	0,120	391	1,002	4,86
378	0,048	0,170	392	1,210	6,07
379	0,062	0,230	393	1,480	7,55
380	0,083	0,310	394	1,830	9,36
381	0,109	0,420	395	2,440	11,8
382	0,135	0,560	396	3,070	14,9
383	0,163	0,720	397	3,760	18,3
384	0,193	0,910	398	4,570	23,2
385	0,234	1,150	399	5,900	29,1
386	0,302	1,410	400	7,400	36,5

FƏSİL 4

QIDA SƏNAYESİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN MADDƏ VƏ BİRLƏŞMƏLƏRİN BİOTEXNOLOJİ İSTEHSALI

4.1. Üzvi turşuların biotexnologiyası

Mikrob qıcqırmasının metabolizm məhsulları ilkin metabolitlər, ikinci metabolitlər, fermentlər və hüceyrə biokütləsidir.

Üzvi turşular arasında 4 maddəni qida turşusu adlandırırlar: limon, süd, sirkə, şərab turşuları. Bunlara bəzən alma və qlutamin turşularını da aid edirlər. Birinci 3 turşunu mikrob sintezi ilə alırlar. Şərab turşusunu da bu üsulla almaq olar, ancaq bu üzvi turşunu kimyəvi üsulla şərab daşından alırlar.

Üzvi turşuların mikroorqanizmlərin köməyi ilə alınmasına XX əsrin 20-30-cu illərində başlanmışdır. Qida turşularını o vaxta qədər təbii mənbələrdən az miqdarda alırdılar. Limon turşusunu limonun şirəsindən, cır nardan, şərab turşusunu isə şərab daşından almaq olurdu.

Hazırda inkişaf etmiş ölkələrdə üzvi turşuların sənaye istehsalı üçün produsent kimi kif göbələklərinin ştamlarından, əsasən də *Aspergillus* növündən istifadə edilir. Mikroorqanizmlərin köməyi ilə 50 adda müxtəlif üzvi turşular alınır. Məsələn, limon, sirkə, itakon, qlükon (aerob fermentləşmə ilə), süd və propion (anaerob fermentləşmə ilə) turşularını qeyd etmək olar. Bütün üzvi turşular karbohidratların katalizm məhsullarının ya aralıq, ya da son məhsulu kimi alınır.

Üzvi sintez sahəsində əhəmiyyətli dərəcədə tərəqqi olması na baxmayaraq, turşuların bir çoxu (limon, süd, sirkə və s.) hələ də mikrobioloji sintezlə alınmaqdadır. Üzvi turşular əczaçılıq, kimyəvi, toxuculuq və digər sənaye sahələrində geniş tətbiq tapmışdır. Qida sənayesi limon, sirkə və süd turşularının ənənəvi olaraq əsas istehlakçılarındandır. Tərkibində olan qarı-

şıqların insan orqanizmi üçün zərərsizliyinə görə təbii qıcqırma nəticəsində alınan məhsullar sintetik turşulardan daha üstündür.

4.1.1. Sirkə turşusu istehsalı

Sirkə turşusu çox qədim zamanlardan hazırlanan və hətta qida kimi istifadə olunan məhsullardandır (şəkil 4.1).



Şəkil 4.1. Sirkənin qida kimi istifadə olunmasını əks etdirən tablo

Sirkə turşusunun produsenti sirkə turşusu bakteriyalarından olan *Acetobakterdir*. Bu bakteriyalar şəkərli və spirtli substrata uyğunlaşmaqla, turş mühitdə güclü inkişaf edir (pH 4,0). Tez turşulaşdıran bakteriyalara yüksək məhsuldar *Acetobacter curvum* (kurvum) bakteriyalarını aid edirlər. Bu produsentin çatışmayan cəhəti sirkə turşusu əmələ gətirmək xüsusiyyətini itirməyidir, ona görə bu bakteriyalar yüksək qatılıqlı spirt və sirkə turşusu mühitində və az qatılıqlı qida maddələrində saxlanılır.

Qida sirkə turşusunun alınmasında xammal kimi üzüm şəra-

bı, pivə şirəsi, bal, spirt qızcırmasından sonrakı müxtəlif meyvə və giləmeyvə şirələri; ağ sirkə turşusu almaq üçün isə etil spirtinin sulu məhlulundan istifadə edilir (şəkil 4.2). Mühitdə spirtdən başqa sirkə turşusu, N, P, S, Mn və K-lu mineral duzlar olur. Bəzən vitaminlərin mənbəyi olan müxtəlif ekstraktlar əlavə edilir. Sirkə turşusu bakteriyalar üçün karbohidrat və enerji mənbəyi rolu oynayır.



Şəkil 4.2. Sirkə nümunələri

Sirkə turşusu immobilizə olunan hüceyrələr vasitəsilə alınan ilk mikrobioloji məhsul hesab edilir. Bu üsul həm dövri, həm də fasiləsiz ola bilər. Uzun illər sirkə turşu bakteriyalarının adsorbsiyası üçün ağac ovuntusu, ağac kömürü, koks və digər substratlar tətbiq edilir. Spirt məhlulunu immobilizə olunmuş bakteriyalar olan generatorlardan keçirərək 10-15%-li sirkə turşusu alırlar. 100 litr susuz spirtdən nəzəri olaraq 103 litr sirkə turşusu alınmalıdır. Təcrübədə isə 100 litr etanoldan nadir hallarda 90 litrə yaxın sirkə turşusu alınır. Bu da etanolun bakteriyalarla tam və ya yarım oksidləşməsi hesabına olur.

Süfrə sirkə turşusunda 5-9% sirkə turşusu olur. 20-30% qatılıqlı sirkə turşusunu başlanğıc məhlulu dondurmaqla almaq olur. Qovma üsulu ilə 70-80%-li sirkə turşusu alınır ki, buna da sirkə covhəri deyilir. Buzlu sirkə turşusunda 98,0-99,8% turşu olur.

Qızcırma yolu ilə alınan sirkə turşusu xoş ətir və dada malik

Sirkə turşusu qida sənayesində geniş tətbiq olunur. Mikrobioloji yolla alınmış sirkə turşusu qıcqıran substratın xarakterinə görə növlərə ayrılır. Sirkənin alma, üzüm, armud və digər növləri vardır.

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 = \text{O}_2 = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + 490 \text{ kC}$$

etil spirti sirkə turşusu

```

graph TD
    A[Səpin (əkin materialı)] --> C[Fermentləşmə]
    B[Etil spirti] --> C
    D[Steril hava] --> C
    C --> E[Kultur məhlulun təmizlənməsi]
    F[Bentonit] --> E
    E --> G[Filtədən keçirmə (filtrləmə)]
    G --> H[Biokütlə bentonit]
    G --> I[4% sirkə turşusu]
  
```

84

Sirkə turşusu istehsalının əsas biotexnoloji mərhələlərinin səciyyəsi cədvəl 4.1-də verilir.

Cədvəl 4.1

Sirkə turşusu istehsalının əsas biotexnoloji mərhələlərinin xarakterizəsi

Mərhələ parametrləri, produsentlər	Parametrlərin qiymətləri
Produsentlər	Bacterium Schutzenbachii, Bacterium Curvum
Qida mühiti komponentləri	Etil spirti, ammonium xlorid, maqnezium sulfat, kalium monofostat
Qida mühitinin pH	3,0...3,2
Çoxaltma temperaturu	28→25 ⁰ C
Aerasiya rejimi	0,35...0,4→0,1...0,15m ³ /dəq
Çoxaldılmanın davam etmə müddəti	7-10 sutka
Çoxaldılmış məhlulda sirkə turşusunun miqdarı	6...7%-dən 9-14%-ə qədər

4.1.2. Süd turşusu istehsalı

Süd turşusu sənaye üsulu ilə 1881-ci ildə süd turşusu bakteriyalarından istehsal olunmuşdur. Süd turşusunun sənayedə alınması üçün homofermentativ süd turşu bakteriyaları yararlıdır. Onlar 98% süd turşusu almağa imkan verir.

Süd turşusu bakteriyaları müxtəlif karbohidratlardan süd turşusu əmələ gətirir. Sənayedə melassa, süd zərdabı, qlükoza, maltoza, saxaroza, laktoza və şəkərləşmiş nişastadan istifadə edilməklə süd turşusu hazırlanır. Hər bir hal üçün uyğun gələn produsent götürülür. Qlükoza və maltoza üçün *Lactobacillus*

delbrueckii, *L.leichmammi* və ya *L.bulgaricis* ştammindan, şəkərləşmiş nişasta üçün *L.delbrueckii* ya *L.bulgaricis* və ya *Streptococcus lactis* ştammindan istifadə edilir. Maltozanın qıçqırmasında *L.bulgaricus* və ya *L.casei* ştammindan istifadə edildikdə süd turşusu çıxımı çox olur (şəkil 4.4).



Şəkil 4.4. Süd turşusu bakteriyaları

Süd turşusu alınmasında əsas xammal kimi melassa və şəkərləşdirilmiş kartof şirəsindən istifadə edilir. Bu şirəni müəyyən qatılığa qədər su ilə duruldur, tərkibinə amin azot mənbəyi olan maddələr (sərbəst amin turşular), vitaminlər və digər bioloji aktiv maddələr olan qarğıdalı ekstraktı, maya avtolizəti və ya səməni cücərtilərinin cövhəri əlavə edilir (çünki, süd turşusu qıçqırmasına bioloji aktiv maddələr müsbət təsir göstərir).

Süd turşusunun alınmasının texnoloji prosesləri limon turşusunun alınması ilə eynidir, lakin burada fərq odur ki, son məhsul məhlul şəklində və müxtəlif qatılıqda olur. Bu onunla izah olunur ki, süd turşusu kristallarının həllolma temperaturu çox aşağıdır və onlar çox hiqroskopikdir.

Süd turşusu sənayedə anaerob daxili fermentləşmə üsulu ilə alınır. Şəkərin qatılığı mühitdə 5-20%, temperatur 44-50°C, pH 6,3-6,5 olmalıdır. Fermentləşmə zamanı pH mühitini saxlamaq üçün təbəşir əlavə edilir. Becərilmənin 6-7-ci günündən sonra mühitdə 0,5-0,1% şəkər və 11-14% kalsium laktat qalır. 100 q

şəkərdən 80-90 q laktat alınır. Təbaşir çöküntüsünü və kolloidləri filtrləmə ilə ayırırlar.

Sonra şirəni həmin aparatda pasterizə edir, 48-50⁰C-yə qədər soyudur və üzərinə *Lact.delbruckii* kulturası səpirlər. Göstərilmiş temperatur termofil süd turşusu bakteriyaları üçün optimaldır və bir çox mikroorqanizmlərin fəaliyyəti üçün lazım olan temperaturdan yüksəkdir. Bu, süd turşusu bakteriyaları kulturunun təbii təmiz vəziyyətdə qıcqırmanı açıq aparatda aparmasına imkan verir.

Lact.delbruckii başqa bakteriyalar kimi fakultativ (qeyriməcburi) anaerob olduğundan, qıcqırma aerasiyasız aparılır. Süd turşusu nəinki başqa mikrofloranı istismar edir, hətta süd turşusu bakteriyaları da müəyyən qatılığa çatdıqdan sonra onlar kimi olur. Ona görə dövrü olaraq CaCO₃-lə (təbaşir südü) ilə neytrallaşdırılma aparılır və pH qiymətini optimal səviyyədə saxlayırlar. Alınmış Ca laktat həll olmuş halda qalır və qıcqırmanın sonunda 15%-ə qədər toplanır.

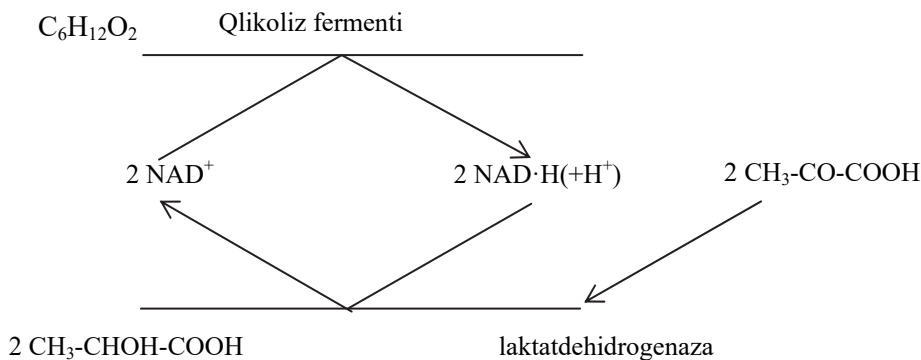
Qıcqırmanın sonunda, yəni 8-10 sutkadan sonra pasterizə aparılır, az miqdarda qalan sərbəst süd turşusunu əhəngli südlə pH 8-10 olana qədər neytrallaşdırır və filtrdən keçirib çökdürürlər. Ca laktatı reaksiyaya girməyən çöküntüdən, yəni təbaşirdən təmizləyirlər.

Ca laktatın qaynar məhlulunun temperaturunu yavaş-yavaş aşağı salmaqla onu kristallaşdırırlar. Kristallaşmanın sonunda kütləni kristalların ayrılması üçün sentrifuqa və ya filtr-presə yönəldir, sonra soyuq su ilə yuyur və buxarda əridib sulfat turşusu ilə parçalamaq üçün reaktora verirlər.

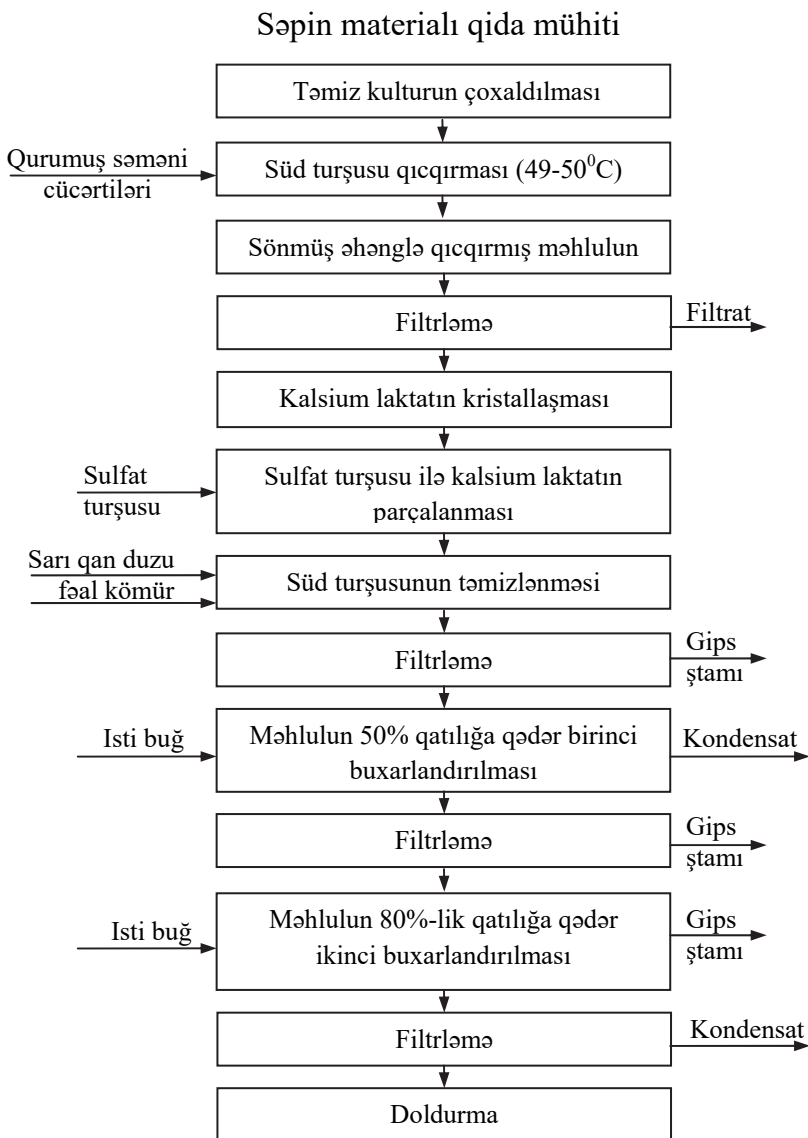
Ca laktatın parçalanması və təmizlənməsi sitratın parçalanması və təmizlənməsinə oxşardır. Çox vaxt bu prosesləri qarışdırırlar. Reaktorda Ca laktat 18%-ə çatdıqda onu, gips şlamının yuyulmasından alınan su ilə durulaşdırılır. Sulfat turşusu ilə parçalanmada 80⁰C temperaturu saxlayır, dəmiri və ağır metalları çökdürürlər. Arseni isə Ba sulfatla kənarlaşdırır və axırda aktiv kömür əlavə edirlər.

Filtrdən keçdikdən sonra süd turşusu 40% qatılığa çatana qədər vaakum aparatlarda buxarlandırılır. Ayrı qabda əlavə olaraq aktiv kömürlə şəffaflaşdırılır. Əgər sərbəst sulfat turşusu və ya parçalanmamış dəmir laktat (və digər ağır metallar və arsen) olarsa, süd turşusuna ekvivalent miqdarda laktat və ya sulfat turşusu və BaSO_4 əlavə edirlər. Sonra turşunu kupaj edir, yumşaq su ilə standart qatılığa (40%) çatdırır, çökdürüb filtrdən keçirir, şüşə və ya polietilen qablara doldururlar. Süd turşusunun böyük qatılığı tələb olunduğu halda ikinci buxarlanma aparıla bilər.

Süd turşusu $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ karbohidratların anaerob şəraitdə süd turşusu bakteriyaları tərəfindən çevrilməsi nəticəsində əmələ gəlir.



Sənaye şəraitində qida süd turşusu homofermentativ termofil bakteriyaların köməyi ilə daxili çoxaldılma metodu ilə alınır. Süd turşusunun istehsal sxemi şəkil 4.5-də verilir.



Şəkil 4.5. Süd turşusu istehsalının sxemi

Süd turşusu istehsalının əsas biotexnoloji mərhələlərinin səciyyəsi cədvəl 4.2-də verilir.

Cədvəl 4.2

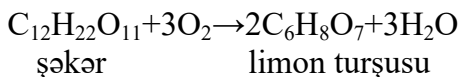
Süd turşusu istehsalının əsas biotexnoloji mərhələlərinin xarakterizəsi

Mərhələ parametrləri, produsentlər	Parametrlərin qiymətləri
Produsentlər	Lactobactliiy Casei, Lactobacterium delbrucki
Qida mühiti komponentləri	Melassa, nişasta hidrolizəti, bioloji aktiv maddələr
Qida mühitinin pH-ı	6,3...6,5
Çoxaltma temperaturu	50 ⁰ C
Çoxaldılmanın davam etmə müddəti	7-10 sutka
Kultur məhlulunda süd turşusunun miqdarı	18-20%

4.1.3. Limon turşusu istehsalı

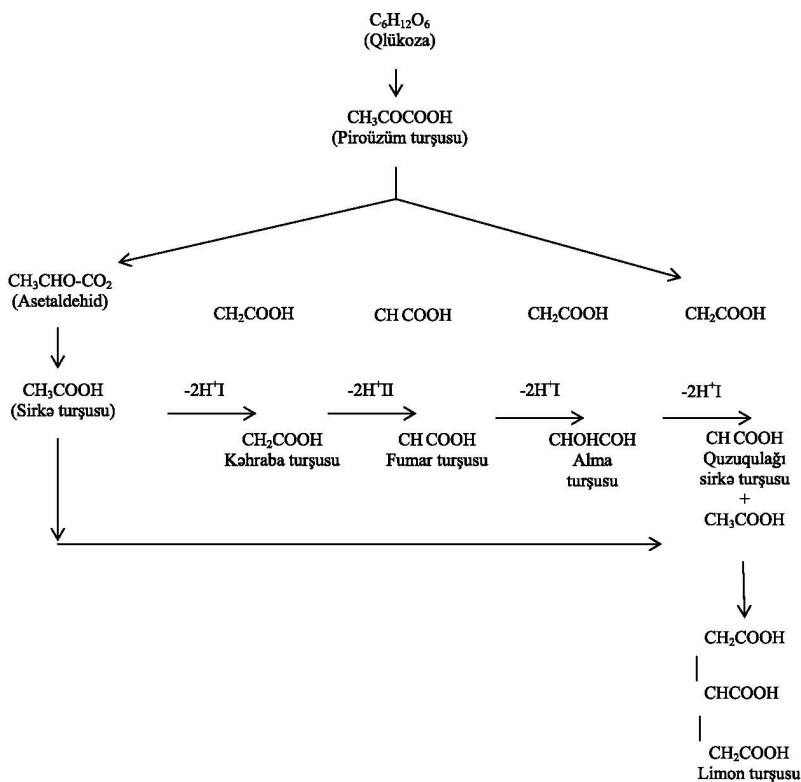
Limon turşusu qida, kimya, toxuculuq sənayesi və tibbdə tətbiq olunur.

Mikroskopik *Aspergillus niger* göbələyi qida mühitindəki şəkəri qıvcırdaraq limon turşusu əmələ gətirir. Bu prosesi aşağıdakı ümumi bərabərliklə ifadə etmək olar:



Limon turşusunun sintezi üç karbon turşuları dövrəsi ilə əlaqəli olub, dörd karbon atomu və iki karboksil qrupuna malik olan turşularla iki karbon atomu və bir karboksil qruplu hər hansı turşuların kondensasiyası nəticəsində baş tutur. Limon turşusu əmələ gəlməsinin kimyası şəkil 4.6-da verilir.

Qlükozanın qlikolizi nəticəsində piroüzüm turşusu əmələ gəlir. Növbəti mərhələdə piroüzüm turşusunun karbon qazı ilə fermentativ əlaqələnməsi baş verir. Əmələ gələn quzuqulağı sirkə turşusu sonra sirkə turşusu ilə reaksiyaya girərək limon turşusu əmələ gətirir. Beləliklə də limon turşusu əmələ gəlməsinin kimyası özündə qlikoliz və Krebs qapalı dövrəsindəki bir sıra reaksiyaları əhatə etmiş olur. Bu dövrənin hər bir dönüşündə quzuqulağı sirkə turşusu sirkə turşusu molekulu ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq limon turşusu əmələ gətirir.



Şəkil 4.6. Limon turşusunun əmələ gəlməsinin kimyası

Limon turşusu mikrobioloji sintezlə, əsasən mikroskopik *Aspergillus niger* göbələyinin səthi və daxili üsulla çoxaldılmasından alınan kulturlardan istifadə edilməklə melassadan alınır.

Limon turşusunun istehsalına aşağıdakı əsas mərhələlər daxildir: əkin materialının alınması, melassanın qıcqırdılmağa hazırlanması, melassa məhlulundan mitselin sonrakı ayrılması ilə limon turşusunun ayrılması, limon turşusunun qatılaşdırılması və onun kristal şəklində alınması.

Melassanın qıcqırmaya hazırlanması. Melassanın hesablanmış miqdarı toplayıcıda çəkilir və bişmə qazanına doldurulur, üzərinə melassanı durultmaq üçün 1:1 nisbətində qaynar su əlavə edilir. Melassa qazana tökülərkən qarışdırıcı və buxar barbatyoru işə salınır. Sonra ölçü cihazı ilə sulfat turşusu və ya kalsiumlu soda CaCO_3 əlavə edilərək pH 6,8-7,2-ə çatdırılır.

Məhlul 15-30 dəq qaynadılır və üzərinə dəqiq miqdarda dəmir kalium heksosian əlavə edilir, 10 dəq qaynadılır və verilmiş miqdarda trilon B əlavə edilir. Yenidən 5-10 dəq qaynadılır, sərbəst dəmir heksasianın miqdarı müəyyənləşdirilir və pH mühitinin korrektəsi aparılır. Sonra NH_4Cl və MgSO_4 məhlulları əlavə edilir və su ilə mühitin həcmi lazımi qatılığa çatdırılır. Məhlul qaynayana kimi qızdırılır və nasosla fasiləsiz işləyən sterilizə qurğusuna keçirilir.

Sterilizə 122-124⁰C-də aparılır, sterilizə edilmiş mühit 10-15 dəq saxlayıcıya verilir, oradan soyudularaq fermentatora verilir. Melassa mühiti 2 qatılıqda hazırlanır: fermentasiyanın birinci mərhələsi üçün 3-4%-li əkin mitseli və fermentləşmə üçün 20-25%-li şirə.

Əkin materialının yetişdirilməsi. Melassa məhlullarına əsas fermentatorda cavan mitsellər əkirlər. Bəzi hallarda əkin sporlarla aparılır. Hazırlanmış melassa məhluluna sporlar suspenziya şəklində 35-36⁰C-də əkin fermentatorunda yeridilir. Bu suspenziya 5-6 saat əkindən qabaq hazırlanır. 3 q quru spor 2-3

dm^3 melassa məhlulunda və ya qida mühitində isladılır, 32°C -də termostatda saxlanılır. Əkindən sonra fermentatora steril hava vurulur və 2 pərli qarışdırıcı işə salınır.

Məhlul əkin mitselinin hazırlanması prosesində havalandırılır və $0,01\text{--}0,02\text{MPa}$ təzyiqdə qarışdırılır. Aerasiya və fermentatorun köynəklərinə soyuq su verilməklə $34\text{--}35^{\circ}$ temperatur tənzimlənir.

Birinci 6 saatda sporlar şişərək böyüməyə başladığında $9\text{--}10\text{ m}^3/\text{saat}$ hava verilməsi yetərlidir. Sporların böyüməsi və mitsellərin formalaşması zamanı havanın miqdarını artırır və $24\text{--}30\text{-cu}$ saatda $90\text{--}100\text{ m}^3/\text{saat}$ miqdarına çatdırırlar. Aerasiyanın belə rejimini yetəşdirmənin sonuna qədər saxlayırlar. Mitsellərin toplanması ilə məhlul köpüklənməyə başlayır, ona görə bu-raya steril köpükyatırıcı əlavə edilir.

Mitsellərin formalaşması prosesi və təmizliyi hər 12, 24, 30 və 36 saatdan bir, nümunəyə mikroskopla nəzarət edilməklə müəyyən edilir. Başqa mikrofloranın olmasına icazə verilmir. Bəzi hallarda 12 saatdan sonra tək-tək bakteriya sporlarının və vegetativ hüceyrələrinə icazə verilir. $28\text{--}36$ saatlıq cücərmiş əkinə hazır mitsellər açıq südlü rəngdə hava qabarcıqları ilə doymuş olur. Mitsellər məhlulun üzünə yığılır və aşağıda şəffaf məhlul qalır. Mitsellər pambığa oxşar, diffuziyalı, xırda şarşəkilli lopa kimi olmalıdır. Hüceyrələr açıq, nazik, dartılmış, açıq şəffaf protoplazmalı qılf tərəfə yığılmış olmalıdır. Mərkəzdə vakuol yerləşməlidir. Məhlulda titrləşən turşuluq $1,0\text{--}2,0\%$ olmalıdır.

Mikrobioloqun icazəsindən sonra mitsellər əsas fermentatorda istifadə edilə bilər.

Melassa məhlulunun mitsellərin ayrılması ilə qıcqırdılması. Göbələyin normal inkişafı və turşu əmələ gəlmənin yüksək aktivliyinə çatması üçün aerasiyanın optimal rejimi, qarışdırma temperaturu və göbələyin qidalanma rejiminə ciddi əməl olunur. Aerasiya fasiləsiz olaraq bütün qıcqırma zamanı aparılır. Fermentatora əkindən sonra birinci saatda 100 m^3 və birinci

sutkanın sonuna yaxın $800-1000 \text{ m}^3$ hava vurulur. Aerasiyanın belə rejimi qıvcırmanın sonuna kimi saxlanır. Lazım gəldikdə fermentatora köpük yatıran vurulur.

Qıvcırmanın bütün prosesi boyu məhlul fasiləsiz qarışdırılır. Göbələyin böyüməsi və turşu əmələ gəlmə zamanı temperatur $31-32^{\circ}\text{C}$ olmalıdır. Limon turşusunun sürətli əmələ gəlməsi zamanı temperatur $38-40^{\circ}\text{C}$ və daha artıq ola bilər. Optimal temperaturu saxlamaq üçün fermentatorun köynəklərindən soyuq su keçirilir. Eyni zamanda fermentatora vurulan havanın temperaturu 30-dan 24°C -yə salınır. Yüksək temperaturda mitsellərin aktivliyi azalır. Temperaturun normadan az olması göbələkdə maddələr mübadiləsini pozur və əlavə turşuların əmələ gəlməsinə səbəb olur.

1 sutkadan sonra əkin məhlulu hava qabarcıqları ilə dolur və limon turşusunun miqdarı artmağa başlayır. 3-4%-li qatılıqda olan məhlulda şəkərin miqdarı kəskin surətdə azaldığından oraya 25-28% qatılıqda olan melassa məhlulu əlavə edilir. Bu məhlul fermentatora hissə-hissə verilir. Hamısı birdəfəlik verilsə mühitin pH-ı artar və nəticədə quzuqulağı turşusu əmələ gəlir. Bütün qıvcırma dövründə məhlul 3 dəfə - 24, 42 və 61 saatdan sonra $0,5 \text{ m}^3$ olmaqla 1,5 saat intervalla verilir.

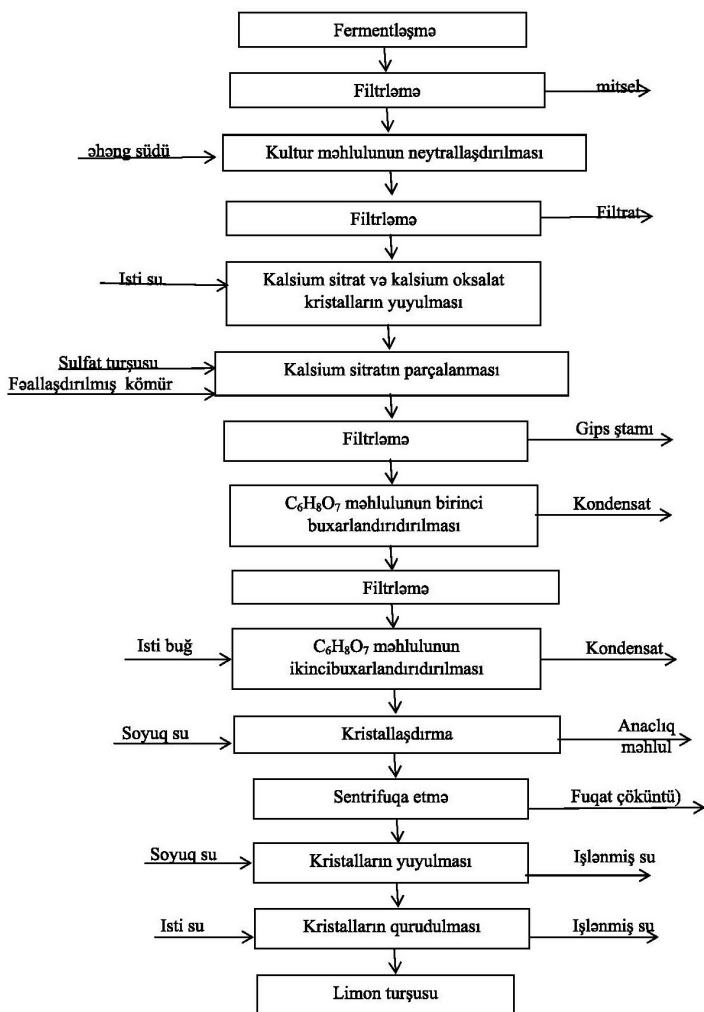
Üçüncü tökmədən və 3,5-4,0 sutka qıvcırmadan sonra qıvcıran məhluldan toplayıcıya $5-6 \text{ m}^3$ götürərək kimyəvi sexə verir, fermentatora isə həmin miqdarda şirə əlavə edirlər. Göbələyin yüksək turşu əmələ gətirmə qabiliyyətini saxlamaq üçün qıvcıran şirədən hər götürülmədən sonra oraya bir o qədər yeni şirə əlavə edirlər.

Əkin materialının aktivliyindən asılı olaraq turşu əmələ gəlmə 5-7, bəzən 10 sutka davam edir. 5-7 sutka müddətində titrləşən turşuluğun artmaması qıvcırmanın sona çatmasını göstərir. Fermentatordan nümunə götürülüb mikrobioloji və kimyəvi analiz edilir. Qarışdırıcını dayandırıb məhlulun həcmi müəyyən edilir. Məhlul kəskin buxarla $60-65^{\circ}$ -yə qədər qızdırılır,

aralıq toplayıcıdan mitsel şöbəsinə verilir. Fermentator yeni məhsul üçün hazırlanır. Qıcqırmış məhsul kimyəvi sexə verilir.

Limon turşusu istehsalının sxemi şəkil 4.7-də verilir.

səpin materialı + qida mühiti + steril hava



Şəkil 4.7. Limon turşusunun istehsal sxemi

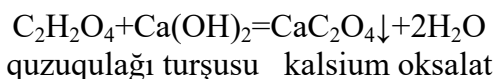
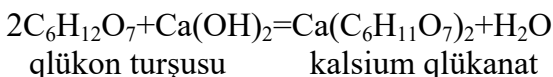
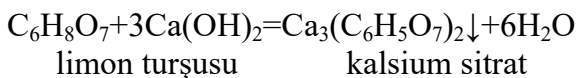
Limon turşusu istehsalının əsas biotexnoloji mərhələləri 4.3 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 4.3

Limon turşusu istehsalı

Mərhələlərin parametrləri	Parametrlərin qiymətləri
Produsentlər	Aspergillus niger, varrawia Lipolytica
Qida mühiti komponentləri	Melassa, ammonium xlorid, maqnezium sulfat, kalium difosfat
Qida mühitinin pH-ı	7,0....7,2
Çoxaltma temperaturu	34....36 ⁰ C→32... 34 ⁰ C
Aerasiya rejimi	15→13m ³ /m ³ saat
Çoxaltmanın davam etməsi	5-7 sutka
Kultur məhlulunda limon turşusunun miqdarı	5...12%

Bütün turşuların ümumi miqdarının 80-98%-i limon turşusu təşkil edir. Onu məhluldan kalsium kationu ilə kalsium sitratın zəif həll olan duzunun əmələ gətirilməsi ilə ayırırlar. Qıcıqırmış məhlulun neytrallaşdırılması zamanı limon, qlükon və quzuqulağı turşularının kalsium duzları əmələ gəlir:



Limon turşusunun sərbəst vəziyyətə keçirilməsi və kalsium oksalatdan ayrılması, çöküntünün sulfat turşusu ilə işlənməsi və sonrakı filtrasiyası, həmçinin yuyulması ilə aparılır. Filtrlənmiş məhlul çöküntünün gipsdən aralıq azad edilməsi ilə iki-mərhələli buxarlandırılmaya və kristallaşdırılmaya verilir. Əmtəlik məhsulda monohidrata çevrilməklə azı 99,5% limon turşusu olmalıdır.

4.2. Lipidlərin alınması

Mikroorqanizmlər vasitəsilə lipidləri də almaq mümkündür. Mikroorqanizmlər tətəfindən alınan lipidlər ehtiyat qida kimi hüceyrənin daxilinə toplanır. Lipidlərin alınmasında produsent seçimi zülallarda olduğu kimidir, yalnız burada zülal yerinə hüceyrədə lipid toplanır. Bundan başqa, bəzi produsentlər zülal produsentlərindən fərqli olaraq becərilmədə aseptik şərait tələb edir.

Mikroorqanizmlər tərəfindən alınan lipidlər 2 istiqamətdə istehsal olunur. Xüsusi təyinatlı istehsal lipidlərin mikob hüceyrələrindən biosintezlə alınmasına əsaslanır.

Digərində isə əsas alınan məhsul mikrob lipidi olur ki, burada da produsent kimi *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Lupomyces*, *Candida* cinsindən olan mayalardan istifadə olunur. Bu qrup içərisində daha məhsuldar olan bunlardır: *Cryptococcus terricolus*, *Rhodotorulagracilis*, *Rhodotorula glutinis*, *Lupomyces starkeyi*, *Lupomyces lipoferus* və s. Mikroorqanizmlər minimal azotlu qida mühitində becərilir. Bu halda əhəmiyyətli dərəcədə lipidlər (35-dən 55%-ə qədər quru maddəyə görə) toplanır, tərkibi isə karbohidrat mənbəyindən asılı olur. Lipid fraksiyasına fosfolipidlər, sterinlər, sərbəst yağ turşuları, mono, di, triqliseridlər, sterin efiri və mum daxildir. Lipidləri ekstraksiya ilə ayırır və yerdə qalan biokütləni zülali əlavə kimi heyvan yemlərinə əlavə edirlər. Bu zaman onun tərkibində zülallar 1,5-2 dəfə azlıq təşkil edir. Lipidlərin alınması üçün mayaların biokütləsi də mənbəə ola bilər. Belə ki, zülali maddələrin istehsa-

lında çoxlu miqdarda yağlar yığılır və bunlardan ekstraksiya yolu ilə lipidləri ayırmaq olur. Yem mayalarının becərilməsi zamanı da toplanan lipidlər ekstraksiya yolu ilə ayrılır, işlənmiş mayalar qurudulur, yağlar həlledicidən ayrılır və sonrakı emala göndərilir.

Hazırda bitki və heyvan mənşəli yağların bir hissəsi texniki məqsədlər üçün istifadə edilir. Qida yağlarının mikrob yağları ilə əvəz olunması nəzərə çarpacaq dərəcədə iqtisadi səmərə verir.

4.3. Vitaminlərin alınması və tətbiqi

Vitaminlər insan həyatında və sağlamlığında mühüm rol oynayan komponentlərdəndir. Vitaminlərin çatışmazlığı ilə əlaqədar olaraq bir sıra xəstəliklər meydana gəlir. Odur ki, insanlar vitamin mənbəyi olan məhsullarla balanslı şəkildə təmin olunmalıdır (şəkil 4.8).



Şəkil 4.8. Vitamin mənbələri

Hazırda B₁₂, B₂ karotinoid, D vitamini və s. vitaminlər mikrob sintezi vasitəsilə alınır.

B₁₂ siankobalamin. Bu vitaminin digər B qrup vitaminlərindən fərqi 2 amillə müəyyən olunur: birincisi, təbiətdə bu vitamin yalnız mikroorqanizmlər tərəfindən sintez olunur; ikincisi, vitaminin molekulu 2 hissədən ibarət olur - kobalt tərkibli və nukleotidli.

Heyvanların toxumalarında bu vitaminin miqdarı az (öküzün qara ciyərində miqdarı 1 mq/kg) olub, istehsal üçün istifadə etməyə imkan vermir. Kimyəvi sintez isə çox çətindir.

B₁₂ vitaminini sirkə turşu bakteriyaları, göbələklər və propion turşu bakteriyaları sintez edir. Sənaye əhəmiyyətli *Propionibacterium* və *pseudomonas* bakteriyaları hesab edilir (şəkil 4.9).



Şəkil 4.9. B₁₂ vitamininin mikrobioloji sintezi

B₁₂ vitamin heyvan yemlərini zənginləşdirmək üçün istifadə edilir. Bu maddə bircinsli qəhvəyi rəngli turş dada, xarakter iyə malik tozdur. Süd turşu məhsullarını B₁₂ vitamini ilə zənginləşdirmək üçün propion turşu bakteriyalarından ya təmiz halda, ya da süd zərdabı ilə qarışığı şəklində istifadə edilir.

B₂ riboflavin vitaminini az miqdarda təbii xammaldan al-

maq mümkündür. Bu vitamin yerkökündə və treski balığının qara ciyərində vardır. 1 ton yerkökündən 1 qam, 1 ton qara ciyərdən 6 qam vitamin almaq olur. Riboflavin ilk dəfə kristal halda 1933-cü ildə alınmışdır. Bu vitaminin produsenti mayalar, mitselli göbələklər və bakteriyalardır. Ən aktiv produsent *Eremothecium* (eremofekium) cinsindən olan mayayabənzər göbələk hesab edilir. Becərilmə daxili üsulla yaxşı aerasiyalı şəraitdə aparılır. Vitaminin maksimum toplanması 2-ci sutkada maksimum biokütlənin toplanması ilə birgə gedir. Riboflavinin alınması şəkərin intensiv assimilyasiyasından sonra başlayır.

B₂ vitamini bəzi ağ çörək növlərini zənginləşdirir, məhsullara narıncı-sarı rəng verir.

Karotinoidlər – A vitaminin sələfi olub, ən aktiv olanı betta karotindir. İnsan orqanizmində sintez olunmur, ona görə də kəndardan daxil edilməlidir. Qara ciyərdə karotin A vitamininə çevrilir. Karotinoidlərin produsenti göbələklər və mayalardır. Sənayedə betta karotini mikroskopik göbələk olan *Blakeslea*-dan alırlar. Becərilmə mürəkkəb tərkibli qida mühitində səthi və daxili üsulla aparılır. Fermentləşmə zamanı mühit intensiv aerasiya olunur. Karotinoidin əmələ gəlməsi biokütlənin əmələ gəlməsi ilə paralel getmir. Karotinoidlərin intensiv sintezi mühitdə bütün azotun sərf olunması ilə başlayır. Qida mühitinə stimulyator kimi sitrus meyvələrinin ekstraktı və maya əlavə olunur. Betta karotin qida məhsulları istehsalında rəngləyici kimi tətbiq edilir. Ondan kolbasa istehsalında natrium nitritin əvəzləyicisi kimi rəngin davamlı və yüksək intensivliyini təmin etmək məqsədilə, həmçinin karamel, keks və digər qənnadı məmulatların hazırlanmasında istifadə edilir. Bir çox ölkələrdə karotin kərə yağının rənglənməsində, İtaliyada isə makaron məmulatları istehsalında tətbiq olunur. Karotin həm də dondurulmuş ət cəmdəyində rəngin stabil qalması üçün də işlədilir. Bu məqsədlə karotin ətin üzərinə çəkilir. Betta karotin antioksidant xüsusiyyətinə görə məhsulun uzun müddət saxlan-

masında tətbiqini tapan yaxşı vasitə hesab edilir.

Göründüyü kimi mikroorqanizmlər tərəfindən sintez olunan vitaminlər nəinki məhsulun qida dəyərini artırır, eyni zamanda antioksidant rəngləyici və stabilləşdirici kimi də təsir göstərir.

4.4. Amin turşuların biotexnologiyası

4.4.1. Amin turşuların sintez üsulları

Təbii zülalların (o cümlədən mikrob zülallarının) tərkibinə 20 amin turşusu daxil olur. Onlardan 10-u heyvan və insan orqanizmi tərəfindən sintez olunmur. Odur ki, bu amin turşuları orqanizmə yem və qida məhsulları ilə daxil olmalıdır. Əvəz olunmayan amin turşulara leysin, izoleysin, fenilalanin, valin, metionin, triptofan, treonin, lizin, arginin və histidin aiddir.

Heyvandarlıqda amin turşularla yemlərin balanslaşdırılmasını yemin heyvanlar tərəfindən tam istifadəsi və bununla əlaqədar olaraq məhsul vahidinə yem sərfi ilə təyin edirlər.

Heyvan rasionuna az miqdarda (%-in 10/1-i qədər) əvəz olunmayan amin turşuların əlavə olunması yemlərə çəkilən xərclərin iki dəfədən çox aşağı düşməsinə səbəb olur.

Amin turşuların kənd təsərrüfatı ilə yanaşı daha bir iri istehlakçısı qida sənayesidir. Əvəzolunmayan amin turşular qida məhsullarını zənginləşdirmək üçün tətbiq olunur. Amin turşusunun növündən asılı olaraq insanın əvəzolunmayan amin turşulara gündəlik tələbatı 0,2-2,2 q təşkil edir. Amin turşuların çoxu orijinal dad malik olub, bir sıra qida məhsullarının dad xüsusiyyətlərini müəyyən edən mürəkkəb kompozisiyaların komponentləridir. Sistein və sistindən natrium qlutamatla birlikdə yeni növ qida məhsulları yaradılmasında, ətin dad və iyinin imitasiyası üçün istifadə edilir. Bəzi amin turşuları və onların törəmələri şəkərlərin mənimsənilməsi üçün vacibdir. Məsələn, asparagin turşusunun törəmələri saxarozadan 130 dəfə şi-

rindir. Natrium qlutamat konservant və qida məhsullarının dadının yaxşılaşdırıcısı kimi geniş istifadə olunur. Amin turşular dezodorantlar, yağ antioksidləşdiriciləri və qida rəngləri istehsalında tətbiqini tapmışdır.

Amin turşuları və onların törəmələrinin əczaçılıqda müxtəlif xəstəliklərin profilaktikası və müalicəsi üçün dərman preparatlarının hazırlanması məqsədilə istifadəsinə daha çox diqqət yetirilir. Son illərdə əczaçılıq məqsədilə tətbiq olunan amin turşuların siyahısı xeyli genişlənməmişdir (triptofan, qlutamin turşusu, treonin, arginin, histidin və b.). Poliamin turşular istehsalının böyük perspektivləri vardır. Belə ki, onların əsasında xarici görünüşünə görə dəri, ipək və yuna oxşar olan süni materiallar alınır. Amin turşulardan hazırlanmış xüsusi süni dəri asanlıqla və zərərvermədən canlı orqanizmdə sorulur, turşumanın müalicəsində və cərrahiyyədə istifadə olunur. Polimerlər almaq üçün daha çox qlutamin turşusu tətbiq olunur. Dünyada amin turşularının illik istehsalı 600 min tona yaxın qiymətləndirilir. Ondan qlutamin turşusunun payına – 300 min ton, lizinə 100 min ton, metioninin payına 150 min tondan çox düşür. Amin turşuların sənaye istehsalının aşağıdakı üsulları mövcuddur:

- təbii zülalların (mikrob biokütləsi zülalları, bitkilərin emalının zülallı qalıqları, (soya şrotu), ət sənayesinin qalıqları (keratin xammalı), süd kazeini və b.;

- kimyəvi sintez;

- mikrobioloji sintez;

- amin turşuların sələflərindən biotransformasiya metodu ilə alınması (kimyəvi – enzimatik sintez).

Birinci üsul zülallı qalıqlardan amin turşuların yem qarışığını almaq üçün yararır. Fərdi amin turşuların zülal hidrolizatlardan ayrılması olduqca çətin və baha başa gələn əməliyyatdır. Zülalların qələvi və turşu hidrolizində onların bəzi amin turşuları xeyli dərəcədə parçalanır. Proteolitik fermentlər peptid əlaqələrinin tam hidrolizini təmin etmir. Sənaye miqyasında

bir sıra amin turşuların kimyəvi sintezi işlənilib hazırlanmış və realizə olunmuşdur. Bunlardan metionin, qlutamin turşusu, lizin, triptofan, treonin, qlitsin və b. göstərmək olar. Metionin akroleindən ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$), natrium qlütamit akrilonitritdən ($\text{NC}-\text{NC}-\text{CH}_2$), triptofan indoldan, nitrosirkə efirindən və lizin sikloheksandan alınır.

Kimyəvi sintez nəticəsində həmişə amin turşuların rasematları, yəni bərabər çəkili D-L formalarının qarışığı əmələ gəlir. L-amin turşular bioloji fəaldır. D və L forma amin turşuların ayrılması çətin və baha başa gələn prosesdir. Hazır məhsulda D-forması özünü əlavə yük kimi göstərməklə insan və heyvan orqanizmi tərəfindən həzm olunmur, bəzi amin turşulara isə toksiki təsir göstərir. Qlitsin və metionin istisnalıq təşkil edir. Birinci üçün fəal optik izomerlər mövcud deyildir. D- və L-forma metionin isə insan və heyvan orqanizmi tərəfindən bərabər səviyyədə mənimsənilir.

Dünyada istehsal olunan bütün amin turşuların təqibən 60%-i mikrobioloji sintezlə alınır. Bu üsulun əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, mikroorqanizmlər L-forma bioloji fəal amin turşular əmələ gətirir. D-forma amin turşuların əmələ gəlməsi təsadüfi hallarda baş verir. Belə şərait xeyli dərəcədə amin turşuların ayrılması və təmizlənməsini asanlaşdırır və aşağı maya dəyərli yem preparatları alınmasına imkan verir.

Yaxın gələcəkdə birbaşa mikrobioloji sintezə rəqabət yaradacaq biotransformasiya metodunun aşağıdakı üstünlükləri vardır:

1. Fermentasiya mühitində yardımçı məhsulların əhəmiyyətsiz miqdarda olması məqsədli məhsulun ayrılma və təmizlənmə mərhələsini sadələşdirir;
2. Fermentasiya mühitində amin turşuların yüksək qatılığı;
3. Prosesin sterilliyi və onun fasiləsiz rejimdə aparılmasına ciddi tələblərin olmaması.

Bu amillər enerji ehtiyatlarına qənaət olunmasına, təmiz

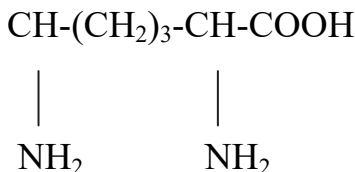
amin turşular istehsalında məhsulun maya dəyərinin aşağı salınmasına və istehsalın ekoloji təmizliyinin daha yüksək səviyyədə təmin olunmasına zəmin yaradır. Biotransformasiya metodunun sənayedə həyata keçirilməsinə misal olaraq immobilizə olunmuş E.coli hüceyrələrinin aspartazının tətbiqi ilə ammonium fumaratdan L-asparagin turşusu istehsalını (“Tanave” şirkəti, Yaponiya), yaxud qapalı heksandan L-lizin (“Toreye” şirkəti, Yaponiya) istehsalını göstərmək olar. Hazırda amin turşuların məqsədli yüksək sintezini apara bilən auqsotrop mutantlardan istifadə olunması ilə birbaşa mikrobioloji sintez metodu olduqca geniş yayılmışdır. Auqsotrop mutantlar müxtəlif mutagenlərin (rentgen şüaları, kimyəvi agentlər) mikroorqanizmlərin ilkin kulturuna təsiri yolu və sonrakı seleksiyası ilə verilən əlamətlərlə alınan ştamlardır. Mutantlarda fermentləri determinasiya edən qüsurlu gen meydana gəlir ki, onsuz müəyyən amin turşuların biosintezini həyata keçirmək mümkün olmur.

Amin turşuların yüksək sintez xüsusiyyətlərinə malik auqsotrop mutantlar alınması yalnız şaxələnməmiş (ən azı iki aminturşu) biosintez yolu olan mikroorqanizmlər üçün mümkündür. Burada ən azı bir sələfdən əmələ gəlmiş iki aminturşusu olmalıdır. Onların biosintezinə ümumi sahənin ilk məhsulla ingibirə edilməsi ilə birinci ferment səviyyəsində nəzarət olunur. Belə auqsotrop mutantlarda bir aminturşunun artıqlığı, digərinin çatışmazlığı birinci fermentin fəallığını təsir altına ala bilmir. Mutagen təsir nəticəsində biosintezi bloklanan amin turşusu ilkin fermentasiya mühitində məhdud miqdarda iştirak etməlidir.

Müxtəlif amin turşuların mikrobioloji sintezinin texnologiyası çoxlu ümumi cəhətlərə malikdir. Amin turşularından hazırlanan yem preparatları arasında lizin əsasında alınan preparatlar daha geniş yayılmışdır.

4.4.2. Lizin preparatlarının istehsalı

Lizin (α , ϵ diaminkapron turşusu) aşağıdakı struktur formuluна malikdir.



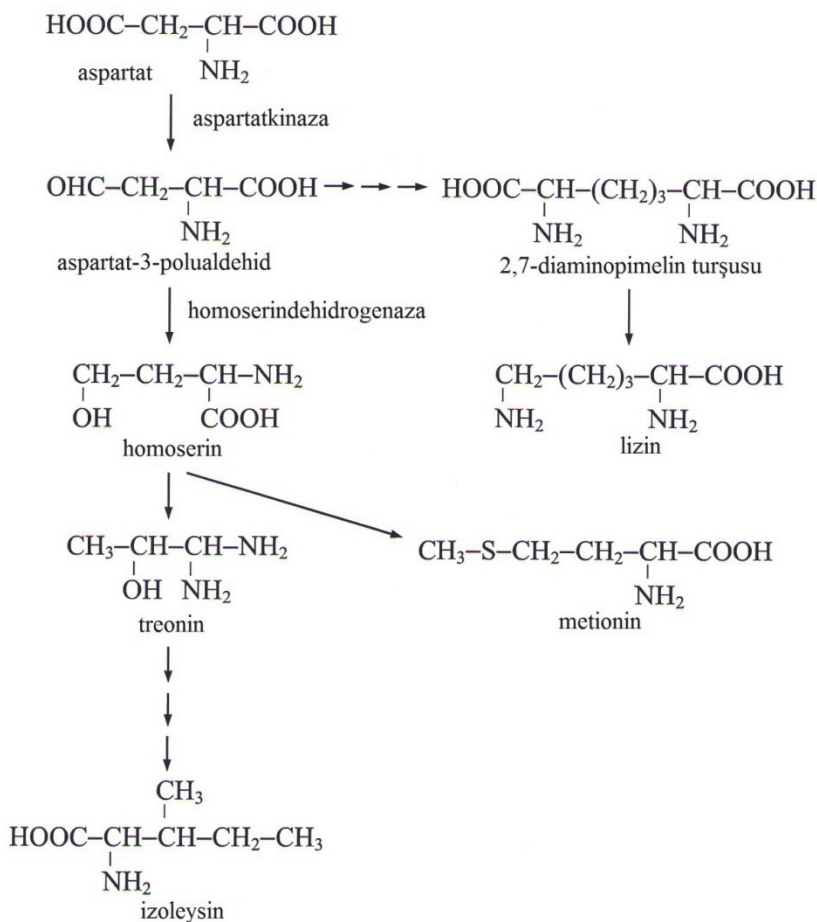
Lizin heyvan və insan orqanizmində zülaldan istifadə əmsalını yüksəldir, qida həzmi fermentlərinin fəaliyyətini və hüceyrədə kalsiumun nəqlini stimule edir.

Mikroorqanizmlərdə lizinin biosintezinin iki prinsipial fərqli yolu mövcuddur. Göbələklər, mikroyosunlar, mayalar və aktinomisetlər lizini α – ketoqlütar turşusundan aminoadipin turşusundan keçməklə sintez edir. Bu aminoadipin yolu adlanır. Bu yolun fermentlərinin aktivliyinin tənzimlənməsi kifayət qədər tədqiq olunmamışdır və qeyd olunan mikroorqanizm qrupları arasında yüksək lizin məhsuldarlığı xüsusiyyətinə malik olan mutantlar hələ alınmamışdır. Bakteriya (həm də ali bitkilər) hüceyrələrində lizinin biosintezi asparagin turşusundan başlayır və diaminopimelin turşusundan keçməklə baş verir (diaminopimelin yolu).

Asparagin turşusu aspartatkinaza fermentinin təsiri altında asparat-3-polualdehidə çevrilir. Bu vacib aralıq məhsuldan biosintetik çevirmənin bir yolu lizinin sintezinə, digər yolu homoserinin sintezinə gətirir. Homoserin bir tərəfdən –treonin və izoleysin, digər tərəfdən metioninin sintezi üçün aralıq məhsuldur.

Homoserinin biosintezi pozulduqda asparagin turşusunun çevrilmə reaksiyasının yolu lizin əmələ gəlmə istiqamətində dəyişir. Sənaye produsentlərində biosintezi zamanı L-lizin bi-

rinci ferment, yəni aspartatkinaza üzrə mövcud olur. Bu ferment yalnız iki metabolitin – lizin və treoninin birgə təsiri ilə ingibirə olunur. Qeyd olunan şərait auqsotrop mutantlar alınmasını təmin edir, onlarda isə L-lizinin yüksək sintezini çevirən faktorlar yoxdur.



Beləliklə, lizinin sənayedə alınması üçün produsent, L-lizin homoserin dehidrogenazının sintezi pozulmuş auqsotrop mutantlardır. Bu, *Coryne* bakteriyalar qrupuna aid olub, optimum şəraitdə 50 q/litrə qədər lizin əmələ gətirmə xüsusiyyətlidir.

İstehsalat şəraitində *Coryne bacterium glutaminium* 95, T-3; *Brevi bacterium flavum* 22L, 531E ştamlarından istifadə olunur.

Lizin hazırlayan auqsotrop mutantlarında homoserin çatışmazlığı vardır. Odur ki, mikroorqanizmlərin normal inkişafını təmin etmək üçün fermentasiya mühitinin tərkibinə homoserin vurulması tələb olunur. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, mühitdə 2 amin turşusu - treonin və metioninin birləşmə mövcudluğu homoserini əvəz edə bilər. Bu halda treoninin mühitdəki qatılığı ciddi şəkildə reqlamentləşdirilməlidir. Çünki, yuxarıda qeyd olunduğu kimi treonin lizinlə birlikdə (məhsul nisbətlərdə) aspartatkinazı ingibitor edirlər.

Beləliklə, treoninin çatışmayan miqdarı mikroorqanizmlərin inkişafını ləngitdiyi halda, onun artıqlığı kulturun lizinə görə məhsuldarlığını aşağı salır. Eksperimental yolla məhsul əldə edilmişdir ki, qida mühitində L-treoninin qatılığı müxtəlif mutantlar üçün 0,2-0,8 q/l arasında dəyişməlidir. Mikroorqanizmlərin inkişafına metionin də təsir edir, lakin o, lizin biosintezinin tənzimlənmə prosesində iştirak etmir. Mühitdə onun optimum miqdarı 0,15-0,25 q/l arasında dəyişir.

Lizin produsentlərinin böyümə və inkişafına, onun biosintezində baş verən proseslərdə birbaşa iştirak etməyən digər amin turşular da təsir göstərir. Lizinin hər produsenti üçün mühitin amin turşu tərkibi eksperimental yolla dəqiqləşdirilir. Sənaye mühitində təmiz amin turşular əlavə olunmur. Qida mühitində onların miqdarı, zülallarla zəngin olan müxtəlif istehsal qalıqları, yaxud zülallı xammal hidrolizatları vurulması yolu ilə tənzimlənir. Bunlara misal olaraq qarğıdalı ekstraktı və yem maddələrinin hidrolizatlarını göstərmək olar.

Lizin produsentləri biotin asılılığı olan mikroorqanizmlərdir. Mühitdə biotin optimum qatılığı 10-20 mkq/l təşkil edib, mikrob hüceyrəsinin (4-5 mkq/l) normal böyümə və inkişafı üçün tələb olunan konsentrasiyadan xeyli yüksəkdir. Biotinin aşağı qatılığında (1-2 mkq/l) lizin məhsulunun səviyyəsi 20-30 dəfə azalır və proses qlutamin turşusunun toplanması yönündə dəyişir (30 q/l-ə qədər). Mühitdə biotin yüksək qatılığı əsas amin turşular üçün (o cümlədən lizin) asan, turş və neytral amin turşuları üçün isə çətin keçiriciliyə malik sitoplazmatik membranın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu, hüceyrədən kənar lizinin toplanması üçün əlverişli şərait yaradır. Lizinin produsenti olan *Brevi bacterium* cinsi qida mühitində B₁ (tiamin) vitaminin mütləq mövcudluğunu tələb edir. Tiamin olmadıqda bakteriya pis inkişaf edir və lizin əvəzinə əsasən α -alanin sintez edir. Sənaye qida mühitlərində biotin və tiamin mənbəyi qarğıdalı ekstratı və şəkər çuğunduru melassası olur.

Qida mühiti üçün lazım olan komponentlər karbon mənbələridir. Lizin produsentləri üçün karbon mənbəyi kimi mono və disəkarlar - qlükoza, saxaroza, maltoza və fruktozadan istifadə oluna bilər. Produsentlər tərəfindən pentoza və laktoza lizinləri təcrübi olaraq mənimsənilmir. Lizinin maksimum biosintezi saxarozalı mühitdə mümkün olur. Fermentasiya mühitində karbon mənbəyinin qatılığı vacib rol oynayır. Onun qatılığının yüksəlməsi ilə mühitdə lizinin miqdarı artır, lakin karbon mənbəyinin istifadə dərəcəsi aşağı düşür. Fermentləşmənin karbonun 6-12% qatılığında aparılması iqtisadi cəhətdən məqsədə uyğundur. Karbonun mikroorqanizmlərin tələbatına uyğun miqdarda fasilələrlə fermentatora verilməsinin üstünlüyü böyükdür. Sənaye şəraitində karbon mənbəyi kimi daha çox şəkər çuğunduru melassasından istifadə olunur. Melassa karbohidratlarından lizin çıxımı 25-33% təşkil edir. Karbonun perspektivli mənbəyi normal karbohidratlar, sirkə turşusu, etil spirti, metil spirti, etilenqlikoldur. Onlarda xüsusi növ mikroorqanizmlər

becərilir. Sənaye üçün daha çox əhəmiyyət kəsb edən sirkə turşusu olub, tətbiq olunan produsentlərlə yaxşı assimilyasiya olunur və 90 q/l-ə qədər miqdarında lizin əmələ gəlməsini təmin edir. Asetat mühiti asetat fermentlərin biosintezini ləngidir və onun mühidə yüksək qatılığı mikroorqanizmlərin lizin əmələgətirici xüsusiyyətini aşağı salır. Mühidə asetatın maksimum yol verilən miqdarı 2%-i keçməməlidir. Bu halda mənim-sənələn asetatdan lizin çıxımı 25-27% təşkil edir. Lizin mikroorqanizmləri-produsentləri becərildikdə fermentatora asetatın fasiləli verilməsi həyata keçirilir. Asetat mühiti az miqdarda (1 mkq/l-ə qədər) biotin tələb edir. Lizin produsentlərinin normal həyat fəaliyyətlərini təmin etmək üçün mühitin tərkibində azot və fosfor birləşmələri iştirak etməlidir. Azot mənbəyi kimi ammonium duzları, yaxud karbamiddən istifadə oluna bilər. Azot mənbəyinin seçilməsi eksperimental qaydada hər sənaye ştam-mı üçün ayrıca aparılır. Məsələn, *Brevi bacterium flavum* 22L ştam-mı üçün maksimum lizin çıxımı NH_4Cl yaxud $(\text{NH})_2\text{SO}_4$ 1,5-2% miqdarında istifadə edildikdə müşahidə edilir. Lizin biosintezinin yüksək səviyyəsini tam assimilyasiya olunan azot mənbəyi – karbamid təmin edir. Hər bir kultur müəyyən karbon və azot nisbətində yetişdirilir (*Corynu bacterium glutami-cium* 95 C:N=11:1). Azot çatışmazlığı lizin çıxımının azalmasına, artıqlığı isə alaninin toplanma yönündə biosintezinə səbəb olur.

Fosfor mənbəyi fosfat turşusunun kalium duzlarıdır (kalium hidrofosfata nisbətən dihidrofosfat daha çox miqdarda olmaqla). Mühidə fosfor birləşmələrinin miqdarı ciddi reqlamentləşdirilir (0,08-0,20%) və bununla əlaqədar olaraq azot hidrofosfatdan istifadə etmək olmaz.

Lizin produsentlərinin makro və mikroelementlərə (Mg, Fe, Cu, Mn və b.) tələbatı onlarla zəngin olan qarğıdalı ekstraktı və melassa hesabına ödənilir. Lazım gəldikdə (asetat mühiti üçün) bu elementlər qida mühitinə sulfatlar şəklində vurulur.

Lizinin biosintezinə produsentlərin becərilmə şəraiti əsaslı təsir göstərir. Bunlara mühitin pH-ı, fermentləşmənin davam etməsi və temperaturu, mühitin aerasiya dərəcəsi, əkin materialının yaşı və dozası aiddir.

Lizin produsentləri mezofil mikroorqanizmlərə aid olub, böyümə və biosintez üçün optimum temperatur $28-33^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. Temperaturun aşağı düşməsi biosintezin davam etmə müddətini kəskin artırır (təcrübi olaraq dəyişməyən çıxımda), temperaturun yüksəlməsi lizin çıxımını azaldır və kulturların avtolizinə gətirir.

Mühitin optimum pH qiyməti becərilmənin ayrı-ayrı mərhələlərində fərqlənir: 6,8-7,2 biokütlə toplanması üçün, 7,6-8,2 lizinin biosintezi üçün, həmçinin də müxtəlif karbon və azot mənbələrindən istifadə edildikdə.

Lizinin biosintezi üçkarbon turşuları və qliksilat dövrəsinin dehidrogenaza fermentlərinin yüksək aktivliyi ilə əlaqədar olduğuna görə mühitin intensiv aerasiyasını tələb edir. Kifayət qədər aerasiyanın olmaması lizin çıxımının azalmasına və alanın əmələ gəlməsinin güclənməsinə gətirib çıxarır. Həddindən artıq intensiv aerasiya kulturun böyüməsi və lizin çıxımına zərərli təsir edir. Fermentatorlarda havalandırıcı qurğular elə miqdarda hava vura bilməlidir ki, kulturun maksimum böyüməsi (təqribən 16-20 saatdan sonra) dövründə oksigenin parsial təzyiqi tam doyurmanın 20-30%-dən aşağı düşməsin.

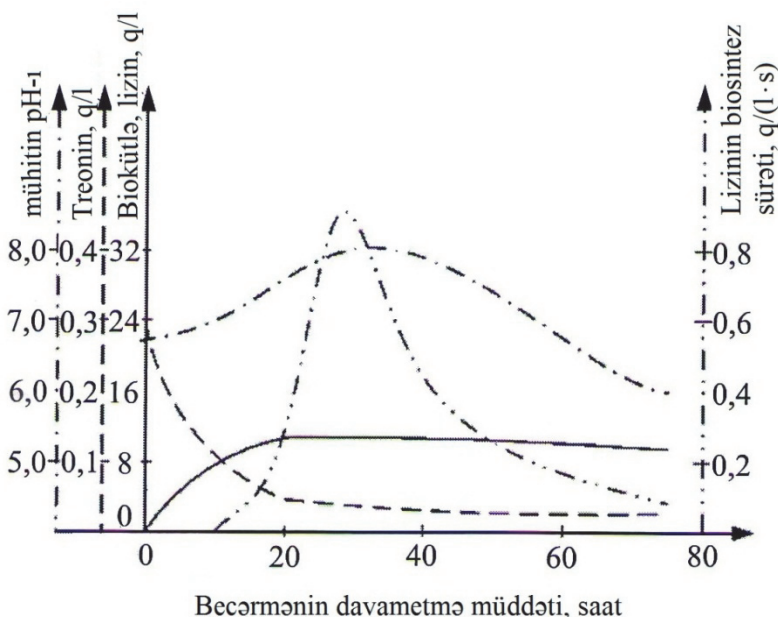
Adətən əkin materialı 16-24 saatlıq yaşda istifadə olunur və 1 ml-ə $(2-4) \cdot 10^9$ hüceyrə titrinə malik olur.

Əkin materialının dozası əkilən mühitin həcmnin 5-8%-ni təşkil edir.

Kulturların faqlara yoluxmaya dayanıqlığının çox vacib əhəmiyyəti vardır. İstehsalat şəraitində faqa dayanıqlı kulturlardan istifadə olunması məqsədəuyğundur. Lizin istehsal edən zavodların ərazilərində lizin produsentləri hüceyrələrini lizisə uğradan 50-dən çox müxtəlif faqlar aşkar edilmişdir. Bütün bu

faqlar *Brevi bacterium* cinsi hüceyrələrini zədələyir. Lizinin produsenti olan *Coryne bacterium* cinsi faqa dayanıqlığı ilə fərqlənsə də lizinə görə az məhsuldardır.

Lizin produsentləri becərildikdə biokütlə toplanması və lizinin sintezi vaxta uyğun olmur (şəkil 4.10). Birinci mərhələ produsent biokütləsinin yetişməsi 12-20 saat davam edir. Bu müddətdə hüceyrə mühitdən treonin və metionini intensiv şəkildə mənimsəyir. Mühitdə treoninin miqdarı əhəmiyyətsiz miqdarda olduqda biokütlənin sintezi dayanır və hüceyrələr lizin sintezinə başlayır. Lizinin biosintezinin başlanmasının xarakterik əlaməti mühitdən treoninin demək olar ki, tamamilə mənimsənilməməsidir.



Şəkil 4.10. *Corynebacterium glutamicum* 95 becərilməsində produsentin inkişaf dinamikası və qida mühitinin tərkibinin dəyişməsi

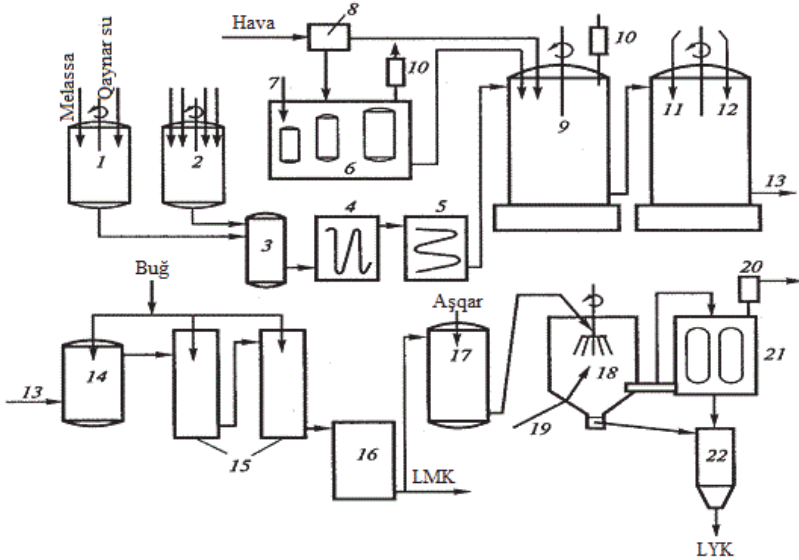
Lizinin sintezi becərilmə prosesinin əvvəlindən 12-20 saat keçdikdən sonra başlanır və 6-72 saata qədər davam edir. Bi-okütlənin toplanma dövründə produsent hüceyrəsi iri ölçüyə malik olur. Lizin əmələ gəlməsinin başlanması ilə hüceyrənin ölçüləri güclü şəkildə azalır. Lizinin biosintezinin daha yüksək sürətinə inkişafın 20-30-cu saatlarında rast gəlinir və 0,8-1,0 q/(1 saat)-a çatır.

Fermentləşmənin ikinci mərhələsi hüceyrələrin bir qədər avtolizi hesabına produsent biokütləsinin azalması ilə xarakterizə olunur.

Produsentin fasiləli becərilməsi zamanı kultur məhlulunda quru maddələrə görə biokütlənin 10-15 q/l miqdarında lizinin qatılığı 40-48 q/l təşkil edir. Əgər mühitdə qida maddələrinin tükənməsi zamanı fermentatora az porsiyalarla təzə qida mühiti əlavə olunarsa, kultur məhlulunda lizinin miqdarını xeyli artırmaq olar.

Belə yemləndirmə lizinin produsentlərinin biosintetik fəaliyyətini fəallaşdırır və nəticədə kultur məhlulunda onun qatılığı 60 q/l-ə qədər çata bilər.

Kultur məhlulu əsasında lizindən müxtəlif məqsədli komponentlərə malik yem preparatları alınır: lizinin maye konsentratı – LMK (7-8%); lizinin quru yem konsentratı LYK (7-10%); kristal yem lizini (70-72%); yüksək qatılıqlı kristal yem lizini (92-95%). Yem məqsədləri üçün LMK və LYK texniki preparatları alınması məqsədəuyğundur (şəkil 4.11). Çünki onlar lizindən başqa xeyli miqdarda heyvan orqanizmləri üçün çox vacib birləşmələrə, o cümlədən vitaminlərə - riboflavin, pantoten turşusu, fol turşusu, nikotin amin və s. malik olur.



Şəkil 4.11. Lizindən yem preparatları alınmasının texnoloji sxemi
(T.A.Yeqorova görə)

1-şəkər çuğunduru melassasının verilməsi; 2-qarğıdalı ekstraktı və qida duzunun sulu sunpenziyası; 3-qızdırıcı kolonka; 4, 5-istilikdəyişdirici; 6-səpin aparatı; 7-səpin materialının verilməsi; 8-havanın təmizlənməsi və sterilizəsi üçün filtrlər sistemi; 9-fermentator; 10-çıxan qazların təmizlənməsi üçün filtr; 11-lizinin monoxlorhidratın alınması; 12-xlorid turşusunun verilməsi; 13, 14-lizinin monoxlorhidratın çıxımı və qızdırılması; 15-buxarlandırıcı qurğu; 16-lizinin maye konsentratının toplayıcısı; 17-lizinin maye konsentratının aşqar ilə qarışdırılması; 18-tozlandırıcı; 19-isti havanın verilməsi; 20-hava təmizləyicisi; 21-quru lizinin prepaatının havadan ayrılması; lizinin yem konsentratı qəbul edicisi

Lizinin texniki preparatı kultur məhlulunda olan bütün maddələrin cəmi əsasında alınmaqla, buraya həm də produsentin biokütləsi və mühitin bərk həll olmayan hissəcikləri daxildir. Kultur məhlulu müqayisədə az miqdarda quru maddələrə (10-14%) malik olduğundan saxlanmada stabillik göstərir və quru maddələrin qatılığının artırılması lazım gəlir.

LMK istehsalının texnologiyası kultur məhlulunun 3-4 korpuslu vaakum-buxarlandırıcı qurğuda qovulmasına əsaslanıb, quru maddələrin miqdarının 40-45%-ə çatmasına qədər yerinə

yetirilir. Uzunmüddətli qızdırmada lizin amin qrupunun reduksiyaedici maddələrlə (karbohidratlarla) kondensasiyası və oksidləşməsi ilə əlaqədar olaraq əsaslı lizin itkisi nəzərə çarpır. Bu proseslər rənglənmiş məhsullar – melanoidinlər əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır.

Odur ki, ilkin kultur məhlulunu əvvəlcədən karbohidratların aldehid qruplarını bloklayan 25%-li natrium-disulfit məhlulu (kultur məhlulun həcminə görə 0,4% vurulmaqla) ilə stabilləşdirir və pH 4,5-5,0 olana qədər xlorid turşusu ilə turşulaşdırırlar. Bu zaman əmələ gələn lizin monohidrat termiki işlənməyə daha dayanıqlıdır. LMK öz keyfiyyətini dəyişmədən 3 ay saxlanılır. Onun quru LYK-dan böyük bioloji dəyərə malik olduğu bildirilir.

Lizinin yem konsentratının quru preparatı LYK lizinin maye konsentratının qurudulması ilə alınır.

Bu məqsədlə tozlandırıcı qurutma əlverişli sayılır. Çünki məhsul bu halda quruducunun daxili səthinə daha çox yaxılır. Bu çatışmazlıq qovulmuş kultur mayesinə kütləyə görə 1:1 aşkar buğda kəpəyi vurulması ilə aradan qaldırılır. Qarışıq 30-35% nəmliyə malik olur və asanlıqla dənəvərləşir. Qranulları (dənəvərlər) quruducularda qaynar qatın üzərində lizinin aşağı itkisi ilə (0,8-1,5%) qurudurlar. Məhsul qeyri-hiqroskopik olub, 6 ay müddətində dayanıqlığa malik olur.

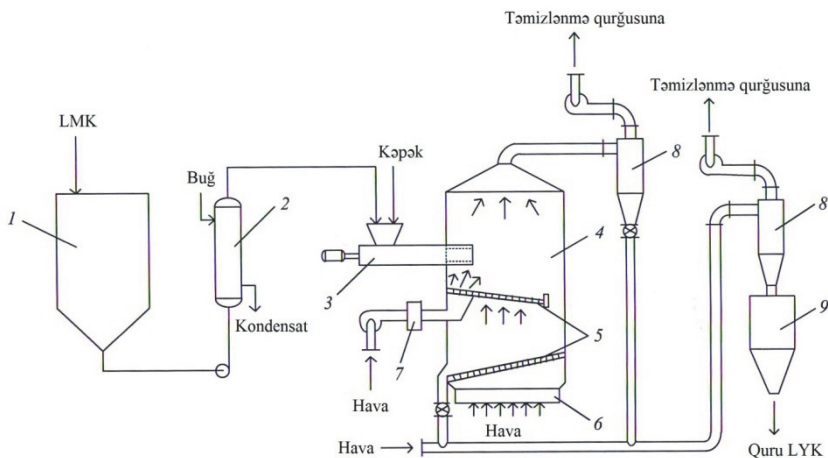
Lizinin maye konsentratı aşqarlarla daha yaxşı doydurulmaq üçün 70-85⁰C temperaturda şnek-qarışdırıcıya verilir. Kəpək bunker dozatordan keçirilməklə qarışdırıcıya daxil olur. Qarışdırma müddəti 2 dəqiqəyə yaxındır. Qarışıq qranullaşdırıcıdan və filtdən keçirilməklə quruducu kameranın qaynar təbəqəsinə ötürülür. Əmələ gələn qranullar qranullaşdırıcıdan qaynar hava axını ilə ayrılır və qurudulur. Qranullar qaynar qatda sürətlə quruyur və pinovmatik nəqliedici vasitəsi ilə bunkerə yönəldilir. İşlənmiş hava siklonda təmizlənir. Quruducunun məhsuldarlığı quru qranula görə 2 ton/saat təşkil edir.

Qaynar qatlı quruducular tozlandırıcılarla müqayisədə 2-3, lentlilərlə müqayisədə isə 4-5 dəfə yüksək xüsusi nəmlik çıxarma təmin edir.

8-10% nəmliyə malik olan qranullar əzicidə tozşəkilli vəziyyətə qədər xırdalanır və sonra polietilen kisələrə qablanır. Burada hermetikləşdirilir və əlavə olaraq bürünməli kağız kisələrə qablanır. Bu metodla alınmış preparat (qəhvəyi rəngli toz) qeyri-hidroskopik olur.

Quru lizin yem konsentratı istehlakçıya qapalı dəmir yol yaxud avtonəqliyyat ilə göndərilir.

Qeyd olunan preparat quru maddəyə çevrilməklə 10%-dən çox olmayan nəmlikdə azı 7% lizin monoxlorhidrata malik olmalıdır (şəkil 4.12).



Şəkil 4.12. Lizinin yem konsentratı

1-LMK toplayıcısı; 2-qızdırıcı; 3-qranullaşdırıcı; 4-qaynar qatın qurudulması; 5-tor; 6-əsas kolorifer; 7-əlavə kolorifer; 8-siklon; 9-bunker-soyuducu

Kristal preparatlar kultur NH_4^+ formada iondəyişmə ilə sulfokationitdə KH-2 kultur məhlulundan lizinin ayrılması zamanı alınır. Kationitin sorbsiya tutumu 100 kq-a yaxın lizin üçün 1 m³ nəm ionitdir.

Lizinin iondəyişməklə ayrılması produsent biokütləsinin əvvəlcədən kultur məhlulundan kənar edilməsi ilə həyata keçirilir. Kationit sonra hüceyrə kütləsinə malik yuyuntu sularından istifadə edilməklə isti su ilə yuyulur və yardımçı məhsul – aminobakterin alınır. Lizin 3-5%-li ammonyak məhlulu ilə yuyulur, alınan elyuant vaakum altında 40-45% quru maddələr qalanaqədər qovularaq lizinin monoxlorhidrat formasına çevrilir və pH 4,5-5,0-ə çatanadək xlorid turşusu ilə turşulaşdırılır. Konsentrat tozlandırıcı quruducuda yumşaq rejimdə qurudulur. Kristal yem lizini azı 70% əsas maddəyə malik olur.

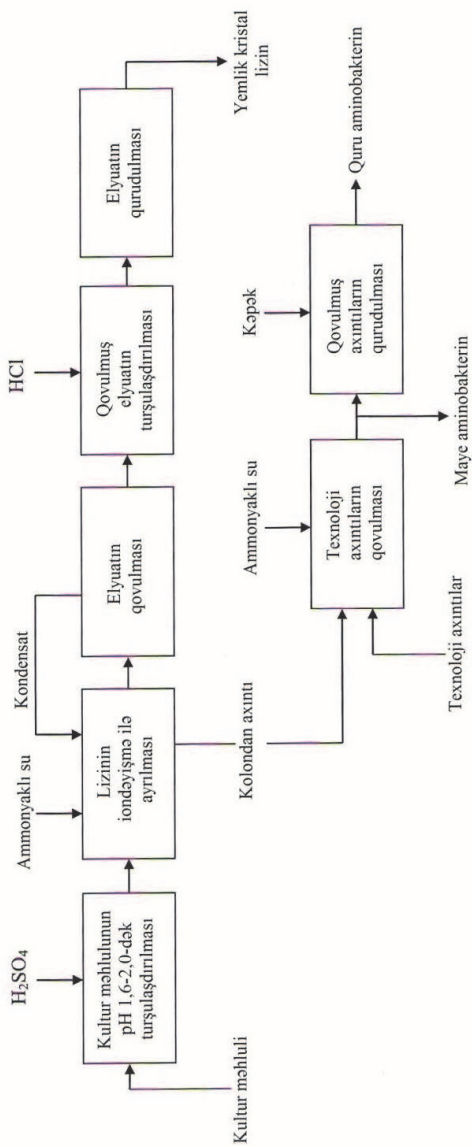
Lizinin kultural məhluldan iondəyişmə ilə ayrılma dövrüyyəsi (prosesi) aşağıdakı əməliyyatları əhatə edir:

- lizinin KU 2-8 kationitdə sorbsiyası;
- kultural məhlulun sıxlaşdırılması və kationitin yuyulması;
- lizinin KU 2-8 qatranı ilə elyuentlə desorbsiyası;
- desorbsiyadan sonra qətranın yuyulması.

Su sərfini və axıntıların miqdarını azaltmaq məqsədi ilə yuyucu məhlulların təkrar istifadəsi nəzərdən keçirilir.

Kationitin işə hazırlanması. KU 2-8 kationiti güclü turşulu sulfoxolistirol kationitdir. İstiliyə dayanıqlığı 120-140⁰C-dir. Özünü sarıdan qəhvəyi rəngə qədər dəyişən 0,315-1,250 mm ölçülərdə dairəvi dən kimi göstərir. Dənlərin səmərəli ölçüsü 0,4-0,6 mm-dir.

Başlanğıc qətran 20-25%-li NaCl məhlulunda 1 sutka müddətində saxlanır və su suspenziyası şəklində iondəyişmə kolonkasına verilir. Kolonka qətranla doldurulduqdan sonra xırda fraksiyalardan aşağıdan yuxarı adi su vurulmaqla yuyulur. Qətrandan hava qabarcıqlarını tam kənar etmək üçün suyun verilmə sürəti daha azdan (1 dövr/dövr qətran saatda) qoyulan həddə qədər (2 dövr/dövr qətran saat) növbələşir. Proses xırda fraksiyaların tam yuyulmasına qədər aparılır (axan su nümunəsində qətranın miqdarına nəzarət olunmaqla) (şəkil 4.13).

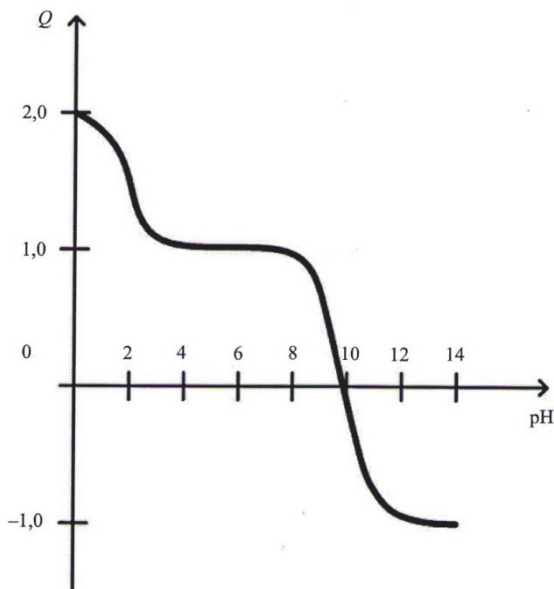


Şəkil 4.13. Kristal yem zülalının alınma sxemi

Qətranın fraksiyalasdırılması başa çatdıqdan sonra monomerləri, dəmir ionlarını və digər qarışıqları kənar etmək məqsədilə 5%-li HCl məhlulu ilə işlənir. Bunun üçün kolonkadan su götürülür, aşağıdan 5%-li HCl məhlulu qətranın yuxarı səviyyəsinə qədər verilir və 5 saat müddətində yetişdirilir. Belə saxlanıb yetişdirilmədən sonra qətran adi su ilə Cl^- ionlarından yuyulur. Yuma pH 4-5 olanda başa çatdırılır. Qətranı NH_4^+ işçi formasına gətirmək üçün kolonkaya yuxarıdan aşağı 0,5 dövr/dövr qətran saatda sürəti ilə ammonyak məhlulu vurulur. İşlənmə kolonkaya daxil olan və ondan çıxan ammonyakın qatılığının bərabərləşməsinə qədər aparılır. Sonra qətran adi su ilə pH 8,5 olana qədər aşağıdan yuxarı istiqamətə yuyulur. Qətranın bərpası analoji qaydada hər 120-180 iş dövriyyəsinədən sonra yerinə yetirilir. Qətran dəyişənə qədər 1-3 dəfə bərpa olunur.

İondəyişmədən əvvəl kultur məhlulunun turşulaşdırılması. Kultur məhlulu polad aparatda qatılaşdırılmış sulfat turşusu ilə pH 1,6-2 böyüklüyünə çatana qədər turşulaşdırılır. Sulfat turşusu 1 m³ kultur məhluluna 20-30 litr miqdarında 15 l/dəqiqədən yüksək olmayan sürətlə verilir. Güclü köpüklənmə zamanı turşunun əlavə olunması ləngidilir. pH 1,6-2 olduqda lizin əsasən ikivalentli kation şəklində olur ki, bu da onun KU 2-8 kationitində NH_4^+ - formasında tamamilə sorbsiya olunmasına zəmin yaradır (şəkil 4.14).

pH<9,7 olduqda lizin molekulu müsbət yüklənir. $4 < pH < 7$ intervalında molekulaların cəmi yükü müsbət 1-ə bərabərdir. pH ədədinin sonrakı azalması ilə yük artır və $pH \leq 1$ olduqda müsbət 2-yə çatır. Məhlulun pH-nın müəyyən olunmuş qiymətdən yuxarı qalxması nəticəsində lizin iondəyişmə qətranı ilə desorbsiya olunur.



Şəkil 4.14. Cərəyan böyüklüyünün pH ədədindən asılılığı

Kationitdə lizinin sorbsiyası. Sorbsiya prosesinin əvvəlində lizinin birləşmiş kultur məhlulundan (kultur məhlulu lizinin “lizinin proskopu”) ayrılması baş verir. Həcmi 25 m^3 olan iondəyişmə kolonkası tətbiq olunur ki, burada lizinə görə tutumu 100 q/m^3 olan tutumla 20 m^3 qətran yerləşir. Birləşdirilmiş kultur məhlulu (20 m^3) kolonkaya aşağıdan yuxarıya 1 dövr/dövr qətran saat sürəti ilə verilir. Qranullar arasından axan kationit məhlulu yuma məhlulu toplayıcısına yönəldilir. İşlənmiş kultur məhlulunun sonrakı axıntısı neytrallaşdırıcıya daxil olur.

Kultur məhlulunun lizin “proskok”u ilə kolonkaya verilməsinin sonunda aşağıdan yuxarıya 1 dövr/dövr qətran saat sürəti ilə kultur məhlulu verilir. Kolonkadan çıxan və $0,5 \text{ q/l}$ -dən çox olmayan lizinə malik məhlul neytrallaşdırılmaya yönəldilir. Kationiti lizinlə doydurduqda lizinin “proskok”u – kolonkadan

çıxan axında onun qatılığının yüksəlməsi başlayır. Lizin “proskok”u ilə məhlul (10 m^3) kultur məhlulu toplayıcısına yığılır və oradan 0,5 q/l-dən az qatılığa qədər lizinin kəskin sorbsiyalaşması üçün verilir.

Kultur məhlulunun sıxışdırılıb çıxardılması və kationitin yuyulması. Sorbsiya prosesinin sonunda kultur məhlulu 1 dövr/dövr qətran saat sürətlə yuyucu məhlulla (əməliyyata 30 m^3) kolonkadan sıxışdırılıb çıxarılır. Kolonkadan axıntının başlanması – qranullararası məkandan kultur məhlulunun lizin “proskok”u ilə 0,5 həcm qətran (10 m^3) miqdarında sıxışdırılıb çıxarılır və kultur məhlulunun birləşdirilmiş toplayıcısına yönəldilir. Sonrakı axın neytrallaşdırıcıya daxil olur.

Lizinin biokütləyə malik kultur məhlulunun sorbsiyası zamanı kationit biokütlədən əlavə olaraq vaakum buxarlandırıcı qurğunun kondensatı, yaxud isti ($50\text{--}55^\circ\text{C}$) su ilə 10 m^3 miqdarında yuyulur. Axıntı neytrallaşdırıcıya yönəldilir.

Elyuentlə lizinin desorbsiyası. Desorbsiya 3-5%-li ammonyak məhlulu ilə aparılır. Elyuent aşağıdan yuxarıya 0,4 dövr/dövr qətran saat ($8\text{ m}^3/\text{saat}$) sürətlə vurulur. Bir dövrdə lizinin tam ayrılması üçün lazım olan elyuentin ümumi miqdarı qətranın iki həcmi (40 m^3) təşkil edir.

Kolonkadan çıxan 10 m^3 miqdarında birinci porsiya yuyucu məhlulun toplayıcısına yönəldilir. Bundan sonra lizinin qatılığı 90-100 q/l olan zəngin elyuat fraksiyası (1 həcm qətran, 20 m^3) toplanır və qovulmaya verilir. Elyuatın kasıb fraksiyası – sonuncu axın (0,5 həcm qətran, 10 m^3) elyuent hazırlamaq üçün toplayıcıya yönəldilir. Sonuncu axıntı (0,5 həcm qətran, 10 m^3) elyuent hazırlamaq üçün toplayıcıya, sonuncu axın isə (10 m^3) yuyucu məhlul toplayıcısına daxil olur.

Elyuatın buxarlandırılması. Buxarlanmadan əvvəl rotor-pərdəli buxarlandırıcıda elyuatdan ammonyak aşağıdakı rejimdə qovulur: elyuatın verilməsi – $15\text{--}25\text{ m}^3/\text{saat}$, aparatda qaynama temperaturu $-45\text{--}60^\circ\text{C}$, təzyiq $-0,08\text{--}0,09\text{ mPa}$.

Buğlar kondensatorda sıxlaşdırılır. Ammonyak kondensatı elyuat hazırlamaq üçün tutuma yönəldilir. Qovmadan sonra elyuat ammonyakın əsas miqdarı ilə (ammonyakın qalıq miqdarı 0,5%-dən çox olmur) vaakum buxarlandırma qurğusuna daxil olur və quru maddələrin miqdarı 45-50%-ə çatanadək buxarlandırılır. İkinci buğun kondensatı elyuent hazırlamaq üçün istifadə olunur.

Buxarlandırılan elyuatın turşulaşdırılması. Buxarlandırılmış elyuat pH 4,0-4,2-ə çatanadək qatılaşdırılmış xlorid turşusu ilə (300-400 l 27,5%-li HCl 1 m³ buxarlandırılmış elyuata) qarışdırılmaqla turşulaşdırılır. Turşulaşdırılmış buxarlandırılmış elyuat qurudulmaya ötürülür. Elyuatın turşulaşdırılması üçün olan aparat turşuya dayanıqlı emalla örtülür.

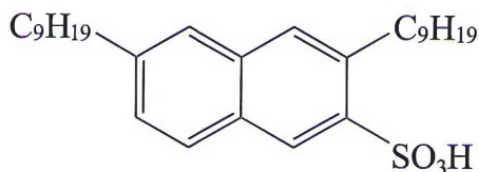
Buxarlandırılan elyuatın quruldulması. Turşulaşdırılaraq buxarlandırılan elyuat tozlandırıcı quruducunun girişində istilik daşıyıcının 105-110⁰C, çıxışında -80-85⁰C temperaturunda qurudulur.

Doldurmadan əvvəl kristal lizinin iri fraksiyaları ələkdə saxlanır və zərif üyüdücü əzicidə hissəciklərin iriliyi 100-150 mkm olanadək xırdalanır.

Axıntının neytrallaşdırılması. İondəyişmə kolonkasının axıntısı digər texnoloji axıntılarla qarışdırılaraq neytrallaşdırıcıda ammonyaklı su ilə pH 4,0-4,5 olanadək neytrallaşdırılır və aminobakterin almaq məqsədilə buxarlandırılmaya yönəldilir. Eyni vaxtda lizinin yem konsentratı (LYK) və kristal lizin alındıqda, neytrallaşdırılmış axıntının kultur məhlulu ilə qarışığının azı 7% lizinə malik LYK alınması şərti ilə buxarlandırılması mümkündür.

Lizinin kultur məhlulundan iondəyişmə-ekstraksiyası ilə ayrılma texnologiyası işlənmişdir. Bu, maye kationit-sulfeksdən istifadəni nəzərdə tutur ki, o, da özünü polinonilnaftilin sulfo-turşunun alifatik karbohidratla (məsələn, oktanla) qarışiq məhlulu kimi göstərir.

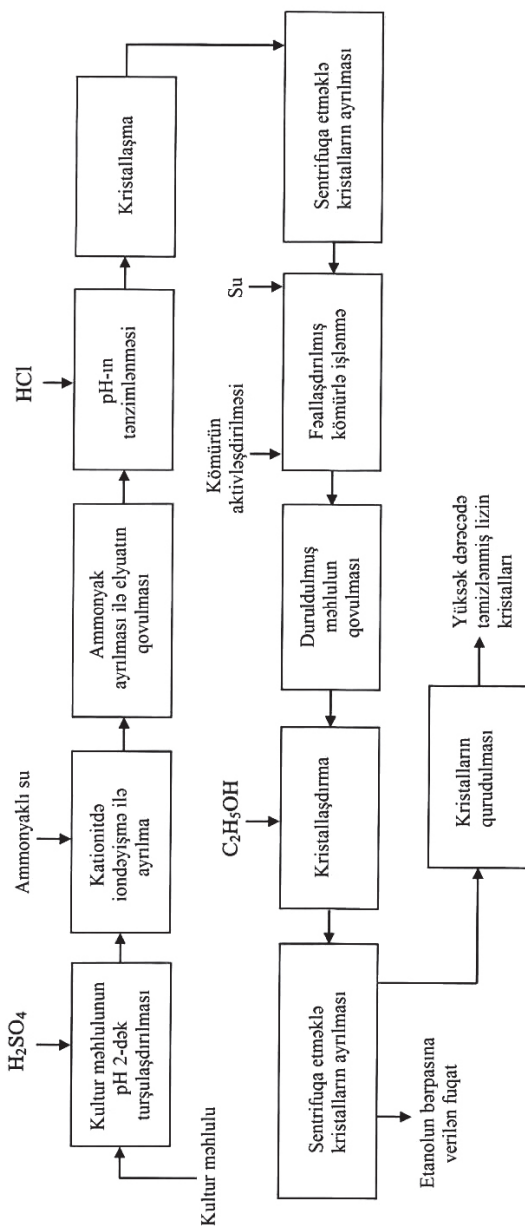
Qarışığın dominantlıq edən komponenti dinonilnaftilin sulfoturşusudur.



Kultur məhlullarının amin turşularını ayırmaq üçün biokütlədən azad olunan produsentlər ekstragentlə qarışdırılır və qarışdırıcıda 3-4 dəq müddətində saxlanır. Sonra emulsiya ekstraktor-separatorda üzvi və su fazalarına ayrılır. Üzvi fazadan amin turşuların 15-17%-li NH_4OH məhlulu ilə reaktaksiyası fazaların ekstraktor-separatorda sonrakı ayrılması ilə yerinə yetirilir. Kultur məhlulundan amin turşuların çıxarılması üçün maye kationitlərin tətbiqinin bir sıra üstünlükləri vardır:

- 1) kationitin az miqdarı (bərkə müqayisədə 10-20 dəfə az);
- 2) ekstraksiya və reaktaksiya proseslərinin yüksək sürəti (maye kationitlə təmas 10 dəqiqəyədək, bərkə - 12 saata yaxın);
- 3) maye kationitlər “zəhərlənməyə” az meyilli olub, fəallıqlarını 200 iş dövrəsi ərzində saxlayırlar.

Lizinin yüksək qatılaşdırılmış kristal preparatları (LYQKP) (şəkil 4.15) da elyuat əsasında alınır. Bunun üçün elyuat buxarlandırılmadan sonra xlorid turşusu ilə turşulaşdırılır və 10-12⁰C temperatur və pH 4,5-5,0 göstəricisində kristallaşmaya məruz qoyulur. Qurudulmuş kristallar 92-95% lizin monoxlorhidrata malik olur.



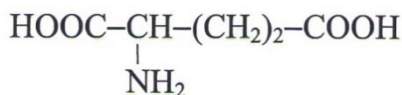
Şəkil 4.15. Yüksək dərəcədə təmizlənmiş lizin kristallarının alınma sxemi

Yüksək təmizlənmiş preparat almaq üçün kristallar suda həll olunur, məhlul fəallaşdırılmış kömürlə işlənərək rəng maddələri kənar edilir, vaakum altında buxarlandırılır və su-spirt məhlulundan lizin kristallaşdırılır. Konsentrata 3:1 nisbətində etil spirti əlavə edilir.

Kristallar deionlaşdırılmış su ilə yuyulur və 60⁰C temperaturadək vaakum altında qurudulur. Məhsul 97-98% lizin monoxlorhidrata malik olur. Kultur məhlulundan ayrılma mərhələsində lizin çıxımı 75% təşkil edir.

4.4.3. Qlutamin turşusu istehsalı

Qlutamin turşusu (α-aminqlutar turşusu) aşağıdakı struktur formuluna malikdir.

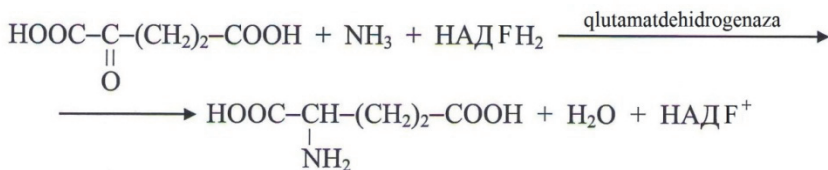


Qlutamin turşusu əvəz olunmayan deyil, lakin o, sənayenin müxtəlif sahələrində geniş tətbiqini tapmışdır. Qlutamin turşusu daha geniş miqyasda qida sənayesində qida məhsullarının və konservantların dad keyfiyyətinin gücləndiricisi kimi natrium qlutamat şəklində istifadə olunur. Bu amin turşusunun istehsalında mübahisəsiz lider Yaponiyadır. Natrium qlutamatın ən iri istehsalçısı “Adzinomoto” şirkətidir.

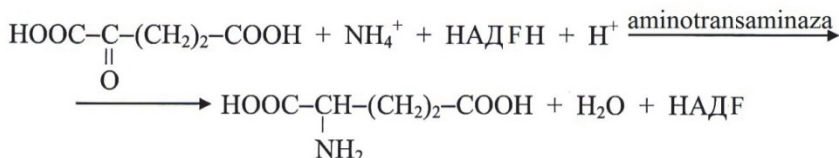
Qlutamin turşusunun biosintezi üçün *Corynebacterium glutamicum* VNİİ-genetika 490, *Corynebacterium glutamicum* 541P, *Brevibacterium species* 22 kulturdan istifadə olunur.

Mikroorqanizmlər tərəfindən qlutamin turşusunun əmələ gəlməsinin iki yolu vardır:

- α-ketoqlutar turşusunun reduksiyaedici aminləşməsi ilə qlutamin turşusu əmələ gətirir:



- aminotransaminaza fermentinin iştirakı ilə mikrob hüceyrəsinin sərbəst amin turşularının iştirakı ilə α -ketoqlutar turşusunun yenidən aminləşməsi:



Bu və ya digər halda qlutamin turşusunun sələfi α -ketoqlutar turşusu olub, onun miqdarı isə üç karbon dövrəsində baş verən reaksiyalar hesabına tamamlanır. Qlutamin turşusunun intensiv sintezi üçün α -ketoqlutar turşusunu kəhraba turşusuna çevirən ferment sistemi pozulmuş mikroorqanizmlərin mutant ştamlarına malik olmaq lazımdır (α -ketoqlutar dehidrogenaza fermentinin əmələ gəlməsi pozulduqda).

Lizindən fərqli olaraq qlutamin turşusunun biosintezində mühitdə biotinin qatılığı 2-5 mkq/l-i keçməməlidir. Əks halda başqa amin turşuların (alanin, asparagin, lizin, həmçinin kəhraba turşusunun) intensiv toplanması baş verir.

Biotinin qatılığı artıqca biokütlə sintezi yüksəlir və qlutamin turşusunun toplanma səviyyəsi aşağı düşür. Biokütlənin maksimum əmələ gəlməsi ilə qlutamin turşusunun maksimum biosintezi uyğun gəlmir. Çünki bu proseslərin biotinə tələbi fərqlidir. Bəzi antibiotiklər (pensillin, tetrasklin) biotinin artıqlığının ləngidici təsirini aradan qaldırır.

Məsələn, lizin istehsalında tətbiq olunan *Brevibacterium species 22* ştamının biosintetik xüsusiyyəti adi qarğıdalı – melassa mühitinə az miqdarda pensillin (2-4 vahid/ml mühit) əlavə olunması ilə lizindən qlutamin turşusuna çevrilə bilər. *Corynebacterium glutamicum* VNİİ genetik 3144 ştamı 40 mkq/l biotin olan mühidə qlutamin turşusunu sintez etmək xüsusiyyətlidir. Qeyd edək ki, biotinin belə miqdarı məlum produsentlər üçün olan qatılığından 8-10 dəfə çoxdur (1-5 mkq/l).

Qlutamin turşusu almaq üçün əsas karbon mənbəyi saxaroza, qlükoza, şəkər çuğunduru melassası, nişasta hidrolizatıdır. Azot mənbəyi kimi daha çox 1,5-2,0% miqdarında karbomidən istifadə olunur.

Qida mühitinə həmçinin biostimulyatorlar məsələn, qarğıdalı ekstraktı, maya ekstraktı vurulur. Mühidə azotun çatışmazlığı qlutamin turşusunun qatılığının azalmasına və yüksək miqdarda α -ketoqlutar turşusunun toplanmasına gətirib çıxarır.

Corynebacterium glutamicum 541P ştamı becərildikdə aşağıdakı cədvəl 4.4-də verilmiş mühidən istifadə edilir.

Cədvəl 4.4

Corynebacterium glutamicum 541p ştamının becərilməsi üçün qida mühitinin tərkibi

Mühitin komponentləri	Əkin materialının alınması üçün mühit, %	Fermentləşmə, %
Saxaroza	5,0	8,5-10,0
Melassa	1,5	1,2
Karbamid	1,0	0,5
K ₂ HPO ₄	0,1	0,1
KH ₂ PO ₄	0,1	0,1
ZnSO ₄	-	0,1
MgSO ₄	0,1	0,1

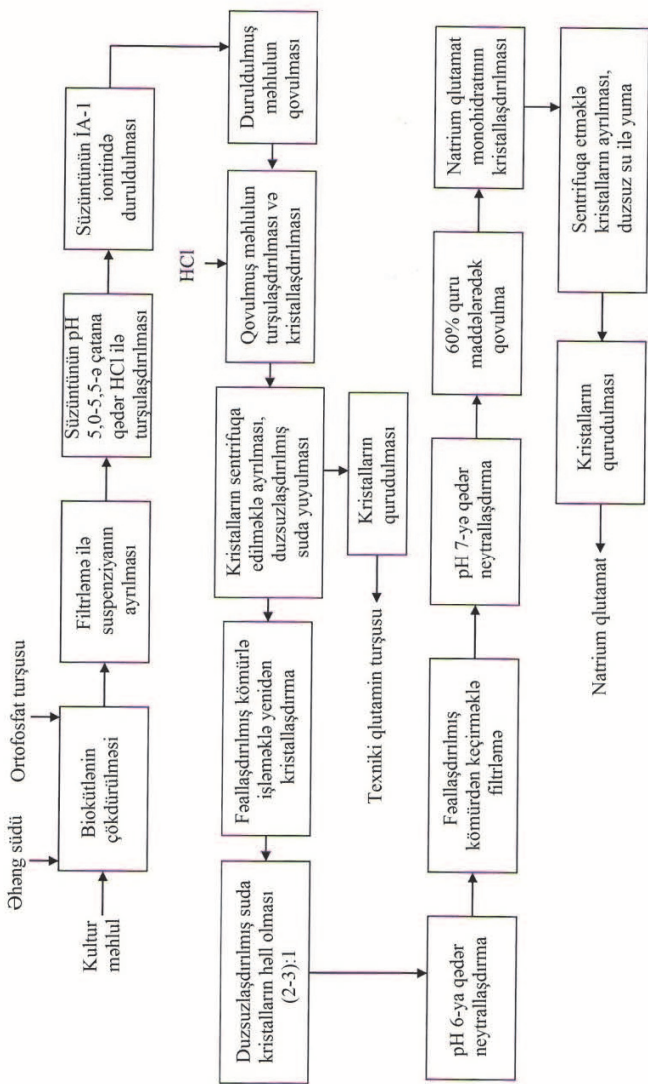
Produsentlər 28-30⁰C temperatur və mühitin 6,8-7,5 pH ədədində becərilir. İstehsalat becərilməsi mühitin intensiv havalandırılması ilə (50-60 m³(m³, saat)) olmaqla 48 saat davam edir. Kultur məhlulunda qlutamin turşusunun toplanan miqdarı 50-55 q/l təşkil edir.

Texniki qlutamin turşusu yaxud natrium qlutamat alınması aşağıdakı sxemə uyğun aparılır (şəkil 4.16).

Produsent biokütləsini çökdürmək üçün kultur məhlulu sönmük buğla 35-40⁰C temperatura qədər qızdırılır, kultur məhlulunun həcmnin 0,75-1,0% kütləsində əhəng südü əlavə olunur (15-20% CaO) və 10-12 dəqiqə qarışdırılır. Üzərinə pH 6,5-7,0 böyüklüyünə çatana qədər qatılaşıdırılmış ortofosfat turşusu (75%) əlavə olunur (~100 ml suspenziyaya ~1 litr). Reaksiya istilik ayrılması və məhlulun qızması ilə müşayiət olunur. Məhlul 60-65⁰C-yə qədər qızdırılır, qarışdırılır və filtrlənməyə verilir. Kalsium hidroksid kultur məhlulunda olan mikrob hüceyrəsini və zülal maddələrini koagulyasiya edir.

Ortofosfat turşusu Ca(OH)₂-i səthi fəal gel şəklində az həll olan kalsium fosfat əmələ gətirməklə neytrallaşdırır ki, o da yüksək molekullu üzvi birləşmələri və pigmentləri adsorbsiya edir və eyni zamanda mikrob hüceyrələrini çökdürür. Çöküntü filtrlənmə ilə ayrılır və yem preparatı kimi istifadə olunur. Nəm çöküntünün miqdarı 200-300 kq/m³ kultur məhluludur. Süzüntü İA-ı ionitində rənglənmiş birləşmələrin sorbsiya ilə səmərəli kənar edilməsi üçün pH 4,5-5,0 olanadək turşulaşdırılır.

Bir həcm sorbentə 5 həcmdən çox olmayan miqdarda duruldacaq məhlul verilir. Ionitin regenerasiyası qələvi ilə aparılır və su ilə yuyulur.



Şəkil 4.16. Texniki qlutamin turşusu və natrium qlutamat alınması ilə kultur məhlulunun emal sxemi

Duruldulmuş məhlul vaakum-buxarlandırıcı aparatda 60-70⁰C temperaturda quru maddələrin miqdarı 45-50%-ə çatana-dək buxarlandırılır. Buxarlanmış məhlul 50⁰C-yə qədər soyu-dulur, xlorid turşusu ilə pH 4,0-4,5 olana qədər turşulaşdırılır və eyni vaxtda məhlulda olan amin turşuların kütləsinin 0,5-1,0%-i miqdarında qlutamin turşusunun kristalları əlavə edilir.

Sonra məhlul pH 3,2-3,5 olana qədər turşulaşdırılır (izoelektrik nöqtə), 5-10⁰C temperatura qədər soyudulur və 30-48 saat müddətində fasiləli qarışdırılmaqla kristallaşdırılır.

Kristallaşdırma anacılıq məhlulda qlutamin turşusunun qatılığı 20 q/l-ə qədər azaldıqda başa çatdırılır. Bu mərhələdə sentrifuga etməklə kristallar ayrılır, qurudulur və texniki qlutamin turşusu alınır.

Natrium qlutamat almaq üçün qlutamin turşusunun fəallaşdırılmış kömürlə işləməklə (filtrlənən məhlulun kütləsinin 1%-i) yenidən kristallaşdırılması aparılır. Sonra amin turşular 30%-li NaOH məhlulu ilə pH 5,8-6,0 olana qədər neytrallaşdırılır. Məhlulun fəallaşdırılmış kömürlə sonrakı təmizlənməsi həmin pH qiymətində daha səmərəli gedir. Məhlul təmizləndikdən sonra pH 6,8-7,0 olana qədər sonadək neytrallaşdırılır. Natrium qlutamatın kristallaşması 5-10⁰C temperaturda 40-48 saat müddətində aparılır, sentrifuga etməklə kristallar ayrılır və barabanlı quruducuda qurudulur.

Son məhsul özünü iysiz, ağ toz şəklində natrium qlutamatın monohidratı kimi göstərir. Dadı toyuq şorbasının dadına oxşardır. Onun tərkibində əsas maddənin miqdarı minimum 99%, nəmliyin miqdarı maksimum 0,5% olur.

4.4.4. Triptofanın texnologiyası

Triptofan əvəz olunmayan amin turşusudur. Digər amin turşulardan triptofan çox fərqli törəmələri olması ilə fərqlənir. Onlardan əczaçılıq vasitələrinin (piylənmənin müalicəsi üçün

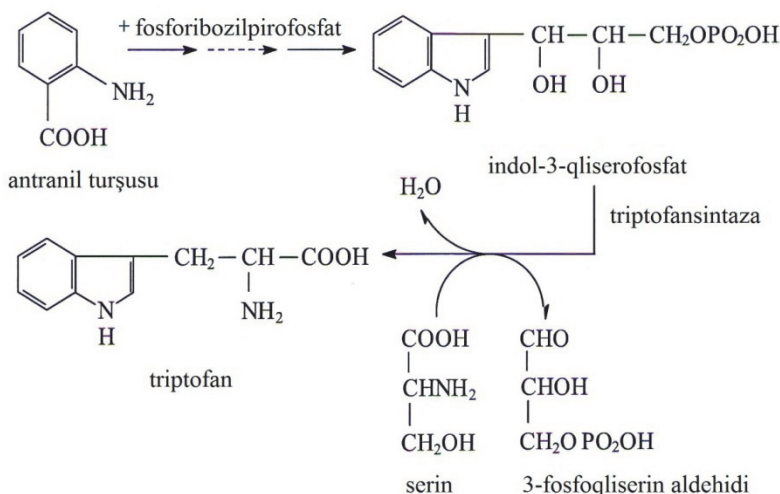
dərman preparatları, qara ciyər xəstəlikləri, beyinin funksiyasının bərpası, qan təzyiqinin tənzimlənməsi, alkoqolizmin müalicəsi və s.) istehsalı üçün geniş şəkildə istifadə olunmaqdadır. Triptofan aşağı kalorili qidaların zənginləşdirilməsi və kosmonavtlar üçün məqsədli qidaların yaradılmasında səmərəli tətbiqini tapmışdır. Triptofandan heyvandarlıqda az miqdarda istifadə olunur. Qida və yem əlavələri kimi triptofanın tətbiq səviyyəsinin yüksəldilməsi onun yüksək qiymət qazanmasını təmin edir. Odur ki, triptofana tələbat durmadan artmaqdadır.

Dünya istehsalı təcrübəsində triptofan alınmasının mikrobioloji və kimyəvi yolları mövcuddur. Kimyəvi istehsal metodu akrilonitritrindən rasemik formada amin turşular alınmasını təmin edir (Yaponiyada bu üsulla ildə 80 tona yaxın miqdarda triptofan istehsal olunur). Lakin optik izomerlərin ayrılması bahə və ağır zəhmətli əməliyyatdır. Mikrobioloji sintez insan və heyvan orqanizmi tərəfindən asan mənimsənilən L-forma amin turşular almağa imkan verir.

Triptofanın mikrob sintezi yolu ilə alınmasının iki üsulu vardır. Birinci metodda fenilalanin və tirozin çatışmazlığı olan bakteriyaların mutant ştamları ilə triptofanın sintezi həyata keçirilir.

Sintez üçün fenilalanin və tirozin sintezi zəncirində pozulmaya malik olan *Bacillus subtilis* növünün ştamlarından istifadə olunur.

Triptofanın mikrob sintezinin ikinci yolu – amin turşuların sələflərinin mikroorqanizmlərin ferment sistemi ilə çevrilməsidir. Sələf kimi antranil turşusundan istifadə edilir. *Candida utilis* mayalarının xüsusi ştamları antranil turşusunu indol -3-qliser-fosfata çevirir, sonra serinlə triptofansintaza fermentinin iştirakı ilə triptofan əmələ gəlir.



Candida utilis 295-t mayalarının ferment sisteminin köməyiylə antranil turşusunun L-triptofana biotransformasiyasının texnologiyası işlənmişdir.

Əkin materialı hazırlamaq üçün *Candida utilis* mayaları aşağıdakı tərkibdə qida mühitində becərilir (q/l); melassa-100; karbamid (sidik cövhəri)-5; KMnO₄-0,1; MgSO₄-0,05; CaCl₂-0,1. Mühitin pH ədədi 7,0-7,5, becərmə temperaturu 28-30⁰C-dir. İstehsalat qida mühiti səpin mühitindən onunla fərqlənir ki, onda melassanın miqdarı 60 q/l təşkil edir. Fermentləşdirmə aseptik şəraitdə həyata keçirilir.

İstehsalat fermentləşdirilməsini iki dövrə bölmək olar: mayaların biokütləsinin toplanması və maya ferment sistemləri ilə sələflərin triptofana çevrilməsi. Maya sələflərinin biokütləsinin toplanma müddəti intensiv havalandırmada (azı 7 q O₂/(l saat)) 24 saat təşkil edir. Fermentləşmənin ikinci dövründə kultur məhluluna az porsiyalarla antranil turşusunun 5%-li spirt məhlulu və 50% sidik cövhəri məhlulu əlavə edilir. Antranil turşusu və sidik cövhəri hər 6 saatdan bir vurulur. Antranil turşusu və sidik cövhəri əlavə olunduqdan 3-4 saat sonra 12 saat ərzin-

də fasilələrlə 25%-li melassanın steril məhlulu da vurulur. Antranil turşusunun fasilələrlə əlavə olunmasının əsas səbəbi onun toksiki olması və mühitdə miqdarının 0,5-0,7 q/l-dən artıq olmasının yolverilməzliyidir. Sələf kimi başqa birləşmələrdən də (məsələn, indol) istifadə etmək olar, lakin triptofanın daha yüksək çıxımı antranil turşusunun tətbiqində müşahidə olunur (98,8%-ə qədər).

Fermentləşmənin ikinci mərhələsində (birinci ilə müqayisədə) havalandırma iki dəfə azaldılır – 3-4 q O₂/(l, saat) qədər. İkinci dövrün davam etmə müddəti 120 saata yaxındır. Fermentləşmənin sonunda kultur məhlulu 7-12% quru maddələrə, o cümlədən 0,3-0,6% triptofana (adətən 6 q/l) malik olur.

Triptofanın 85-88%-i maye fazada (kultur məhlulu – KM) olur. Triptofanın təmizlənmiş preparatını əldə etmək üçün KM filtratından yem konsentratları alınır. Onun tərkibinə həm də produsentin biokütləsi daxil olur.

Triptofanın yem konsentratını almaq üçün kultur məhlulu vaakum altında 3 dəfə buxarlandırılır və alınan konsentrat tozlandırıcı quruducuda daxil olan istilik daşıyıcısının 110-120⁰C temperaturunda qurudulur. Hazır məhsul özünü açıq-qəhvəyi rəngli toz şəklində göstərməklə aşağıdakı tərkibə (%-lə) malik olur: quru maddə - 90; zülal maddəsi - 48-54; triptofan - 1-3; amin turşular - 6 (o cümlədən lizin amin turşularının ümumi kütləsinin 3,22%-i miqdarında), B qrup vitaminlər.

Triptofanın təmizlənmiş preparatları birbaşa kultur məhlulundan, yaxud onun süzüntüsündən iondəyişmə ilə ayrılır.

Bu məqsədlə iki kolonkalı iondəyişmə aparatından istifadə olunur. Birinci kolonka anionit İA-1, ikinci – kationit KU 2-8 ilə doldurulur. Kultur məhlulundan triptofanın iondəyişmə dövrəsi ilə ayrılması aşağıdakı əməliyyatları əhatə edir: İA-1 qətranında triptofanın sorbsiyası; qətranın su ilə yuyulması; İA-1 anionitindən triptofanın elyurasiyası və eyni zamanda onun KU 2-8 kationitdə sorbsiyası; triptofanın kationitdən el-

yurasiya olunması; KU 2-8 kationitinin regenerasiyası. Kultur məhlulunun (KM) fermentatordan yuyulmuş su (KM-nun 5%-i miqdarında) axıntısı ilə qarışığı İA-1 qətranlı kolonkaya 1 dövr/dövr qətran saat sürətlə aşağıdan yuxarıya olmaqla vurulur. Yaxantıların birinci porsiyası (qətranın 0,5 həcmində) yuyuntu suları toplayıcısına daxil olur. Qalan yaxantılar (işlənmiş KM) zülalə malik yem preparatları alınmasına (triptofanın miqdarı 0,2 q/l-dən az) yönəldilir. KM-nun verilməsinin sonunda kolonkaya buxarlandırılmış anaclıq məhlul daxil olur (eyni şəraitdə). Bu mərhələdə produsentin biokütləsi, mühit komponentləri, turş metabolizm məhsulları (rənglənmiş birləşmələr qətranda sorbsiya olunan) ayrılır. KM-nun qalıqlarını qətrandan sıxışdırıb çıxarmaq üçün anionit qətranın 0,5 həcmində 1 dövr/dövr qətran saat sürətlə aşağıdan yuxarıya istiqamətində su ilə qısa müddətli yuyulması aparılır.

Triptofanın İA-1 anionitindən elyurasiya olunması su ilə həyata keçirilir. Bunun üçün İA-1 qətranlı kolonkanın çıxışına KU 2-8 kationitli kolonka birləşdirilir və ikikolonkalı aparatdan keçməklə 2 dövr/dövr qətran saat sürətlə qətranın 5 həcmi miqdarında su buraxılır.

Bu halda İA-1 qətranı ilə elyurasiya olunmuş triptofan KU 2-8 kationitində sorbsiya olunur. Axıntı suyu çirkab sularına axıdılır. Triptofanın tam elyurasiya olunması üçün sistemdə olan suyun üç sutka dövr etdirilməsi aparılır. Sonra kolonkalar ayrılır və triptofanın KU 2-8 qətranından elyurasiyası və İA-1 anionitinin regenerasiyası həyata keçirilir. Elyuent kimi 1,6%-li NH_4OH və 50%-li etanol məhlulu istifadə olunur. Elyuentin miqdarı kationitin 3 həcmində olur. Elyuent hazırlamaq üçün elyuetin əvvəlki dövrdəki kasıb fraksiyası və anaclıq məhlulun buxarlanma mərhələsində olan su-spirit kondensatından istifadə olunur. Elyuent kolonkaya yuxarıdan aşağıya 1,5 dövr/dövr qətran saat sürətlə verilir. Birinci axıntı (0 həcm qətran) – elyuatın kasıb fraksiyasıdır. Zəngin fraksiya (1,5 həcm qətran) 5-60 q/l tripto-

fana malikdir. Sonuncu axıntı (0,5 həcm qətran) – kasıb fraksiya olub, elyuent hazırlamaq üçün istifadə olunur.

Elyurasiyanın sonunda kationit kolonkada aşağıdan yuxarıya 1 dövr/dövr qətran saat sürətlə verilən 0,5N HCl məhlulu ilə (4 həcm qətran) regenerasiya edilir. Kationit H^+ formaya keçirilir, axıntı çirkab sularına yönəldilir.

İA-1 anionitinin regenerasiya üçün kolonkaya aşağıdan yuxarıya 3%-li NH_4OH məhlulu (3 həcm qətran 1 dövr/dövr qətran saat sürəti ilə) vurulur və sonra su ilə yuyulur (10 həcm qətrana qədər). Anionit OH -formaya keçirilir. Kolonlarda kationit və anionitlərin dəyişməsi kolonkanın 180-200 iş dövriyyə-sindən sonra aparılır.

Elyuatın zəngin fraksiyası sirkə turşusu ilə pH 6,5-7,0 olana qədər neytrallaşdırılır, 0-5⁰C temperatura qədər soyudulur və 24 saat saxlanır. Triptofanın elyuatda olan miqdarının 80%-ə qədəri kristallaşır. Kristallar sentrifuqa edilməklə (kristalların nəmliyi 70%-dək) ayrılır və sonra barabanlı quruducularda 90-95⁰C temperaturda (işlənmiş havanın temperaturu 60-65⁰C) qurudulur. Quru məhsul ikiqat polietilen paketlərə (1-2 kq) qablandığından sonra kağız, yaxud kardon kisələrə yerləşdirilir. Məhsulun nəmliyi 5%-dən çox olmamalıdır. Son məhsulda triptofanın miqdarı azı 90%-dir.

4.5. Zülal preparatlarının biotexnologiyası

Biotexnoloji üsullarla alınan zülal preparatlarına ferment preparatları, amin turşuları, zülal konsentratları, zülal izolyatları aiddir. Zülal preparatlarının sayılan qrupları arasında qida sənayesində hazırda daha çox istifadə olunanı ferment preparatlarıdır.

Fermentlər möcüzəli xüsusiyyətlərə (səmərəli və fərdi təsir etməsi, qeyri toksikliyi, yumşaq şəraitdə işləmə xüsusiyyəti, bitki və heyvan mənşəli müxtəlif xammalı, o cümlədən qalıqları emal etmək) malik olduğuna görə onların sənayedə tətbiqi iqtisadi və

ekoloji nöqteyi-nəzərdən sərfəlidir. Fermentlərin katalizatorluq etdikləri reaksiyalara görə təsnifatı cədvəl 4.5-də verilir.

Cədvəl 4.5

Fermentlərin təsnifatı

Fermentlər sinfinin təsnifatı	Katalizə etdiyi reaksiyaların tipi
Hidrolazlar	Mürəkkəb üzvi birləşmələrin hidrolitik parçalanması
İzomerazlar	İzomerləşmə
Liaqlar	Qeyri hidrolitik parçalanmanı
Liqazlar (sintetazlar)	Mürəkkəb üzvi birləşmələrin sintezi
Oksidoreduktazlar	Oksidləşmə və reduksiya
Transferazlar	Atom qruplarını bir birləşmədən digərinə keçirənlər

İri həcmli ferment istehsalı üçün yalnız bəzi bitki orqanizmləri müəyyən inkişaf fazasında (müxtəlif dənli və paxlalıların cücərmiş dənləri, yaşıl bitki kütləsinin şirəsi, həmçinin heyvanların ayrı-ayrı toxuma və orqanları - mədəaltı vəzi, iribuynuzlu heyvanların qursağı) yararlıdır. Fermentlər üçün təcrübə olaraq qeyri-məhdud mənbəə mikroorqanizmlərdir. Mikroorqanizmlər hazırda yaxşı məlum olan bir çox fermentlər toplusuna malik olub, miqdarını mutagenez, biosintez, seleksiya və induksiya yulu ilə on və yüz dəfələrlə artırmaq mümkündür.

Hazırda məlum olan 2000-dən çox fermentin yalnız 30-a yaxını sənayedə istifadə olunur. Dünya bazarına daxil olan fermentlərin əsas hissəsi hidrolazların payına düşür. Alimlərin proqnozlarına görə yaxın gələcəkdə fermentlərin əsas istifadəçisi qida sənayesi olacaqdır. Qida üçün fermentlərdən başlıca yeri qlukoizomeraza və qlukoamilaza tutur. Onlar zənginləşdirilmiş fruktoza şərbəti almaq üçün tətbiq olunmaqla qida enzim preparatlarının 50%-ə yaxınını təşkil edir. Qida sənayesində

fermentlərin tətbiqinə dair misallar 4.6 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 4.6

Qida sənayesində fermentlərin tətbiqi

Fermentlər	Ferment produsentləri	Məqsədi
Amilazlar	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mesentericus</i>	Xamırın özlülüyünü azaltmaq, qıvcırtma kütləsinin şəkərləşdirilməsi
Proteazlar lipazlar	<i>Aspergillus terricola</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Ətin tendetlizişiyası, balıq hidrolizatları alınması
Pektinazlar	<i>Aspergillus awamori</i> , <i>Aspergillus foetidus</i> , <i>Clostridium pectin fermentans</i>	Şərab, şirələrin duruldulması
Qlükoizomerazlar	<i>Aspergillus awamori</i>	Nişastadan qlükoza-fruktoza şərbəti alınması
Sellülozlar	<i>Trichoderma viride</i>	Qida istehsalı qalıqlarının biodeqadasiyası

Sənayedə emal olunan ferment preparatları tərkibindəki əsas fermentlə yanaşı digər (kompleks fermentlər) ballast maddələrinə də malik olur. Ferment preparatlarının adlanması əsas fermentin qısaldılmış adından və mikroorqanizm – produsentin növ adından düzəldilir. Məsələn, öz əsasında amilolitik fermentlərə malik olan və *Aspergillus oryzae* kulturunun köməyiylə alınan preparat amilorizin adlanır. Preparatın adında həmçinin çoxaldılma üsulu, qatılmaşdırma və təmizlənmə dərəcəsi göstərilir.

A m i l o r i z i n Q 10X
I II III IV V

I - əsas fermentin adı; II - mikroorqanizm-produsentin adı; III - sonluq; IV - çoxaltma üsulu; “P” - səthi; “Q” - daxili; V - tə-

mizlənmə dərəcəsi (qatılaşıdırma); "X" – səthi kultur yaxud kultur məhlulu; "2x" - biokütlədən azad edilmiş, qatılaşıdırılmış ferment məhlulu; "3x" - qurudulmuş preparatlar "2x"; "10x" - üzvi həlledicilər və duzlarla çökdürülmüş; "15x" – "30x" – müxtəlif təmizlənmə və fraksiyalaşıdırma metodlarından istifadə edilməklə ballast maddələrdən və digər fermentlərdən təmizlənmiş.

Mikrob mənşəli ferment preparatlarının istehsalı (əvvəlki bölmələrdə də qeyd etdiyimiz kimi) səthi və daxili üsulla həyata keçirilə bilər.

Səthi metod mikroorqanizmlərin küvetdə yerləşmiş nəmləndirilmiş, sterilizə olunmuş məsaməli qida mühitinin üst qatında çoxladılmasını nəzərdə tutur. Mikroorqanizmlərin inkubasiyası xüsusi termostatlaşdırılmış sexdə temperatur, nəmlik və hava sərfinə daima nəzarət olunması şəraitində aparılır. Fermentlərin səthi üsulla alınmasının əsas parametrləri 4.7 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 4.7

Fermentlərin səthi üsulla istehsalı

Mərhələlərin parametrləri	Parametrlərin qiyməti
Produsentlər	Mikroskopik göbələk cinsləri <i>Aspergillus</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Penicilium</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Mucor</i> , <i>Fusarium</i>
Qida mühiti komponentləri	Buğda kəpəyi, səməni cücərtisi, şəkər çuğunduru jomu, pivə dənəcikləri, kəpək (w=58..60%)
Çoxaltma temperaturu	30...32→ 28...30 ⁰ C
Aerasiya rejimi	Sıxılmış hava W 98...99-dən 92-94%-dək və temperaturu 30-32 ⁰ C-dən 28-30 ⁰ C-dək, sərfiyyat 0,1-0,2m ³ /kq.saət
Çoxaltmanın davam etmə müddəti	36-dən 52 saata qədər – produsentdən asılı olaraq
Fermentlərin miqdarı	0,006-0,007% - quru maddələrin kütləsindən

Sənaye şəraitində daxili metodla fermentlərin produsentlərini artırmaq məqsədilə, qarışdırılmaq və maye qida mühitinə steril hava vurmaq üçün qurğularla təchiz olunmuş paslanmayan poladdan olan fermentatordan istifadə edilir.

Əvvəlcə fermentatoru qida mühiti ilə doldurur, sterilizə edir, sonra xüsusi generatordan verilən təmiz kulturla əkilər. İnfeksiyanın qarşısını almaq üçün fermentatorda optimum pH, temperatur, oksidləşmə-reduksiya potensialı və digər çoxaldılma şərtləri ilə yanaşı yüksək təzyiq tənzimlənir. Daxili üsulla fermentlər alınmasının əsas parametrləri 4.8 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 4.8

Daxili üsulla fermentlər istehsalı

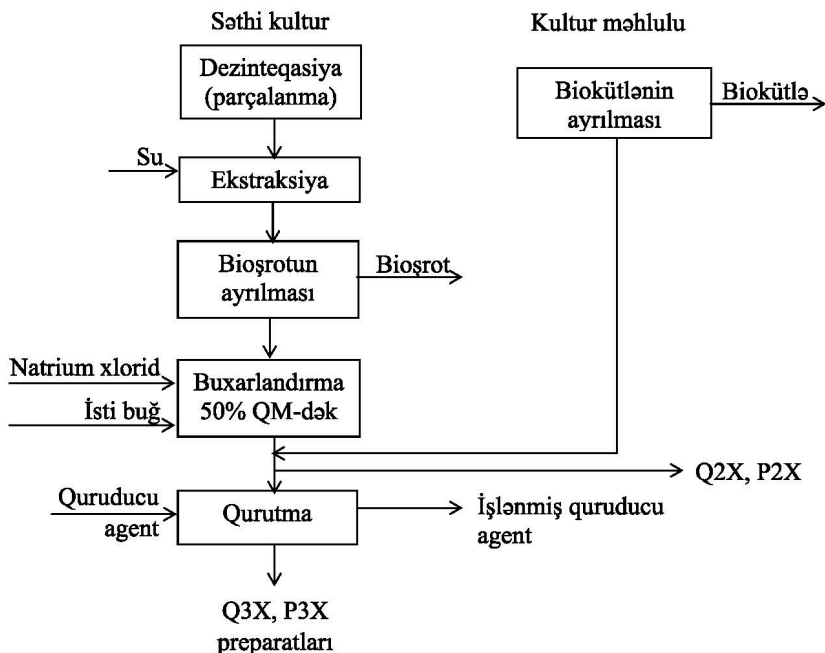
Mərhələlərin parametrləri	Parametrlərin qiyməti
Produsentlər	Mikroskopik göbələk cinsləri, <i>Aspergillus</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Penicilium</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Mucor</i> , <i>Fusarium</i> ; bakteriya cinsləri <i>Baccillus</i> və <i>Clostridium</i>
Qida mühiti komponentləri	Qarğıdalı unu, nişasta, patka kazein hidrolizəti, mayalar, oduncaq mineral duzlar (quru maddələrin miqdarı 1,5-dən 15,5, pH 3,5-dən 8,5)
Çoxaltma temperaturu	26..32 ⁰ C göbələklər üçün 32...37 ⁰ C bakteriyalar üçün
Aerasiya rejimi	50-50 m ³ /saat, m ³
Çoxaltmanın davamətmə müddəti	24-dən 54 saatdək

Hazırda fermentatora fasiləsiz qaydada həm qida mühiti, həm də əkin materialı verilməsini təmin edən mikroorqanizmlərin çoxaldılmasının axın metodu daha mütərəqqi hesab olunur. Metodun əsas üstünlüyü mikroorqanizm kulturlarının inkişafının avtomat rejimdə uzun müddətli saxlanmasıdır.

Fermentlərin ayrılması və təmizlənməsi çox ağır zəhmətli və baha başa gələn əməliyyatdır. Ona görə də əgər ferment preparatı təmizlənməmiş qaydada istifadə oluna bilərsə, o halda onu təmizləmirlər. Məsələn, pivə bişirmə sənayesində özünü kif göbələklərinin qurudulmuş biokütləsi kimi göstərən ferment preparatları tətbiq olunur. Qida sənayesinin bir çox sahələrində ballast maddələrdən bir qədər, yaxud tamamilə təmizlənməmiş ferment preparatlarından istifadə olunur. Ferment preparatları almaq üçün ilkin material kimi produsent biokütləsi, kultur məhlulunun filtratı, mikroorqanizm kulturundan alınan ekstraktdan istifadə olunur. Təmizlənməmiş ferment preparatları mikroorqanizm kulturlarının qida mühiti qalıqları ilə yumşaq rejimdə qurudulması yolu ilə alınır. Belə preparatlar ya səthi üsulla çoxaldılmış produsent kulturundan alınan ekstraktın buxarlandırılması, ya da mikroorqanizmlərin daxili çoxaldılması ilə alınan kultur məhlulu filtratından alınır. Fermentlərin texniki preparatı özünü ya toz şəklində qədər qurudulmuş məhsul, ya da 50% quru maddəyə malik maye konsentrat kimi göstərir.

Təmizlənməmiş ferment preparatlarının istehsal sxemi 4.17 sayılı şəkildə verilir.

Hüceyrələrdən fermentləri ayırmaq üçün ilkin materialın yarımhüceyrə strukturuna qədər zərif əzilməsi lazımdır. Bunun üçün xüsusi dəyirman və homogenizatorlar, həmçinin biokütlənin fasiləli dondurulması və tərlədilməsinin ultrasəs metodundan istifadə olunur. Hüceyrənin membran strukturundan fermentləri azad etmək üçün homogenatlara az miqdarda detergentlər əlavə edilir, yaxud onları enzimlərlə - lizosim, sellüloz və lestinazlarla işləyirlər. Fermentləri ayırdıqda bütün əməliyyatlar zülalların denaturasiyasını istisna edən şəraitdə (pH-in neytral qiyməti, müdafiə zülalları, metalları və s. şəklində müdafiəedici əlavələr) aparılır.

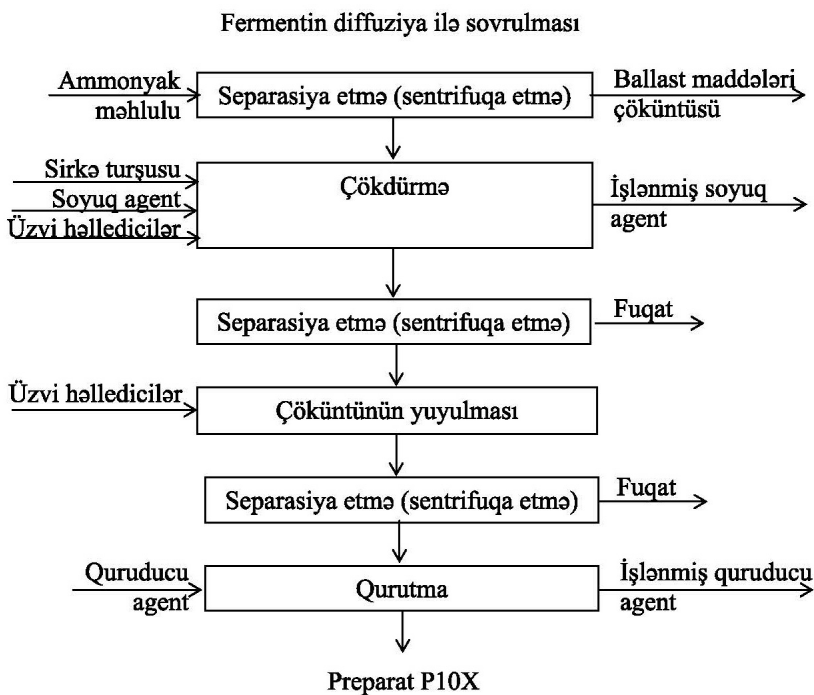


Şəkil 4.17. P2X, Q2X, P3X, Q3X indeksli preparatların alınma sxemləri

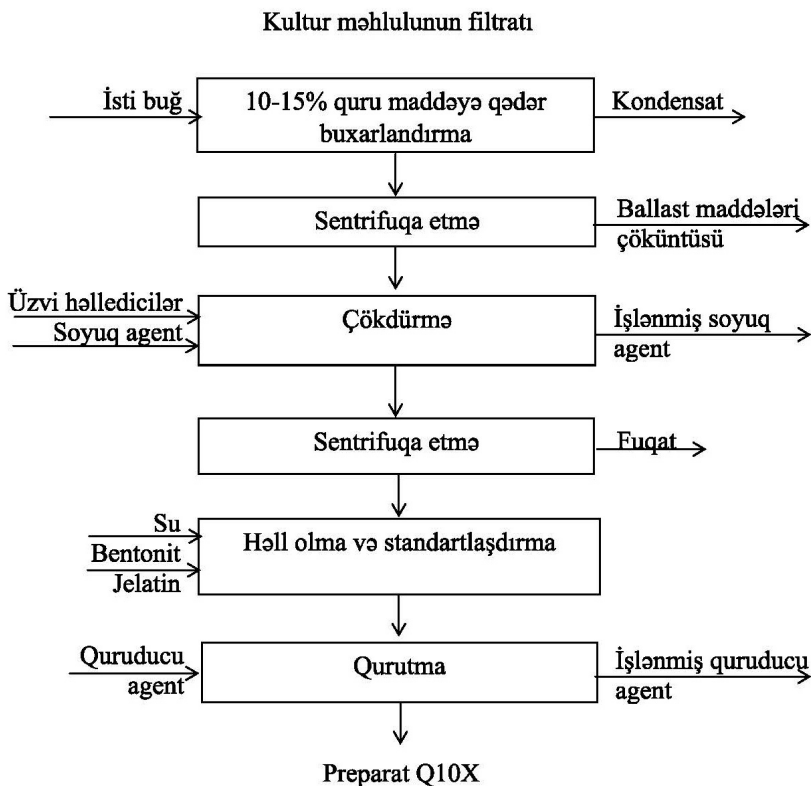
Təmizlənmiş ferment preparatlarının alınmasından ayrılan ferment və onu müşayət edən ballast maddələrinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq termiki fraksiyalaşdırma, üzvi həlledici və duzların çökdürülməsi, molekulyar əəklərdə təmizlənmə, ionmübadilə xromatoqafiyası, elektroforez və s. kimi müxtəlif üsul və metodları kombinə edirlər.

Təmizlənmiş ferment preparatları aşağı temperaturda qliserin, mono və dişəkərlər, jelatin kimi stabilizatorlar əlavə olunmaqla saxlanır.

Ballast maddələrdən əsasən azad edilmiş təmizlənmə ferment preparatlarının istehsalı şəkil 4.18 və 4.19-də verilir.



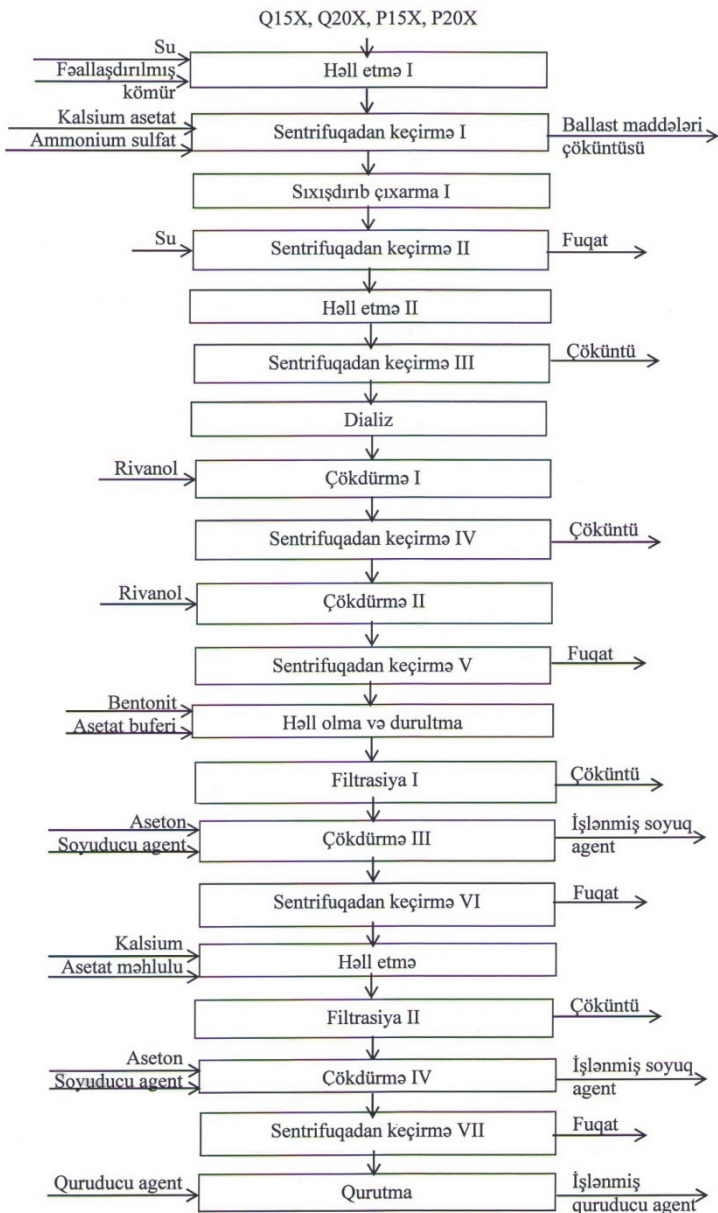
Şəkil 4.18. P10X indekslə preparatların alınma sxemləri



Şəkil 4.19. Q10X indekslə preparatların alınma sxemləri

Kristal şəklində tam təmizlənmiş α -amilaza fermentinin alınma sxemi 4.20 sayılı şəkildə verilir.

Mühəndislik enzimologiyasının inkişafında vacib mərhələ immobilizə olunmuş fermentlərin alınması və istifadə edilməsidir. Bu fermentlər həll olmayan inert daşıyıcılarla süni birləşir, lakin bu halda öz katalitik xassələrini saxlayırlar.



Şəkil 4.20. Kristal ferment preparatların alınma sxemi

Hazırda immobilizə olunmuş fermentlər biokonversiya proseslərində - mikroorqanizmlərin ferment sisteminin təsiri altında bir üzvi birləşmələrin digərlərinə çevrilməsində istifadə olunur. Biokonversiya texnologiyasında fermentlərlə yanaşı mikroorqanizm hüceyrələrindən həm sərbəst, həm də immobilizə olunmuş vəziyyətdə geniş istifadə olunur. Biokonversiyaya klassik misal kimi karbohidratlı substratlardan spirt qıcqırma məhsullarının, üzvi turşuların (sirkə, süd, qlükon, limon) alınması, qlükozanın fermentativ yolla fruktozaya çevrilməsini göstərmək olar. Maddələrin kimyəvi çevrilmələri prosesləri ilə müqayisədə biokonversiyanın texnoloji üstünlüyü ondadır ki, lazım olan katalizatorlar mikroorqanizm kulturları tərəfindən sintez olunur və konversiya bir texnoloji mərhələdə həyata keçə bilər. Bundan başqa, canlı sistemlərdə fermentativ proseslər kimyəvi sintezə nisbətən enerji baxımından daha əlverişlidir.

Xammalın tərkibindən, onun mikroorqanizmlərin ferment sisteminin təsiri üçün əlçatanlığından asılı olaraq biokonversiya prosesi müxtəlif texnoloji sxemlərlə həyata keçirilə bilər (şəkil 4.21). Biokonversiya proseslərində mexaniki, kimyəvi, elektrokimyəvi, radiasiya metodları, həmçinin ferment preparatlarının köməyi ilə qabaqcadan işlənməyə məruz qoyulan emal olunmamış bitki xammalı “birbaşa” yaxud xammal kimi iştirak edə bilər.

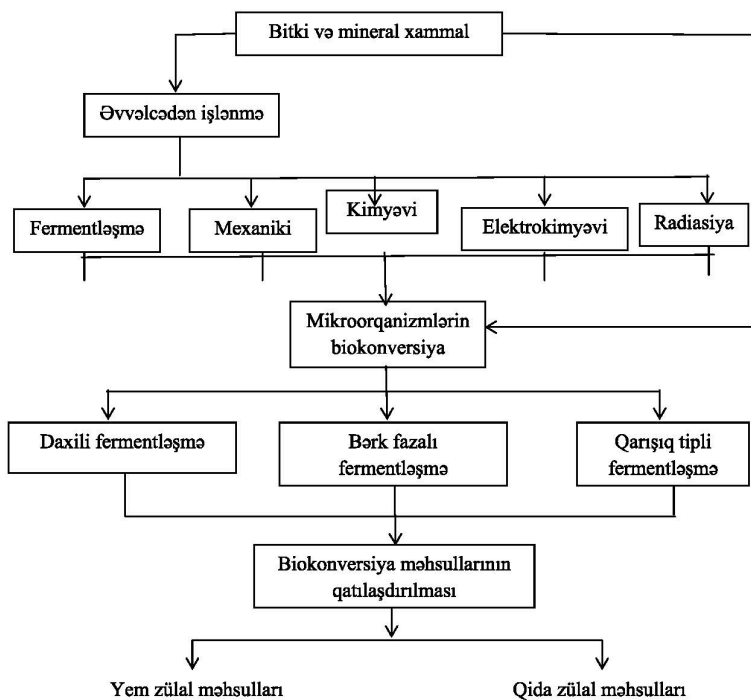
Birbaşa konversiya kifayət qədər yüksək miqdarda asan mənimsənilən karbon və azot birləşmələrinə malik olan maye substratların emalında məqsədəuyğundur. Bərk substratların emalında isə birbaşa konversiya xammal bipolimerlərinə, hər şeydən əvvəl polimer strukturlarına təsir edə bilən güclü ferment sistemli mikroorqanizmlərin mövcudluğu şəraitində tətbiq olunur.

Mikrob fermentləri üçün çətin əlçatan xammalın səthi sahəsinin genişlənməsini təmin etmək, mürəkkəb biopolimerlər və onların komplekslərinin bir qədər, yaxud tam destruksiyası məqsədilə xammalın qabaqcadan emalı aparılır.

Mahiyyətində biokonversiya prosesləri olan xammalın qabaqcadan işlənməsi xüsusi yer tutur. Fermentativ işlənmə yolu

ilə yüksək həzmə gediciyyə malik yemlər, hər şeydən əvvəl yüksək səmərəli karbohidratlı yemlər, başqa sözlə çoxlu miqdarda asan mənimsənilən şəkərli yemlər alınır.

Xammalın qabaqcadan fermentativ işlənməsindən sonra mikrobioloji konversiya yolu ilə alınan yem özünü ikiqat biokonversiya məhsulu kimi göstərir. Bitki xammalının mikrobioloji konversiyası daxili, bərk fazalı, yaxud qarışıq tipli fermentləşmə ilə həyata keçirilir. Çoxaltma üsulunun seçilməsi xammalın növündən və biokonversiyada istifadə edilən mikroorqanizmin fizioloji xüsusiyyətlərindən asılıdır.

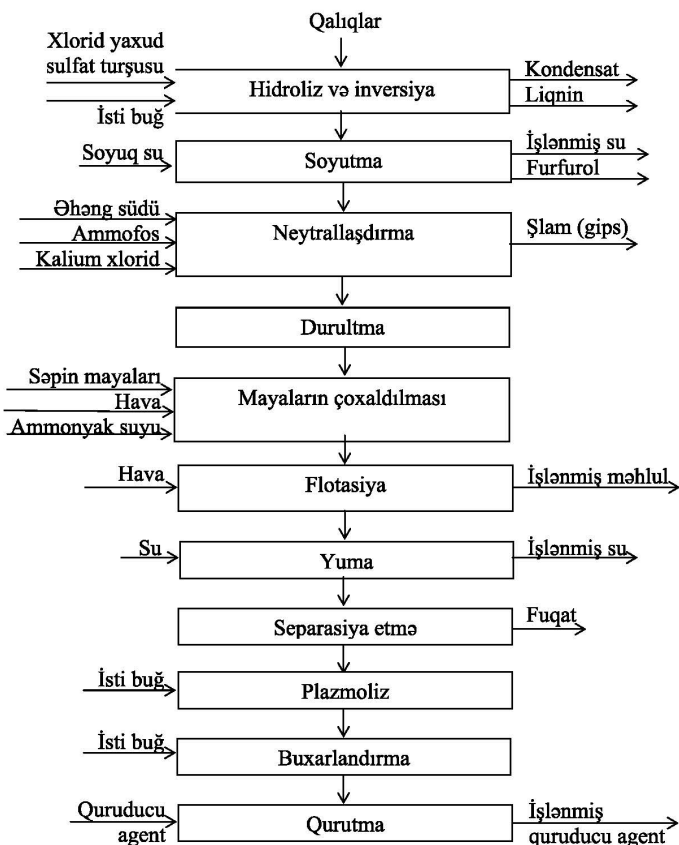


Şəkil 4.21. Zülal məhsulları alınmasının sxemi

Qarışıq tipli iki pilləli fermentləşmə lazım gəldikdə xammalın müxtəlif mikroorqanizm ştamları ilə iki mərhələli konversiyasında tətbiq olunur.

Bitki xammalı məhsulları biokonversiyası arasında aşağıdakı qrupları fərqləndirmək olar: yüksək miqdarda asan mənimsənilən maddələrə malik yemlər, proteinləşdirilmiş yemlər (başqa sözlə, zülalın yüksəldilmiş miqdarı ilə yemlər), zülal qida məhsulları və zərərsizləşdirilmiş yemlər.

Bitki xammalının emal qalıqlarından daxili fermentləşmə ilə yem zülalı məhsullarının alınması 4.22 sayılı şəkildə verilir.

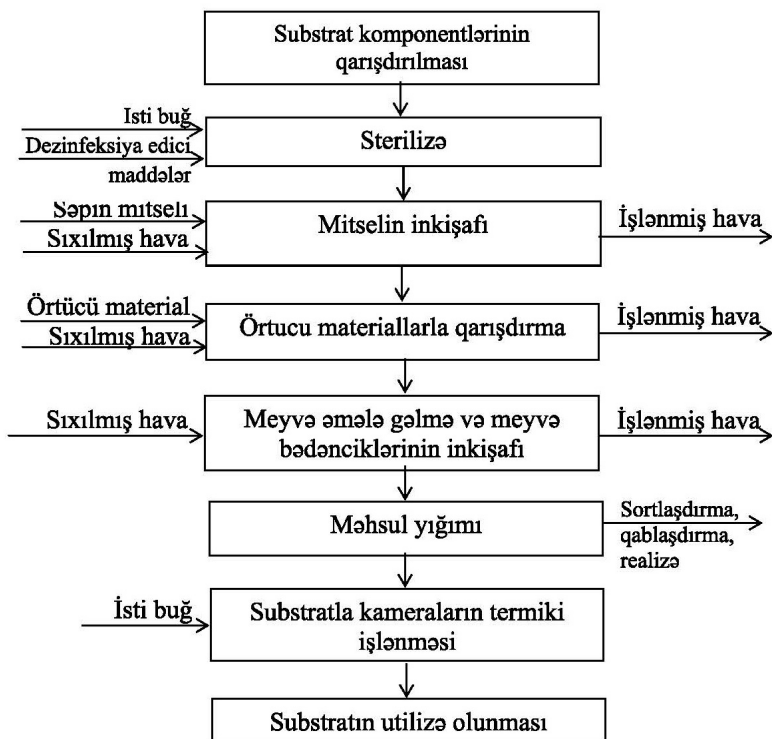


Şəkil 4.22. Yem mayaları alınmasının sxemi

Müxtəlif mənbələrdən verilən məlumatlara görə dünyada illik zülal çatışmazlığı 15-35 mln ton təşkil edir. Digər istehsal üsul-

ları ilə müqayisədə çoxlu sayda üstünlükləri olmasına baxmayaraq (ucuz xammaldan istifadə olunması, zülal sintezinin yüksək intensivliyi, biokütlədə zülalın və əvəz olunmayan amin turşularının yüksək miqdarı) mikrobioloji sintez hesabına qida zülalının dünya üzrə miqdarı cəmi 20-25 min ton/il təşkil edir.

Bərk fazalı fermentləşmə metodu ilə qida zülal məhsullarının alınma sxemi 4.23 sayılı şəkildə verilir.



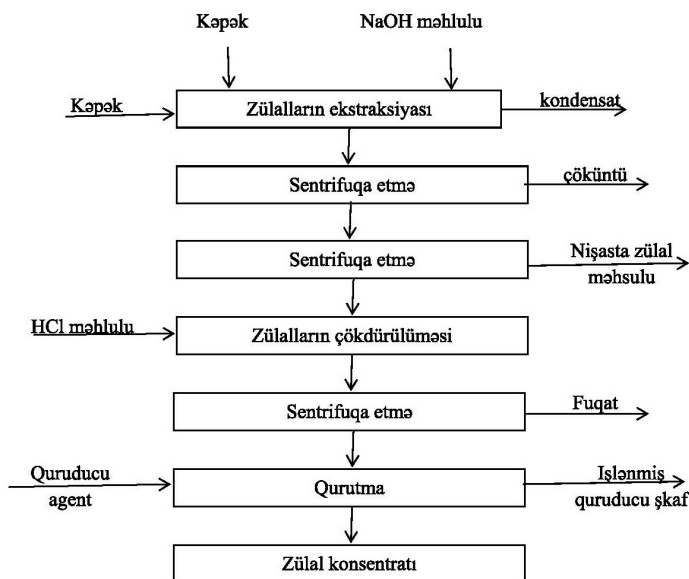
Şəkil 4.23. Şampinyonların istehsal sxemi

Zülal məhsulları biokonversiyasının əsas qida meyarı təbii zülalın və xam proteinin miqdarıdır. İkinci göstərici birincini həmişə üstələyir. Çünki o, bütün azot formalarının miqdarı əsasında hesablanır (xam protein=N-6,25). Təbii zülal və xam

proteinin nisbəti məhsullarda fərqli olmaqla, azotlu maddələrin ümumi miqdarında qeyri-zülal birləşmələrinin payını müəyyən edir və özü də çoxlu faktorlardan asılıdır.

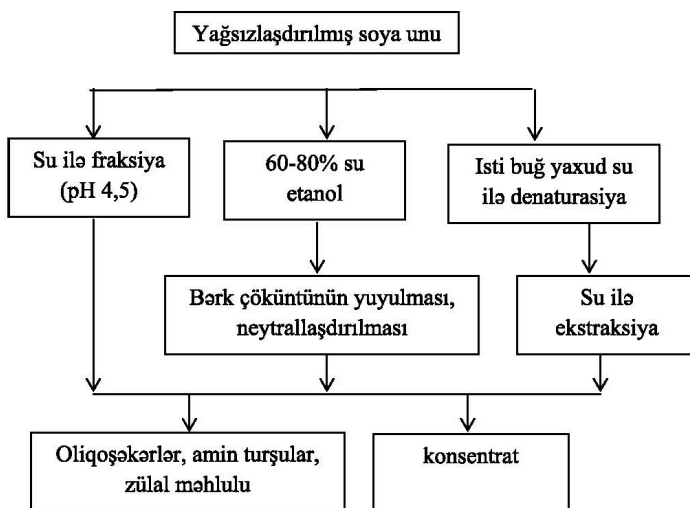
Qida və yem zülallarının keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün zülalın miqdarı əsasında şkala verilmişdir. Zülala malik qida məhsulları üç qrupa bölünür: zülal izolyatları (xam proteinin miqdarı azı 85%), zülal konsentratları (xam protein azı 65%) və zülal məhsulları (xam protein azı 30%).

Buğda kəpəyinin zülal məhsulları qələvi, yaxud turşu ekstraksiyası metodu ilə alınır. Birinci üsulda kəpək 0,2%-li natrium hidroksidin sulu məhlulu ilə 50-60°C temperaturda işlənir və ekstrakt alınır. Həmin ekstraktdan sentrifüqa etməklə, yaxud presləməklə həll olmayan qalıq ayrılır. Ekstrakt sentrifüqa edilərək nişasta zülal məhsulu və durulmuş ekstrakt alınır. Durulmuş ekstraktdan xlorid turşusu ilə turşulaşdırılmaqla zülal çökdürülür, sentrifüqa edilməklə zərdabdan ayrılır, su ilə yuyulur və qurudulur (şəkil 4.24).



Şəkil 4.24. Kəpəkdən zülal konsentratının istehsal sxemi

Soya zülal konsentratlarının istehsal texnologiyası karbohidratlardan zülalların ayrılmasının üç üsulunu nəzərdə tutur: soyanın yağsızlaşdırılmış mühitin pH göstəricisinin 4,5 qiymətində turşu yuyulması; 20-80%-li etanol məhlulu ilə zülal ləçəklərinin ekstraksiyası; birbaşa nəm-isti işlənməklə zülalın denaturasiyası və su ilə sonrakı ekstraksiyası (şəkil 4.25). Belə zülalların funksional xüsusiyyətləri lazım gələrsə isti buğla işlənməklə, yaxud homogenləşdirmə ilə yaxşılaşdırılır.

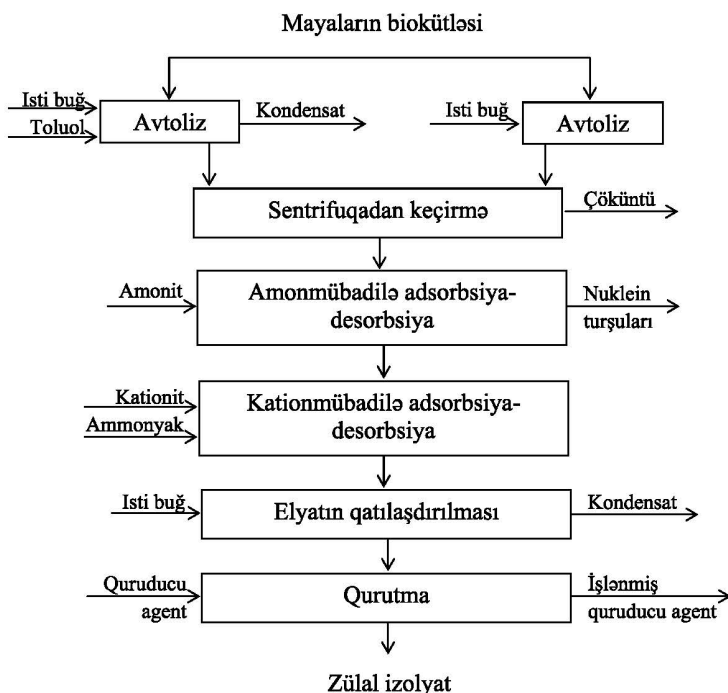


Şəkil 4.25. Soya zülal konsentratının istehsal sxemi

Soya zülal izolyatı alınmasının ardıcılığı şəkil 4.26-da verilir. Maya biokütləsindən zülal preparatları almaq üçün mayalitik ferment preparatları və adi tipli proteazların köməyi ilə avtoliz və fermentativ lizisdən istifadə edilir.

Mayaların texnoloji avtolizi, sitoplazmatik depolimerlərin aktivləşməsi və inkişafı ilə zəif gedir, qılf materialının xeyli hissəsi prosesin sonunda iri struktur fraqmentləri şəklində ayrılabilir. Sitoplazmatik depolimerazların aktivləşməsi nuklein

turşularının və zülalların hidroliz məhsullarının toplanmasına gətirir. Bunun hesabına avtolizin son fazasında reaksiya mühiti-
ninin pH-nın azalması baş verir. pH-ın qeydiyyatı avtolizə nə-
zarətin sadə metodu ilə aparılır: pH stabilləşməsi prosesin so-
nuna dəlalat edir. Bu metod ferment preparatlarının köməyiylə
mayaların lizisi aparıldıqda qəbul ediləndir. Nəzarətin geniş
yayılmış metodu həmçinin proteoliz prosesində yüksələn sər-
bəst amin azotunun miqdarının təyini-
dir.



Şəkil 4.26. Mayalardan zülal izolyatı alınmasının sxemi

Çörək mayalarının texnoloji avtolizi 45-53⁰C temperaturda plazmoliz edici agentlərin – toluol, xloroform, etanol, xörək duzu və s. iştirakı ilə aparılır. Biokütlə suspenziyasında pH 5,5-6,5 qiyməti arasında saxlanılır. Avtolizin gedişində ümumən

pH belə tənzimlənir: pH-ın təbii dəyişməsində müxtəlif depolimerləşdirici fermentlərin fəaliyyəti üçün optimum şərait növbələşir ki, bu da prosesin səmərəliliyini ümumən yüksəldir. Suspenziyada quru maddələrin miqdarı 1-20% arasında tərəddüd edir və biokütlənin qatılığının bu arada azalması avtolizin intensivləşməsinə gətirir. Qatılığın 10%-ə yaxın olması mütərəqqi hesab edilir. Dondurulmuş biokütlənin əvvəlcədən mexaniki dezinteqasiyasında (parçalanmasında) avtolizin davam etmə müddəti 5-6 saat çəkir. Məlumat üçün qeyd edək ki, adi halda avtoliz 15-30 saat davam edir.

Çörək maya biokütləsinin alimlər tərəfindən işlənib hazırlanan kompleks emalı üsulu - avtolizin 20% maya suspenziyasında 1% toluol iştirakı ilə, 15-20 saat müddətində 45-50⁰C temperaturda aparılmasını nəzərdə tutur. Avtolizin sonrakı fraksiyalaşdırılmasına daxildir: sentrifuqa etməklə mayaların hüceyrə qılafinin ayrılması, avtolizatın maye fazasının rəngsizləşdirilməsi, nuklein birləşmələri və peptidlərin anionitdə, əvvəlki mərhələdə təmizlənmiş məhluldan alınan amin turşuların kationitdə sorbsiyası və onların ammoniyak məhlulu ilə sonrakı elyusiyası ilə kənarlaşdırılır.

Alınan amin turşu qarışığı əvəz olunmayan və əvəz olunan amin turşulara malik olur ki, bu da yüksək qidalı zülal məhsulları üçün səciyyəvidir. Avtoliz olunmuş biokütlə zülalının 70%-ə yaxınını sərbəst amin turşular təşkil etməklə, 25%-ə yaxın zülal sadə peptidlərə qədər hidroliz olunmuşdur.

Sxemə görə 75% nəmlikli qarışıqdan 0,3-0,5 kq nuklein komponentləri və 6 kq-a yaxın hüceyrə qılafi alınır ki, ondan da əlavə olaraq 0,035-0,045 kq erqosterin ayırmaq mümkündür. Amin turşu qarışığı müalicəvi qidalanma, həmçinin əlavə kimi (2-3%) makaron və unlu mətbəx məmulatlarına əlavə edilir. Nəticədə sonuncuların bioloji dəyəri 20-40% yüksəlir. Qeyri-toksik plazmolitiklərdən istifadə edilməklə hazırlanan təmizlənmiş maya avtolizatlari quşçuluq və balıqçılıqda yem əlavəsi kimi tətbiq oluna bilər.

4.6. Ferment preparatlarının əsas xüsusiyyətləri

Fermentlər - yüksək bioloji aktivliyə malik, zülal təbiətli, reaksiyanın sürətinə təsir edən katalizatorudur. Fermentlər heyvan, bitki, mikroorqanizmlərin hüceyrələrində milyonlarla kimyəvi çevrilməni kataliz edir, hüceyrədən kənar substrata təsir edir. Fermentlərin təsirinin əhəmiyyətindən biri də kimyəvi katalizatorlardan fərqli olaraq normal təzyiqdə, 20-70⁰C temperaturda, pH qiyməti 4-9 arasında olduqda təsir edir. Bir çox hallarda yüksək dərəcədə xüsusi substrata malik olur ki, bu da biopolimerlərin mürəkkəb qarışığında lazımı birləşmələrin alınmasına yönəlməyə imkan verir.

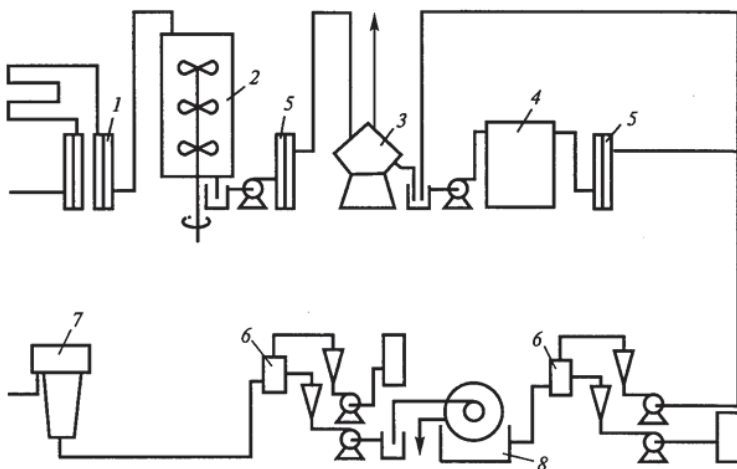
Fermentlərin köməyi ilə bir çox qida məhsulları alınır. Fermentlər insan fəaliyyətinin bir çox sahələrində - qida, əzcaçılıq və biokimya sənayesində tətbiq edilir.

Ferment və ferment preparatları anlayışları fərqləndirilir. Fermentlər bütün canlı obyektlərdə vardır: bitki, heyvan və mikroorqanizmlər. Ferment preparatları fermentlər qarışığıdır və ya bir ferment müxtəlif dərəcədə təmizlənmədən keçərək xammal və ya məhsula əlavə edilir. Ferment preparatlarının biotexnologiya üsulla alınması üçün mənbə bitki, heyvan və mikroorqanizmlərin orqanları və toxumalarıdır.

Ferment preparatlarının istehsalı biotexnologiya inkişaf istiqamətlərindən biridir.

Şəkil 4.27-də E.Coli mutantından bir qədər təmizlənmiş beta-qalaktozidaza preparatının alınması öz əksini tapmışdır.

Fermentlər zülal təbiətli birləşmələrdir, ona görə də digər zülallarla qarışıqda onların miqdarını təyin etmək çətindir. Verilən preparatda fermentin miqdarını gedən reaksiyanın nəticəsinə görə - ya əmələ gəlmiş məhsulun miqdarı, ya da başlanğıc substratın azalmasına görə müəyyən edirlər.



Şəkil 4.27. Fasiləsiz beta-qalaktozidaza alınmasının texnoloji sxemi
1-mühitin sterilizatoru; 2-fermentator; 3, 7-sentrifuqa; 4-homogenləşdirici;
5-istilikdəyişdirici; 6-qarışdırıcı kamera; 8-rotasiyalı vaakum-filtr

E ferment preparatının aktivliyi substratın mikromolu ilə ifadə olunur ki, bu da 1 dəqiqədə verilmiş şəraitdə 1 qam preparatın reaksiyasıdır. Mikromolun sayı standart aktivliyin vahidinə bərabərdir.

Fermentin aktivliyinin təyininə müəyyən şəraiti saxlamaq lazımdır. 30°C temperaturda müəyyənləşdirmə aparılır və substratın qatılığı fermentin doyması üçün kifayət qədər olduqda reaksiyanın aktivliyini başlanğıc sürətə görə müəyyən edirlər.

4.7. Bitki mənşəli ferment preparatları

Ferment preparatlarının alınması üçün mənbəə çoxlu miqdarda ferment toplanmış bəzi bitkilər və ya ayrı-ayrı bitki və heyvan orqanları hesab edilir. Aşağıdakı cədvəl 4.9-da bəzi fermentlərin mənbələri göstərilmişdir.

Bəzi fermentlərin mənbələri

Fermentlər	Alındığı bitki
Amilazalar	Arpa
Proteazalar: Papain Fisin Bromelain	Yemiş ağacı-papayya və ya çörək ağacı əncir ağacı ananas
Turş fosfataza	Kartof
Peroksidaza	Mayaotu
Ureaza	Kanavaliya qılınca oxşar (paxlalı)

Bitki mənşəli fermentlərdən amilaza və papain daha çox qida sənayesində istifadə edilir. Fermentlərin alınması üçün mənbələrdən biri də müxtəlif dənli bitkilərin cücərdilməsidir. Arpa səmənində 1% amilaza fermenti vardır.

Bitki proteazası-papain-yemiş ağacının meyvəsində olur. Təkcə ABŞ-da ildə 1 ton papain ətin emalı üçün işlədilir. Papain, fisin və bromelain 2 saat ərzində otaq temperaturunda ətdə birləşdirici toxumalarda kollagen və elastin zülalı parçalayır.

Bitki mənşəli xammaldan fosfataza, peroksidaza, ureaza, hemisellülaza və digər fermentlər alınır.

4.8. Heyvan mənşəli ferment preparatları

Tərkibində çoxlu miqdarda ferment olan heyvanın orqanları və toxumaları (donuzun mədəaltı vəzi, mədənin selikli qişası, nazik bağırsağı) ət emalı kombinatlarında konservləşdirilir və ferment alınmasında istifadə edilir. Malın və donuzun mədəsinin selikli qişasından pepsin alınır. Donuzun mədəaltı vəzindən pankreatin, tripsin, ximitripsin, lipaz və amilaz alınır. Pepsin, tripsin və ximitripsin ətin yumşaldılması üçün istifadə edilir.

Pankreatin də ətin emalında çox yaxşı nəticə göstərmişdir. Cavan buzuqların mədəsindən, qurşaqlardan qurşaq fermenti (rennin) alınır ki, ondan pendir istehsalında istifadə edilir. Qurşaq fermenti maye südün gel formasına çevirir, eyni zamanda pəndirinin yetişməsi zamanı proteolizdə iştirak edir. Aşağıdakı cədvəldə heyvan mənşəli xammaldan alınan fermentlərin siyahısı verilmişdir (cədvəl 4.10).

Cədvəl 4.10

Heyvanlardan alınan fermentlər

Fermentlər	Alındığı xammal
Qurşaq fermenti	Buynuzlu mal qara-qurşaq
Qələvi fofataza	Buynuzlu mal qara-bağırsaqlı
Laktatdehidrogenaza	Buynuzlu mal qara-ürəyi
Qialuronidaza	Buynuzlu mal qara-toxumluq
Katalaza	Buynuzlu mal qara, donuz-qaraciyər
Pepsin	Donuz –mədəsi
Tripsin, ximotripsin, karboksini, peptidaza, pankreatin, elastaza	Donuz-mədəaltı vəzi
Fumaraza və transaminaza	Donuz-ürəyi
Aminoasilaza	Donuz-böyrəyi
Asetilxolinesteraza	Elektrikli uqor-əzələ toxuması

4.9. Mikroorqanizmlərdən alınan ferment preparatları

Fermentlərin mikroorqanizmlərdən alınması iqtisadi və texnologiya baxımından heyvan və bitki mənşəli məhsullardan alınmasından daha sərfəlidir. Xüsusi yaradılmış şəraitdə mikroorqanizmlər nəhəng miqdarda müxtəlif fermentlər sintez edə bilər. Onlar qida mühitinin tərkibinə çox da tələbkər olmayıb, bir fermentin sintezindən asanlıqla digərinə keçir və çox qısa inkişaf müddətləri (16-100 saat) olur. Fermentlərin produsentləri müxtəlifdir: bakteriyalar, göbələklər, mayalar, aktinomisetlər. Fer-

ment preparatlarının sənaye üsulu ilə alınması üçün mikroorqanizmlərin təbii ştamlarından və eləcə də mutant ştamlarından istifadə edilir. Mikroorqanizmlər eyni vaxtda fermentlərin bütöv kompleksini sintez edə bilər. Elə mutant ştamlar var ki, monofermentlidir və böyük miqdarda yalnız bir ferment sintez edir. Mikroorqanizm hüceyrələri 2 mindən artıq ferment saxlayır, onlar inkişafda, məhsul əmələ gətirməklə əlaqəli olan biokimyəvi reaksiyaları kataliz edir. Bu fermentlərin bir çoxu asanlıqla ayrılır, əkin materialında və ya hüceyrənin daxilində olmasından asılı olmayaraq öz aktivliyini göstərir.

Hüceyrə xaric fermentlər almaq üçün qeyri-müəyyən qida mühiti tətbiq edilir. Belə mühitlərdə karbohidrat və azot mənbəyi kimi nişastanın müxtəlif növlərindən (kartof, qarğıdalı, düyü), qarğıdalı ekstraktı, soya unu, mayaların biokütləsinin hidrolizatından istifadə edilir. Ancaq belə qida mühiti hüceyrədaxili fermentlər üçün qəbul edilməzdir, belə ki, biokütlədə həll olmayan komponentlər olur ki, bunlar da məhsulun ayrılmasını və təmizlənməsini çətinləşdirir.

Karbohidrat mənbəyinin dəyişdirilməsi toplanan fermentləri kökündən dəyişdirir. Məsələn, *Aspergillus awamori* nişasta mühitində amilaza əmələ gətirir, nişastanı ksilan əvəz etdikdə ksilanaza, karbohidrat yerinə bitki yağı olduqda lipaza toplanır.

Yüksək təmizlik dərəcəli ferment alınması üçün produsentin müəyyən olunmuş ciddi tərkibdə qida mühiti olmalıdır ki, bu da lazım olan fermentin alınmasını təmin edir.

Ferment preparatları ya toz, ya da maye halda olur. Onlar bir yox, bir çox ferment qarışığı kompleksi təşkil edir. Fermentin ayrılması və təmizlənməsi ağır zəhmət tələb edən və baha başa gələn proses olduğundan bəzi hallarda təmizlənməmiş işlədirlər. Ancaq qida istehsalında yüksək dərəcədə təmizlənmiş preparatdan istifadə edilir. Preparat nə qədər təmizdirsə bir o qədər də aktiv olur.

4.10. Qida məhsulları istehsalında ferment preparatlarından istifadə olunması

Aspergillus, *Penicillium* göbələklərindən, *Bacillus* bakteriyalarından və *Saccharomyces* mayalarından alınan proteolitik fermentlər heyvan mənşəli xammalın emalında, ət, süd və balıq istehsalında tətbiq edilir. Onlar həm ətə yumşaldıcısı kimi, həm də ət və balığın yetişməsində istifadə edilir. Zəif proteolizdən istifadə etməklə ətə quruluşu dəyişir, amma konsistensiyası daha yumşaq olur. Ən çox ferment birləşdirici toxumanın zülallarına təsir edir. Belə halda ət cəmdəyinin bütün hissələrindən istifadə etmək mümkün olur.

Qursaqlar fermentinin alınması xammal çatışmazlığına görə onun əvəzləyicisinin alınması üçün mikroorqanizmlərdən istifadə etməyə çalışılır. Lakin pendir alınmasında onunla hələlik ləxtələnməni tam təmin etmək olmur. Mikroskopik göbək olan *Mucor*, *Bacillus*, *Pseudomonas* bakteriyalarından alınmış proteazlar yaxşı qatılaşdırıcı təsirlidir. Hazırda pendir istehsalında mikroorqanizmdən alınmış 10% rennindən istifadə edilir.

Pivəbişirmədə proteolitik fermentlərdən zülali bulanmalarda, çörək bişirmədə, yüksək kleykovinalı buğda unundan xəmir hazırlanarkən vaxta qənaət etmək üçün tətbiq edilir. Proteolitik fermentləri yuyucu vasitələrə zülali çirklənməni tez həll etmək üçün vurulur.

Aspergillus, *Penicillium*, *Mucor* göbələkləri və *Bacillus* bakteriyalarından alınan amilolitik fermentlər spirt və pivə istehsalında tətbiq edilir. Spirt qıcqırması məqsədilə istifadə olunacaq nişastanı qlükozaya çevirmək üçün pivə şirəsinə *Amilaza* fermenti vurulur. Bu fermentdən pivə istehsalında səmənini əvəz etmək üçün istifadə edilir. O, həmçinin çörək bişirmədə çörəyin məsələliyinin saxlanması üçün də istifadə edilir.

Sellüloolitik fermentlər sellülozanın hidrolizində iştirak edən bir neçə fermentin kompleksindən ibarətdir: endoqlükanaza,

ekzoqlükozidaza, betta-qlükozadaza və s. Sellülaza və hemisel-lülaza mikroorqanizmlərin köməyi ilə alınır. Sellülaza *Fusarium Trichoderma*, *Penicillium* göbələkərindən alınır.

Pektolitik fermentlər *Aspergillus niger*, *Penicillium* göbələ-yi, *Ervinia caratovora*, *Clostridium* bakteriyalarından alınır. Pektinaza bir neçə ferment kompleksidir ki, buraya poliqakturonaza, pektinmetilesteraza fermentləri daxildir. Bu fermentlər meyvə-giləmeyvə şirələrinin və şərabların durulduqlarında istifadə edilir. Bu fermentin şirələrdə tətbiqi pektin maddələrinin hidrolizini kataliz edərək şirəni duruldur. Pektinazın şərabçılıqda istifadəsi şirənin filtrləşməsini sürətləndirir, stabilləşdirir və şəffaflaşdırır. Eyni zamanda ekstrakt maddələrinin, P vitamin aktivliyinə malik flavanoidlərin və C vitamininin miqdarı artır.

Süd turşu məhsullarının alınmasında rennin fermentindən istifadə edilir ki, bu da südü laxtalaşdırır. Bu ferment *Endothia parasitica* və *Mucor* mikroorqanizmlərindən alınır.

Akriv formada olan fermentlərdən həll olmayan əsasən bərkidilmiş daha geniş yayılmış preparatlar alınmışdır. Belə ferment preparatları immobilizə olunmuş preparatlar adlanır. Bu preparatların tətbiqi onun çox istifadə olunmasına imkan verir.

FƏSİL 5

BİTKİ MƏNŞƏLİ XAMMALDAN HAZIRLANAN MƏHSULLARIN BİOTEXNOLOGİYASI

5.1. Şərab istehsalı

Arxeoloji qazıntılar göstərir ki, şərabçılığın inkişafı hələ 5000 il əvvələ təsadüf edir (şəkil 5.1). İstənilən qıcqırma prosesinə lazım olan xammalın tərkibində şəkərin olması şərtidir. Belə ki, şərab istehsalında üzüm şirəsinin şəkərindən istifadə olunur. Demək olar ki, bütün dünyada şərab üçün üzümün bir növündən – *Vitis vinifera*dan istifadə edilir. Həmin üzüm növü tərkibinə görə şirə və şərab istehsalı üçün ən gözəl xammal hesab olunur. Bu şirə qida maddələri ilə zəngin olub, xoşagələn ətrin və dadın əmələ gəlməsinə xidmət edir. Tərkibində çoxlu şəkər olur və təbii turşuluğu arzuolunmaz mikroorqanizmləri məhv edir.



Şəkil 5.1. Qədim Misirdə üzüm və şərab istehsalı

Spirt qıcqırması əsasında alınan ilk içkilər şərab və pivədir. XIX əsrin sonlarına, yəni Pasterin apardığı tədqiqatlara qədər qıcqırma prosesi və onun getmə mexanizmi haqqında məlumatlar çox az olmuşdur. Paster göstərdi ki, qıcqırma hava daxil

olmadan maya hüceyrələri tərəfindən aparılır və nəticədə şəkər spirt və karbon qazına çevrilir. Qıcqırma *Saccharomyces* maya cinslərinin hesabına gedir. Bəzi hallarda təbii şəkərdən (məsələn, üzümdə olan şəkər-şərab üçün), bəzi hallarda isə nişastadan (məsələn, dənli bitkilər - pivə və spirt üçün) istifadə edilir. Spirt qıcqırmasının getməsi üçün sərbəst şəkərlərin olması vacibdir, çünki *Saccharomyces* mayaları polisəkarları hidroliz etmir.

Spirtili içkilər istehsalında daha çox *Saccharomyces cerevisiae* və ya *Saccharomyces carlsbergensis* maya növlərinin ştamlarından istifadə edilir. Bu mayalar arasında fərq yalnız ondadır ki, *Saccharomyces carlsbergensis* mayaları rafinozanı qıcqırtdığı halda, *Saccharomyces cerevisiae* mayaları bunu edə bilmir.

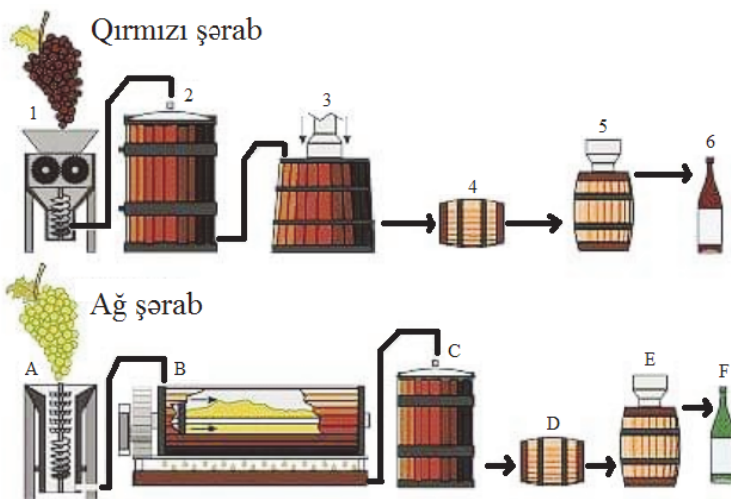
Alkoqollu içkilər istehsalında bu mayalara qıcqırmanı sona qədər çatdırmaq, prosesi sürətli şəkildə aparmaq və tez çökmək kimi tələblər qoyulur.

Pivə istehsalından fərqli olaraq şərabçılıqda son illərə kimi yerli yabanı mayalardan istifadə edilirdi. Üzüm sıxılmağa qədər yalnız bir emaldan keçirdi və bu zaman şirənin rənginin tündləşməməsi üçün üzümə kükürd qazı vurulurdu. Kükürd qazı şərab mayalarının fəaliyyətini dayandırmır, əksinə onlara imkan verir ki, qıcqırmanı maneəsiz sona çatdırsın. Əvvəllər yabanı mayaların köməyi ilə spirt qıcqırması aparılırdı. Şərabçılığa yeni başlayan bəzi rayonlar qıcqırma üçün mayalardan istifadə edirdilər. Bu onunla əlaqədardır ki, arzu olunan mikroflora olmaya bilər, ancaq standart maya kulturu lazım olan xassələrə malik şərab almağa imkan verir. Eyni zamanda istifadə olunan kükürd qazının miqdarına qanunla nəzarət olunur və bu da mədəni maya kulturundan istifadəni ləğv edir. *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces oviformis* və *Saccharomyces ellipsoideus* maya-saxaromisetlərdən istifadə olunur. Şərabçılar bəzən yabanı mayalardan istifadəyə tam etibar etmirlər, çünki onların qeyri-şərab mayaları ilə rəqabətə davam gətirəcəkləri sual altında olur. Mədəni mayalardan istifadə etməyin

bir çox üstünlükləri vardır: maya hüceyrəsinin inkişafının laq fazası olmur, alınan məhsul məlum xüsusiyyətlərlə yaranır, xoşagəlməz dadın olması ehtimalı azalır, ona görə ki, qıvcırmada qeyri-şərab mayaları iştirak etmir.

Xeres şərab mayaları (*Saccharomyces oviformis*) spirti oksidləşdirərək xeres buketi alınmasına imkan verir. Bu mayalar spirtin 15 h%-dən yüksək qatılığına həssasdır. Onların ilkin ştamplarını yetişdirərək spirtin qatılığı tədricən 18 h%-ə çatdırılmış, ayrıca maya ştammi alınaraq 18 h% spirtli xeres alınmasına nail olunmuşdur. Gələcəkdə alınmış xüsusi ştamplar hesabına imkanlar daha da genişləndiriləcəkdir. Bu zaman fərdi ştamplarla alınmayan xüsusiyyətlər qarışıq mayalardan istifadə edilməklə tam buket almağa imkan verəcəkdir.

Spirt qıvcırması başa çatdıqdan sonra cavan şərab xüsusi şəraitdə saxlanaraq yetişdirilir. Əgər şərabda alma-süd turşusu qıvcırmasının getməsi lazım deyilsə mayalar çıxarılır. Cavan şərab materialına oksidləşmə proseslərinin qarşısını almaq üçün kükürd qazı vurulur (şəkil 5.2).



Şəkil 5.2. Qırmızı və ağ şərabların hazırlanması

Şərabın tipindən asılı olaraq şərabların müxtəlif saxlanma müddətləri vardır. Ordinar şərablar hazırlandığı il satışa göndərilir. Bu şərablarda ikinci qıcqırmaya – alma-süd turşu qıcqırmasına meyl olur. Ona görə ya doldurulmaya qədər bu qıcqırmaya ya imkan yaradır, ya da qarşısını alırlar. Qırmızı şərablarda bu qıcqırma arzu olunandır. Bu həmin şərablarda təbii halda saxlanma zamanı gedir. Qıcqırmanın aparıcıları *Leuconostoc*, *Lactobacillus* və *Pediococcus* süd turşusu bakteriyalarıdır. Proses pH-in aşağı qiymətlərində getməyərək dayanır. Ağ şərablarda da alma-süd turşu qıcqırması pH-in aşağı qiymətlərində getmir. Qıcqırmanın getməsi üçün bəzən bakteriyaların əvəzinə immobilizə edilmiş fermentlər işlədilir.

Şərabların bəzi növləri, məsələn, sotern şərabları *Botrytis cinerea* göbələyinin iştirakı ilə alınır (şəkil 5.3).



Şəkil 5.3. *Botrytis cinerea* göbələyi ilə yoluxmuş (yoluxdurulmuş) üzüm

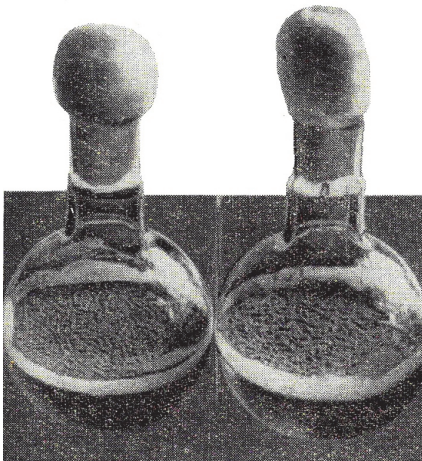
Bu göbələyin gilə üzərində inkişafı onun soluxmasına, susuzlaşmasına, nəticədə isə şəkərin yüksək miqdarına səbəb olur. Bu göbələklə üzümlüyün yoluxması yığma az qalmış aparılır. Belə üzümdən alınan şərab materialı palıd çəlləklərdə saxlanaraq yetişdirilir (şəkil 5.4).



Şəkil 5.4. Sotern şərablarının saxlanaraq yetişdirilməsi

Daha bir proses – karbon qazı ilə maserasiya maraq doğurur. 15 noyabra kimi yetişən həmin ilin məhsulu olan qırmızı şərabları xüsusi üsulla hazırlayırlar. Üzüm salxımı sıxılmaz, bütövlükdə içərisində atmosfer təzyiqi ilə karbon qazı olan qıcırma rezervuarına toplanır. Qıcırma ya gilədə, ya da karbon qazının dağıtdığı gilədən ayrılan şirədə getməyə başlayır. Bu prosesin mikrobiologiyası hələ tədqiq olunmamışdır.

Biotexnoloji nöqteyi-nəzərdən xüsusi texnologiya ilə alınan xeres və şampan şərabları çox maraq kəsb edir.



Şəkil 5.5. Xeres maya pərdəsi altında şərab materialının saxlanaraq yetişdirilməsi

Xeresin texnologiyası spirtliyi 14,5-15,5h% olan şərab materialının səthində xeres mayalarının çoxaldılmasını nəzərdə tutur. Onların həyat fəaliyyəti nəticəsində şərab materialının səthində pərdə əmələ gəlir və aerob şəraitdə şərabə fərdi “xeres tonu” verən mürəkkəb biokimyəvi proseslər baş verir (şəkil 5.5).

Başında qabın həcmnin 1/3 hissəsi qədər boşluq

saxlanan yarımçıq qablarda 20⁰C temperaturda bir neçə il biokimyəvi proseslər baş verir. Səthdə yaranan pərdənin inkişafını təmin etmək üçün ikinci ildən başlayaraq fasiləli qaydada (ildə iki dəfə) pərdə altına mayalar üçün zəngin qida maddələrinə malik olan daha cavan şərab materialı verilir. Qabdan əvvəlcədən elə həcmdə şərab materialı (xeres şərab materialı) götürülür ki, sonralar o xeres hazırlanmasına verilə bilsin.

Şərabın pərdə altında yetişdirilməsində baş verən əsas proseslər oksidləşmə-reduksiya, həmçinin avtolitik proseslərdir. Mayaların həyat fəaliyyəti nəticəsində şərabda aldehidlər, asettallar, efirlər toplanmaqla, etil spirti, azotlu maddələr, uçucu turşular, fenol birləşmələri, vitaminlər, mineral maddələrin miqdarı azalır.

Xeres mayaları olduqca fəal alkoqol-dehidrogenaza fermentinə malik olur. Spirtin əsas hissəsi (50-80%) xeres mayaları tərəfindən CO₂ və suya qədər tam oksidləşdirildiyi halda, onun yalnız az bir hissəsi sirkə aldehidinin əmələ gəlməsinə gedir. Belə hesab olunur ki, spirtin bir hissəsi xeresdə tapılan digər məhsulların – asettallar, asetoin, diasetil, 2,3-butilenqlikol və efirlər əmələ gəlməsinə sərf olunur. Maya fermentlərinin (dehidrogenaz, esteraz) daha yüksək fəallığına mayaların əmələ gətirdiyi pərdənin bir hissəsi çökdükdən sonrakı yetişdirilmənin 2-ci ayında təsadüf olunur. Şərab əhəmiyyətli səviyyədə maya fermentləri ilə zənginləşir ki, bu da fermentativ proseslərin sonrakı gedişinə xidmət edir.

Xeres mayaları spirtlə yanaşı uçucu turşuların şərabda olan ilkin miqdarının 30-80%-ni, qliserinin 50%-ə qədərini, həmçinin ali spirtlər, azotlu maddələr – ammoniyak azotu və amin turşuları istifadə edir.

Xeres pərdəsi altında yetişdirilən şərabda üzvi turşuların əmələ gəlməsi müşahidə olunur.

Şərabda xeres tonunun əmələ gəlməsi üçün mühüm olan maddələr hələ ki, tam aydınlaşdırılmamışdır. Bu, bir tərəfdən

mayaların aerob tənəffüsü və onların avtolizi, digər tərəfdən isə şərabda pərdə altında OR-potensialının aşağı həddində baş verən biokimyəvi proseslərin çox cəhətliyi ilə əlaqədardır. Belə potensial mayalar tərəfindən oksigenin intensiv mənimsənilməsi nəticəsində baş verir. Pərdə altında oksigenin tam olmaması da bununla izah olunur.

Karbon qazı ilə təbii doydurulan içkilər arasında öz keyfiyyətinə görə şampan şərabları öndədir. Butulka üsulu ilə şampan istehsalında turş şərab materialına əlavə olunmuş likor hesabına qapalı butulkalarda ikinci qızcırma baş verir. Sonra onun 3 il müddətində maya çöküntüsündə yetişdirilməsi aparılır (şəkil 5.6).



Şəkil 5.6. Şərab materialının mayalarla 3 il saxlanaraq şampanlaşdırılması

Bu halda şərab materialına oksigen daxil olması minimuma endiyindən burada aşağı oksidləşmə-reduksiya potensialı formalaşır. Digər tərəfdən maya çöküntüsündə şərab materialının uzun müddətli saxlanması, sonuncunun avtoliz məhsulları - fermentlər, vitaminlər, amin turşuları ilə zənginləşməsinə səbəb olur.

Butulka şampanının yetişdirilmə dövrü fiziki-kimyəvi və biokimyəvi proseslərlə xarakterizə olunur. Bunun da əsasında yuxarıda qeyd etdiyimiz aşağı OR-potensialı, mayalar və onların parçalanma məhsullarının fəal iştirakı durur. Butulka üsulu ilə hazırlanan şampanın keyfiyyətinin yüksək olmasının əsas səbəbi məhz budur.

Şərabçılıqda ferment preparatları da istifadə olunur. Bu baxımdan pektolitik ferment preparatlarına daha çox üstünlük verilir. Pektinazlardan istifadə şirənin filtdən keçməsinə asanlaşdırır, onun açıqlaşmasına və stabilləşməsinə şərait yaradır. Eyni zamanda ekstrakt maddələri, C vitamini, P vitamini aktivliyinə malik flavanoidlərin artmasına səbəb olur.

Şərabçılığın gələcək müvəffəqiyyəti daha səmərəli şərab mayaları və şərab mayalı kommersiya preparatları istifadə edilməsilə müəyyən olunmalıdır. Bu daha yüksək keyfiyyətli şərab alınmasına imkan yaradacaqdır.

Hüceyrə və gen mühəndisliyinin köməyi ilə yüksək məhsuldarlığa malik şərab maya ştamları alınması və immobilizə olunmuş hüceyrələrdən istifadə etməklə şirənin fasiləsiz qıcqırmasına nail olunacaqdır.

Sidrin alınması. Qıcqırmış alma şirəsi sidr adlanır. Sidr və şərabın hazırlanma texnologiyasında çoxlu oxşar cəhətlər vardır. Sidr hazırlandıqda alma xırdalanır, əzinti halına salınaraq şirəsi çıxarılır. Alma şirəsi ya emal olunmamış istifadə olunur, ya da şirəsi çıxarılaraq özündə olan təbii mikroflora və mikroorqanizmlərin uyğun gələn ştamları ilə qıcqırdılır. *Kloeckera apiculata* mayalarının inkişafını dayandırmaq və hazır sidrdə xoşagəlməyən kənar dadın qarşısını almaq üçün alma şirəsinə kükürd qazı vurulur. Sonrakı qıcqırma ya vəhşi mayaların iştirakı ilə, ya da maya kulturu əlavə edilməklə gedir. Yabancı mayaların inkişafı zəif getdiyinə görə böyük həcmli istehsallarda kükürd qazı vurulmuş şirələrə təmiz maya kulturu verilir. Əsasən *Saccharomyces sidri* maya növündən istifadə edilir. Müxtəlif maya ştamları xüsusi aromatik maddələr yaradır. Buna görə pivə istehsalında olduğu kimi, sidr istehsalında da xüsusi dadın olması üçün müxtəlif maya ştamları tətbiq edilir. Ona görə müəyyən sort sidr almaq üçün tez bölünən və vəhşi mayaların inkişafına imkan verməyən mayalar seçilir və alınan məhsul lazım olan xüsusiyyətə malik olur.

Qıcqırma qurtardıqdan sonra sidr mayalardan ayrılır və durulaşdırılır. Burada əsas odur ki, mayalar pektinləri qalakturun turşusuna qədər hidroliz edən poliqlakturonidaza fermenti əmələ gətirməyə qadir olsun. Əks halda, qıcqırmanın sonunda məhsulun təbii durulması getmir. Sidrin durulaşdırılması üçün pektini hidroliz edən mikroskopik göbələklərdən alınmış poliqlakturonidaza fermentlərindən istifadə edilir.

5.2. Müxtəlif spirtli məhsullar istehsalının xüsusiyyətləri

Spirtli məhsulların müxtəlif növlərini hazırlamaq üçün uyğun gələn maya şamlarından istifadə olunur. Romun güclü ətrə malik olması üçün *Schizosaccharomyces*, aşağı intensivli ətrə malik olması üçün *Saccharomyces* mayalarından istifadə edilir. Rom istehsalında şəkər qamışından istifadə olunur (şəkil 5.7).



Şəkil 5.7. Rom üçün şəkər qamışı

Qeyd etmək lazımdır ki, *Clostridium saccharobutyricum* bakteriyaları spirt əmələ gəlmə prosesini sürətləndirir. Ən yaxşı rom bakteriya və mayaların 1:5 nisbətində alınır. Bakteriya

kulturunu spirtin qatılığı 3,5-4,5 h%, şəkər isə 6% olduqda əlavə edirlər.

Şəkər qamışından alınmış və qıcqırdılmış materialın destilləsi aparılır və alınan spirt palıd çəlləklərdə saxlanılaraq yetişdirilir (şəkil 5.8).



Şəkil 5.8. Rom spirtinin alınması və yetişdirilməsi

Sake istehsalı (Yaponiya) şərabdan çox pivə istehsalına oxşayır, çünki qıcırma prosesi nişastada gedir (şəkil 5.9).



Şəkil 5.9. Yaponiyada düyüdən sake istehsalı

Nişastanı şəkərə *Aspergillus oryzae* mayaları çevirir. Bu mayanın sporları buxarda bişmiş və xırdalanmış düyüyə qarışdırılır və 35°C-də 5-6 gün inkubasiya edilir. Alınmış məhsul buğa verilmiş düyü ilə qarışdırılır və üzərinə *Saccharomyces cerevisiae* mayalarının ştammi səpilir. Qıcırma 3 həftədən az

olmayaraq davam edir. Sake hazırlanması mürəkkəb və çətin idarə olunan və qıcqırmanın müxtəlif üsullarını mənimsəməyi tələb edən prosesdir. Ardıcılıqla mikrob populyasiyası təmizlənir: əvvəlcə kif göbələyi (*Aspergillus oryzae*), sonra bakteriya (*Lactobacillus* və *Leuconistoc app*) və nəhayət mayalar (*Saccharomyces cerevisiae*). Qıcqırmanın sonunda sakedə 20 h% spirt olur. Satışa göndərildikdə tündlüyü 16 h%-ə salınır.

5.3. Pivə istehsalı

5.3.1. Pivənin keyfiyyətini müəyyən edən amillər

Pivə insan məişətinə daxil olan ən qədim içkilərdən biri hesab olunur. Pivə istehsalı və içilməsini özündə əks etdirən daş üzərində çəkilmiş müxtəlif əsərlər çox qədim tarixdən xəbər verir.

Pivə mayalarının seçilməsində əsas şərt pivənin xüsusiyyətinin müəyyən edilməsidir: rəngi, dadı, ətri və tündlüyü.

1880-ci ildə danimarkalı alim Hanzen pivə istehsalında istifadə etmək üçün təmiz maya kulturları almış və onu istehsalatda tətbiq etmişdir. Pivəyə aid mayaların istifadəsi hazırda normal hal hesab edilir. *Saccharomyces cerevisiae* mayaları səthi və daxili qıcırma apararaq El pivəsinin hazırlanmasında istifadə edilir. *Saccharomyces carlsbergensis* mayaları yüngül pivənin hazırlanmasında istifadə edilir. Bəzi pivələrdə isə *Saccharomyces uvarum* mayalarından istifadə edilir.

Mayalarda daha vacib olan xüsusiyyət - məhsuldar olması, çöküntü formalaşdırmaq xassəsi, maltotriozanı qıcırtmaq qabiliyyəti və sairədir.

Spirt qıcırmasının getməsi üçün ən vacibi pivə xammalında şəkərin əmələ gəlməsidir. Ənənəvi qaydalara görə bunun üçün arpadan istifadə edilir, lakin tərkibində karbohidrat olan digər xammal da əlavə edilir. Arpa səmənisi və digər komponentlər xırdalanır və temperaturu 67⁰C olan su ilə qarışdırılır. Qarışdırma zamanı arpanın təbii fermentləri dəndə olan karbo-

hidratları parçalayır. Pivə şirəsinin tərkibində nişastanın hidrolizindən sonra maltoza, qlükoza, maltotriosa əmələ gəlir ki, bunu da mikromisətlər qıcqırdır. Dekstrin və maltotetrozanal isə pivə mayaları qıcqırda bilmir. Alınmış şirə həllolmayan çöküntüdən ayrılır. Mayaotu əlavə edərək onu mis qazanlarda qaynadırlar. Qaynama zamanı fermentləşmənin aktivliyi dayanır, şirədəki zülallar çökür və mayaotunun dad komponentləri ekstraksiya olunur. Pivə istehsalında şirədə alkoqolun müəyyən miqdarı olması üçün lazımı sıxlığa qədər qaynadırlar. Şirənin xüsusi sıxlığı ekstraksiya olunmuş şəkərlərin miqdarına görə müəyyən edilir. Sonra şirəyə pivə mayalarının xüsusi ştammları verilir, mayalar isə öz növbəsində şəkəri spirt və karbon qazına çevirir (qıcqırma zamanı mayanın biokütləsi 5 dəfədən çox artır). Pivəyə xüsusi dad verən digər birləşmələr isə az miqdarda əmələ gəlir. Bunlar amil, izoamil, feniletil spirtləri, sirkə və yağ turşusu, eləcə də efirlərdir. Müəyyən vaxtdan sonra qıcqırma başa çatır, mayalar pivədən ayrılır, pivənin yetişməsi üçün bir müddət saxlanılır. Pivə filtrləmədən və digər lazım olan əməliyyatlardan sonra hazır olur.

Səmənidən pivə istehsalının texnoloji sxemi bir neçə mərhələni əhatə edir. Səmənin təmizlənməsi və əzilməsi, pivə şirəsinin hazırlanması, onun xüsusi maya irqləri tərəfindən qıcqırılması, durultmaq və yetişdirmək üçün yaşıl pivənin aşağı müsbət temperaturda uzun müddətli yetişdirilməsi; hazır pivənin süzülməsi və doldurulması, pivənin pasteurizəsi.

5.3.2. Xammal və yarımfabrikatların hazırlanması

Pivə istehsalında 4 komponentdən istifadə olunur: səməni, mayaotu, su və maya.

Su. Suyun keyfiyyətini onda olan Ca^{++} ionları və karbonatların qatılığı müəyyən edir. Bu məqsədlə yumşaq sudan istifadə olunması daha məqsəduyğundur.

Mayaotu (xmél). Mayaotu 5-8 m uzunluğunda bitkidir. Ye-

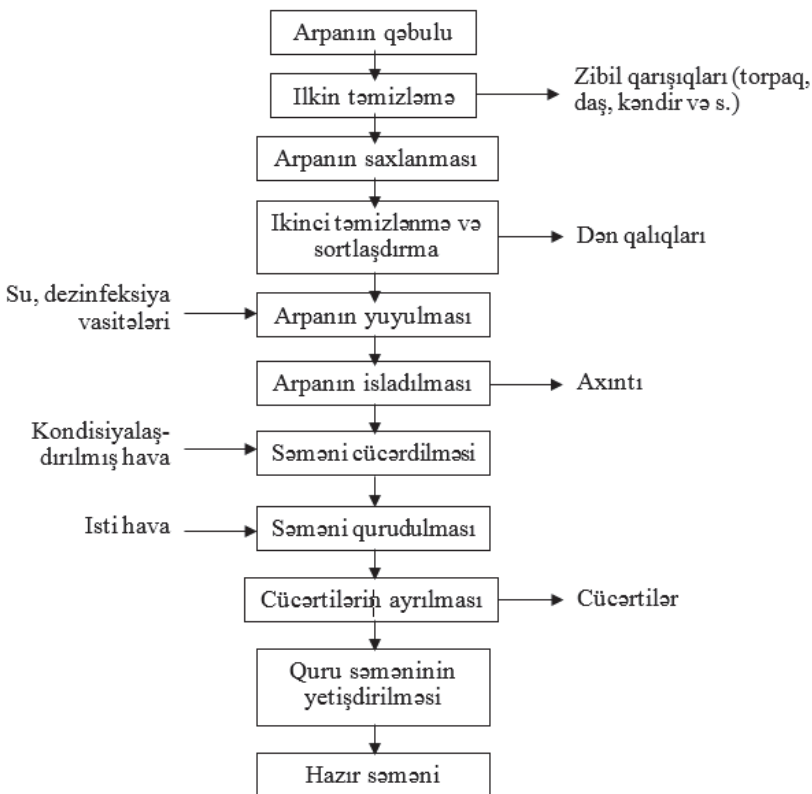
rüstü hissəsi hər il məhv olsa da, çoxillikdir. Mayaotunda 200-ə qədər dad maddələri vardır. Erkək və dişi bitkilər fərqləndirilir. Pivəbişirmədə istisna səviyyədə yalnız dişi bitkinin çiçəklərindən istifadə olunur. Mayaotunun geniş yayıldığı yerlər Bavariya (Cənubi Almaniya), Bohemiya (Çexiya), Çuvaşiya (Rusiya), Oregon, Vaşinqton, Aydaxo (ABŞ) və Böyük Britaniyadır.

Mayalar. Bu məqsədlə *Saccharomycetaseae* ailəsinə daxil olan mayalardan istifadə edilir. Pivə mayaları təbiətdə təsadüfən rast gəlinir. 100 illərlə seleksiya seçimləri ilə bu məqsədlə yararlı ştamlar alınmışdır. 2 növü istifadə olunur: yuxarı qıçırma mayaları və aşağı qıçırma mayaları.

Səməninin alınması. Pivə bişirmə istehsalının əsas mərhələsi hesab olunur. Bu zaman arpa cücərdilir və cücərmə zamanı əmələ gələn diastaza fermenti nişastanı maltozaya (səmən şəkəri) çevirir. Həmin fermentin təsiri altında fermentləşmiş kütlə (əzilmiş səmənin su ilə qarışığı) şəkərləşir, şirəyə çevrilir, o isə öz növbəsində qıçıraraq cavan pivəyə çevrilir (şəkil 5.10).

Səmənini alınmasına arpanın isladılması ilə başlanılır. Ağac, çən və çəlləkdə də isladılma aparıla bilər. Çəllək yarıyadək su ilə doldurulur, 2-3 gün saxlanır ki, su bir qədər durulsun, sonra tədricən dənə ilə doldurulur. 3-4 saatdan sonra üzə çıxan yüngül qarışıqlar ələklə götürülür, sonra dənənin üstündən 10-15 sm-dən artıq olan su götürülür. Yaxşı olar ki, bu məqsədlə temperaturu 10-15°C olan yumşaq sudan istifadə olunsun. İsladılmada dənənin zibilləri suya keçdiyindən suyun vaxtaşırı dəyişdirilməsi aparılır. Adətən isti havada 12 saatdan bir, soyuqda gündə bir dəfə dəyişilir. İsladılma qarışdırmaqla aparılır və 2-5 gün müddətində dənənin tam şişməsinə qədər davam etdirilir.

Cücərtilər yarandıqdan sonra onlar müxtəlif üsullarla kənar edilir. İstehsal olunan pivənin tipindən asılı olaraq cücərtilər qurudulur yaxud yandırılır. Bu prosesin kifayət qədər avtomatlaşdırılması mümkün olmadığından və belə avadanlıqlar bəhə olduğundan keyfiyyətli xammal xaricdən alınır və çox bahadır.



Şəkil 5.10. Səməni istehsalının texnoloji sxemi

Qurudulma rejimindən asılı olaraq səməni açıq və ya tünd rəngli olur. Açıq səməni cücərmiş dənənin 75-80°C temperaturda 16 saat qurudulması ilə; tünd isə – yaşıl səmənin 48 saat daha yüksək temperaturda və nəhayət 105°C temperaturda sonuncu yetişdirilməsi ilə alınır.

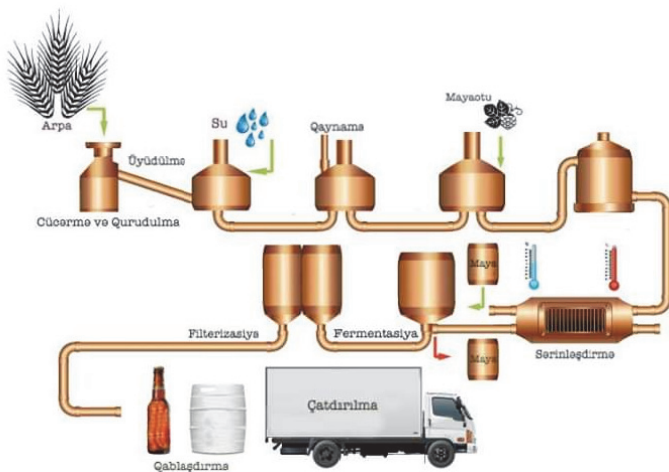
Səməni qurudulduqdan və cücərtilər ayrıldıqdan sonra yetişdirilmə 3-5 həftə anbarda aparılır. Bu zaman səmənin xüsusiyyətləri yaxşılaşır.

Bəzi hallarda pivəyə daha tünd rəng və müəyyən dad vermək üçün karamel yaxud qovrulmuş səmənidən istifadə edilir.

Karamel səmənisı açıq səməninin 120-170⁰C temperaturda qızdırılması ilə qovrulmuş – əvvəlcədən nəmləndirilmiş səməninin 240-260⁰C temperaturda qovrulması ilə alınır. Həm karamel, həm də qovrulmuş səməni yüksək rəngliliyi, güclü ətri ilə fərqlənir. Bu isə şəkərlərin karamelləşmə məhsulları və melanoidin birləşmələrinin əmələ gəlməsi nəticəsindədir.

5.3.3. Pivə hazırlanmasının texnoloji sxemi

Cücərtilər kənar edildikdən sonra səmənini xırdalayır və əzirlər. Bu zaman səməni unu adlanan kütlə alınır. Onu xüsusi qazan yaxud çəndə su ilə qarışdıraraq zator-yığın-fermentləşən kütlə alırlar. Əzilmiş kütlənin su ilə (75⁰C) qarışdırılması fermentləşdirmə, alınan məhsul isə fermentləşmiş kütlə adlanır (şəkil 5.11).



Şəkil 5.11. Pivənin hazırlanma texnologiyası

Fermentləşmiş kütlə tədricən, müəyyən vaxt kəsiyində alınacaq pivənin sortundan asılı olaraq müəyyən temperatura qədər qızdırılır. Bu prosesdə səmənidə olan nişasta həll olan maddələrə – qızcırdılan və qızcırdılmayan şəkərlərə çevrilir. Yenidən əmələ

gəlmə müxtəlif fermentlərin iştirakı ilə gedir. Sonra şirə xırda hissəciklərdən ayrılır. Xırda hissəciklər əsasən dənin qabığından və həll olmayan proteinlərdən ibarət olur. Şirə isə fermentləşmiş kütlədən ayrılan duru hissəyə deyilir. Belə ayrılma filtr-çəndə gedir. Fermentləşmiş kütləni buraya qazandan vururlar.

Bişirmə. Filtrasiyadan sonra şirə xüsusi qazana yığılır. Sonra onu şirə toplayıcı qazanda qaynadırlar. Qaynama zamanı şirəyə mayaotu əlavə olunur. O, pivəyə səciyyəvi ətir və dad verən acı maddələrə malikdir. Bundan əlavə mayaotu pivənin köpük əmələ gətirmə xüsusiyyətini və davamlılığını yaxşılaşdırır. Qaynatmadan sonra hidrosiklonda zülalların, mayaotu qalıqlarının və digər həll olmayan hissəciklərin ayrılması baş verir. Sonra şirə qıcırma çənlərinə vurularkən lövhəli pastemizatorada lazım olan temperatura qədər soyudulur.

Qıcırma. Qıcırma prosesi üçün SKT (silindr konus şəkilli tanklar) adlandırılan qablardan istifadə olunur. Soyuq şirə ona aşağıdan daxil olur və onun axınına mayalar vurulur.

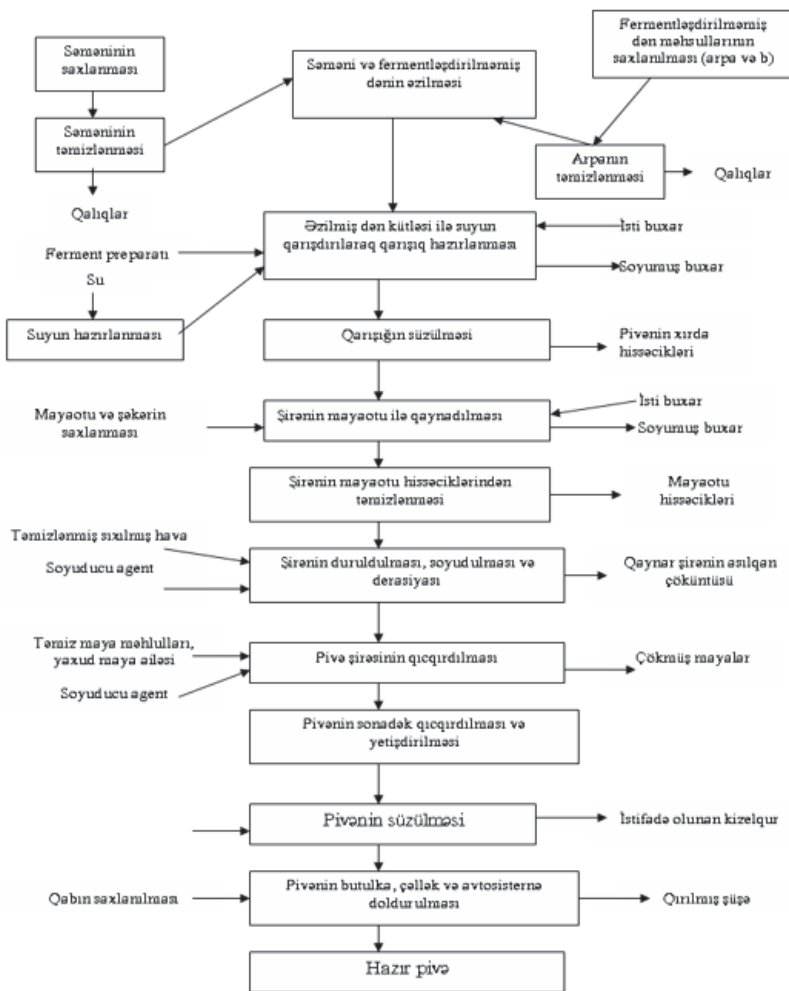
Qıcırma zamanı şirədə olan şəkər mayalarla qıcırılır və nəticədə etil spirti və karbon qazı əmələ gəlir.

Qıcırmanın tez başlanması vacibdir. Əks halda pivə mayaları ilə bakteriya və yabanı mayaların rəqabəti başlayır.

12 saat müddətində qıcırmanın başlanması əlamətləri görünür. Şirə bu halda karbon qazı ilə doyur və onun səthində xırda qaz qabarcıqları əmələ gəlir. Temperatur yüksəlməyə başlayır.

Qıcırmada digər maddələrlə yanaşı istilik ayrılmasına başlanılır. Bu halda temperaturun sabit saxlanması gələcək pivənin dadında mühüm roludur.

Bütün qıcırma prosesində karbon qazı əmələ gəlir. Onun bir hissəsi pivədə həll olur. Bir qədərdən sonra isə pivə karbon qazı ilə doyur. Çıxmaqda davam edən CO₂ isə xüsusi boru ilə tankdan kənar edilir. Proteinlərin çox hissəsi lopa əmələ gətirir və dibə çökür. Bu hissə fəaliyyətini başa vurmuş mayalarla kənar edilir. Şirədə olan demək olar ki, bütün qıcırılan şəkərlər emal olunduqdan sonra qıcırma dayandırılır.



Şəkil 5.12. Pivə istehsalının texnoloji sxemi

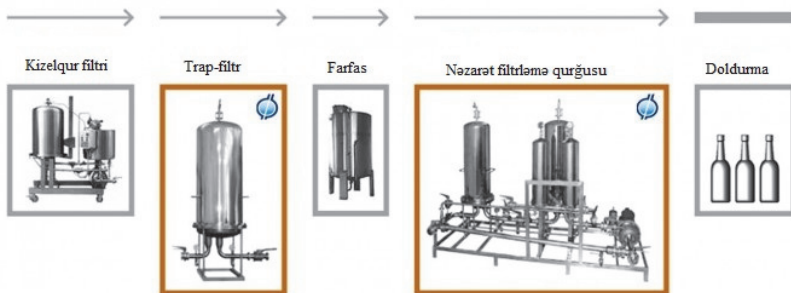
Bişirmədən sonra şirə mayaotundan ayrılır və ona mayalar əlavə olunur. Qıcırma 2 mərhələdə gedir: əsas qıcırma və sonadək qıcırma.

Qıcırmanı aparan mayaların mühitdə yerləşməsinə görə, başqa sözlə yayıldığı yerə uyğun olaraq səthi və daxili qıcır-

ma fərqləndirilir. Səthi qızcırma - mayenin üst qatına yaxın hissədə qızcırma aparən *Saccharomycetaseae Scerevisiae*, daxili qızcırma isə alt qatda qızcırma aparən *Saccharomycetaseae Carlsbergensis* mayaları tərəfindən həyata keçirilir. Adətən səthi qızcırma bir qədər yüksək temperaturda ($15-21^{\circ}\text{C}$), daxili qızcırma isə nisbətən aşağı temperaturda ($6-9^{\circ}\text{C}$) gedir. Ümumiyyətlə isə qızcırma əsas və sonadək qızcırma kimi fərqləndirilir. Əsas qızcırma pivənin sortundan asılı olaraq $5-9^{\circ}\text{C}$ temperaturda 7-9 gün müddətində aparılır. Nəticədə yaşıl pivə adlanan cavan pivə alınır və qapalı silindrşəkilli qaba (lager tanklarına) sonadək qızcırdılmaq üçün vurulur. Sonadək qızcırdılma $0-2^{\circ}\text{C}$ temperaturda 21 gündən (Jiquli pivəsi üçün) 9 gün (Leninqrad pivəsi üçün) arasında dəyişir. Pivənin qızcırma və sonadək qızcırdılmasında fasiləsiz və sürətli üsullardan istifadə edilməklə müddəti qısaltmaq mümkündür.

Filtrasiya. Yuxarıda qeyd olunan qaydada alınan pivə bulaıqdır və ona görə də onun filtdən keçirilməsi vacibdir. Əvvəlcə pivəni seperatorlardan keçirir və daha iri hissəcikləri ayırırlar. Sonra kizelqur filtrində zərif filtrasiya edilir. Bu əməliyyatdan sonra pivə tam şəffaflaşır və doldurulmaya hazır olur.

Hazır pivə doldurulmaya qədər aşağı temperaturda forfaslarda (doldurulan pivə üçün toplayıcı) saxlanır (şəkil 5.13).



Şəkil 5.13. Pivənin stabilizədirilməsi və süzəlməsi

Doldurma. Müxtəlif qablara doldurulur. Bu məqsədlə çəllək yaxud tünd şüşədən hazırlanan butulkalardan istifadə olunur. Çünki işığın təsiri ilə rəng dəyişir, dad və ətir pisləşir. Tez xarab olan məhsul kimi pivə xarici şərait amillərinə çox həssasdır. Ona görə də onu doldurduqda havadan və çirklərdən qorumaq tələb olunur. Qablama möhkəm yuyulmaqla və daxilə düşən havanı kənarlaşdırmaqla aparılır.

Doldurmada pivə pastersizə edilə bilər. Bu, mikroorqanizmlərin inkişafının qarşısını almaq üçündür.

Reseptdən, hazırlanma texnologiyasından və dad xüsusiyyətlərindən asılı olaraq pivə açıq və tünd olmaqla 2 qrupa bölünür: açıq pivə zərif, asan bilinən mayaotu acılığı və ətri ilə seçilir; tünd – mötədil mayaotu acılığına və səməni dadına malikdir. Açıq pivə sortları hazırlamaq üçün açıq səmənindən, tünd üçün – xüsusi hazırlanmış tünd karamel yaxud qovrulmuş səmənindən istifadə edilir.

5.3.4. Pivə istehsalının perspektivləri

Pivə istehsalı texnologiyasını sadələşdirmək üçün gen mühəndisliyi üsullarından istifadə etməklə *Saccharomyces cerevisiae* pivə mayalarının DNT-nə β -qlükonaza ilə müəyyən olunmuş *Bacillus subtilis* bakteriyasının geni daxil edilmişdir. Alınmış yeni ştammlar arpa səmənisinin hazırlanmasına ehtiyac olmadan birbaşa nişastanı qıcqırdır.

Açıq rəngli pivə daha çox populyarlıq qazandığına görə, gen mühəndisliyinin köməyi ilə tədqiqatçılar dekstrini qıcqırdan pivə mayaları yaratmağa çalışırlar.

Yüksək keyfiyyətli pivə qıcqırma zamanı məhlulda kənar mikroorqanizmlərin olmaması ilə alınır ki, bu sahədə də tədqiqatlar aparılır. Aqressiv xüsusiyyətlərə malik mayaları pivə mayaları ilə çarpazlaşdıraraq mayaların yeni ştammların alınmasıdır. Bu mayalar yabanı mayaları məhv edir. Seleksiyaçıları həm

də bakterial mikrofloranı məhv edən maya şamları almağa çalışırlar. Fermentləşmənin sonunda hazır pivədən mayaları çıxarmaq mümkün olsun deyə, pivə mayalarını təkmilləşdirərək onlara hüceyrələrin flokulyasiya xüsusiyyətini (yapışma) verməyə səylər edilir. Flokulyasiya mühitdən, becərilmə şəraitindən asılı olmaqla yanaşı, eyni zamanda genetik olaraq genlərlə nəzarət olunan müəyyən xüsusiyyətlərə də malik olur.

Pivə istehsalı qida sənayesində konservativ sahədir. Bununla belə, bu sahədə daim istehsal prosesinin intensivləşdirilməsi üçün yeni texnoloji üsullar tətbiq edilir. Bu üsullar içərisində fasiləsiz proseslər daha çox maraq doğurur. Məsələn, fasiləsiz səməni yetişdirilməsi, fasiləsiz pivə şirəsinin flokulyasiyalı pivə maya şamları tətbiq etməklə qıcqırdılması. Ağır zəhmətli və uzun proses olan səməni yetişdirilməsi mikrob mənşəli şəkərləşdirici fermentlərdən istifadə edilməsi ilə əvəz olunur.

Yaponiyada düyüdən pivə hazırlanmasının sənaye texnologiyası işlənib hazırlanmışdır (şəkil 5.14).



Şəkil 5.14. Düyüdən pivə istehsalı

5.4. Kvas istehsalı

5.4.1. Kvasın ümumi səciyyəsi və istehsal sxemi

Çörək kvası – turşvarı dadlı və ətirli içki olub, susuzluğu yatızdırmaq və təzələyici xüsusiyyətə malikdir (şəkil 5.15).

Kvas kombinə olunmuş, yarımçiq spirt və süd turşusu qıcqırması nəticəsində alınır. O, karbohidratlara (maltoza, saxaroz, dekstrinlər), amin azotuna, kvasın dad vitaminlərinə malik olur. Karbon qazı, süd turşusu, melanoidinlər, spirt, aldehidlər içkiyə spesifik dad verir.



Şəkil 5.15. Çörək kvas nümunəsi

Kvas və çörək xammalı əsasında alınan içkilərin çeşidi aşağıdakı adlarda olur:

- Qıcqırma metodu ilə alınan kvaslar (çörək, qaynar sex işçiləri üçün çörək kvası və s.);

- Butulkaya doldurulması üçün kvaslar və çörək xammalından iç-

kilər (kvas qıtır otu ilə “Rus”, “Moskva”, “Litva”, “Ətirli” içkilər – “Sağlam”, “Rıqa səmənisi”, “Boqatır” və b.).

Qıcqırma metodu ilə hazırlanan kvaslar, kvas şirəsinin yarımçiq spirt və süd turşusu qıcqırması ilə alınan məhsul olub, çörək xammalı və şəkər şərbətinin ekstrakt maddələrinin qarışığına alma ekstraktının bəzi növləri, süd zərdabı, askorbin turşusu, natrium xlorid, kalsium xlorid, kalsium hidrofosfat əlavə olunmaqla hazırlanır.

Qıcqırma metodu ilə kvasın hazırlanmasının texnoloji prosesləri aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- Şirənin hazırlanması;

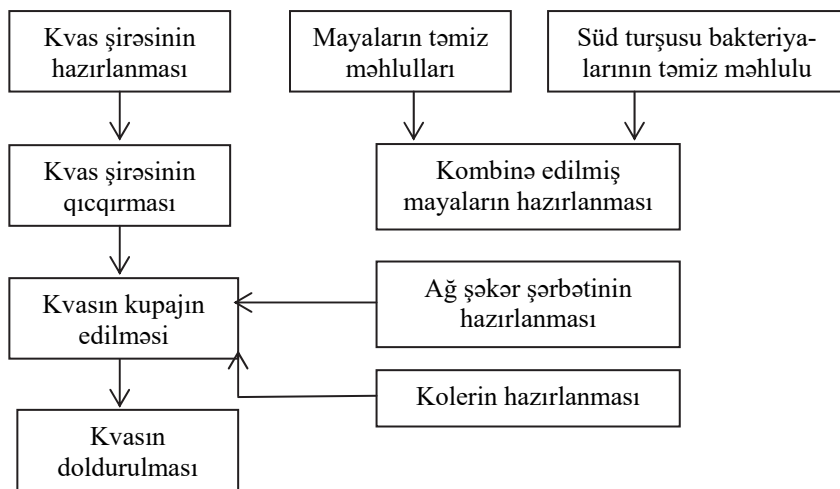
- Şəkər şərbəti və kolerin hazırlanması;
- Təmiz maya kulturlarının və süd turşusu bakteriyalarının kombinə edilmiş məhlulunun hazırlanması.

Butulkaya doldurulmaq üçün kvaslar və çörək xammalından içkilər – qeyri-şəffaf, qəhvəyi rəngli, turşaşirin dadlı, yaxud xoşagələn acılığa malik olur. Onların dad və ətri istifadə olunan xammaldan və müxtəlif əlavələrdən asılıdır.

Butulkaya doldurulmaq üçün olan kvasların emal texnologiyası aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

- Şəkər və kupaj şərbətinin hazırlanması;
- Kolerin hazırlanması;
- Su, yaxud içkinin karbon qazı ilə zənginləşdirilməsi;
- Kvas və içkilərin doldurulması.

Aşağıdakı şəkildə kvas istehsalının texnoloji sxemi verilir (şəkil 5.16).



Şəkil 5.16. Çörək kvası istehsalının əsas mərhələləri

Kvas şirəsinin hazırlanması. Kvas şirəsi iki üsulla hazırlana bilər:

Cövher (kvas çovdar kökəsi, yaxud quru kvasdan) və quru

kvas konsentratının (QKK) doldurulması ilə.

Cövhər metodu. Bu metod kvas kökələrindən, yaxud quru kvasdan isti su ilə həll olan maddələrin ekstraksiya edilməsi və həll olmayan kütlənin (kvas xıltı) ayrılmasına əsaslanır. Kvas kökələri çovdar və arpa səmənələri, çovdar və suyun (mayasız) qarışığından bişirilir.

Kökələri 4-5 gündən çox olmamaq şərti ilə saxlamaq olar. Odur ki, onları linglərə doğrayır və 8%-nəmliyə qədər qurudurlar. Sonra qurudulan lingləri əzir və quru kvas adlanan materialı alırlar.

Kvas şirəsi konsentratının durulduklusu (KŞK). Bu metod daha geniş yayılmış və texnolojidir. KŞK-dan şirə hazırlandıqda əvvəlcə qıcqırma aparılır – kupaj aparatına temperaturu 30-35°C olan su tökülür və həmin suda kvas şirəsi konsentratı quru maddələrin kütləsi çörək kvası üçün 1,4% və qarışıq kvasda 1,0% olanadək həll edilir.

Qıcqırtma – kupaj aparatına KŞK verilməsi hissələrlə, onun 2/3 hissəsi kvas şirəsi alınmasına sərf olunmaqla verilir. Kupaja 1/3 hissə vurulması dad və ətri yaxşılaşdırır.

Kvas şirəsinin qıcqırdılması. Kvas şirəsinin qıcqırdılması qıcqırtma – kupaj, yaxud qıcqırtma aparatlarında, həmçinin silindrik konusvari qıcqırtma aparatlarında (SKQA) aparılır.

Qıcqırtma – kupaj, yaxud qıcqırtma aparatına kvas şirəsi vurulur və resepturada nəzərdə tutulan şəkərin ümumi miqdarının ¼ hissəsi qədər (şəkər şərbəti şəklində) şəkər əlavə olunur. Çörək kvası üçün ilkin şirədə quru maddələrin kütlə qatılığı azı 2,5%, qarışıq kvas üçün isə 1,6% olmalıdır.

Bundan sonra şirəyə kombinə edilmiş təmiz maya və süd turşusu bakteriyaları (şirənin həcminə görə 2-5% miqdarında) yaxud qurudulmuş texniki təmiz kulturlardan alınan məhlul (şirənin həcminə görə 0,8% maya və 0,06% süd turşusu bakteriyaları) əlavə edilir. Qıcqırma 25-28°C temperaturda şirədə quru maddələrin miqdarı 1% kütlə düşənə qədər və turşuluğun

1 mol/dm³ məhlulda azı 2sm³ olmasına qədər aparılır. Qıcqırma prosesində temperatur tənzimlənir və yüksəlməsinə yol verilmir. Qıcqırmanın davam etmə müddəti 14-16 saatdır.

Qıcqırmış şirənin dayanıqlığını yüksəltmək üçün qıcqırma qurtardıqdan sonra onu mayadan ciddi şəkildə ayırır və qıcqırtma – kupaj aparatında bu məqsədlə 5-7⁰C-yə qədər soyudurlar.

Kvas şirəsi qıcqırıldıqda şirənin qida maddələrinin bir hissəsi maya hüceyrələri və süd turşusu bakteriyalarının inkişafına sərf olunur, kütlənin əsas hissəsi isə fermentlərin təsiri altında yeni məhsullara çevrilir. Belə məhsullardan şəkər, etil spirti, üzvi turşular, o cümlədən süd turşusu, karbon qazı və digərlərini göstərmək olar. Kvasın SKQA-da hazırlanma prosesi aşağıdakı mərhələləri idarə edir:

- KŞK-nın pasterizəsi;
- Kvas şirəsinin hazırlanması;
- Aparatın doldurulması;
- Kvas şirəsinin qıcqırdılması;
- Qıcqırmış şirənin soyudulması;
- Mayaların ayrılması;
- Kvasın kupaj olunması;
- Kvasın doldurulması.

KŞK-nın pasterizəsi. Onu bu məqsədlə 75-85⁰C-yə qədər qızdırır, sonra həmin temperaturda 30-35 dəq müddətində xüsusi qablarda pasterizə edir və durulduqluğa verirlər. Durulmuş konsentratın pasterizə olunmasına da icazə verilir. SKQA kvas şirəsi 70% miqdarında doldurulduqda 1,2% quru maddələrə, 100% miqdarında doldurulduqda isə 2,2% quru maddələrə malik olmalıdır.

Qıcqırma 28⁰C temperaturda şirədə quru maddələrin miqdarı 1% kütləyə düşənə qədər aparılır. Şirənin qıcqırdılması hər iki saatdan bir 30 dəq müddətində qarışdırılmaqla yerinə yetirilir. Qıcqırmanın sonunda temperatur 5-7⁰C-yə qədər aşağı salınır, mayalar konusvari hissəyə çökdürülür və oradan işlənmiş

mayaların toplayıcısına axıdılır.

Mayalar götürüldükdən sonra kvasın kupajı aparılır. Qalan kütləyə 75% şəkər şərbəti şəklində şəkərin hesablanan miqdarı və 30% kvas şirəsi əlavə olunur.

Maya və süd turşusu bakteriyalarının qarışıq mayasının hazırlanması. Maya hazırlamaq üçün mayaların M, 131-K, C-2 irqlərindən, çörək və şərab mayalarından, süd turşusu bakteriyalarının 11 və 13 irqlərindən istifadə olunur. Maya birbaşa zavodda sxemə uyğun hazırlanır.

Maya (acıtma) üçün təmiz kultur-mayaların məhlulunda 1 ml-də azı 40 mln hüceyrə miqdarı səviyyəsində olmalıdır.

Qarışıq mayalar onun üçün olan toplayıcıda hazırlanır. Oraya təmiz maya və süd turşusu bakteriya məhlulları 1/20 və şirə 1/10 nisbətində əlavə olunur.

Sıxılmış çörək mayalarının duruldukları. Kvas istehsalında kombinə edilmiş mayalardan başqa, çörək mayalarından da istifadə etmək olar. Sıxılmış çörək mayalarının duruldukları üçün quru maddələrin kütlə payı 3,0-3,2% olan şirə hazırlanır və üzərinə quru maddələrin kütlə payı 8%-ə çatana qədər şəkər şərbəti əlavə olunur. Şirə 30 dəq müddətində qaynadılır və 28-30°C-yə qədər soyudulur. 15 q miqdarında maya 10 dal hazırlanan şirədə su ilə 2/1 nisbətində 20-30°C temperaturda qarışdırılır və alınan suspenziya pH 2,7-2,9-a çatana qədər süd turşusu əlavə edilməklə turşulaşdırılır və 20-30°C temperaturda 3 saat saxlanır.

Sonra suspenziya hazırlanan şirə ilə qarışdırılır və 2-3 saatdan sonra qıcqırtma kupaj aparatına verilir.

Çörək kvasının kupajı. Bu proses qıcqıran şirənin şəkər şərbəti və kolerlə qarışdırılmasından ibarətdir. Qıcqırtma aparatlarında qıcqırdıldıqda kvas şirəsi xüsusi kupaj aparatında kupaj olunur. Bunun üçün qıcqırdılmış şirəyə şəkər şərbəti şəklində qalan 75% şəkər və lazım gəldikdə koler əlavə olunur. Qarışıq karbon qazı ilə möhkəm qarışdırılır və kupaj aparatında soyut-

maqla 30-60 dəq müddətində saxlanır. Bu halda kvas soyudulur çörək ehtiyatlarının hissəcikləri çökür (qıcırma aparatından gələn qıcırdılmış şirədən düşən hissəciklər), şəkər şərbəti vurulduqdan sonra fəallaşdırılmış mayalar çökdürülür. Qıcırma – kupaj aparatında qıcırma aparıldığı halda, kvasın kupajı birbaşa aparatda yerinə yetirilir.

KŞK-dan hazırlanan kvasın kupajında şəkər şərbətindən başqa resepturada nəzərdə tutulan normanın 30%-i miqdarında qalan konsentrant əlavə olunur.

Qaynar sexlər üçün çörək kvasına kupajda hesabat miqdarındakı qədər kalsium xlorid, kalium fosfat, natrium xlorid və askorbin turşusu əlavə olunur.

Kupaj aşağıdakı qaydada aparılır: qıcıran şirəyə şəkər şərbəti əlavə olunur, fasiləsiz qarışdırılmaqla duz məhlulu, 5 dəq keçdikdən sonra isə askorbin turşusu məhlulu əlavə olunur. Hazır kvas qarışdırılır və 12⁰C-yə qədər soyudulur.

Çörək kvasının doldurulması və saxlanması. Çörək kvası nəqliyyat taralarına – avtotermosternlərə, avtosisternlərə və çəlləklərə doldurulur.

Nəqliyyat taralarını açıq üsulla izobarik şəraitdə doldurmaq olar. Açıq üsulla doldurulduqda karbon qazının itkisi baş verir və kvasın keyfiyyəti pisləşir. Odur ki, karbon qazı itkisini istisna etmək üçün kvas izobarik üsulla doldurulmalıdır. Bu halda izotermik hermetik avtosisternlər və kvas azı 0,2MPa təzyiq altında saxlanır.

Kvas müəssisələrdə 2⁰C-dən 12⁰C-yə qədər temperaturda saxlanır.

12⁰C temperaturda təminatlı saxlanma müddəti 2 sutka təşkil edir.

5.4.2. Kvasın dayanıqlığı və keyfiyyətinə qoyulan tələblər

Kvasın aşağı dayanıqlığı bioloji və fiziki-kimyəvi proseslərin baş verməsi ilə əlaqədardır. Kvasın dayanıqlığına kənar mikroorqanizmlərin inkişafı ilə xarakterizə olunan bioloji proseslər daha mənfi təsir göstərir.

Hazır kvasın tərkibi, həmçinin spirt və süd turşusu qıcqırmasının başa çatmaması yabanı mayalar, selik əmələ gətirən bakteriyalar (leykonostoklar), sirkə turşusu bakteriyaları, termobakteriyalar və kif göbələklərinin (pensil, aspergil və b.) fəaliyyəti ilə əlaqədardır.

Kvasda inkişaf edən yabanı mayalar mədəni mayaları təsir altına alır və qıcqırma məhsulları ilə qidalanaraq ona xoşa gəlməyən dad və ətir verir.

Kvasda çoxalan leykonostok bakteriya cinsləri qatı selik sapları əmələ gəlməsini və dadın pisləşməsini törədir. Maya və süd turşusu bakteriyalarının fəallığına sirkə turşusu bakteriyaları məhvedici təsir göstərərək kvasın səthində zərif pərdə əmələ gətirir, spirt və sirkə turşusunu oksidləşdirir və kvasın dadını pisləşdirir.

Çürüdücü termobakteriyalar kvasda bulanıqlıq və üfunətli iy əmələ gətirir.

Kvasda karbohidratlar və amin turşuların olması onu kif göbələklərinin çoxalaraq kif iyi və xoşagəlməyən tam törətməsi üçün əlverişli mühitə çevirir.

Kvas istehsalının bütün mərhələlərində mikrobioloji təmizliyi tənzimləmək üçün avadanlıqların, ötürücü boruların, binaların yuyulması həyata keçirilir, həmçinin yoluxmuş xammal, yarımfabrikat və köməkçi materialların istifadəsi istisna edilir. Bundan başqa texnologiyanın səviyyəsi təkmilləşdirilir. Kvas və yaxud kvas şirəsinin pasteurizəsi aparılır.

Kvasın buraxılan sortları müəyyən tələblərə cavab verməlidir (cədvəl 5.1).

Kvasın keyfiyyətinə qoyulan tələblər

Kvasın adı	Kütlə payı, %-lə		Turşuluq, 100 sm ³ kvasa 1 mol dm ³ qatılığında NaOH sm ³	20°C kvasın dayanıqlığı, gün
	quru maddələr	spirt		
Çörək:				
Müəssisədə	5,8-5,4	0,4-0,6	2,0-4,0	-
Ticarətdə	5,2-4,2	0,7-1,2	2,0-4,5	2
Qarışıq üçün:				
Müəssisədə	3,2-3,0	0,4-0,5	2,0-4,0	-
Ticarətdə	2,8-1,6	0,6-1,2	2,0-5,0	2
Isti sexlər üçün çörək:				
Müəssisədə	5,8-5,4	0,4-0,6	3,0-4,0	2
Ticarətdə	5,2-4,2	0,7-1,2	3,0-4,5	2

5.5. Etil spirti istehsalı**5.5.1. İstehsalı və istifadə istiqamətləri**

Etil spirtinin dünya bazarında payı 4 mld dekalitrə (mütləq spirt dekalitrlərə) yaxın təşkil edir. Etanol istehsalında dünya liderləri ABŞ, Braziliya və Çindir. ABŞ-da qarğıdalıdan etil spirti istehsal edən 97 zavod fəaliyyət göstərir (əlavə 35 zavod da tikilir) ki, onların ümumi gücü ildə 1,5 mld dal təşkil edir.

Dünya təcrübəsində etanolun əsas istifadə istiqamətləri belədir:

- 1) 60% - mühərrik yanacaqlarına əlavə;
- 2) 25% - kimya sənayesi;
- 3) 15% - qida sənayesi (onun payı azalmaqdadır).

Etanol əsasında avtomobil yanacağı 10%-li (E-10 yanacağı), yaxud 85% etanola malik (E-85 yanacağı) ola bilər. Neftin ba-

relinin 60-70 ABŞ dolları olması halında bioetanol rəqabətə davamlıdır. Benzinə etanol vurulması yanacağa qurğuşun tetraetil əlavə olunmasından imtina etməyə səbəb olur, nəticədə atılan qazların toksikliyi və yanacaq sərfiyyatı aşağı düşür.

ABŞ-da dəyişik bitki xammalından (qarğıdalı, qamış zoğları və s.) bioetanol istehsalı üzrə tədqiqatların həcmi genişlənməkdədir.

Sənaye şəraitində etanol katalizator (silikaqəldə H_3PO_4) iştirakı ilə etilenin hidratlaşmasından, bitki xammalının (oduncaq, qarğıdalı zoğları, qamış) hidrolizatorlarından, həmçinin nişastalı xammaldan (buğda, çovdar, tritikalı, kartof), melassa, süd zərdabı, topinamburdan alınır. 1 ton müxtəlif növ xammaldan 95,5%-li etil spirtinin orta çıxımı cədvəldə verilir (cədvəl 5.2).

Cədvəl 5.2

Müxtəlif növ xammaldan etanol çıxımı

Xammal	Spirt çıxımı, l
Buğda	321,7
Qarğıdalı	317,9
Qarabaşaq	315,6
Düyü	300,9
Arpa	299,7
Çovdar	298,2
Melassa	266,4
Vələmir	240,7
Kartof	86,3
Şəkər çuğunduru	83,6
Alma	54,5
Gavalı	42,1
Kök	37,0
4% laktozalı süd sərdabı	25,4

Belarus Respublikasının spirt zavodlarında (ildə 9 mln dal ümumi qüçə malik 70 zavod fəaliyyət göstərir) etanol istehsalı

üçün nişastalı xammaldan, əsasən də dənli taxıllardan istifadə olunur.

Müxtəlif növ dənلیلərdə nişastanın miqdarı təşkil edir (%-lə): buğda 48-57; çovdar 46-53; arpa 43-55; vələmir 34-40; darı 42-60; qarğıdalı 61-70. Dəndə həmçinin (orta hesabla) şəkər – 3%; sellüloza 6%; pentozanlar və pektin maddələri - 9%; azotlu (zülal) maddələr - 11%; yağlar - 3%.

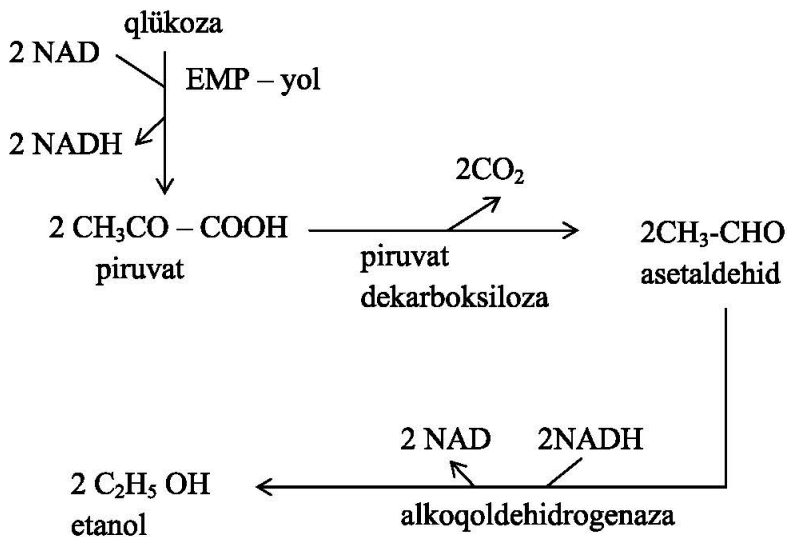
5.5.2. Etil spirti produsentləri

Mikrobioloji sintezdə etanolun klassik produsentləri mayalar, saxaromisetlər və sizosaxaromisetlərdir. Digərlərindən daha çox istifadə olunan mayalar *Saccharomyces Cerevisiae*, *Saccharomyces Vini*, *Schizosaccharomyces pombe*-dir.

Saxaromisetlər dairəvi formalı ölçüləri 10-15 mkm olan və tumurcuqlanma ilə çoxalan hüceyrələrdir. Sizosaxaromisetlər iri çubuqvarı hüceyrələrə malik olub, hüceyrələrin diametri 4-5 mkm və uzunluğu 18-20 mkm-dir. Bölünmə ilə çoxalır. Bu və digər mayalar qlükoza, mannoza, fruktoza, saxaroza, maltozanı yaxşı, qalaktozanı çətin qıcqırdır və pentoz şəkərlərini (ksiloza və arabinozanı) qıcqırtmırlar.

100 kq qlükozanın qıcqırmasından alınan etanolun nəzəri miqdarı 51,14 kq yaxud 64,80 litr (bu halda 48,86 kq CO₂ əmələ gəlir) təşkil edir. Təcrübədə spirt çıxımı nəzəri miqdarın 82-92%-ni təşkil edir ki, bu da substratın bir hissəsinin mayaların çoxalması və inkişafına və yardımçı materialların əmələ gəlməsinə sərf olunması ilə əlaqədardır.

Maya hüceyrəsində etanolun sintezi aşağıdakı sxemə uyğun gedir.

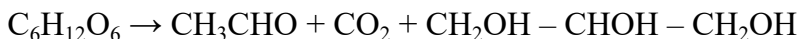


Spirıt qıqcırmasının köməkçi məhsulları qliserin, spirtlər, üzvi turşular (sirkə, piroüzüm, süd kəhrəbə) və aldehidlərdir. Spirıt qıqcırmasında şəkər (qlükoza) aşağıdakı miqdarda müxtəlif maddələrin əmələ gəlməsinə sərf olunur (%-lə): etanol 46-47; karbon qazı 44-46; maya biokütləsi 1,8-4,0; qliserin 3-4; ali spirtlər 0,3-0,7; üzvi turşular 0,2-1,0; aldehidlər 0,1-0,2. Mayaların çoxqat qıqcırmaya qaytarılması ilə biokütlə əmələ gəlməsinə şəkər sərfiyyatı azalır, qıqcırmanın intensivliyi hətta bir qədər yüksəlir.

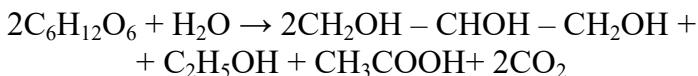
Spirıt qıqcırmasında qliserinin əmələ gəlməsi onunla izah edilə bilər ki, induksiya dövründə (sirkə aldehidi əmələ gələ-nə qədər) iki fosfoqliserin aldehidi molekulaları arasında aldehidmutaza fermentinin təsiri altında, su molekulunun iştirakı ilə dismutasiya reaksiyası baş verir. Bu halda bir molekul fosfoqliserin aldehidi reduksiya olunaraq fosfoqliserin, digəri oksidləşərək 3 fosfoqliserin turşusu əmələ gətirir. Fosfoqliserin sonrakı reaksiyalarda iştirak etmir və parçalanma-

dan sonra fosfat turşusu spirt qıcırmasının köməkçi məhsulu olur. 3 – fosfoqliserin turşusu EMP-yolu (qeyri-üzvi fosforun birləşməsi ilə) ilə sirkə aldehydi əmələ gəlməsilə çevrilməyə məruz qalır. Sirkə aldehydi meydana gəldikdən sonra qıcırmanın stasionar dövrü başlayır ki, bu zaman fosfoqliserin aldehydinin fosfoqliserin turşusuna oksidləşməsi daha mürəkkəb yolla, qeyri-üzvi fosforun birləşməsi ilə (EMP-yolu) baş verir. Bununla əlaqədar olaraq qıcırmada həmişə etanolla yanaşı müəyyən miqdarda qliserin də əmələ gəlir.

Sirkə aldehydinin bisulfitlə birləşməsində qıcırma prosesi qliserin əmələ gəlməsi tərəfə yönəlir:

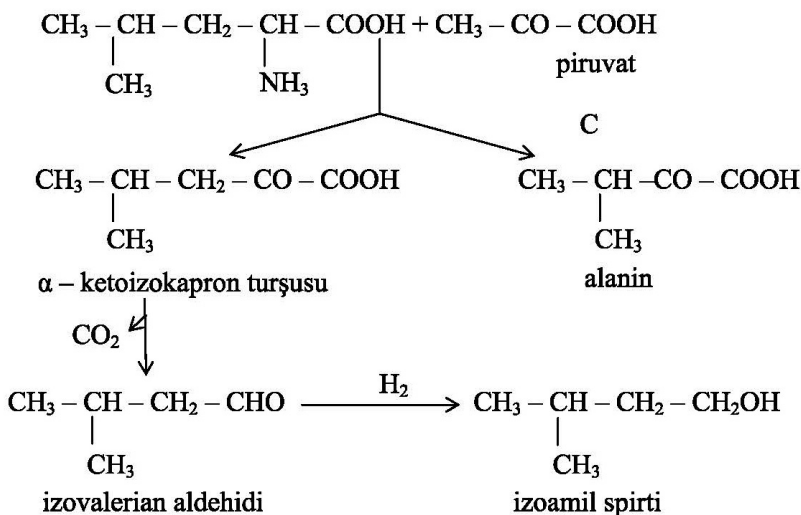


Qələvi mühidə sirkə aldehydi molekulu ikinci molekulda oksidləşmə-reduksiya reaksiyasına girib, etanol və sirkə turşusu əmələ gətirir. Eyni vaxtda qliserinin toplanması gedir. Prosesin yekunu aşağıdakı bərabərliklə ifadə olunur:



Bu üsullar qliserinin sənayedə alınması üçün istifadə olunur. Ali spirtlər amin turşulardan (az dərəcədə ketoturşulardan) fermentasiya mühitində olan amin turşuların deaminləşməsi, ketoturşuların dekarboksiləşməsi və əmələ gələn aldehydlərin reduksiya olunması nəticəsində əmələ gəlir.

Ali spirtlərdən braqada propil (treonindən əmələ gəlir), izobutil (valindən) amil (izoloeysindən) və izomil (leysindən) olur.



Hazırda etanolun qeyri-ənənəvi produsent-mikroorqanizmlərinin intensiv axtarışı aparılır. Onlar geniş dairədə substratları qıcqırda bilməli, etanola görə yüksək məhsuldar, etanol və yüksək temperatura dayanıqlı olmalıdır.

Etanol sintez bakteriyalar maraq kəsb edir. Məsələn, *Zymomonas mobilis* bakteriayaları mayalardan intensiv metabolizmi ilə fərqlənməklə qlükoza və etanolun konversiyasının yüksək xüsusi sürətinə malik olur, etanolun daha yüksək çıxımını təmin edir (95%-ə qədər mümkün nəzərdən), spirtə daha tolerant olur. Lakin bakteriyalar qida mühitində olan ingibitorlara (furfural, fenollar) həssas olur və qıcqırma prosesinin aseptik şəraitdə həyata keçirilməsini tələb edir.

Clostridium thermocellum termofil bakteriyaları (optimal inkişaf temperaturu 68°C) bitki xammalındakı sellülozanı birbaşa etanola çevirir, lakin bu halda xammal liqindən təmizlənməlidir. Bitki xammalının birbaşa konversiyası ilə spirtin yüksək çıxımına nail olunması hələlik mümkün olmamışdır.

Pentoz şəkərlərini qıcqırdan maya ştamları alınmışdır (*pachysden tannophilus*, *Pichia stipitis*, *Candida shehadea*).

Məlum olmuşdur ki, 100 kq ksiloza qıvcırdıqda etanol çıxımı 35-47 litrə çatır.

5.5.3. Nişastalı xammaldan spirt istehsalı

Nişastalı xammaldan etanol istehsalında *Saccharomyces cerevisiae* mayalarından istifadə edilir. Onun üçün optimal qıvcırma temperaturu 29-30⁰C-dir.

5.5.3.1. Nişastanın fermentativ şəkərləşdirilməsi

Etanolun ənənəvi produsenti polişəkərləri parçalamaq xüsusiyyətlidir. Ona görə də nişastalı xammaldan şirə alınmasında bişirmə və şəkərləşdirmə aparılmalıdır. Bitkilərin bir çoxunun nişastasası 20-25% amiloza və 75-80% amilopektinə malikdir. Bitki hüceyrələrində nişasta dənələr (qranul) şəklində olub, ölçüləri 1-dən 120 mkm arasında dəyişir (kartof nişastasasında qranulun ölçüləri 40-50 mkm, dən nişastasasının qranulu 10-15 mkm olur). Nişasta, amiloza və amilopektin soyuq suda, spirtə həll olmur. Amiloza isti suda asan həll olduğu halda, amilopektin təzyiq altında qızdırıldıqda həll olur. Amilopektin molekulunun torlu strukturu nişasta qranulunun həll olmadan köpməsinə səbəb olur (ikinci əlaqə hidrotasiya ilə zəifləyir). Müəyyən temperaturda qranullar yumşalır, ayrı-ayrı struktur elementləri arasındakı əlaqə qırılır, qranulun tamlığı pozulur. Bu halda məhlulun özlülüüyü kəskin yüksəlir – nişastanın yapışqanlanması baş verir. Yapışqan üçün molekulların qeyri-bərabər yerləşməsi, kristal strukturunun itməsi səciyyəvidir. 120-130⁰C temperaturda yapışqan asan hərəkətli olur. Amilopektinin daha tam həll olması buğda dənində 136-141⁰C, kartofda -132⁰C-də baş verir.

Bişirmədə həll olan dən yaxud kartof nişastasası dən səmənisinin, yaxud mikroorqanizm kulturunun amilolitik fermentləri ilə hidroliz olunur (şəkərləşir). Bu prosesin mitselli göbələklər və bakteriyalarla aparılması üstünlük təşkil edir.

Amilolitik fermentlərlə daha zəngin bitki materiallarından dənillərin səməni adlanan cücərmiş dənini qeyd etmək olar. Hazırda spirt sənayesində mitselli göbələk kulturları, yaxud *Bacillus bakteriya* cinsi əsasında ferment preparatları geniş tətbiq olunur və səməni ilə müqayisədə üstünlüyə malikdir. Mitselli göbələk kulturu buğda kəpəyində, yaxud qarğıdalı ununda becərildiyi halda, səməni almaq üçün kondisiyalı dən tələb olunur. Səməni ilə şirəyə çoxlu miqdarda kənar mikroorqanizmlər vurulur ki, bu da etanol çıxımında mənfi şəkildə əks olunur. Daxili göbələk kulturları steril şəraitdə becərilir, onlar şirəni kənar mikroorqanizmlərlə çirkləndirmir. Səthi göbələk kulturlarının becərilməsi dən cücərtiləri ilə müqayisədə (9-10 sutka) xeyli tez (1,5-2,0 sutka) gedir.

Göbələklər nişastanı dərindən hidroliz edən, həmçinin hemillülozanı monoşəkərlərə qədər parçalayan və bununla da etil spirti çıxımını yüksəldən kompleks fermentlər əmələ gətirir.

Nişastalı xammalın şəkərləşməsi prosesində müxtəlif fermentlər iştirak edir. Amilaza daha böyük təcrübi əhəmiyyət daşıyır. α və β -amilazlar yalnız α -1,4-qlükozid əlaqəsinin parçalanmasını katalizə edir. α -amilaz təsiri altında əlaqələr pərakəndə şəkildə, lakin əsasən daxili zəncirdə parçalanır. Nəticədə əsasən dekstrinlər, az miqdarda maltoza və oliqaşəkərlər əmələ gəlir. Təsir xarakterinə görə α -amilazı endogen, yaxud dekstrinogen amilaz adlandırırlar.

β – amilazın təsiri nişastada son (xarici) əlaqəyə yönəlmişdir, bu zaman zəncirin reduksiya etməyən sonluğundan başlayaraq ardıcılıqla iki qlükoza qalığı üzrə (maltoza) ayrılır. β – amilaza nişasta makromolekulunda şaxələnmə yerini keçə bilmədiyindən, hidroliz sondan əvvəlki α -1,4-qlükozid əlaqələrində dayanır və amilopektinin hidrolizində yüksək molekullu dekstrinlər qalmış olur. Amiloza β – amilaza ilə təcrübi olaraq tamamilə maltozaya çevrilsə də, amilopektin yalnız 50-55% çevrilir.

α və β -amilazın birgə təsiri nəticəsində maltoza az miqdarda qlükoza və aşağı molekullu dekstrinlərdən ibarət şəkər qarışı-

ğını əmələ gətirir və burada nişastanın α -1,6-qlikozid əlaqələri toplanmış olur.

Bakteriya və mikroskopik göbələklərdə β -amilaza olmur, lakin fəal α -amilaz olur ki, o, zülalda aminturşu kompozisiyası və spesifik təsiri ilə fərqlənir.

Xüsusilə də, α -amilaza ilə mikroskopik göbələklər kataliz edildikdə çoxlu miqdarda qlükoza və maltoza əmələ gəlir. Bakteriya amilazları arasında həm saxarogen, həm də dekstrinogenlər vardır. Birincilər nişastanı 60% və daha çox, ikincilər 30-40% hidroliz edir. Həm mikrob mənşəli α -amilaz, həm də səməni α və β amilazları 1,6-qlükozid əlaqələrinə müdaxilə etmir.

Mikroskopik göbələklərdə nişastanın α -1,4 və α -1,6 – qlükozid əlaqələrini kataliz edən qlükoamilaza olur. Bu fermentlərlə kataliz etdikdə amilaza və amilopektinin reduksiya olunmayan sonluğundan ardıcılıqla qlükoza qalıqları qoparılır. Əlaqənin qopduğu yerdən oraya su molekulu birləşir və ona görə də hidroliz prosesində qlükozanın nəzəri çıxımı nişastanın kütləsinə görə 111,11% təşkil edir.

Fermentin substratla qarşılıqlı əlaqəsinin 3 mümkün üsulu məlumdur (çoxlu miqdarda zəncirləri olan): çox zəncirli, bir zəncirli və kombinə edilmiş.

Çox zəncirli üsula görə ferment molekulu təsadüfi qaydada polişəkər zəncirlərindən birinə müdaxilə edərək ondan həlqə qoparır, sonra yenə də təsadüfi qaydada növbəti zəncirə, o cümlədən mümkündür ki, əvvəlcədən müdaxilə edilmişə yənidən müdaxilə edir. Beləliklə də ferment-substrat kompleksinin mövcud olduğu müddətdə yalnız 1 katalitik akt baş verir.

Bir zəncirli üsulda ferment molekulu təsadüfi qaydada polişəkər zəncirlərindən birinə müdaxilə edir, ardıcıl şəkildə ondan zəncirin tam parçalanmasına qədər həlqələr qoparır. Ferment-substrat kompleksinin mövcud olduğu müddətdə ferment üçün əlçatan olan bütün əlaqələr hidroliz olunur.

Kombinə edilmiş üsul, yaxud çoxqat müdaxilə üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, ferment-substrat kompleksinin möv-

cud olduğu müddətdə bir neçə əlaqəni hidroliz edir. Bu halda bir həlqə qoparıldıqdan sonra ferment kənarlaşmır, lakin ləngiyir. Müdaxilə növbələşməklə bir- və çoxzəncirli üsullarla baş verir.

Tədqiqatlar göstərir ki, α - və β -amilazlar çoxqat müdaxilə üsulu ilə hidroliz həyata keçirir (çox zəncirli üsul bakteriyaların α -amilazı üçün səciyyəvidir).

Ölkənin spirt zavodlarında nişastanın şəkərsizləşdirilməsi üçün (qurudulmamış) səməni südü şəklində səməni, müxtəlif fəallıq səviyyəli ferment preparatları (qlükavomorin, amilorizin, amilosubtilin) yaxud səməni südü və ferment preparatlarının qarışığı tətbiq olunur.

Səmənin alınma texnologiyası aşağıdakı əsas prosesləri əhatə edir: xammalın 38-40% nəmliyə qədər isladılması; dənin 10 sutka müddətində pnevmatik səməni hazırlayanda 0,5-0,8 mm qalınlığında sərilərək cücərdilməsi; səmənin diskli yaxud çəkilici əzicilərdə xırdalanması; səmənin formalin yaxud xlor əhəng məhlulu ilə dezinfeksiya edilməsi və səməni südünün hazırlanması. Səməni südü əzilmiş səmənin su ilə qarışdırılmasından alınır (1 kq səməniyə 4-5 litr su).

Müxtəlif dənliyərdən hazırlanan səmənidə hər amilolitik fermentin miqdarı qeyri-bərabər olur. Məsələn, arpadan alınan səməni yüksək α və β -amilolitik fəallığa, darıdan alınan səməni isə güclü dekstrinolitik fəallığa malik olur. Çox vaxt 3 növ səmənidən qarışıq hazırlanır: arpa (50%), darı (25%) və yulaf (25%). Eyni bitkidən spirt istehsalında yalnız bir bitkidən alınan səmənidən istifadə olunması qadağandır.

5.5.3.2. Nişastalı xammalı su-istiliklə işləməklə şirə alınması

Nişastalı xammalın bişirilməsinin aşağıdakı üsulları fərqləndirilir:

- yüksək təzyiqdə fasiləli bişirmə;
- əzilmiş xammalın yüksək təzyiqdə fasiləsiz bişirilməsi;

- xammalın mexaniki-fermentativ işlənməsi.

Hazırda müəssisələrdə xammalın bişirilməsinin əsasən fasiləsiz metodlarından istifadə olunur. Çünki o, fasiləli proseslərdən fərqli olaraq (daha aşağı temperaturda və təzyiqdə) az enerji sərfiyyatı ilə aparılır.

Xammalın fasiləli bişirilməsi bütöv, yaxud çətin əzilən dənələrin emalında tətbiq olunur. Təcrübədə bir və çoxpilləli bişirmə realizə olunur.

Buğda dəninin birpilləli bişirilməsi 155°C temperaturda, $0,45\text{ mPa}$ təzyiqdə və prosesin 85-90 dəqiqə davam etmə şəraitində aparılır. Dən bişirildikdə su birbaşa xammal yüklənməsinə qədər bişiriciyə verilir. Bişirilmə prosesini tarazlaşdırmaq və xammalın bərabər səviyyəli bişirilməsini təmin etmək üçün hər 7-10 dəqiqədən bir dövretmə aparılır.

3 pilləli bişirmə aşağıdakı sxemə uyğun aparılır: bişirmədən əvvəl ($50\text{-}85^{\circ}\text{C}$ temperaturda), bişirmə ($150\text{-}155^{\circ}\text{C}$ temperaturda 60-65 dəq), yetişdirmə ($102\text{-}106^{\circ}\text{C}$ temperaturda 40-45 dəq yetişdirmə). Bişiricidə hər 5-7 dəqiqədən bir 1-1,5 dəqiqə davam edən dövretmə aparılır. Dən xammalının bişmiş kütləsi tünd sarı rəngə malik olur.

Xammalın yüksək təzyiqdə fasiləsiz bişirilmə sxemi onun xırdalanmasını (əzilməsini); su ilə qarışdırılmasını; xəmirin bir qədər bişirilməsini; bir qədər bişirilmiş xəmirin bişirilməsini; bişirilmiş xəmirin soyudulmasını nəzərdə tutur. Xəmirin bir qədər bişirilməsi ikinci buğun istifadə olunmasını təmin edir, həmçinin müəyyən qədər köpməyə və nişastanın yumşalmasına səbəb olur ki, bu da sonrakı bişirmə rejimini yumşaltmış olur.

Bişirilməyə verilən dənin keyfiyyəti reqlamentləşdirilmir. Dənin 4 qüsurluq dərəcəsi fərqləndirilir:

1. Səməni iyi ilə (bioloji sükunət dövründən çıxmış);
2. Kifli-cürümüş iy;
3. Çürüntülü iylənmiş iy;
4. Güclü şəkildə öz-özünə yanmaya məruz qalmış dən qabığı qonur, yaxud qara rəng alır.

Şaxta vurmuş və qışlamış dənləri də emal edirlər.

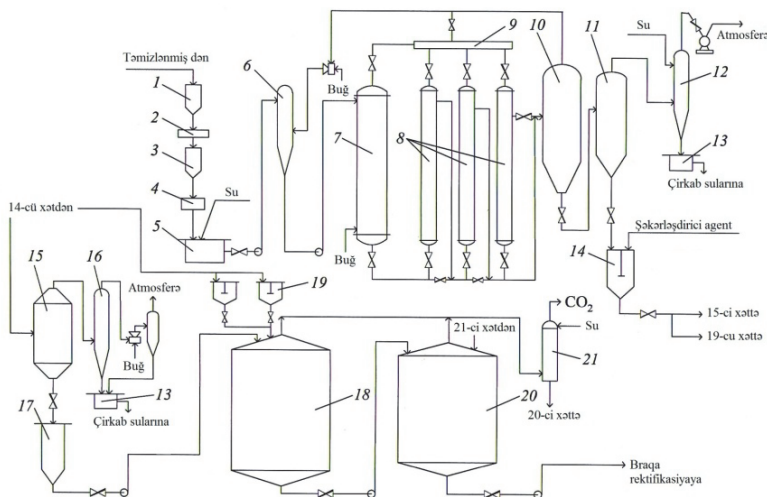
Əzilmiş nişastalı xammal qazan kolonlarda bir, yaxud iki pillədə 132-135⁰C temperaturda (buğda yaxud 150⁰C-də kartof bişirilir) bişirilir. Dənin əvvəlcədən əzilməsi etanol çıxımını artırır. Adətən dənin əzilməsində yarmaların orta ölçüsü 1,5-1,7 mm təşkil edir. Dənin gözcüklərinin diametri 1 mm olan ələkdən keçən miqdarının 90-100%-ə çatdırılması, 1 ton nişastadan spirt çıxımının 0,3-0,4 dal yüksəlməsini, bişirilmə temperaturunun 130⁰C-yə qədər azaldılmasını və bişirilmə müddətinin 10-15 dəq qısaldılmasını təmin edir.

Dən silos qüllələrində saxlanılır və oradan konveyr və noriyalarla qarışıqlardan təmizlənmək üçün dən təmizləyici maşınlarla və maqnit seperatorlara ötürülür. Təmizlənmiş dən silos qüllələrində saxlanılır və oradan konveyr və noriyalarla asılı bunkerdən və tərəzidən keçməklə əzilməyə və desinqedratora verilir. Əzilmiş dən qayıdırıcı – bir qədər az bişirənə daxil olur. Burada isti (80-85⁰C) su ilə 2:1 nisbətində qarışdırılır (2,5-2,8) və 5-7 dəqiqədən artıq olmamaqla saxlanır (daha çox saxlandıqda xəmirin özlüklüyü güclü şəkildə yüksəlir, bu isə onun nasosla götürülməsini çətinləşdirir). Xəmir buğla 110⁰C-yə qədər qızdırılır və bişirmə kolonunun 1-ci pilləsinə daxil olur və burada əks axınla aşağıdan-yuxarıya kəskin buğ verilərək 130⁰C-yə qədər qızdırılır. Bişirmə kolonunun birinci pillədə həcmi, kütlənin orada 25 dəqiqə qalmasını təmin edir. Bişirmənin ikinci pilləsi 3 ayrı-ayrı kolonları əhatə edir. Bişirilmiş xəmirin hər kolonda qalma müddəti 20 dəqiqə ola bilər. Təzyiqi bərabərləşdirmək üçün bütün kolonlar bir-birilə bərabərləşdirici kollektordan keçməklə buğ fazasında əlaqələnilir.

Kolondan xəmirin götürülmə səviyyəsi özülü kütlənin axımını asanlaşdırmaq üçün ardıcılıqla aşağı salınır. Səviyyənin göstəricisini keçməklə kütlə buğ seperatoruna ötürülür. Hansı ki, ikinci buğ bişmiş xəmirin qızdırılması üçün istifadə olunur. Buğ separatorunun çıxışında bişmiş kütlə 100⁰C-yə yaxın temperatura malik olur və 20-22 kPa qalıq təzyiqdə şəkərləşmə tem-

peraturuna (60-62⁰C) qədər soyudulur. Kütlənin buğ seperatorundan buxarlandırıcıya ötürülməsi qovulma hesabına həyata keçirilir.

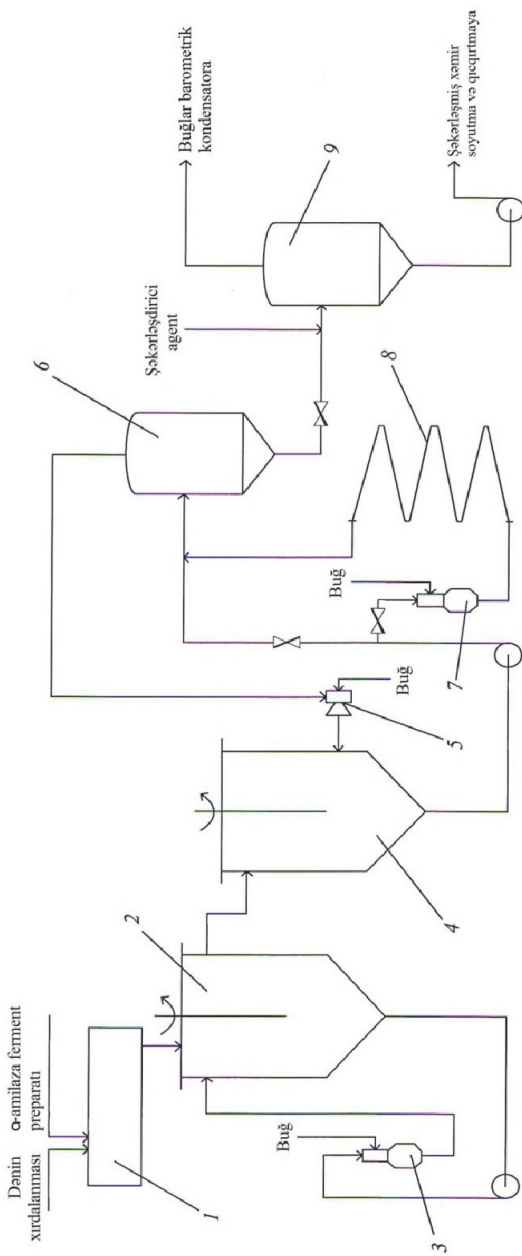
Bişirilmiş xammal kütləsi 58-60⁰C temperaturda şəkərləşdirici agentin (ferment preparatı, yaxud səməni südü) iştirakı ilə 20 dəqiqə müddətində qarışdırılmaqla şəkərləşdirilir (şəkil 5.17). Nişastanın şəkərləşdirilməsi şirənin qıvcırtma aparatlarında qıvcırdılması zamanı davam edir.



Şəkil 5.17. Yüksək təzyiqdə xammalın bişirilmə sxemi

1-tərəzi üzərində bunker; 2-tərəzi; 3-tərəzi altı bunker; 4-dezintegrator; 5-qarışdırıcı-əvvəlcədən bişirici; 6-qızdırıcı; 7-I pillə bişirmə kolonkası; 8-II pillə bişirmə kolonkası; 9-bərabərləşdirici kollektor; 10-buğ seperatoru; 11-I pillə buxarlandırıcı; 12, 16-barometrik kondensatorlar; 13-barometrik qutu; 14-şəkərləşdirici; 15-II pillə buxarlandırıcı; 17-şirə toplayıcı; 18-qıvcırtma; 19-maya aparatları; 20-braqa toplayıcı; 21-spirt tutucu

Qüsurlu xammal emal olunduqda daha ciddi isti işlənmə rejimindən istifadə olunur. Bu halda xəmir HDFİ-2 aparatından təmas başlığına ötürülür, burada 110-130⁰C-yə qədər qızdırılır, sonra kütlə borulu yetişdiricidən keçməklə buğ seperatoruna daxil olur (şəkil 5.18).



Şəkil 5.18. Dən xammalının mexaniki-fermentativ sxemi

1-qarışdırıcı; 2-HDFİ-1 aparatı; 3,7-təmas başlığı; 4-HDFİ-2 aparatı; 5-buğ çjektoru; 6-buğ seperatoru; 8-borulu yetiştirici; 9-buxarlandırıcı-şəkərləşdirici

Belə mexaniki-fermentativ proses o vaxt uğurla həyata keçirilə bilər ki, dənin xırdalanma dərəcəsi tam tələbatı ödəməklə gözcüklərinin diametri 1 mm olan ələkdən azı 75-85% xırdalanmış kütlə keçə bilsin. Xəmirin kəsafədəsinin azaldılması üçün bakterial (*Bacillus subtilis*) α -amilazadan istifadə olunur. Bu ferment əsasən dekstrinlər əmələ gətirməklə yüksək temperaturda monoşəkərlərin toplanması və parçalanmasını istisna edir. Xammalın mexaniki-fermentativ işlənməsi az enerji xərcləri ilə və təzyiq altında işləyən avadanlıqlarsız şəraitdə keyfiyyətli şirə alınmasını təmin edir ki, bu da prosesin həyata keçirilməsini xeyli sadələşdirmiş olur.

5.5.3.3. Şirənin qıcqırması

Niştalı xammaldan alınan şirə qızdırıldıqda *Saccharomyces cerevisiae* mayalarının dekstrin əmələ gətirmək xüsusiyyətinə malik olmayan X və XII irqlərindən istifadə olunur. Dekstrinlərin hidrolizi səmənli dekstrinazının yaxud mikrob ferment preparatı qlukoamilazın təsiri altında şirənin qıcqırılması zamanı davam edir. Ona görə də niştalı xammaldan şirənin qıcqırma sürəti son dekstrinlərin hidroliz sürəti ilə məhdudlaşır.

Hazırda yalnız monoşəkərləri fermentləşdirmə xüsusiyyətli deyil, eyni zamanda niştanı hidroliz edən amilolitik fermentləri sintez edə biləcək mayalar axtarışındadırlar. *Schwanniomyces castellii* mayalarında amilolitik xüsusiyyət aşkarlanmışdır. Onlar α -amilaza və iki amiloqlukozidaza əmələ gətirməklə α -1,6 - əlaqənin və sondakı α -1,4 - əlaqəni qlükoza yaranmaqla hidroliz edirlər.

Niştə və dekstrinlərin etil spirtinə birbaşa konversiyasını *Saccharomyces cerevisiae var. diastaticus* ştamları həyata keçirə bilər. Mayaların amilolitik fəallığını gücləndirmək üçün gen mühəndisliyi metodları tətbiq olunur.

Şirə istehsalat şəraitində 28-30⁰C temperaturda və 4,5-5,0 pH mühitində fasiləli, yaxud fasiləsiz metodla qıcqırdılır. Fasiləli qıcqırma prosesinin davam etmə müddəti 3 sutkaya yaxındır. Qıcqırtma aparatlarının təchiz olunduğu qurğular ayrılan bioloji istiliyi (1 kq qlükoza qıcqırdıqda 650 kC istilik ayrılır) aradan qaldırmaq üçündür. Əsas qıcqırma zamanı temperatur 29-30⁰C sona qədər qıcqırmada 27-28⁰C-də tənzimlənilir. Sona qədər qıcqırmada temperaturun aşağı salınması mayaların acılığını istisna edir və braqanın turşuluğun artmasının qarşısını alır. Qıcqırtma aparatlarında şirədə əkmək üçün maya aparatlarında təbii təmiz kultur metodu ilə daha doğrusu kənar mikroorqanizmlərin inkişafını məhdudlaşdıran şəraitdə çoxaldılmış mayalardan istifadə olunur. Bu zaman sulfat yaxud süd turşusundan istifadə etməklə mühitin turşuluğu pH 3,8-4-dək aşağı salınır. Əkin mayaları suspenziyasının miqdarı şirənin həcmi-
nin 10-12%-ni təşkil edir.

Braqada qıcqırmamış şəkərin miqdarı (reduksiyaedici maddələr) 0,2-0,3%-ə çatdıqda, quru maddələrin miqdarı isə son 2-3 saat ərzində dəyişməz qaldıqda qıcqırma başa çatmış hesab olunur. Braqada spirtin qatılığı 8-11h% təşkil edir. Qıcqırmının sonunda qıcqırdıcı aparatlar isti su ilə yuyulur və temperaturun 100⁰C-yə qədər yüksəldilməsi ilə kəskin buğla işlənilir və azı 30 dəqiqə yetişdirilir.

Karbon qazı qıcqırtma aparatlarında 50-70 kPa təzyiq yaradır və maye və bərk karbonat turşusu almaq üçün tətbiq olunur.

Şirə qıcqırdıldıqda ən başlıca vəzifələrdən biri oradakı kənar mikrobiota ilə mübarizə aparılmasıdır. Çünki onların meydana gəlməsi qıcqırma prosesinin qeyri sterilliyini və texnoloji rejimin pozulmasını stimula edir. Kənar mikroorqanizmlər öz həyat fəaliyyətləri üçün şəkər və etanoldan istifadə edir, üzvi turşular əmələ gətirməklə məhsul çıxımını aşağı salır. Braqanın turşuluğunun yüksəlməsi ilə əlaqədar qıcqırma prosesinin infeksiyalaşmasına dair fikir yürüdürlər. Infeksiya hər şeydən əv-

vəl şirə toplayıcılarda, qıcqırtma və maya aparatlarında inkişaf edir. Texnoloji rejimlərin kəskin pozulması kənar mikrobiotların kütləvi inkişafına gətirib çıxarır. Mikrobiotların tərkibinə əsasən bakteriyalar, həmçinin “vəhşi” mayalar daxildir.

Bakterial mikrobiota əsasən süd turşusu, bir qədər az sirkə turşusu və yağ turşusu bakteriyaları ilə təmsil olunur. Süd turşusu bakteriyalarının əsas nümayəndəsi *Leuconostos agglutinansdır*. Bu, sporsuz fakültativ - anaerob çöplər olub, karbohidratları turşular (süd, sirkə, propion), etanol və karbon qazı əmələ gətirməklə qıcqırır. Bakteriya hüceyrəsi selikli kapsula malikdir. Maya hüceyrələri ilə birlikdə inkişaf edən bakteriyalar maddələr mübadiləsini çətinləşdirir və mayaların həyat fəaliyyətini pozur. Qıcqıran şirənin turşuluğunun yüksəlməsi nişastanın şəkərləşməsinə aparan amilolitik fermentlərin tədricən inaktivasiya olunmasına və etil spirti çıxımının azalmasına gətirib çıxarır. Sirkə turşusu bakteriyaları (*Asetobacter melanogenum*) etil spirtini sirkə turşusuna qədər oksidləşdirir, ciddi aerob olub, braqa toplayıcılarında inkişaf edir. Yağ turşusu bakteriyaları (*Clostridium butiricum*) ciddi anaerob sporlu bakteriyalardır. 0,0005%-dən çox qatılıqda mayaların həyat fəaliyyətini təsir altına alan yağ turşusu əmələ gətirir.

İnfeksiyanın inkişafının qarşısını almaq üçün müntəzəm şəkildə avadanlıq və kominikasiyaların profilaktik sterilizəsi aparılır. Sterilizə dövrləri arasındakı müddətdə avadanlıqların işinin davam etməsi 3 sutkadan artıq olmamalıdır. İnfeksiya inkişaf etdikdə aşağıdakı mübarizə üsulları tətbiq olunur:

- mühitin pH-nın 1-3 saat 3,5-ə qədər aşağı salınması (bu mayaların qıcqırdıcı xüsusiyyətinə əks təsir göstərir);
- qıcqıran şirəyə mayaları məhv etməyən antibiotiklər (məsələn, laktomisin 50-60 vahid/ml mühit miqdarında), yaxud antiseptiklər (frikont antiseptiki geniş istifadə olunur) vurulur.

Sənaye miqyasında qıcqırmanın fasiləsiz üsulunun həyata keçirilməsi çətin olur, çünki dən-kartof şirəsinin kənar mikro-

orqanizmlərlə yoluxması fermentləşmiş mühitin turşuluğunun xeyli yüksəlməsinə, amilolitik fermentlərin inaktivasiyasına və etil spirti çıxımının azalmasına səbəb olur. Fasiləsiz proses yalnız 4 və daha çox aparatdan ibarət olan batareyada realizə olunur. Təcrübədə 8 aparatdan ibarət qıcqırtma batareyasından istifadə edilir (2 baş və 6 sona qədər qıcqırdıcı).

Təcrübi yolla sübut edilmişdir ki, əgər maye mühitin fasiləsiz axınını çoxpilləli batareyanın ardıcılıqla boşalan aparatlarının profilaktik sterilizəsi ilə birləşdirilərsə, o halda belə sistem qeyri-məhdud müddətdə qoyulmuş sterilliyi saxlaya bilər. Qıcqırtma aparatlarının (o cümlədən, ötürücü borular və armaturların) profilaktik sterilizəsi ciddi ardıcılıqla aparatların nömrələrinə uyğun qıcqırmanın mərhələsindən asılı olmayaraq – başdakından sonuncuya qədər müəyyən vaxt aralıqları ilə (adətən 3 sutka) aparılır. Şirənin batareyaya fasiləsiz axını birincidən ikinci baş aparata vurulur və üzərinə birinci baş aparatda olan kütlə əlavə edilir. Sonra onlar yuyulur, buğla sterilizə olunur, soyudulur, doldurulur, təzə şirənin axımı bərpa olunur və mayalarla əkilir. Birinci baş aparat doldurulanda ikincidə olan material üçüncüyə vurulur, ikinci isə yuyulur, sterilizə olunur və birinci aparatdan daxil olan axınla doldurulur. Bu cür prinsiplə batareyanın bütün aparatlarının ardıcıl sterilizəsi həyata keçirilir.

Fasiləsiz qıcqırtma aşağıdakı qaydada aparılır.

Səpin mayaları almaq üçün anaqlığa şəkərləşdiricidən şirə vurulur, 2 saat yetişdirilir və 120°C-də 30 dəqiqə müddətində buğla sterilizə olunur. Sonra şirə soyudulur və mayalar əkilir. Mayalar anaqlıqda 3 sutka müddətində becərilir. Alınan suspenziya maya aparatına verilir. Burada şirə 2-3 saat yetişdirilir, sonra 75-80°C temperaturda 20 dəqiqə müddətində pasterizə olunur. Soyudulmuş şirə sulfat turşusu ilə pH 3,6-3,8 böyüklüyünə çatana qədər turşulaşdırılır. Maya aparatında olan material 5-6% qalıq qatılıq qalana qədər qıcqırdılır. Yetişmiş mayalar

qıcqırdıcıya ötürülür, hansı ki, şirə 1 sutka müddətində 4-4,2 pH göstəricisində 90-100 milyon/ml hüceyrə toplanana qədər qıcqırdılır və baş qıcqırtma aparatına buraxılır. Şirə baş aparata verilir və ondan keçməklə bütün batareyanın qıcqırdılma aparatlarına (8 aparatdan ibarət) doldurulur. Batareyanın ilk 5 qıcqırtma aparatları istiliyin verilməsi üçün ilanvari borularla təchiz olunmuşdur. Batareya axın rejimində işləyir. Batareyanın ilk 3 aparatında qıcqırma temperaturu $27-29^{\circ}\text{C}$, sonrakılarda $27-28^{\circ}\text{C}$ səviyyəsində tənzimlənilir. Batareyada qıcqırma prosesinin davam etməsi 60-62 saat təşkil edir. Məhsuldarlığı etanolla görə 1500 dal/sutka olan qıcqırtma batareyasına aşağıdakı aparatlar daxildir: həcmi hər biri $1,5\text{ m}^3$ olan 2 ədəd anacılıq, 2 ədəd maya aparatı (hər birinin həcmi 15 m^3), 2 ədəd qıcqırdıcı (hər birinin həcmi 28 m^3), baş qıcqırtma aparatı (70 m^3) – 2 ədəd, sona qədər qıcqırdıcı (70 m^3) – 6 ədəd, braqa toplayıcı (70 m^3) – 1 ədəd.

5.5.3.4. Braqanın rektifikasiyası

Braqadan spirtin ayrılması və onun təmizlənməsi fasiləsiz işləyən üç yaxud dörd kolonlu rektifikasiya qurğularında aparılır.

Braqa xeyli miqdarda müxtəlif qarışıqlara malik olur. Spirt braqasında olan bütün qarışıqlar nisbi uçuculuq əmsalına görə ($K_{\text{nis uq}}$) 4 qrupa bölünür: baş, quyruq, aralıq və son.

Baş qarışıqlar (aldehidlər, efirlər) $K_{\text{nis uq}} > 1$ malik olur və braqadan asanlıqla ayrılaraq rektifikasiya kolonunun yuxarı nimçələrində toplanır.

Quyruq qarışıqları üçün $K_{\text{nis uq}} < 1$, onlar rektifikasiyada qalıqda qalırlar. Tipik quyruq qarışıqları sirkə turşusu və furfuroldur.

Aralıq qarışıqlar ikili xüsusiyyətə malikdir: etanolun yüksək qatılığında quyruq qarışıqları ($K_{\text{nis uq}} < 1$) aşağı olduqda isə baş

qarışıqların xarakteri ($K_{\text{nis uq}} > 1$) olur. Məhlulda etanolun müəyyən qatılığında aralıq qarışıqların uçuculuğu etanolun uçuculuğuna bərabər olur ($K_{\text{nis uq}} = 1$). Aralıq qarışıqlar onların maksimum toplandığı zonadan daha doğrusu kolonun orta hissəsində toplanır. Aralıq qarışıqların nümayəndələri izobutil, izoamil, propil spirtləri, sirkə-izoamil və izovalerian-etil efirləridir.

Son qarışıqlar aralıq qarışıqlarda olduğu kimi müxtəlif nisbi uçuculuğa malik olub, lakin onlar əksinə olaraq etanolun yüksək qatılığında $K_{\text{nis uq}} > 1$ və etanolun aşağı konsentrasiyasında $K_{\text{nis uq}} < 1$. Bu qarışıqlar rektifikasiya kolonunun orta hissəsində yığılmayıb, etanolun qatılığından asılı olub, yuxarı (baş qarışıqlar kimi) yaxud aşağı enir (quyruq qarışıqlar kimi). Səciyyəvi nümayəndəsi metanoldur. Braqa rektifikasiya qurğusunun texnoloji sxemi etanolu müşayət edən qarışıqların xüsusiyyətlərini nəzərə alır. Braqa rektifikasiya qurğularının əsas kolonları braqa, epyurasiya və rektifikasiya (spirt) kolonlarıdır. Braqa kolonlarının (27-30 nimçə) vəzifəsi – braqanın qovulması və spirtin 40-50 h%-ə qədər tündləşdirilməsindən ibarətdir. Epyurasiya (“epyurasiya” termini uçucu qarışıqların ayrılması mənasını verir) kolonkası (30-40 nimçə) tündləşdirilmiş destilyatdan baş qarışıqların (efirlər, aldehidlər) baş fraksiya şəklində ayrılmasını təmin etməkdir. Rektifikasiya (spirt) kolonkası (70 nimçə) spirtin maksimum tündləşdirilməsi və pasterizəsi sivuş yağları və sivuş spirtləri fraksiyalarının ayrılmasını təmin edir. Spirtin pasterizəsi onun baş qarışıqlardan və metil spirtindən əlavə təmizlənməsini təmin etmək üçündür. Bu məqsədlə spirtin götürülmə zonasının üstündə nimçələr mövcuddur.

Dolayı təsirli braqa rektifikasiya qurğularında etanol braqa kolonkasında tündləşdirilir və spirtin bütün qarışıqları olan su-spirt buğları şəklində ayrılır. Birbaşa təsirli qurğular onunla fərqlənir ki, onlarda qarışıqların ayrılması birbaşa braqadan (1 kolonkada braqa və epyurasiya kolonkaları birləşdirilir), başqa sözlə duruldulmuş su spirt məhlulundan baş verir.

Yarım birbaşa təsirli qurğularda braqa epyurasiyaya məruz qalmır, lakin bu aparatda braqa buğları kondensasiya olunmadan epyurasiya kolonkasına yönəldilir. Uçucu qarışıqlardan təmizlənən epyurat rektifikasiya kolonkasına daxil olur. Birbaşa işləyən qurğular daha səmərəli olsa da, təcrübədə dolayı təsirli qurğular geniş tətbiq tapmışdır. Çünki sonuncular işdə stabil olub, idarə edilməsi və prosesin tənzimlənməsi sadədir.

Braqa rektifikasiya qurğuları əsas kolonkalardan başqa köməkçi kolonkalarla da təchiz oluna bilər. Etanolun sivuş yağları fraksiyasından (12 nimçə) bərpası üçün ekstraktiv – rektifikasiya (sivuş) kolonkası, etanolun baş fraksiyadan bərpası üçün qovucu kolonka (40 nimçə) və son təmizlənmə kolonkası (70 nimçə) rektifikasiya spirtinin təkrar təmizlənməsi ilə etanolun yüksək əmtəlik keyfiyyətini təmin edir.

Dolayı təsirli 3 kolonkalı braqa rektifikasiya qurğusu 5.19 sayılı şəkildə verilir.

Qurğuya daxil olan braqa, braqa kolonkasının ilk iki deflaqmatör seksiyasında qızdırılır, karbon qazından separatorda azad edilir və braqa kolonkasının 23-cü nimçəsinə verilir. Separatordan çıxan kondensasiya olunmamış qazlar kondensatordan və spirt tutucudan keçirilərək etil spirtinin buğları tutulur, kondensat epyurasiya kolonkasına yönəldilir. 50%-ə yaxın etil spirtinə malik olan braqa kolonkasının destilyatı epyurasiya kolonkasının 23-cü nimçəsinə daxil olur. Braqa kolonkasının kub hissəsindən spirtsizləşdirilmiş braqa (spirdən sonrakı barda) ayrılır. O, 0,02 h%-dən çox olmayan etil spirtinə malik olmaqla istehsal qalığı hesab olunur.

Epyurasiya kolonkasından çıxan buğlar deflaqmatordan və əlavə kondensatorda kondensasiya olunur. Sonra ondan 85-90% etil spirtinə, 2-6% uçucu qarışıqlara, 5-6% suya malik baş fraksiya ayrılır.



13-qaynar bug

Baş fraksiya etil spirtinin bərpası və baş qarışıqların qatılşdırılması üçün qovucu kolonkaya yönəldilir. Deflaqmatordan çıxan kondensat kolonkanın suvarılmasına daxil olur. Kolonkanın yuxarı nimçəsinə uçucu qarışıqların səmərəli ayrılması üçün elə miqdarda su vurulur ki, (etil spirtinin duruldulması üçün) epyuratda (kolonkanın kub hissəsinin çıxışında) spirtin qatılığı 35 h%-dən az olmasıdır. Bu üsul hidroseleksiya adı almışdır.

Epyurat öz axımı ilə defleqmatör və kondensatorla təchiz olunmuş spirt kolonkasının 16-cı nimçəsinə daxil olur. Kolonkadan çıxan buğun əsas kütləsi defleqmatorda kondensasiya olunur və fleqma şəklində istifadə olunur. Kondensatordan pasterizə olunmamış spirt götürülür ki, o, baş və son qarışıqlara malik olduğundan epyurasiya kolonkasına yönəldilir. Rektifikasiya olunmuş (pasterizə edilmiş) spirt (96,4-96,6 h% etil spirti) 8-10 nimçələrdən götürülür (kolonkanın yuxarı hissəsindən hesablamaq). Əmtəlik etil spirti soyuducu, filtr, baxış fonarı, nəzarət cihazından (etil spirti saygacından) keçir və spirt qəbuledici bölməyə daxil olur.

Aralıq qarışıqlar spirt kolonkasından 2 fraksiya şəklində çıxır: siviş yağları fraksiyası (əsasən izoamil, amil və izobutil spirtləri) hansı ki, kolonkanın aşağısından 7-9-cu nimçələrdən ayrılır və siviş spirtləri fraksiyası (əsasən propil spirti) 17-19-cu nimçələrdən ayrılır. Siviş spirti epyurasiya kolonkasına qayıdır və fasiləli şəkildə yardımçı məhsul şəklində qurğudan çıxır.

Siviş yağları fraksiyası 60 h%-ə yaxın etil spirtinə malik olur və etil spirtinin bərpası, əmtəlik siviş yağı almaq üçün siviş kolonkasına (ekstrakt-rektifikasiya) yönəldilir. Spirt kolonkasının kub hissəsindən tərkibində etil spirtinin miqdarı 0,02 h%-dən çox olmayan kasad maye ayrılır.

Braquadakı etil spirtinin fraksiyalar çıxımı aşağıdakı miqdarda olur: siviş yağları fraksiyası – 0,4%, baş fraksiya – 2,5%, pasterizə olunmamış spirt – 3%.

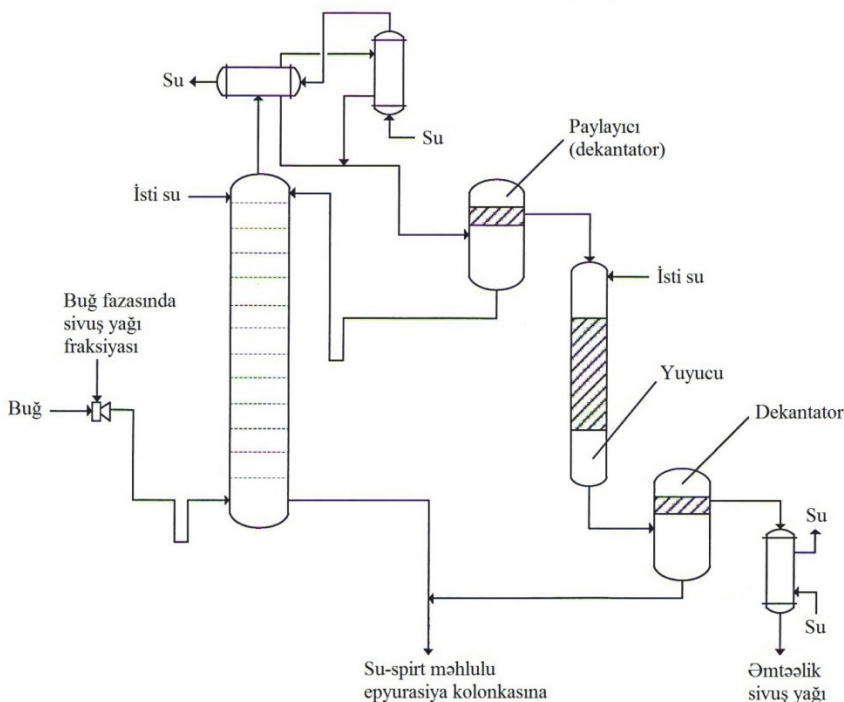
Braqa və epyurasiya kolonkaları kəskin və kəskin olmayan buğla qızdırılır. Spirt kolonkası əmtəlik spirtin duruldulmasını istisna etmək üçün yalnız kəskin olmayan buğla qızdırır.

Sonuncu təmizlənmə kolonkası yüksək keyfiyyətli əmtəlik spirt alınmasına təminat verir və təkrar epyurasiya yaxud spirtin təkrar rektifikasiyası rejimində işləyə bilər. Birinci halda spirt rektifikasiya kolonkasından aşağıdan sayılmaqla 14 yaxud 20-ci nimçəyə daxil olur. Baş qarışıqlar və metil spirti kondensatordan ayrılır və epyurasiya kolonkasına verilir. Kolonkanın kub hissəsindən əmtəlik spirt çıxır. Son təmizlənmə kolonkası spirtin təkrar rektifikasiyası rejimində işlədikdə spirt kolonkasından spirt 2 yaxud 4-cü (kolonkanın aşağısından hesablanmaqla) nimçəyə daxil olur. Pasterizə olunmamış spirt kondensatordan götürülür və epyurasiya kolonkasına yönəldilir (yuxarıdan sayılmaqla 3 və 4-cü nimçələr).

Əmtəlik spirt kolonkanın yuxarisından sayılmaqla 8-10-cu nimçələrdən ayrılır.

Sivuş yağları və digər qarışıqların spirt kolonkasında başlanmış qatışaldırılması sivuş kolonkasında davam etdirilir. Sivuş yağları fraksiyası spirt kolonkasından buğ fazasında ayrılır və qaynar texnoloji buğla kolonkanın aşağı nimçəsinin altında yerləşmiş iektorun köməyi ilə nəql edilir. Kolonkanın yuxarı nimçəsinə etil spirtinin qatılığını azaltmaq üçün qaynar su (95°C) verilir. O elə nisbətdə verilir ki, kub mayesində spirtin qatılığı 1,5-3% təşkil etsin. Su-spirt buğları defleqmatorda və kondensatorda kondensasiya olunur. Kondensat dekantatorda ayrılır. Aşağı qat (etil spirtinin sulu məhlulu) fleqma şəklində kolonkaya daxil olur, yuxarı qat isə (sivuş yağları) qalıq etil spirtinin su ilə ekstraksiyası üçün yuyucuya yönəldilir. Qarışıq dekantatorda əmtəlik sivuş yağı alınmaqla təbəqələşdirilir. Ondan təmiz ali spirtlər (amil, izoamil, butil) almaq üçün istifadə oluna bilər. Su-spirt məhlulu epyurasiya (yaxud braqa) kolonkasına qaytarılır.

Sivuş kolonkasının sxemi 5.20 sayılı şəkildə verilir.



Şəkil 5.20. Sivuş kolonkasının əlaqə sxemi

Baş fraksiyadan spirtin ayrılması qovucu kolonkada (40 nimçə, qidalandırıcı 16-cı nimçə) həyata keçirilir. Kolonkanın həmçinin yuxarı nimçəsinə hidroseleksiya üçün qaynar su (90°C) vurulur. Kolonka kəskin buğla qızdırılır. Uçucu qarışıqların buğları defleqmatör və kondensatorda kondensasiya olunur. Kondensat dekantatorda ayrılır. Aşağı qat (etil spirtinin sulu məhlulu) fleqma şəklində kolonkaya daxil olur. Yuxarı qat özünü efir-aldehid konsentratı kimi göstərir və istehsalatda ətirli maddələr kimi tətbiqini tapır. Sivuş yağlarının yuyulması və hidroseleksiya üçün spirt kolonkasının kasad məhlulundan

istifadə olunur. Braquarektifikasiya qurğusunda spirtin yol verilən itkisi 0,8-1,2% təşkil edir.

Braqaanın rektifikasiyası enerji tutumlu prosesdir. Bir dekalitr rektifikasiya olunmuş spirtə buğ sərfiyyatı 30-35 kq təşkil edir.

Buğ sərfiyyatının 70%-ə yaxını braqa kolonkasının payına düşür. Enerji xərclərinin aşağı salınma yollarından biri braquarektifikasiya qurğusunun bir yaxud bir neçə kolonlarının qatılığı azaltma altında işləməyə köçürülməsidir. Hamısından çox qatılığı azaltma altında braqa kolonkası işləyir. O, bu halda spirt kolonkasından çıxan spirt buğlarının kondensasiyası hesabına yaranan istiliklə qızdırılır. Vaakum kolonkalı qurğularda buğ sərfiyyatı 35-40% azaldıla bilər. Lakin qatılığı azaltma altında işləyən kolonkalı qurğular aparat tərtibatı və istismarı baxımından daha mürəkkəbdir.

5.5.3.5. Braquarektifikasiya qurğularının təhlükəsiz istismarı

Spirt buğları və xüsusilə də onu müşayət edən qarışıqlar (daha çox metil spirti) havada hətta çox az miqdarda xidməti heyətə olduqca zəhərli təsir göstərir və hava ilə müəyyən nisbətə partlayış təhlükəli qarışıq əmələ gətirir. Spirt və onun qarışıqları asanlıqla alovlanır. Metil spirti xüsusi təhlükə törədərək (baş fraksiyanın tərkibində) görmə sinirlərini zədələyir və 30 ml-dən artıq miqdarda udulduqda metal təsirə malik olur. Rektifikasiya bölməsi yanğın təhlükəsinə görə A kateqoriyasına, partlayış təhlükəsinə görə V-1A sinfinə aid edilir. O, etibarlı işləyən havalandırma (o cümlədən, qəzalı) və yanğını söndürmək üçün lazım olan vasitələrə malik olmalıdır.

Rektifikasiya qurğularına xidmət etdikdə aşağıdakılar qadağandır:

- 1) əgər yanacaq məhlullarının mövcud olduğu hər hansı boru, boru ötürmələri, əlaqələndiriciləri və kranlardan axma olarsa kolonkaların istismarı;

- 2) qıgılıcım vermə xüsusiyyətli avadanlıq və alətlərlə, qız-
mış metal əşyalarla iş yerinə yetirmək, açıq oddan istifa-
də;
- 3) rektifikasiya bölməsində özü alıxan materiallar saxlamaq;
- 4) rektifikasiya kolonkalarında normativdən artıq təzyiqi
yüksəltmək;
- 5) rektifikasiya qurğusunun işi zamanı ayrı-ayrı aparatları
təmizləmək.

Təmirdən əvvəl qurğu yaxud onun ayrı-ayrı elementlərinin spirtlə silinməsi aparılırsa, onların yuyulması və su buğu ilə buğlandırılması yol verilməzdir. Spirt və fraksiya ötürücü bo-
rularla məhlulun icazə verilmədən götürülməsini istisna etmək
üçün flans birləşmələri bağlı olmalı, dəri ilə surquclanmalıdır.
Avadanlıq, qablar və boru ötürücülərinin statik elektrik yığıl-
malarından müdafiəsi nəzərə alınmalıdır.

5.4. Melassadan etil spirti istehsalı

5.4.1. Melassanın qıcqırdılmaya hazırlanması

Melassanın qıcqırmaya hazırlanması aşağıdakı texnoloji
əməliyyatları əhatə edir: melassanın cansızlaşdırılması, qida
maddələri ilə zənginləşdirmə, homogenləşdirmə, melassa şirə-
sinin hazırlanması.

Melassanın cansızlaşdırılması. Melassada olan bakteriyalar
mayalar və kif göbələkləri şirənin spirt qıcqırması prosesinə
mənfi təsir göstərirlər. Spirt istehsalı üçün daha təhlükəli tur-
şu əmələ gətirən bakteriyalar (süd-, sirkə və yağ turşu) olub şə-
kərin bir hissəsini üzvi turşulara (süd, sirkə və yağ) çevirir. Nə-
ticədə spirt çıxımı azalır və yetişmiş braqadan alınan çörək ma-
yalarının keyfiyyəti pisləşir.

Melassanın cansızlaşdırılması üç üsulla həyata keçirilir: tur-
şu antiseptikləşdirmə, qeyri-turşu təbiətli antiseptiklərin kö-

məylə antiseptikləşdirmə və termiki yolla işləməklə.

Melassanın turşu antiseptikləşdirilməsi onun sulfid yaxud xlorid turşusu əlavə etməklə turşulaşdırılmasını nəzərdə tutur. Nəticədə kənar mikroorqanizmlərin və spirt maya irqlərinin həyat fəaliyyətinə yaxın olan mikroorqanizmlər üçün əlverişsiz şərait yaranır.

Melassa şirəsinin bir- və ikiaxımlı qıcqırdılması məlumdur. Bir axımlı qıcqırmada melassa şirəsi bütün köməkçi materiallarla, o cümlədən mayalarla birgə qarışdırılır. Əgər melassa şirəsinin iki axımlı qıcqırdılması nəzərdə tutulursa, o zaman proses iki axımda aparılır.

Bir axımlı qıcqırmada emal olunan bütün melassa kütləsi 0,5-0,6⁰ olmaq (pH-5) şərtlə turşulaşdırılır. İki axımlı qıcqırmada melassanın yalnız maya melassa şirəsinə əlavə olunacaq hissəsi turşulaşdırılır. Maya şirəsinin turşuluğu 1,1-1,5⁰ (pH 3,8-4,2) arasında olmalıdır.

Qeyri-turşu təbiətli antiseptiklərin köməylə antiseptikləşdirmədə yüksək bakterisid səmərəliliyə malik, lakin mayaların həyat fəaliyyətinə və spirtlərin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərməyən maddələrin tətbiqi nəzərdə tutulur. Həmin antiseptiklər bardaya, oradan isə torpağa keçdiyindən onlar toksiki olmamalıdır.

Bu məqsədlə xlorlu əhəng (1 ton melassaya 0,5 kq), formalin (1 ton melassaya 0,15 kq 40%-li formalin) və sulfonol (dodəsilbenzolsulfonat- $C_{12}H_{23}C_6H_4SO_3Na$, 1 ton melassaya 70-100 q) tətbiq olunur.

Sulfonol turşu əmələ gətirən bakteriyaları təsir altına alsada, mayalara mənfi təsir göstərmir və hətta müəyyən dərəcədə mayaların çoxalma və qıcqırtma xüsusiyyətini stimula edir, spirt və yetişmiş braqadan çörək mayalarının çıxımının yüksəlməsini təmin edir.

Melassanın termiki işlənməsi, onun qızdırılma yolu ilə sterilizə temperaturuna qədər qaldırılması və həmin temperaturda

yetiştirilməsini nəzərdə tutur. Ondan sonra melassa soyudulur. Termiki işlənmə üçün optimal şərait – temperatur 120-130°C, davamətmə müddəti 1 dəqiqə, melassa şirəsinin qatılığı 50% olmalıdır.

Süd turşu və spor əmələ gətirən bakteriyalarla yoluxmuş melassanın termiki işlənməsi iqtisadi baxımdan sərfəlidir. Bu zaman spirt çıxımı sterilizə olunmamış melassa ilə müqayisədə 0,5-1,0% artmış olur.

Melassanın qida maddələri ilə zənginləşdirilməsi. Melassa-da fosfor və azota malik maddələrin miqdarı mayaların normal həyat fəaliyyəti üçün kifayət etmir. Fosforlu birləşmələr bütönlükdə kütləyə 0,03-0,06% təşkil etdiyindən, melassaya həmişə fosfor qidası əlavə olunur. Fosfor mənbəyi kimi texniki ortafosfat turşusu yaxud diaminfosfatdan istifadə olunur. Sonuncu kombinə edilmiş fosfor və azot qidasıdır. Ortafosfat turşusunun sərfiyyat norması melassanın kütləsinə görə 0,06% təşkil edir.

Əgər melassada mənimənilən azot kifayət qədər deyilsə, onda 1000 dal melassaya 15-30 kq karbamid, yaxud 30-60 kq ammonium sulfat əlavə edirlər.

Cansızlaşdırılmış və qida maddələri ilə zənginləşdirilmiş melassa xüsusi toplayıcılarda 8-12 saat saxlanılır.

Bircinsli tərkibə malik melassa almaq üçün onu toplayıcılarda dövr etdirici nasosun köməyi ilə qarışdırırlar. Onu aşağı hissədən götürür və yuxarı hissədən əlavə edirlər. Bu yolla melassa homogenləşdirilir.

Melassada quru maddələrin yüksək miqdarı (75-80%) mayaların şəkəri qızcırtmasına imkan vermir. Ona görə də cansızlaşdırılmış melassa su ilə qarışdırılır və bu zaman ona qida maddələri əlavə olunur. Melassanın su ilə qarışdırılması üçün xüsusi aparatdan-mexaniki qarışdırıcıdan istifadə olunur.

5.4.2. Mayaların təmiz məhlullarının hazırlanması

Melassa şirəsi ayrı-ayrı maya irqləri, çox hallarda isə eyni vaxtda iki maya irqi tərəfindən qıcqırdılır. Maya hibridlərinin çoxu böyük biokütlə və digər məhsulların müxtəlif miqdarında 10-12% çox qliserin əmələ gətirirlər. Məsələn, 112 hibridindən istifadə etdikdə yetişmiş braqada aldehidlər, ali spirtlər və mürəkkəb efirlər B irqindən istifadə ilə müqayisədə təqibən 10-20% az toplanır.

93 hibridi isə qeyd olunan maya irqi ilə müqayisədə aldehidləri 4,3; efirləri 1,36 dəfə çox əmələ gətirir.

Hibridlər kənar maddələri az (10-15% az) və uçucu azotlu birləşmələri olduqca cüzi miqdarda (70-75% az) toplayır. Bu qarışıqlar melassa spirti üçün xarakterik olub, rektifikasiyada çətin ayrılır, nəticədə spirtin keyfiyyəti xeyli pisləşir. Bütün hibridlər üçün braqada üzvi turşular toplanması səciyyəvidir. Maya hibridlərini onların fərdi xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla tətbiq etmək lazımdır. Belə ki, rafinozanı qıcqırtmaq xüsusiyyəti, fermentativ fəallığı və s.

Melassa şirəsini qıcqırtmaq üçün olan mayalar – Elmi-Tədqiqat İnstitutlarında alınan təmiz mayaları artırmaqla əldə olunur. Mayaların təmiz məhlullarının artırılması rejimi cədvəl 5.3-də verilir.

Təmiz maya məhlullarını sınaq şüşələrində çoxaltdıqda xır-dalanmış quru arpa səmənisdən alınan turşulaşdırılmamış şirədən istifadə olunur. 1-4-cü mərhələlərdə təmiz maya məhlullarını çoxaltmaq üçün sterilizədən əvvəl melassa şirəsindən 10% (həcmə görə) səməni şirəsi əlavə edilməklə; 5-7-ci mərhələlərdə isə melassa şirəsi fosfor və azot qidası əlavə edilməklə istifadə olunur.

Şirə içməli suyun tələblərini ödəyən suda hazırlanır. Xüsusi aparatda 95-100⁰C temperaturda 1 saat müddətində sterilizə olunduqdan sonra 30⁰C-yə qədər soyudulur.

Laboratoriya şəraitində mayalar sınaq şüşəsindən mikrobioloji təmizliyə əməl edilməklə steril şirədə həcmi 3 dm³-a çatana qədər çoxaldılır. Sonra onu 4 ədəd üç litrlik balona köçürürlər. Balonlardan biri təmiz maya aparatına (TMA-1) sonrakı çoxaldılmaq üçün verilir. Üçü isə 2-4⁰C temperaturda mayaların sonrakı dəyişməsinə qədər saxlanılır.

Cədvəl 5.3

Mayaların təmiz məhlullarının çoxaldılma rejimi

Mər- hələ	Qab və aparatlar	Tutumu, dm ³		Şirənin göstəriciləri		Mayaların miqdarı, %-lə əlavə olundurları mühitin həcminə görə	Artırılma şəraiti		
		Ümumi	Yararlı	Quru maddələr, %	Turşuluq, dərəcə		Temperatur, ⁰ C	Aerasiyanın olması	Davam etməsi, saat
1	Sınaq şüşəsi	-	-	1-12	0,2-0,3	-	30	yox	4-6
2	Kolba	0,5	0,4	13-14	0,4-0,5	2-2,5	30	yox	24
3	Balon	3	2,4	14-15	0,4-0,5	15-17	30	yox	24
4	Balon	3	2,4	14-15	0,4-0,5	15-17	30	yox	24
5	TMA-1	20	16	15-16	0,7-0,8	15	28-30	fəsiləsiz zəif	24
6	TMA-2	1000	800	16-17	0,9-1,1	2	28-30	fəsiləsiz intensiv	44-45
7	TMA-3	5000	4000	17-18	0,8-0,9	15-16	28-30	həm- çinin	18
8	Maya ge- neratoru	30000- 50000	24000- 40000	20-22	0,4-0,5	10-17	28-30	həm- çinin	5-6

TMA-təmiz maya aparatı

Soyuducuda yalnız bir balon qaldıqda ondan yenə 4 balon artırılır. Beləliklə, mayalar ay müddətində çoxaldılır. Mayaların təmiz məhlulları sınaq şüşəsindən ayda bir dəfə artırılır.

5.4.3. Melassa şirəsinin qıcqırdılması

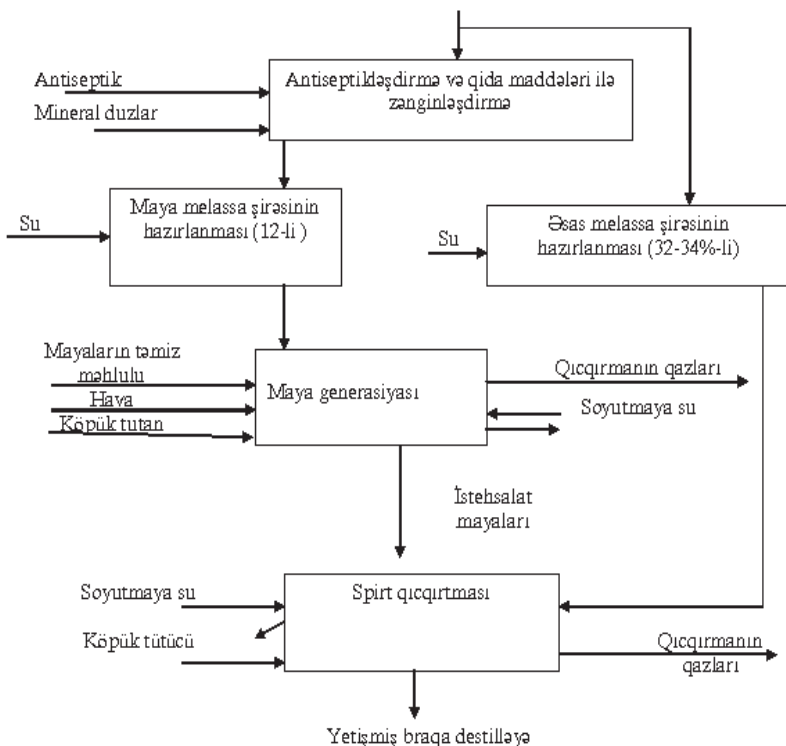
Melassa emal edən spirt zavodları melassa şirəsinin qıcqırdılmasını ardıcıl birləşdirilmiş qıcqırtma aparatından ibarət batareyada fasiləsiz axımda aparır. Melassa şirəsinin qıcqırdılmasında əsasən iki texnoloji sxemdən istifadə olunur: bir- və iki axımlı.

Melassa şirəsinin bir axımlı qıcqırdılmasının texnoloji sxeminin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qıcqırdılacaq bütün melassadan (ona xlorid-, sulfit, ortafosfat turşusu və antiseptik məhlulu vurulduqdan sonra) bir qatılıqda (20-24% saxarometrə görə) melassa şirəsi hazırlanır. Hansı ki, maya çoxaldan batareyada ondan istehsalat mayaları hazırlanır. Yetişmiş mayalar maya generatorundan qıcqırtma batareyasının baş aparatına daxil olur. Braqa axım boruları ilə ardıcılıqla qıcqırtma batareyasının bütün aparatlarına keçir. Yetişmiş braqa süzgəcdən keçirilməklə maya seperatorlarına verilir. Maya suspenziyası çörək mayaları almaq üçün, mayalardan ayrılan braqa isə destilləyə verilir.

Qıcqırtma batareyasında qıcqırma temperaturu $28-30^{\circ}\text{C}$ tənzim olunur. Qıcqırmanın davam etmə müddəti 18-20 saatdır. Qıcqırma prosesində braqa mexaniki qarışdırıcılarla qarışdırılır. Qıcqırtma aparatının 1 m^3 maya generatorundan gündə 8,1 dal spirt alınır.

Melassa şirəsinin iki axımlı qıcqırdılmasında melassa iki hissəyə bölünür. Melassanın bir hissəsinə antiseptiklər vurulur, qida maddələri əlavə olunur və maya şirəsinin 12% qatılığına-dək su ilə doldurulur. Həmin şirədə istehsalat mayaları hazırlanaraq qıcqırtma batareyasının baş aparatına vurulur (şəkil 5.21).

Melassanın digər hissəsi hər hansı hazırlıq aparılmadan su ilə 32-34% qatılığadək duruldulur. Alınan əsas melassa şirəsi qıcqırtma batareyasının baş aparatına yönəldilir və burada istehsalat mayaları ilə 1:1 nisbətində qarışdırılır.



Şəkil 5.21. Melassa şirəsinin iki axımlı qıcqırdılmasının texnoloji sxemi

Melassa şirəsinin iki axımlı qıcqırdılması zamanı yetişmiş braqada 25-30% az qliserin toplanır. Bundan əlavə ali spirtlər, aldehidlər, efirlər və turşular az əmələ gəlir. Nəticədə 1 ton şər-ti nişastadan spirt çıxımı biraxımlı qıcqırtma üsuluna nisbətən 1-1,5 dal çox olur.

Lakin yetişmiş braqadan alınan çörək mayalarının davamlı-ğı iki axımlı üsulda bir axımlıya nisbətən aşağıdır. Ona görə də spirt zavodlarında yetişmiş braqadan çörək mayaları alan sex olarsa melassa şirəsinin qıcqırdılmasında bir axımlı üsul, qalan zavodlarda isə iki axımlı üsul tətbiq olunur.

Melassa şirəsinin qıcqırdılması üçün qurğu bir-biriylə axım boruları ilə birləşdirilmiş 8-10 qıcqırtma aparatından, sterilizə zamanı həmin aparatları boşaldan nasoslardan və qıcqırtma qazlarından spirt buxarlarını tutandan ibarətdir.

Melassa şirəsinə qıcqırtmaq üçün qurğu maya hüceyrələri ilə qıcqıran mühit arasında yaxşı kütlə mübadiləsinə təmin etməli, qıcqırmamış şirənin yetişmiş braqaya düşməsinə yol verilməməlidir. Avadanlıq və ötürücü boruların səmərəli profilaktiki sterilizəsi üçün şərait yaratmalıdır.

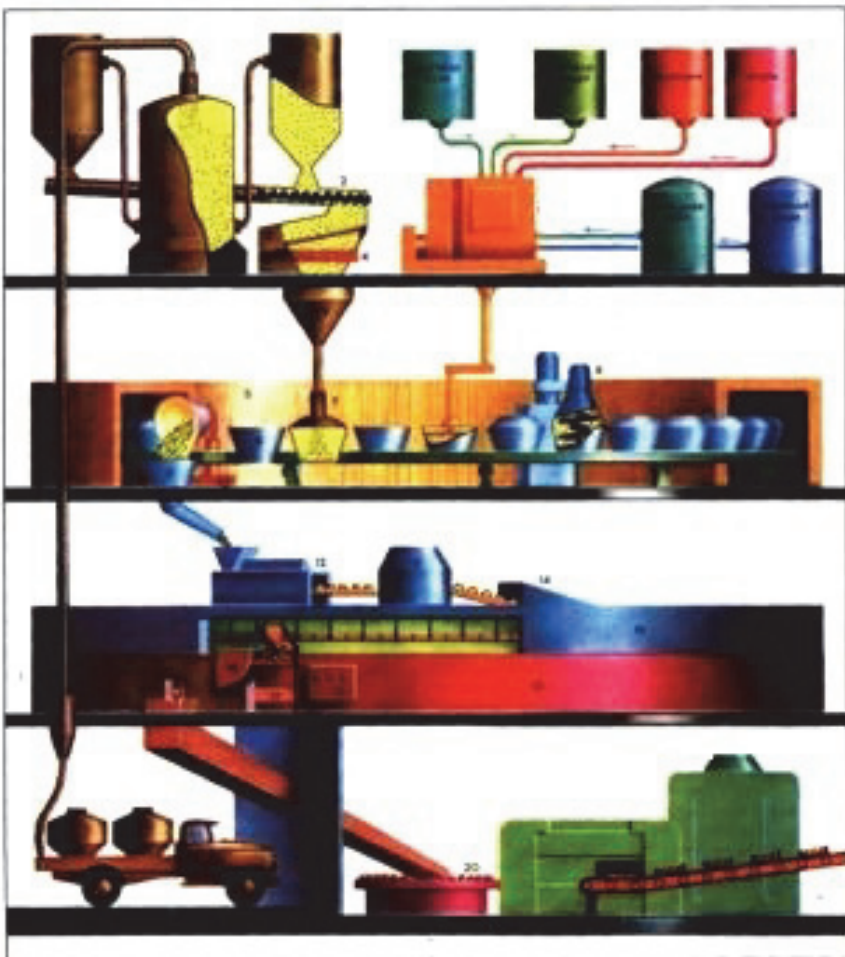
Qıcqırtma batareyalarında turşuluğun yüksəlməsi yolverilməzdir. Yetişmiş braqada qıcqırmamış şəkərin miqdarı 100 ml-də 0,25 qrama qədər, spirtin miqdarı 8,5-9,5 h% arasında olmalıdır.

Braqanın destilləsi və etil spirtinin qarışıqlardan təmizlənməsi dən-kartof braqasında olduğu kimi braqa rektifikasiya aparatında aparılır.

5.5. Çörəyin biotexnologiyası

Çörək dünyanın müxtəlif ölkələrində ən rəngarəng texnologiyalarla hazırlanır (şəkil 5.22). Çörək bişirmədə biotexnologiya proseslər çörək mayalarının, ferment preparatlarının, qıcqırma apararı digər mayaların istifadəsi ilə əlaqəlidir.

Çörək istehsalı üçün əsasən *Saccharomyces cerevisiae* mayalarından istifadə olunur. Adətən bu mayalar fasiləli işləyən fermenterde melassada yetişdirirlər. Nadir hallarda *Candida milleri* mayalarından istifadə olunur. Çörək bulka istehsalında preslənmiş mayaların una görə miqdarı 1,0-1,5% təşkil edir.



Şəkil 5.22. Çörək istehsalının texnoloji ardıcılığı

Çörək istehsalında fermentasiya prosesi pastayabənzər mühitdə aparılır (balatı, xəmir). Unda olan amilaza və proteaza fermenti nişasta və zülalların bir hissəsini hidroliz edərək maddələrin yaxşı inkişafı üçün əlverişli substrat yaradır. Un eyni zamanda süd-turşu bakteriyaları ilə zəngin olduğu üçün turş

mühit yaradır, bu da mayaların inkişafına imkan verir. Xəmir-də aerasiyanın pis olması mayaların inkişafını məhdudlaşdırır, amma süd-turşu bakteriyaları belə şəraitdə daha intensiv inkişaf edir. Prosesi intensivləşdirmək üçün qıcqıran xəmirə saxaroza və ya səməni ekstraktı əlavə etmək olar. Melassada yetişdirilən mayalarda çoxlu invertazalar vardır. Maya biokütləsində 50% zülal, sərbəst amin turşular və vitaminlər (riboflavin, piri-doksin, tiamin, fol turşusu və s.) olduğu üçün mayalar çörəyi qiymətli maddələrlə zənginləşdirir.

ABŞ və Almaniyada çovdar unundan “turş” çörək hazırlanır. Burada texnologiya buğda unundan hazırlanmış texnologiya ilə eynidir, yalnız xəmir hazırlanarkən çovdar unu və suya balatı qatılır, balatı isə laktobasil kulturasının qıcqırmasından alınır. Bu balatıda olan turşu çörəyə xüsusi dad verir.

5.6. Meyvə şirələrinin hazırlanmasında fermentlərin tətbiqi

Biotexnoloqlar texnoloji prosesləri intensivləşdirmək üçün qida sənayesində mikroorqanizmlərdən alınmış fermentlərdən istifadə edirlər. Bu baxımdan daha çox uğur meyvə şirələrinin alınmasında əldə edilmişdir. Bu məqsədlə pektinaza, sellüloza, hemisellülaza, amilaza və proteinaza fermentlərindən istifadə olunur. Fermentlər istehsalatda çoxdan istifadə edilməkdədir. Onların köməyi ilə xammaldan şirə çıxımının artırılmasına nail olunmuşdur.

Şirə istehsalında pektinazadan istifadəyə xüsusi yer verilir. 1 litr üzüm şirəsində 0,2-0,4 q pektin olur. Alma şirəsində bu miqdar daha yüksək olur. Şirə sakit saxlandıqda pektin çökür. Şirələri buxarlandırma ilə hazırladıqda pektinin kənar edilməsi mütləqdir, çünki, pektinin mövcudluğu jele əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Şirələr pektolitik ferment preparatları ilə işləndikdə pektinin miqdarı 50 mq/l-ə qədər düşür. Uşaq və pəhriz ye-

məkləri hazırlanıqda homogen pürelər üçün pektolitik ferment preparatlarından istifadə yaxşı nəticələr vermişdir.

Fermentlərdən meyvə şirələri istehsalının aşağıdakı mərhələlərində istifadə edilir:

1. Əzintinin emalı: nektarın və meyvə əzintisinin hazırlanmasında lətin dağıdılması; şirə çıxımının artırılması; şirənin rəng və dadı cavab verən maddələrinin ayrılması;

2. Şirənin emalı: özlülüynün azalması; konsentratın hazırlanmasının asanlaşması; şirənin şəffaflaşması, filtdən keçirilməsi və stabilləşdirilməsi əməliyyatlarının sadələşdirilməsi. Şirə istehsalında daha yaxşı nəticələr əldə edilməsi üçün fermentlər aşağıdakı faktorlara görə seçilir: fermentin aktivliyi; emal şəraiti (temperatur və davam etmə); pektin maddələrinin hidrolizinin lazımı miqdarda olması; şəffaflaşma mexanizmi.

5.7. Bitki mənşəli məhsullar istehsalında mikromisetlərdən istifadə

İnsan qidasında mikroskopik göbələklərin mitselindən coxdan istifadə edilməkdədir. Cənub-Şərqi Asiya və Şərq əhalisinin rasionunda nişasta və digər karbohidratlar üstünlük təşkil etdiyinə görə zülal çatışmır. Bu ölkələrdə çox qədimdən nişasta tərkibli bitki məhsullarını zülalla zənginləşdirmək və onlara ətin dadını vermək üçün xüsusi seçilmiş və təbii yolla seleksiya edilmiş kif göbələkləri yetişdirirlər. Soya paxlası əsasında Şərqdə çoxlu ənənəvi qida məhsulları hazırlanır, onların xüsusi dadı mikroorqanizmlərin fəaliyyəti ilə müəyyən edilir. Burada əsas rol *Aspergillus* cinsinə malik göbələklərə məxsusdur.

Şərq mətbəxinin xarakterik elementi olan məhsulun ümumi adı tenpenidir. İndoneziyada tenpeni yastı qoğal formada olmaqla soya ləpəsi, araxis və ya kokos qozlarından hazırlanır. Araxis və ya soyadan hazırlanmış qoğallarda kif göbələyi olan *Rhizopus* növündən istifadə edilir. Araxisdən hazırlanmış tem-

pedə 50% zülal maddələri olur ki, bu da dadına görə ət məmulatını xatırladır. Tempenin istehsalı 2-3 gün çəkilir. Əvvəlcə soya ləpələri 12 saat müddətində suya salınır və qabığı soyulur. Proteolitik ferment olan mədə şirəsi və boy hormonu tripsinin inhibitorunun dağıdılması (bu iki inhibitor soya ləpələrini insanlar tərəfindən yeyilməz edir) üçün yarım saat qaynadılır. Bundan sonra ləpələri bir neçə dəfə yuyub qurudurlar. *Rhizopus oligosporus* kif göbələyinin sporları əkilir. Adətən tempenin əvvəlki porsiyasının qalıqlarında səpin aparılır. Qıcırma 31⁰C temperaturda 36-38 saat davam edir. Qıcırma zamanı məhsulda zülalın və sərbəst amin turşuların miqdarı artır, pH 5,0-dan 7,6-ya qədər çoxalır. Məhsul təbii olaraq riboflavin (B₂), siankobalamin (B₁₂) və nikotin turşusu (PP) vitaminləri ilə zənginləşir. Nəticədə soya püresindən və mikroskopik göbələk mitsellərindən aşıq-qəhvəyi rəngli qoğal alınır. Hazırlanan məhsul ilkin xammaldan fərqlənən yüksək qidalılığa malik olmaqla asan mənimsənilir. Tempeni qidada hazır olan kimi və ya kokos yağında qızartdıqdan sonra istifadə edirlər.

Yaponiya mətbəxinin nate və ya miso adlı məhsulları məşhurdur. Bunu *Aspergillus orizae* kif göbələkləri ilə becərilmiş soya ləpələrindən hazırlayırlar. Məhsul xarakterik kəskin dada malikdir. Cində analoji üsulla pendirə oxşar delikates məhsul sayılan sufu (qırmızı şor) alınır. Bu məhsulu hazırlamaq üçün soya ləpəsi və *Mucor* kif göbələyinin növlərindən istifadə edilir. Daha bir Çin məhsulu anqkakdır. Bu məhsulu hazırlamaq üçün düyü kif göbələyi olan *Monascus purpureus* növü ilə birlikdə əkilir, nəticədə məhsulun həm dadı yaxşılaşır, həm də rəngi qızarır.

5.8. Nişastanın hidroliz məhsulu

Sənaye miqyasında müxtəlif növ nişastanın hidrolizi fərqli üsullarla aparılır: yalnız turşu ilə, turşu və fermentlə, yalnız

fermentlə.

Keçən əsrin 60-cı illərinin ortalarında turşu və turşu-ferment proseslərinə nişastanın fermentləşmə üsulu gətirilmiş oldu. Bu fermentləşmə α -amilaza *Bacillus subtilis* (amilosubtilin) və amiloqlükozidaza *Aspergillus oryzae* (amilorizin) və ya *Aspergillus niger* (amilosubtilin) fermentlərindən istifadəyə əsaslanır. Burada fermentləşmənin üstünlüyü prosesin sürətlənməsi, reversiya məhsulları ilə çirklənmənin səviyyəsinin aşağı düşməsi, yüksək dekstroz ekvivalent (DE) məhsulların alınmasıdır. Hidrolizatın DE kəmiyyətinin qiyməti nişastanın hidroliz dərinliyini əks etdirir (qlükoza-dekstroza şkala üzrə 100 vahid-ə bərabərdir) və DE sıfıra bərabərdir.

İstiliyə davamlı α -amilaza fermentinin istehsalat tətbiqinin sonrakı addımı ən əsas da *Bacillus licheniformis* fermentinin tətbiqi imkan verir ki, məhsulu aminoqlükozidaza ilə işlədikdən sonra onun DE-i 100-ə yaxınlaşsın. İndi yüksək temperaturda nişastanın duruldukları istehsalda adi proses olmuşdur, şəkərləşmə hələ də adi qlükoamilaza *Aspergillus niger* göbələyinin birdəfəyə emalı ilə aparılır.

5.9. Fermentləşdirilmiş bitki məhsulları

5.9.1. Meyvə və tərəvəz məhsulları

Qida xammalını bütün ilboyu istifadə etmək üçün onun emalı yolu ilə yeni qida məhsulları hazırlanır (şəkil 5.23). Əgər proses fermentləşmə yolu ilə gedərsə qida komponentlərinin məhsulda saxlanmasına imkan yaranır və belə məhsul konservləşdirilmədikdə lazımlı komponentlər xarab olma nəticəsində sıradan çıxır.



Şəkil 5.23. Konserv çeşidləri

Konservləşdirmə üçün tərəvəzləri duzlu məhlulla doydurur və nəticədə onların fermentləşməsi üçün şərait yaratmış olurlar. Birinci mərhələdə tərəvəzin səthində məhlulun iştirakı ilə aerob mikroflora inkişaf edir. Sonra prosesə süd turşu bakteriyaları olan *Lactobacillus* və mayalar *Saccharomyces* və *Torulopsis* qoşulur. Qıcqırma nəticəsində süd və sirkə turşuları əmələ gəlir. Sonrakı mərhələdə mayalar süd turşu bakteriyalarını sıxışdırır. Qıcqırma prosesi tərəvəzlərdə olan karbohidratların hamısı sərf olunduqdan sonra başa çatır. Ancaq mayaların bəzi növləri olan *Candida*, *Debattyomyces* və *Pichia* məhlulun üzərində inkişafını davam etdirir. Bu isə turşuların artıq miqdarının əmələ gəlməsinə səbəb olur və nəticədə məhsulun xarab olması baş verir.

Tərəvəzlərin konservləşdirməsinin muasir texnologiyasında seleksiya yolu ilə alınmış mikrob, süd-turşu bakteriyaları ştam-

larından istifadə edilir. Konservləşdirmənin sonuncu mərhələsində aparılan pastərizə mikroorqanizmləri məhv edir və məhsulun keyfiyyətinin saxlanması bir növ sığortalamış olur.

Turşudulmuş kələmi təzə xırdalanmış kələmdən hazırlayırlar (şəkil 5.24). Duz əlavə edildikdən sonra ilk mərhələdə qıcqırmada *Leuconostoc mesenteroides* bakteriyaları dominantlıq edir. Bu bakteriyalar anaerob şəraitdə şəkəri süd turşusu və sirkə turşusuna, etil spirti, mannit, efirlər və karbon qazına çevirir. Sonrakı prosesdə şəkərdən süd turşusu və mannit alınmasını *Lactobasillus plantarum* bakteriyaları həyata keçirir. Mannitin parçalanması əsas mərhələ olub, məhsula acı dad verir. Turşudulmuş kələmin hazırlanmasında qıcqırmaya nəzarət edilir, mayadan istifadə olunmasına ehtiyac qalmır. Çünki burada onun hec bir üstünlüyü olmur.



Şəkil 5.24. Kələmin turşuya qoyulması

Pikulini çox kiçik duzlu xiyardan hazırlayırlar. Son məhsul tam və yarımçıq qıcqırmadan alınır. Qıcqırmada əsas rolu süd-turşu bakteriyaları oynayır, bunlar şəkərlərin fermentləşməsini həyata keçirir. Adətən duz az vurulur və əvvəldən məhlulda sirkə turşusu əmələ gəlir. Əgər buraya şüyüd və digər ədviyyatlar əlavə edilərsə şüyüdlü pikuli alınır.

Almanın suya qoyulması da geniş tətbiqini tapmışdır (şəkil 5.25).



Şəkil 5.25. Almanın suya qoyulması

Konservləşdirilmiş zeytunu qələvi ilə işləyir və duz məhlulu ilə hazırlayırlar. Zeytunun yaşıl meyvələrini konservləşdirəndə süd turşu qıcqırmasını əvvəlcə *Leuconostoc mesenteroides*, sonra isə *Lactobacillus plantarum* bakteriyaları aparır və proses 6-10 aya kimi davam edir. Yetişmiş meyvələri ya qıcqırtmır, ya da az müddətə qıcqırdırlar. Hər iki halda qələvi ilə işləmə böyük əhəmiyyət daşıyır. Belə işləmədə oleurepein maddəsi (acı dad verən qlükozid) kənarlaşdırılır.

5.9.2. Soyadan hazırlanan məhsullar

Soya Asiya ölkələri, Çin və Yaponiyanın əsas qida məhsulu hesab edilir. Şərq mətbəxində bu bitki zülal və yağın əsas təhizatçısıdır. Soya paxlaları əsasında Şərqdə ənənəvi qida məhsulları hazırlanır (şəkil 5.26).

Soya sousunu şişmiş və bişmiş soya paxlasının əzintisindən hazırlayırlar. Buraya tərkibində müxtəlif mikroorqanizmlər olan (ən əsas da *Aspergillus orizae* mayaları) mayalar əlavə

edilir.

3-5 sutkada 25-30⁰C saxlanma zamanı göbələklər səthdə aktiv inkişaf edir. Sonra qarışığa duz (20%-ə qədər) əlavə edilir və aşağı temperaturda 0,5-2 ilə qədər yetişməyə qoyulur. Hazırda *Aspergillus orizae* mayalarının təmiz kulturundan istifadə edilir və nəticədə yetişdirilmə müddəti 1-3 aya kimi azalır. Soya sousu almaq üçün kif göbələklərindən başqa *Pediococcus soyae*, *Saccharomyces rouxii* və *Torulopsis* mayalarının bəzi növləri tətbiq edilir. Bunları xüsusi olaraq soya qarışığına əlavə edir, ya da orada olan hüceyrələr özləri bölünməyə başlayırlar. Qıçırma nəticəsində qarışıq süd və digər turşularla - etanolla doydurulur. Prosesin sonunda soya kütləsi süzülür və ya sıxılır və soya sousu alınır. Sıxılmış cecə-şrot ev heyvanlarına verilir.

Prosesi sürətləndirmək üçün təmiz kulturaların tətbiqi ilə yanaşı soya hidrolizatı alınmasının kimyəvi üsulundan da istifadə edilir. Qıçırmamış soya sousu belə hazırlanır.



Şəkil 5.26. Soya paxlaları

Soya paxlası fermentləşmə yolu ilə şərq mətbəxinin ənənəsi əsasında yeni məhsullar alınmasında xammal ola bilər. Bu hallarda bütöv paxlalar emal edilərək biotexnologiyanın köməyi ilə soya zülalı almaq olur. Bu yolla mikroorqanizm fermentlərinin iştirakı ilə soya zülallarının nəzarətli hidrolizi aparılır. Ət əvəzedicisi kimi soya paxlasından hazırlanan yeməklər daha əlverişlidir. Bəzi ölkələrdə qidada zülal az olduğundan az alkoqollu içkiləri bu zülalla zənginləşdirirlər.

5.9.3. Tütün və tənbəki məhsulları

Tütün yarpaqları yığıldıqdan sonra səliqə ilə bir-birinin üzərinə qoyulur, əzilmədən cərgənin başına çıxarılır və oradan da ipə düzmək üçün qurutma yerinə aparılır.

İpə düzdükdə yarpaqlar eyni dərim, yetişkənlik, irilik göstəricilərinə görə qruplaşdırılır.

Tütünün soluxması 25-35°C temperaturda və 75-85% nisbi rütubətdə sürətlə gedir. İsti havada soluxmanı sürətləndirmək üçün ipə düzülmüş yarpaqları günəş altına çıxarır və 3-4 saat saxlayırlar. Qapalı binada soluxma 2-4 gün davam edir. Soluxma yarpaq bir qədər saralana qədər aparılır.

Qurutma soluxdurmanın davamıdır. Bu zaman yarpağın rəngi get-gedə açılıb saralır. Qurutma təbii – günəş altında və süni – xüsusi quruduculardan istifadə etməklə aparıla bilər.

Əlverişsiz hava şəraitində, yaxud yığım gecikdikdə tütünü İordaniya tipli süni quruducularda qurudurlar. Bunun üçün ipə keçirilmiş yarpaqlar quruducuya yerləşdirilir və 30-35°C temperaturda 1-2 gün müddətində saralana qədər saxlanır. Açıq-sarı rəng yarandıqdan sonra quruducu agentin temperaturu tədricən 45°C-yə çatdırılır. Son vaxtlar temperatur 55-60°C-yə qədər qızdırılma aparılır. Bu zaman qurutmanın ümumi davam etmə müddəti 2-4 sutka olur.

Quruducularda qabaqcadan soluxdurulmuş tütün də qurudu-

lur. Bu halda quruducu agentin temperaturu sürətlə 55-60⁰C-yə çatdırılır və qurutma təqribən 20-26 saat davam edir (şəkil 5.27).



Şəkil 5.27. Tütünün qurudulması və fermentləşdirilməsi

Qurudulmuş hazır məhsul nəmləndirildikdən sonra çeşidlənərək tay və kip halında qablaşdırmaya yararlı olur. Əgər tütün yarpaqları həddindən artıq quru olarsa, onu çeşidlərə ayırmazdan əvvəl 16-18% nəmliyə çatdırmaq lazımdır. Nəm yarpaqlar sıxıldıqda aldığı formanı saxlayır, quru yarpaqlar isə ovxalanır. Tütünü üstünə su çiləməklə, üstünə yaş brezent, həsir örtməklə, həmçinin şəhli havaya çıxarmaqla nəmləndirmək qadağandır.

Tütün yarpağı çeşidlərə ayrıldıqdan sonra əllə taylara, yaxud sıxıcı dəzgahlarla standart kiplər şəklində bağlanır.

Yarpaqlar əllə dəstə-dəstə yığılıb bağlanır, tayların altından və üstündən tay ağacı qoyub iplə bağlayır və tayları bezə bükürlər. Bütün tütün növləri üçün tayların uzunluğu 80 sm, hündürlüyü 53 sm olmalıdır. Tayın eni isə yarpaqların uzunluğundan asılı daraq müəyyən edilir.

Ağacsız taylar (kiplər) xüsusi dəzgahlarda bağlanır. Belə kiplər 20-22 kq ağırlığında olur. Kip bağlanmış belə taylar yaxşı saxlanır, nəmliyi çəkmir və xarab olmur. Bu məqsədlə çəlləklərdən də istifadə oluna bilər (şəkil 5.28).



Şəkil 5.28. Tütün tayları

Tütün taylara vurulduqdan sonra qəbul məntəqəsinə gətirilir və fermer təsərrüfatı nümayəndəsinin iştirakı ilə təhvil verilir.

Fermentləşdirmə yığımdan sonrakı işləmə prosesini başa çatdırmaqla, tütün məhsulunun keyfiyyətini xeyli yüksəltmiş olur. Bu zaman mürəkkəb üzvi maddələrin bir hissəsinin daha sadələrə - karbon qazı, ammonyak və suya qədər dərin parçalanması baş verir. Həll olan karbohidratların parçalanması getməklə, saxarozanın tam itməsi müşahidə olunur. Fermentləşmə prosesini keçmiş tütün xammalında quru maddələrin itkisi 5-10% təşkil edir.

Tütünün fermentləşdirilməsi mövsümi, yaxud mövsümdən kənar (zavod üsulu) və fasiləsiz aparıla bilər. Mövsümi üsulla fermentləşmə prosesi tamamilə hava şəraitindən (rütubət və temperaturdan) asılı olub, yazda aparılması yaxşı nəticə verir. Ölkəmizdə mövsümi fermentləşdirmədən istifadə edilmir. Mövsümdən kənar fermentləşmə proses üçün lazımı şərait təmin edən kamera və aparatlarla təchiz olunmuş xüsusi zavod-

larda həyata keçirilir.

A.İ.Smirnov və əməkdaşlarının apardıqları tədqiqat işləri ilə müəyyən olunmuşdur ki, fermentlərin fəallığı (oksidaz, katalaz, invertazalar və s.) xüsusilə 45-50⁰C temperaturda yüksək olur. Ona görə də zavodlarda 50 dərəcəli fermentləşdirmə üsulu geniş yayılmışdır. 50⁰-li fermentləşdirmə rejimində prosesin ümumi davam etməsi 12-14 gün çəkir. Prosesin başlanğıcında havanın nisbi rütubəti 50-60%-ə qədər azaldılır, sonra normal keyfiyyətli tütünün fermentləşdirilməsi 60-65% nisbi rütubətdə aparılır. Aşağı nəmlikli və yetişib ötmüş tütün 70-75% nisbi rütubətdə fermentləşdirilir.

Zavodda fermentləşdirilmiş tütün saxlandıqda onun dadı, ətri və fiziki xüsusiyyətləri yaxşılaşır ki, buna tütünün köhnəlməsi deyilir. Köhnəlmə fermentləşdirmə prosesinin davamı hesab edilir. Tütünün köhnəlməsi zamanı öz-özünə nəmlənmə və qızışma olur.

Tütün tayları kameradan çıxarılmazdan əvvəl 25-26⁰C-yə qədər soyudulur və havanın rütubətini 75-80%-ə qaldırmaqla bir qədər nəmləndirilir. Fermentləşdirmənin sonunda tütünün nəmliyi 14-16% olmalıdır.

Tənbəkinin fermentləşdirilməsi əsasən mövsumi üsulla aparılır. Bu zaman təbii şəraitdə havanın temperaturu 15-20⁰C və nisbi rütubəti 75-80% olur. Hava və xammalın keyfiyyəti normal olarsa, proses 15-25 günə başa çatır.

Fermentləşmə prosesinin qurtarmasını təzə bişirilmiş çörək ətri gəlməsi ilə bilmək olur.

5.9.4. Çay

Qara çay istehsalı prosesinin birinci texnoloji mərhələsi yarpaqlardan artıq nəmliyin kənar edilməsi və turqor halının pozulması ilə ona elastiklik verən soluxdurmadır. Soluxdurma ondan sonra gələn texnoloji mərhələnin, yəni burulmanın mü-

vəffəqiyyətlə aparılması üçün lazımdır. Soluxdurma prosesində fenol birləşmələrinin azalması, fermentlərin fəallığının dəyişməsi və s. kimi biokimyəvi dəyişikliklər baş verir.

Soluxdurma təbii və süni olmaqla fərqləndirilir. Təbii soluxdurma sabit isti iqlimi olan ölkələrdə (Hindistan, Şri-Lanka) tətbiq olunur. Təbii soluxdurma zamanı yaşıl çay yarpağı çay fabrikinin yuxarı mərtəbəsində, yaxud açıq çardaqlarda yerləşən xüsusi soluxdurma binalarında qurulmuş soluxdurma rəflərinə sərilərək qurudulur. Rəflər bir-birindən 15-20 sm-lik məsafədə mərtəbələr şəklində yerləşir (şəkil 5.29).



Şəkil 5.29. Çayın fermentləşdirilməsi

Təbii soluxdurma prosesinin çatışmazlığı onun hava şəraitindən asılı olmasıdır. Onun üçün optimal temperatur $20-24^{\circ}\text{C}$, havanın nisbi rütubəti 70% hesab olunur.

Təbii soluxdurma temperaturdan və havanın nisbi rütubətindən asılı olaraq 18-24 saat davam edə bilər. Rütubətli və külək-siz havada soluxdurma bir qədər yavaş gedir, alınan çayın key-

fiyyəti aşağı düşür və çay yarpağı xarab olur.

Süni soluxdurma çay yarpağının kondisiyalaşdırılmış hava ilə 35-40⁰C temperaturda lazımi miqdarda suyun sürətlə buxarlanmasını təmin edən xüsusi maşınlarda və müxtəlif quruluşlu qurğularda aparılır. Bu metoddan istifadə edildikdə soluxdurmanın davam etmə müddəti xeyli azalır və 2-8 saat arasında dəyişir.

Burulmada yarpağın hüceyrə quruluşu pozulur və hüceyrə şirəsi onun səthinə çıxır. Bu isə fenol birləşmələrinin oksigenin və oksidləşdirici fermentlərin təsiri altında baş verən oksidləşmə proseslərinin intensivləşməsinə səbəb olur. Bu zaman yarpağın dağılan hüceyrələrinin miqdarı nə qədər çox olarsa, xammalda olan dəyərli qida maddələri bir o qədər tam istifadə olunur və çay yüksək keyfiyyətdə alınır. Burulan yarpaq borucuq formasını alır. Burulma prosesini aparmaq üçün istifadə olunan ənənəvi avadanlıq roller adlanan fasiləsiz işləyən maşındır.

Burulma adətən hər biri 30-45 dəqiqə davam etməklə üç mərhələdə aparılır. Hər burulmadan sonra çay yarpağı sortlaşdırılır. Çay xammalı eynicinsli olmadığından fleşin ayrı-ayrı hissələri müxtəlif cür burulur. İlk növbədə daha zərif yarpaqlar burulur, hansı ki, onlar birinci burulmadan sonra aparılın sortlaşdırmada ayrılırlar. Bu fraksiya əla sort çay hazırlanmasına gedir, yarpağın əsas kütləsi isə ikinci və sonra üçüncü burulmaya ötürülür. İkinci və üçüncü burulma həm açıq, həm də qapalı tipli rollerlərdə aparıla bilər.

Fermentləşdirmə qara çay istehsalının əsas mərhələsi olub, prosesdə taninin oksidləşməsi nəticəsində çay yarpağı xarakterik mis qırmızı-kofeyi rəng və ətir alır. Bu proses çay yarpağının hüceyrə quruluşunun dağıdılmasından və hüceyrə şirəsinin axması anından başlanır. İlkən vəziyyətdə bu proses yarpaq burulduqdan başlanır və ona görə də onu çox vaxt burulma-fermentləşdirmə prosesi adlandırırlar. Burulma vaxtı yarpaqda fiziki proseslər başa çatdıqdan sonra ikinci faza başlanır.

Fermentləşdirmə aparmaq üçün burulmuş çay yarpağı sortlaşdırmadan sonra fermentləşdirmə binasında qurulmuş tərəcələrdə olan yeşiklərə bərabər təbəqələr şəklində yığılır. Yarpaq təbəqələrinin qalınlığı onun incəliyindən asılı olaraq, birinci fraksiya üçün 4-5 sm, ikinci üçün 6-7 sm, üçüncü 7-8 sm, sonra daha kobud yarpaq fraksiyaları. Fermentləşdirmə binalarında çay yarpaqlarının üst təbəqəsinin vaxtından əvvəl qurumasının qarşısını almaq üçün havanın yüksək nisbi rütubəti (95-98%) və optimal temperatur ($22-24^{\circ}\text{C}$) tənzimlənir. Oksidləşmə proseslərinin intensiv getməsi üçün yarpaqlara kifayət miqdarda oksigen daxil olması təmin edilməlidir. Fermentləşdirmə 2-3 saat və ya burulmadan başlanma nəzərə alınsa 4-5 saat davam edir.

Fermentləşdirilmiş çay yarpağı hazır qara çayın bütün xüsusiyyətlərinə malik olur. Bu xüsusiyyətləri saxlamaq üçün çay yarpağı qurudulur. Qurutma prosesində artıq nəmliyin kənar olunması ilə yanaşı, həmçinin çay yarpağında yüksək temperaturun ($95-100^{\circ}\text{C}$) təsiri altında fermentləşdirmə prosesi dayanmış olur.

5.9.5. Kofe

Mikroorqanizmlər kofe və kakao alınmasının müəyyən mərhələlərində də əsaslı rol oynayır. Fermentləşmə zamanı kofe və kakao meyvələrinin toxumları mikroorqanizmlərin - süd turşu bakteriyaları və mayaların təsiri ilə qabıqdan ayrılır. Mikrobların son məhsula təsiri nəzərə çarpmayacaq dərəcədə az olur. Həll olan kofenin istehsalında sellolitik təsirə malik ferment preparatları tətbiq olunur.

Kofe həmişəyaşıl kofe ağacı giləmeyvəsindən alınır. Tropik bitki olduğundan ölkəmizdə becərilmir və əsasən xarici ölkələrdən gətirilir. Dünyanın 70-dən çox ölkəsində kofe becərilir, lakin dünyada istehsal olunan kofenin (ildə təxminən 4-5 mil-

yon ton) 40%-dən çoxunu Braziliya verir.

Kofe giləmeyvələri demək olar ki, yetişib ötdükdən sonra ağacdən yığılır (şəkil 5.30).



Şəkil 5.30. Kofe giləmeyvəsinin yığılması

Sonra o, süd fermentləşmə prosesini keçir ki, bu da fermentləşmənin anaerob tipi olub, bütün prosesin oksigensiz şəraitdə getdiyini göstərir. Öz növbəsində adi fermentləşmə oksigen iştirakı ilə baş verir və bu halda fincanda fermentin dadını almaq ehtimalı olur. Anaerob fermentləşmə isə belə ehtimalı istisna edir və fincanı təbii kofe üçün ehtimal olunmayan dərəcədə təmiz edir. Kofe meyvəsi yığıldıqdan sonra ət və daxili bərk qabıqdan təmizlənir, 2-3 gün fermentləşdirilir, açıq havada 2-4 həftə və yaxud 50-60°C temperaturda 30-36 saat müddətinə qurudulur.

Əgər qurutma mexanizmlərdə aparılırsa, quruducular minimum güc və olduqca asta rejimdə işlədilməlidir ki, qurutma kofenin dadında əks olunmasın.

Qurutma prosesi başa çatdıqdan sonra giləmeyvələr xüsusi

binalarda yerləşdirilir və burada ideal temperatur və nisbi nəmlik təmin olunur. Kofe belə vəziyyətdə 6 aya qədər saxlanılır.

Kofe emal üsullarına görə quru, sulu və ballı ola bilər. Əgər kofe quru üsulla işlənirsə ona təbii kofe deyirlər. Bu ənənəvi üsuldur. Bu məqsədlə Həbəşistan dağlarında yetişmiş kofe giləmeyvələri ağacda bir qədər qurudulur və sonra torpağa düşənə qədər sonadək qurudulma aparılır. Bir neçə həftədən sonra giləmeyvədən dənələr ayrılır. Bu prosesi sürətləndirmək üçün giləmeyvələrin palma yarpaqları üzərinə sərilərək qurudulması da aparıla bilər. Bu zaman vaxtaşırı çevrilərək qurudulmanın bərabər səviyyədə getməsi təmin olunur (şəkil 5.31).



Şəkil 5.31. Kofe giləmeyvələrinin qurudulması

Quru işlənmə zamanı giləmeyvə lətində olan şəkərlər dənə keçir. Odur ki, yuyulmamış kofelər yuyulanlara nisbətən daha dolğun və şirin olması ilə diqqəti çəkir. Nəmli emal zamanı maddələrin bir hissəsi və minerallar itə bilər.

Nəmli emal dedikdə kofenin sulu emalı üsulu başa düşülür (şəkil 5.32).



Şəkil 5.32. Kofenin nəmli üsulla emalı

Nəmlik yüksək olan regionlarda kofenin günəş altında qurulması mümkün olmur. Bu problemin həlli 1740-cı ildə Yavada tapılmışdır. Bunun üçün məhsul yığılandıqdan sonra giləmeyvənin lətini dərhal ayırırdılar. Dən özündə zülalla zəngin olan yapışqan maddələri qatını saxlayır ki, bu da suda həll olmur. Bundan sonra sürətli fermentləşdirmə prosesi baş verir və yapışqan maddələri bir qədər böyük miqdarda su ilə yuyularaq kənar edilir. Nəmli emal daha mürəkkəb olmaqla özünəməxsus xüsusiyyətləri ilə seçilir. Belə ki, fermentləşmə və yuma zamanı çoxlu miqdarda maddələr, o cümlədən minerallar itirildiyinə görə yuyulmuş kofe daha turş olur və ətirli maddələrlə zənginliyi ilə seçilir.

Ballı kofe (yarım-nəmli emal olunmuş kofe) üsulu nəmli yaxud sulu emalın bir növü olub, bəzən “yarım-nəmli” adlanır. Belə işlənmə zamanı dəndən bütün giləmeyvə ləti deyil, onun bir hissəsi təmizlənir. Dən belə vəziyyətdə qurudulur və yalnız ondan sonra üzərində qalan qatdan təmizlənir. Bu cür yanaşma yuyulma ilə müqayisədə, yüksək keyfiyyətli təmiz kofe dənləri alınmasını təmin edir.

Yarımyuyulmuş kofe daha yumşaq və bircinsli olub, balanslaşmış dolğunluğa və həmçinin daha ətirli turşulara malik olur. Belə dənlərin rəngi adi yuyulma ilə alınan dənlərdən fərqlənməklə qızılı və bal rəngi ilə fərqlənir (şəkil 5.33).

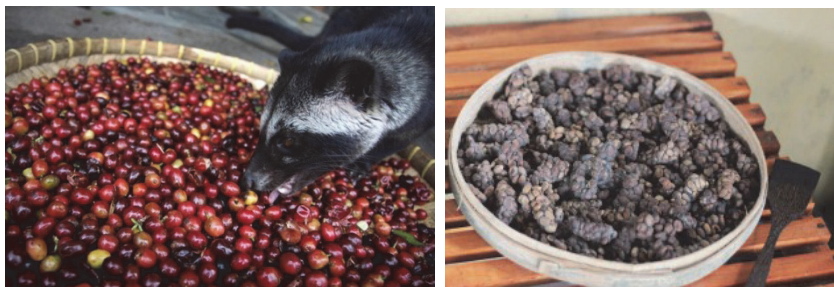


Şəkil 5.33. Ballı kofe

Vet-hall yaxud hiling-basaq üsulu nəmli emalın xüsusi növ müxtəlifliklərindən olub, yalnız İndoneziyada rast gəlinir. Bu üsulda əvvəlcə giləmeyvələr pulcuqlardan təmizlənir və bu proses adi nəmli işlənmədən heç nə ilə fərqlənmir. Sonra kleykovina qatı ilə örtülmüş dən fermentləşməyə verilir. Bu zaman fermentləşmə adi üsuldan daha tez və sadə şəraitdə gedir. Lakin əsas məsələ bundan sonra baş verir. Belə ki, perqament qılaflı ilə örtülmüş dən sürətli fermentləşmə nəticəsində kleykovinadan bir qədər təmizlənərək qurudulmaya verilir. Lakin qurutma adi halda olduğu kimi 11-12% nəmliyə qədər deyil, 50%-ə yaxın səviyyəyə qədər aparılır. Perqament qılaflı olan nəmli dən bu qatın kənar edilməsi üçün hallinqə yönəldilir və ona görə də bu üsul Vet-Hall adlanır. Beləliklə, kofenin emalı kofe dəninin giləmeyvədən ayrılma üsulunu nəzərdə tutur. Bu son məhsulun dad və ətirinə əsaslı dərəcədə təsir göstərir. Kofenin quru, nəmli, yarımnəmli yaxud ballı emalı kofenin müxtəlif

sortlarına özünə məxsusluq verir.

Dünyanın ən bahalı kofesi Balidə alınan Kopi Lүvak kofesidir. Belə adlanmanın səbəbi burada yaşayan Lүvak adlı heyvanın adı ilə bağlıdır. Məlum olmuşdur ki, kofe giləmeyvəsi ilə qidalanan heyvanın peyini olduqca yaxşı fermentləşmiş kofe məhsuludur (şəkil 5.34).



Şəkil 5.34. Lүvakın kofe giləmeyvəsini yeməsi və alınan peyini

Çiy kofenin tərkibində quru maddəyə görə 32-36% ekstraktlı maddələr vardır. Kofenin tərkibində 0,7-2,5% kofein, 9-19% zülali maddələr, 9,4-18% yağ, 4,2-11,8% saxaroza, 32,5-33,5% sellüloza, 5-7% pentozanlar, 3,6-7,7% aşı maddələri, 3,7-4,5% mineral maddələr, 4-8% üzvi turşular (xlороgen, limon, şərab, alma, turşəng, kofe) və 9-12% su vardır.

Keyfiyyətli kofe içkisi almaq üçün kofe dənələrini hər cür kənar qarışıqlardan təmizləyib 160-220⁰C temperaturda qovururlar. Kofe 14-60 dəq arası kəsilmədən qovrulur və nəticədə dənələrin həcmi 30-50%-ə qədər artır, kütləsi əsaslı şəkildə azalır. Qovrulma nəticəsində kofenin tərkibindəki həll olan maddələrin ümumi miqdarı artır, şəkər karamelləşir, şəkərlərlə amin turşuları birləşib melanoidinlər əmələ gətirir və kofe dənə tünd-qəhvəyi rəngə boyanır. Kofe özünəməxsus dad-tam və ətir kəsb edir. Qovrulmuş kofenin tərkibində onun dadını, ətrini və buketini təşkil edən 400-ə qədər müxtəlif kimyəvi birləşmələr tapılmışdır.

Kofenin əzilməsi və su ilə çalınması zamanı fermentləşmə davam edir (şəkil 5.35).



Şəkil 5.35. Kofenin fermentləşdirilməsi

FƏSİL 6

MIKROORQANİZM BIOKÜTLƏSİNİN ALINMASI

6.1. Zülal mənbəyi kimi mikroorqanizm biokütləsinin alınması

Yemlərdə zülal və amin turşularının miqdarını mikroorqanizm biokütləsi vasitəsilə balanslaşdırmaq mümkündür. Belə zülal mənbəyi aşağıdakı üstünlüklərə malikdir.

- mikroorqanizmlərin inkişaf sürəti çox böyükdür (mikroorqanizmlər, kənd təsərrüfatı bitkilərindən 500 və ən tez böyüyən heyvan cinslərindən 1000-5000 dəfə tez böyüyür). Bunu bir sıra amillər şərtləndirir. İlk növbədə biokütlədə zülal tərkibinin yüksək olmasını qeyd etmək olar. Belə ki, mayalar öz kütləsindən 40-50%, bəzi bakteriyalar isə 60-70% çox zülal toplayır;
- zülalların təminedicisi bioloji dəyəri - maya və bakteriya zülalları əvəzolunmayan amin turşuların bir çoxunun (lizin, triptofan) tərkibinə görə etalona (yumurta zülalı) uyğun gəlir;
- istehsalın hava və mövsümdən asılı olmaması - bütün ilboyu mikroorqanizm biokütləsi almaq olur;
- biokütləni müxtəlif qeyri-qida məhsullarının substratından və istehsal tullantılarından almaq olur;
- mikrob zülallarının sənaye istehsalı üsullarının avtomatlaşdırılma imkanları vardır.

Bu və ya digər produsentin zülal preparatlarının istehsalında tətbiqi, qida mühitinin və zülalın təyininin tətbiqi ilə müəyyən olunur. Yem məqsədli zülallar alındıqda tələblər o qədər də ciddi olmur, ancaq qida üçün zülal preparatlarına tələb daha yüksək olur. Mikroorqanizm produsentin səmərəli tətbiqi istehsal məqsədi ilə müəyyən olunur. Bu bir tərəfdən onun inkişaf sürəti, digər tərəfdən mühitdə qida maddələrinin istifadə dərə-

cəsindən asılı olur. Zülalların produsentləri aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- Öz kütləsindən 40-70% çox zülal toplamalı;
- Qida mühitini maksimum mənimsəməli;
- Xəstəlik törədici olmamalı və mühitə zəhərli maddələr verməməli;
- Steril olmayan şəraitdə becərmə zamanı yüksək davamlılıq və yaşamaq qabiliyyətli olmalı;
- Yüksək bölünmə və inkişaf sürətinə malik olmalı;
- Mühitdən asan ayrılmalı;
- Zülali maddələrin biosintezi üçün istifadə edilən əkin materialı tibbi-bioloji tələblərə cavab verməlidir.

Digər mikroorqanizmlərə nəzərən mayaların bir sıra üstünlükləri vardır. Belə ki, mayalar yoluxmalara qarşı davamlıdır, bakteriyalara nisbətən hüceyrələrinin böyük ölçüdə olması mühitdən asan ayrılmasına imkan verir, sadə mühitdə inkişaf edərək karbohidrat və azot mənbəyini mənimsəyir, yüksək qidalıq xüsusiyyəti və biokütlənin xoşagələn iyi ilə fərqlənir. Maya biokütləsi vitaminlərlə zəngin zülali məhsuldur ki, bu da ondan nəinki yem üçün, eləcə də qida üçün istifadə etməyə imkan verir.

Bakteriyaların üstünlüyü ondan ibarətdir ki, digər mikroorqanizmlərə nisbətən sürətlə böyüyür, biokütləsi zülal tərkibli və əvəzolunmayan amin turşusu - metioninə malikdir. Amin turşuların tərkibinə görə bakterioloji zülal heyvan zülalına yaxın olduğundan, ondan alınan yem preparatları da böyük qiymətə malik olur. Ancaq bakteriyalardan istifadə edərkən tərkibindəki lipidlər diqqətlə öyrənilməlidir, çünki, bəzi bakteriyaların lipidlərində toksinlər olur. Bakteriyaların istifadəsində çatışmayan cəhət hüceyrələrinin kiçik olması və sıxlığının suya yaxın olmasıdır ki, bu da onun əkin mayesindən ayrılmasını çətinləşdirir.

Bundan əlavə, mayaların və bakteriyaların biokütləsində çoxlu miqdarda nuklein turşuları (uyğun olaraq 12 və 16%-ə qədər) vardır. Bu isə canlı orqanizmdə arzuolunmayan parçalanma məhsullarının əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Yosunlar başqa mikroorqanizmlər kimi zülal alınması üçün bir mənbədir. Onlar mayalara nisbətən substratdan asan ayrılır, ona görə biokütlədə az nuklein turşusu əmələ gəlir. Yosunlarda zülalın ümumi miqdarı 70% təşkil edir. Həm də bu zülallar amin turşulara görə tam dəyərlidir.

Göbələklər. Yem və qida zülalı almaq üçün sənaye üsulu ilə becərilən ibtidai və ali göbələklərdən də istifadə edilir. Bəzi mikroskopik göbələklər 50%-ə qədər zülal toplayır. Tərkibində əvəzolunmayan amin turşuların miqdarına görə heyvan mənşəli zülallara yaxın olub, biokütləsi vitaminlərlə əsasən də B qrupu ilə zəngindir. Nuklein turşuları az (2,5%) olduqda hüceyrə qılfı nazik olur ki, bu da heyvanların mədə-bağırsaq boşluğunda asan həzm olunmağa imkan verir. Mikroskopik göbələklərin maye qida mühitində yetişdirilməsi zamanı ilk mərhələdə biokütlənin intensiv əmələ gəlməsi baş verir. Daxili becərilmədə birinci 5-6 saatda konidilərdə mürəkkəb hüceyrədaxili əmələgəlmə gedir. Onlar şişir və ilk hiflər yaranır. Sonra göbələyin mitselləri tez və sürətlə artır.

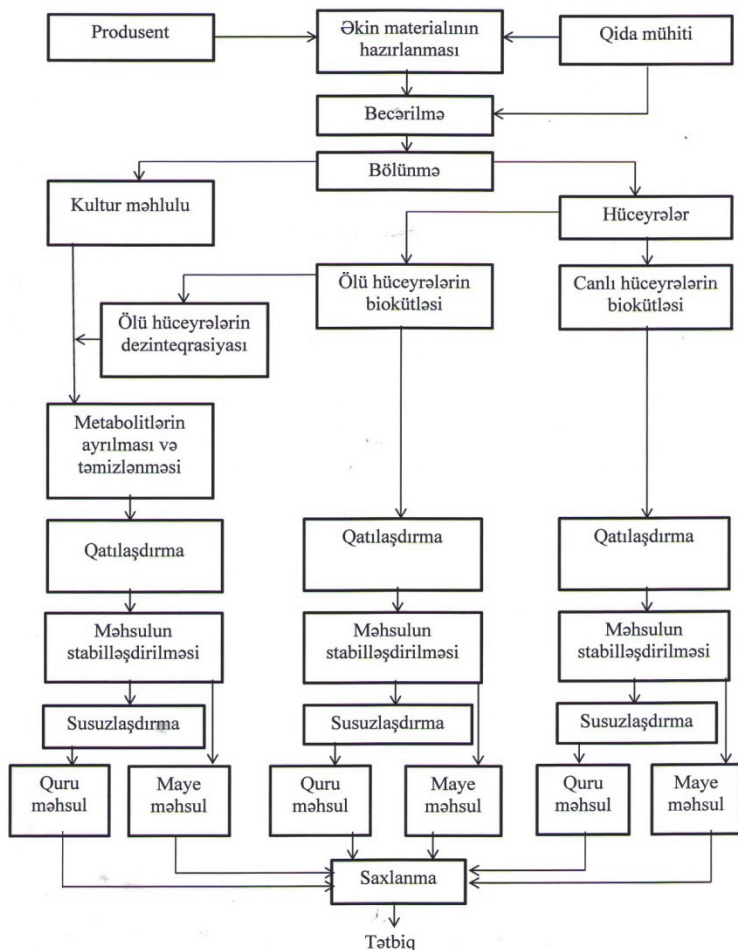
6.2. Mikrob zülalının sənaye istehsalı

İstifadə olunan xammaldan asılı olmayaraq mikrob zülal preparatları istehsalının texnoloji prosesi aşağıdakı əsas mərhələləri əhatə edir:

1. Xammalın və mikroorqanizmlərin yetişdirilməsi üçün qida mühitinin hazırlanması;
2. Mikroorqanizmin becərilməsi;
3. Əkin mayesindən produsentin biokütləsinin ayrılması;
4. Hüceyrənin plazmolizi;
5. Qurutma;
6. Qablaşdırma.

Sənayedə zülal preparatları istehsalında qida mühiti kimi süd zərdabından istifadə edilir. Süd zərdabında *Kluyveromyces* və *Candida* mayaları daha yaxşı inkişaf edir və çoxlu miqdarda zü-

lal toplayır. Süd zərdabından istifadə etmək həm xüsusi mürəkkəb hazırlıq tələb etmir, həm də buradan alınan zülal preparatı yem və qida məqsədi üçün istifadə edilir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, süd zərdabından alınan biokütlə ət və süd heyvandarlığında, quşçuluqda və başqa istiqamətlərdə yüksək texnoloji və iqtisadi səmərəliliyə malikdir (şəkil 6.1).



Şəkil 6.1. Mikrob sintezi məhsulları istehsalının prinsiplial biotexnoloji sxemi

Bitki mənşəli hidrolizatdan zülal almaq üçün *Candida* mayasından, nadir hallarda *Trichosporon* maya növündən istifadə edilir. *Candida* mayaları eləcə də sulfid və maye karbohidrogenli mühitdə zülal sintez edilir. *Mycobacterium* və *Pseudomonas* bakteriyaları qaz halında olan karbohidrogenləri də istifadə edirlər. Mikroorqanizmlərdən alınan zülal biokütləsi zülali əlavə kimi istifadə edilərkən yaxşı tədqiq olunmalı, onun tərkibi, xassələri və mənimsənilməsi öyrənilməlidir. Toksik sınaqlarda nəinki canlı hüceyrələr, eləcə də hazır zülali məhsullar yoxlanılır. Mikrob zülalı insanların qidasında zülal çatışmazlığını aradan qaldırmaq üçün qida məqsədilə tətbiq edilir. Bu zülal 1985-ci ildən müxtəlif məhsulların və yarımfabrikatların tərkibinə əlavə edilir. Qida məhsulları istehsalında mikrob zülalının 3 əsas formasından istifadə edilir.

1. Bütöv biokütlə (hüceyrə divarının xüsusi olaraq dağılması);

2. Az hissəsi təmizlənmiş biokütlə (hüceyrə divarının dağılması və arzuolunmaz komponentlərin çıxarılması);

3. Biokütlədən ayrılmış zülallar.

Bu zülallar zülal preparatlarında qəbul edilən formadır. Lakin onların tətbiqində çatışmayan cəhət odur ki, ayrılma prosesində turşular, qələvilər, yüksək temperatur və təzyiq istifadə edildiyindən amin turşuların bir hissəsi parçalanır.

Zülalın mikrob sintezində elə əkin materialı seçmək lazımdır ki, zülalın tərkibindəki əvəzolunmayan amin turşuların tərkibi Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının (ÜST) qəbul etdiyi etalon - yumurta zülalına yaxın olsun. ÜST bu mikrob zülalından insan qidasında istifadəyə bir şərtlə icazə vermişdir ki, nuklein turşularının qəbul edilən miqdarı sutkada 2 qramı ötməsin. Könnüllülər arasında aparılan sınaqlarda məlum olmuşdur ki, bu zülalın insan qidasına əlavəsi mənfi nəticə vermir, yalnız allergik reaksiya, mədə pozğunluğu yaradır.

6.3. Çörək mayaları istehsalı

Mayalar - insanların daimi peyki olub, müxtəlif mikrobioloji proseslərdə istifadə edilir. Çörək mayaları ilk dəfə Rusiya monastırında 14-15-ci əsrlərdə, preslənmiş mayalar isə Almaniya 1972-ci ildən istehsal olunmağa başlamışdır.

İnsanlar maya biokütləsini qida zülalı kimi ekstremal şəraitlərdə qəbul edirlər (aqlıq zamanı və ya alpinistlər, dənizçilər quru qida kimi istifadə edirlər). Mayanın qida kimi qəbulunun az olması onun hüceyrə qılafının qalınlığı və orqanizm tərəfindən yaxşı mənimsənilməməsi ilə əlaqədardır.

Mayaların qida dəyəri haqqında bizim təəssüratlarımız tədricən dəyişir. İnsanlar mayaların sənaye üsulu ilə becərilməsini yaxşı mənimsəmiş, biotexnologlar *Saccharomyces cerevisiae* mayalarının zülalla zəngin biokütləsinin sadə sintetik mühitdə becərilməsinə nail olmuş (məsələn, etil spirtində mikrob və ya kimyəvi mənşəli), kimyaçılar isə maya biokütləsindən təmizlənmiş zülal konsentratı ayrılması üsullarını işləyib hazırlamışlar. Çörək mayaları hüceyrələrində alkoqoldehidrogenaza fermentinin iştirakı ilə etil spirti metabolitləşdirilir, lakin mayalar etanolu bir çox xüsusiyyətlərə malik olur. Sintetik mühitdə etanolu mayalara əlavə edilən amin turşuların minimal miqdarı stimullaşdırıcı təsir göstərir.

Sintetik etanolu mühitdə becərilən çörək mayaları laboratoriya fermentatorunda fasiləsiz becəridikdə üzərinə 0,5% maya ekstraktı əlavə edilir və (quru maddənin 8-9 q/l hesabı ilə) istifadə edilən substrata görə 70-75% çıxım verir. Maya ekstraktı əvəzinə qarğıdalı ekstraktı və ya proteinləşmiş kartof şirəsi tətbiq etmək olar.

Çörək mayaları maya hüceyrələrinin biokütləsidir, tərkibi bioloji aktiv maddələr kompleksidir və fermentativ aktivliyə malikdir. Bu da unun şəkərlərinin intensiv qıcırmasına və xəmirin yumşalmasına səbəb olur. Fermentlərin zimaz kompleksi

xəmirdə şəkərin spirt qıcqırmasına səbəb olur. Bu zaman alınan karbon qazı xəmiri yumşaldır və onu qaldırır, nəticədə bişmə zamanı çörəkdə lazımı məsaməlik əmələ gəlir. Mayalar vitaminlərlə zəngindir, məsələn, anevrin, riboflavin, pantoten turşusu, nikotin turşusu, fol turşusu və s. ona görə kökə məmulatlarını vitaminləşdirmək üçün çox zəngin məhsuldur.

Adətən mayaların sənaye istehsalı üçün qida mühiti istifadə edilir. Bu mühitin əsas komponenti şəkər istehsalı tullantısı olan melassadır. Mayalar bioreaktorda (fermentatorda) fasiləli qaydada, aerob daxili üsulla pH ədədinin 4,4-4,5 olduğu mühitdə axında becərilir. Aparata melassanı durultmaq üçün 70-80%-ə qədər isti su tökülür (1:17-1:30 nisbətində), 10% melassa və duz məhlulu əlavə edilir, optimal pH mühiti və temperatur nizamlanır və mülayim aerasiya verilir. 1 saat ərzində qida mühiti verilmir, sonrakı 10 saatda qida mühiti fasiləsiz axınla saatda ümumi mühitin 5; 6; 7,2; 8,2; 9,2; 10,2; 12,8; 11,0 və 9% qədər miqdarı əlavə edilir. Fermentləşmə prosesi müddətində aerasiya da dəyişir. Belə ki, havalandırma becərilmənin birinci və axırncı saatlarında (1:1 nisbətində) məhdud miqdarda, bölünmənin intensiv getdiyi müddətdə isə artırılaraq 1,5-2,0 dövr/dəq-ə çatdırılır. İnkişafın stasionar fazasında kulturu intensiv tumurcuqlama dayanana kimi saxlayırlar.

Fermentləşmə zamanı mühitin qatılığı (0,9-2,2 saxaromerə görə) və titrləşən turşuluğu (0,3-0,8 ml 100 ml-ə görə) artır. Belə şəraitdə preslənmiş maya çıxımı istifadə olunan şəkərin miqdarına görə 50% təşkil edir. Fermentləşmədən sonra sentrifüqalaşdırma və ya filtrləmə ilə mayalar mühitdən ayrılır, sonra biokütlə su ilə diqqətlə yuyulur. Əmtəə mayaları quru və preslənmiş ola bilər.

Preslənmiş mayalar aşağı temperaturda (4-6⁰) saxlanılır, çünki otaq temperaturunda bakteriya və mikomisetlər maya hüceyrələrini dağıdır. Mayaların biokütləsində 50%-ə kimi zülallar, amin turşular və vitaminlər vardır.

Çörək mayalarının ekspertizası. Əmtəə çörək mayalarının ekspertizasında orqanoleptik göstəricilər (xarici görünüş, rəng, iy və dad, qatılıq) və mayaların nəmliyi müəyyən edilir. Ölü hüceyrələrin miqdarı (5%-dən çox olmayaraq), mayaların bölünmə qabiliyyəti, bioloji təmizliyi, qaldırma qüvvəsi. Mayaların qaldırma qüvvəsi zamanla xarakterizə olunur, bu müddət xəmirin qaba keçirilməsindən 70 mm qaxmasına kimi keçən vaxtdır. Mayaların qaldırma qüvvəsi 70 dəqiqədən çox olmalıdır.

Çörək mayaları qida sənayesinin müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunur: çörəkbişirmə, pivəbişirmə, etil spirtinin alınması, şərabçılıq və s.

6.4. Maya istehsalında istifadə edilən mayalar

Maya zavodlarında şəkər mayalarını yetişdirirlər. Bu mayalar morfoloji və yetişmə əlamətlərinə görə *Endomycetaceae* ailəsinin *Saccharomyces* cinsi və *cerevisiae* növünə aiddir. Maya istehsalında tez bölünən maya irqləri çox qiymətləndirilir. Bunlar yaxşı qaldırma gücünə, saxlanmada dayanıqlığa və şəkəri aktiv qıvcırtmaq qabiliyyətinə malik olurlar. Bunun üçün elə irqlər seçilir ki, qurutmada davamlı olsun. Preslənmiş çörək mayaları istehsalında istifadə edilən mayaların hüceyrələrinin diametri 6-8-dən 7-9 mkm olmaqla, yüksək maltoz aktivliyi 4; 11; 14; 21; 28; LF12; L1; 608; 616; 722 və s. olmalıdır.

Mayaların kimyəvi tərkibi onların hüceyrələrinin fizioloji quruluşundan, irqindən və qida mühitinin tərkibindən asılıdır. Preslənmiş mayalarda 25-28% quru maddə və 72-75% su vardır. Tərkibində mineral və üzvi maddələr olan su hüceyrəyə daxil olur və bütün həyat əhəmiyyətli reaksiyalar sulu məhlulda gedir. Sərbəst su maddələr mübadiləsi prosesində iştirak edir, əlaqəli su hidrogen rabitəsinin köməyi ilə zülal molekulları

ilə saxlanır və beləliklə də maya hüceyrəsi protoplazması strukturunun bir hissəsi olur.

Mayalarda quru maddələr aşağıdakı komponentlərlə təmsil olunur: zülal - 37-50%, ümumi azot - 6-8%, azotsuz maddələr - 35-45%, yağ - 1,5-2,5%, kül - 6-10%.

Karbohidratların və zülalların miqdarı irqdən və mayaların yetişdirilməsində prosesin dəyişmə istiqamətindən asılıdır. Maya hüceyrələrində protoplazmanın əsas hissəsini hüceyrədə biokimyəvi çevrilmələri həyata keçirən fermentlər təşkil edir. Məlumdur ki, fermentlərin fəaliyyəti hüceyrənin daxilində (endoferment) və xaricində (ekzoferment) ola bilər. Ekzofermentlər ətraf mühiti həll olan və asan diffuziya edən qida mühitinə çevirir. Endofermentlər tənəffüs və qıcqırma proseslərinin kimyəvi reaksiyalarını sürətləndirir, eyni zamanda hüceyrə protoplazmasını əmələ gətirən reaksiyaları aparır.

Mayaların istehsalında melassadan istifadə edirlər. Mayalar bioreaktorlarda fasiləli, daxili üsulla aerasiya şəraitində pH 4,4-4,5 yetişdirilir. Aparata 70-80% isti su tökülür, 10% melassa və duz məhlulları əlavə edilir, optimal pH mühiti və temperatur yaradılır və yavaş aerasiya edilir. 1 saat ərzində mühit əlavə olunmur, sonrakı 10 saatda fasiləsiz olaraq qida mühiti verilir. Aerasiya əvvəl və sonda yavaş, bölünmə zamanı artırılmaqla həyata keçirilir. Belə olduqda mayalar bütün inkişaf fazalarını keçir. Fermentləşmə zamanı mühitin qatılığı dəyişir. Fermentləşmədən sonra mayalar sentrifuqa ilə və ya filtdən keçirilməklə mühitdən ayrılır və biokütlə diqqətlə yuyulur. Əmtəə mayaları quru və preslənmiş ola bilər. Pres mayalar 4-6°C-də saxlanır.

FƏSİL 7

HEYVAN MƏNŞƏLİ XAMMALDAN HAZIRLANAN ƏRZAQLARIN BİOTEXNOLOGİYASI

7.1. Qıcqırma məhsullarının alınması

7.1.1. Süd turşusu qıcqırması

Süd turşusu qıcqırmasında son məhsul süd turşusudur. Bu qıcqırma insanlara qədimdən məlumdur. Turşudulmuş süd, qatıq, kefir, tərəvəzlərin turşudulması – süd şəkəri, yaxud bitki karbohidratlarının süd turşusuna qıcqırmasının nəticəsidir. Qıcqırmanın bu növü süd turşusu bakteriyalarının köməyi ilə həyata keçirilir. Bu bakteriyalar qıcqırmanın xarakterindən asılı olaraq iki böyük qrupa bölünür: homofermentativ – şəkərdən yalnız süd turşusu əmələ gətirənlər və hetrofermentativ – süd turşusundan başqa spirt, sirkə turşusu, karbon qazı əmələ gətirənlər.

Homofermentativ süd turşusu qıcqırmasını *Lactobacillus* və streptokoklar törədir. Onlar 6 (heksozlar), yaxud 5 (pentozlar) karbon atomlu müxtəlif şəkərləri və bəzi turşuları qıcqırda bilir. Lakin onların qıcqırtdığı məhsulların siyahısı məhduddur.

Süd turşusu bakteriyalarında havanın oksigenindən istifadə etmək üçün fermentativ aparat yoxdur. Onlar üçün oksigen ya əhəmiyyətsizdir, ya da inkişafı məhv edir.

Süd turşusu qıcqırmasının ümumi formulu belədir:



Hetrofermentativ süd turşu qıcqırması homofermentativlə müqayisədə daha mürəkkəbdir. Karbohidratların qıcqırması şəraitdən asılı olaraq mühitdə toplanan bir sıra birləşmələrin

əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Bəzi bakteriyalar süd turşusu ilə yanaşı etil spirti və karbon qazı, digərləri sirkə turşusu; bəzi hetrofermentativ süd turşu bakteriyaları isə müxtəlif spirtlər, qliserin, mannit əmələ gətirə bilər.

Hetrofermentativ süd turşusu qıcqırmasını *Lactobacterium* və *Streptococcus* cinsi törədir. Bu qıcqırmaların kimyası spirt qıcqırması, yaxud homofermentativ süd turşu qıcqırması kimi yaxşı öyrənilməmişdir.

Hetrofermentativ bakteriyalar süd turşusunu başqa yolla əmələ gətirir. Son mərhələ - piroüzüm turşusunun süd turşusuna qədər reduksiya olunmasıdır ki, bu da homofermentativ qıcqırmada olduğu kimidir. Lakin piroüzüm turşusunun özü qlükozanın başqa şəkildə - heksozomonofosfatla parçalanmasından əmələ gəlir. Bu zaman çıxan enerji spirt qıcqırmasından xeyli az olur.

Heterofermentativ bakteriyalar məhdud sayda maddələri - bəzi heksozalar (müəyyən quruluşa malik olanlar), pentozlar, şəkər, spirt və turşuları qıcqırdır.

Süd turşusu qıcqırması süd məhsullarının qatıq, asidofilin, kəsmik və smetanin emalında geniş istifadə olunur. Bakteriyalar tərəfindən aparılan kefir və kumis istehsalında süd turşusu qıcqırması ilə yanaşı, mayalar tərəfindən aparılan spirt qıcqırmasının da yeri vardır. Süd turşusu qıcqırması birinci mərhələdə pendir hazırlanmasında baş verir, sonra süd turşusu bakteriyaları propion turşu bakteriyaları ilə əvəz olunur. Süd turşusu bakteriyaları meyvə və tərəvəzlərin konservləşdirilməsində və yemlərin siloslaşdırılmasında geniş istifadə olunur. Təmiz süd turşusu qıcqırması sənaye miqyasında süd turşusu almaq üçün tətbiq olunur.

Süd turşusu dəri istehsalında, boyaqçılıq işində, təmizləyici tozlar emalında, plasmass hazırlanmasında, əczaçılıq və bir çox digər sahələrdə geniş tətbiq tapmışdır. Süd turşusu həmçinin qənnadı və spirtsiz içkilər sənayesində geniş istifadə olunur.

Tipik və qeyri-tipik süd turşusu qıcırması. Tipik süd turşusu qıcırmasının törədiciləri aşağıdakı mikroorqanizmlərdir:

1. *Bac. Sterptococcus lactic* böyük olmayan sporsuz çöplər olub, cavan kulturu streptokok şəklindədir; bu bakteriyaların inkişafı üçün optimum temperatur 30-35⁰C-dir; laktoza, qlükoza, qalaktoza və maltozanı qıcqırdır və süd turşusu mühitdə 1%-ə yaxın miqdarda toplanır.

2. *Bac. Delbriicki* özünü uzun sporsuz çöplər kimi göstərib, 45-48⁰C temperaturda inkişaf edir; istehsalat üçün miqdarı 2,2%-ə qədər çatan süd turşusunun alınmasında istifadə olunur; neytrallaşdırıcı agentlərin (təbaşir iştirakı ilə 10%-ə qədər) təsiri ilə süd turşusu toplamaq olur;

3. *Bac. Bulgaricum*, yaxud bolqar çöpləri özünü hərəkətsiz, sporsuz mikroorqanizm kimi göstərir, həyat fəaliyyəti üçün optimal temperatur 40-48⁰C-dir. Bu bakteriyalar daha çox miqdarda süd turşusu toplaya bilir ki, onun miqdarı 3,2%-ə bərabər olur. Süd turşusu bakteriyaları onlarda olan bu, yaxud digər fermentlərdən asılı olaraq müxtəlif şəkərləri qıcqırda bilir.

Qeyri-tipik süd turşusu qıcırması ona görə belə adlanır ki, burada süd turşusu ilə yanaşı həm də digər məhsullar, məsələn, etil spirti, sirkə- və kəhraba turşuları, karbonat turşusu və hidrogen əmələ gəlir.

Alınan məhsulların miqdarı müəyyən intervalda tərəddüd edir. Qıcqıran şəkərdən orta hesabla süd turşusu 40%-ə qədər, kəhraba turşusu 20%-ə yaxın, sirkə turşusu və etil spirti isə uyğun olaraq 10% və 20% əmələ gəlir. Qeyri-tipik süd turşusu qıcırmasını törədən bakteriyaların əsas nümayəndələri *B.Coif*, *B.Pentoaceticum* və başqalarıdır. Qeyri-tipik süd turşusu qıcırmasına həmçinin pentozlar məruz qalır. Pentozlar qıcqırdıqda aşağıdakı bərabərliyə uyğun süd və sirkə turşuları əmələ gəlir.



Yalançı süd turşusu qıcqırması bakteriyalarına da təsadüf olunur. Onlar 25-35⁰C temperaturda çoxalır və süd turşusu ilə yanaşı digər turşular da əmələ gətirirlər.

Tipik və qeyri-tipik süd turşusu qıcqırması xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində geniş tətbiq olunmaqdadır. Onlardan ilk növbədə müxtəlif süd məhsulları hazırlamaq üçün (qatıq, kefir, kumıs və b.) istifadə olunur, eyni zamanda turş qara çörək, süd turşusu və konservləşdirilmiş meyvə və tərəvəzlərin alınması üçün tətbiq olunur. Pentozların qıcqırmasının yemlərin siloslaşdırılmasında (həm saman, həm də kövşənin) böyük əhəmiyyəti vardır. Bəzi bitkilərdə olan pentozanların pentozlara qədər hidrolizi və sonradan yuxarıda qeyd olunan turşulara çevrilməsi nəticəsində silos turş dad alır və çürüməkdən qorunmuş olur.

7.1.2. Turş süd məhsulları istehsalında mayaların tətbiqi

Süd mayaları – turş süd məhsulları istehsalında südə əlavə olunan lazımı, arzuolunan mikrofloranın əsas mənbəyidir. Bunlar mikroorqanizmlərin təmiz əkin materialıdır. Bu mayaların verilməsi südü mikroflora ilə zənginləşdirir, südün turşuması, dad və ətir maddələrin toplanması müşahidə olunur. Hələ qədimdən süd və xamanın turşudulması üçün qatıq və ya yüksək keyfiyyətli xamadan istifadə edirdilər. Təbii maya kimi ayran, turşudulmuş xama və ya turş süd tətbiq edilirdi. Lakin bu mayalar yüksək keyfiyyətli və stabil məhsul alınmasına zəmanət vermirdi. Çünki, onlar tez-tez kənar mikroflora ilə çirklənirdi ki, bu da məhsulun xarab olmasına gətirib çıxarırdı. Bakterial mayalardan sənaye miqyasında yağ istehsalı üçün ilk dəfə XX əsrin sonlarında istifadə edilməyə başlanmışdır. Süd sənayesində xüsusi laboratoriyalarda hazırlanmış təmiz mikroorqanizmlərdən alınan əkin materiallarından istifadə edilir. Bu

zaman mikrofloranın tərkibi elə seçilir ki, hər ərzaq növü üçün xarakterik iy, dad və qatılıq təmin edilə bilsin.

Süd sənayesində əsasən maye və sublimasiya ilə qurudulmuş mayalardan istifadə edilir. Bu mayalar quru, maye və dərin dondurulmuş bakterial konsentrat, bakterial preparatlardır. Quru mayalar, bakterial preparatlar və konsentratların saxlanma müddəti 3-4 ay, maye mayalar üçün isə 10 sutkadır.

Mayaların hazırlanmasının əsas qaydaları. Mayaları təzə və ya yağsızlaşdırılmış keyfiyyətli süddə hazırlayırlar. Südü 121°C -də 15-20 dəqiqə ərzində sterilizə edir (laboratoriya mayaları üçün) və ya $92-95^{\circ}\text{C}$ -də 20-30 dəqiqə müddətində pasteurizə edirlər (sənaye mayaları üçün). Termiki işlənmədən dərhal sonra süd mayalanma temperaturuna qədər soyudulur və üzərinə 1-3% miqdarında maya vurulur. Biokimyəvi proseslərin getməsi nəticəsində süddə ağ qatılaşma başlayır, süd zülallarıнын bir hissəsi parçalanır, dad və ətir maddələri formalaşır. Laboratoriya mayaları hazırlanarkən hər sutkada bir neçə ardıcıl əkin aparılaraq sənaye üçün lazımi həcmə çatdırılır.

Hər əkindən sonra və sənaye tətbiqinə verilməmişdən əvvəl mayalar orqanoleptik, kimyəvi və mikrobioloji göstəricilərə görə yoxlanılır.

Mayaların qüsurları. Mayalarda müxtəlif qüsurlar ola bilər. Belə ki, mezofil süd turşu streptokoklarından ibarət olan mayalarda ən geniş yayılmış qüsurlardan olan istiliyə davamlı süd turşu çöplərinin inkişafını göstərmək olar. Bu, pasteurizasiya rejiminin pozulması və hazır mayanın qeyri-səmərəli soyudulması nəticəsində baş verir.

Başlanğıc mayanın tələbata uyğun gəlməməsi, ətir əmələgətirən streptokokların lazımi miqdarda olmaması, mayalanma temperaturunun pozulması və yetişmənin davam etmə müddətinin tələblərə cavab verməməsi nəticəsində yağ və pendir üçün hazırlanan mayalarda ətrin əmələ gəlmə xüsusiyyəti kifayət qədər olmur.

Mayaların keyfiyyətinin aşağı olmasının bir səbəbi də bakteriofaqların inkişafı ilə süddə ingibitorların (inkişafı dayandıran maddələrin) olması ilə əlaqədardır. Smetan və bəzən az hallarda şor üçün mayalarda qəlizlik, yapışqanlıq əmələ gəlir. Belə qüsurlar yaranmış maya digər partiya maya ilə əvəz olunur və dəqiqliklə çalışılır ki, turşulaşma temperaturu aşağı düşməsin.

Tərkibində termofil süd turşu streptokokları olan mayalarda artıq yapışqanlıq əmələ gətirən, istiliyə davamlı süd turşu çöpləri tez-tez müşahidə olunur.

Çoxkomponentli mayalarda qüsurlar qatıq göbələklərinin becərilmə şəraitinin pozulmasından əmələ gəlir. Geniş yayılmış qüsurlardan biri qatıq göbələklərinin seliklənməsi və yapışqanlıqın əmələ gəlməsidir, digəri isə qatıq mayasının aktivliyinin aşağı düşməsidir. Bu mayada süd turşu çöplərinin toplanması nəticəsində yaranır, mühitdə turşuluğu artırır ki, bu da süd turşu streptokoklarının inkişafını ləngidir. Südə normadan artıq mayanın verilməsi südün və alınacaq məhsulun turşuluğunu artırır. Normadan az verilməsi isə pendir kütləsində biokimyəvi proseslərin getməsinə pozur, kənar mikrofloranı aktivləşdirir və nəticədə acılıq, dad və ətirdə qüsurlar əmələ gəlir.

Aşağı turşuluqlu südün mexaniki çirkliliyinin emalında, zəif süd turşu prosesində verilən maya əkin materialının normasını artırır. Ancaq dozanın çox artırılması mikrofloranın həcmi artırmaıb, yalnız südün və alınacaq məhsulun turşuluğunu yüksəltmiş olur. Maya kulturunun lazım olan miqdarda verilməməsi pendir kütləsində biokimyəvi proseslərin pozulmasına, kənar, zərərli mikrofloranın aktivləşməsinə səbəb olur və nəticədə məhsulun dad və ətirdə qüsurlar meydana gəlir.

7.1.3. İstifadə olunan mayalardan asılı olaraq süd turşu məhsullarının təsnifatı

Mayaların tərkibindəki mikrofloradan və hazırlanma üsullarından asılı olaraq süd turşu məhsullarını aşağıdakı qruplara bölürlər.

1. Çoxkomponentli mayalardan istifadə edilməklə hazırlanmış məhsullar – qatıq və kumis. Bu qrupun mikroflorası süd turşu bakteriyaları (bir və bir neçə), mayalar, bəzən sirkə turşu bakteriyalarıdır. Mayalar və sirkə turşusu bakteriyaları məhsulla xüsusi ətir və dad verir. Qatıq istehsalında təbii simbiotik mayalar - qatıq göbələyi tərkibinə *Lactobacillus* süd turşu bakteriyası, *Saccharomyces* kefir mayası və streptokokların bəzi növləri daxildir. Kumis at südündən *Lactobacillus casei* süd turşu bakteriyaları, streptokoklar və laktozanı qıcqırdan mayaların köməyi ilə hazırlanır. Bunların turşudulması 20-22⁰C temperaturda 10-12 saat ərzində aparılır.

2. Mezofil (mülayim) süd turşu streptokoklarından istifadə edilməklə hazırlanmış şor, xama (smetan), qatıq məhsulları. Bu məhsulların əsas mikroflorası *Streptococcus lactis*, *Streptococcus acetoinicus*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis* süd turşu streptokoklarıdır. Turşudulma 6-8 saat ərzində 30⁰C-də gedir.

3. Termofil süd turşu bakteriyalarından istifadə edilməklə hazırlanmış məhsullar - qatıq, yoqurt, Cənub qatığı, Meçnikov qatığı və b. Bu məhsulları hazırlamaq üçün 10:1 nisbətində *Streptococcus thermophilus* və *Lactobacillus bulgaricus* (bolqar çöpləri) süd turşu bakteriyaları qarışığından istifadə edilir. Bu turşudulma 40-42⁰C-də 3 saat müddətində aparılır.

4. Termofil və mezofil süd turşu bakteriyalarından istifadə edilməklə hazırlanan məhsullar - lyubitelskiy smetanı, aşağı yağlı smetan, Lyubitelskiy, Yubileyniy, Ruskiy içkiləri. Bu məhsulların əsas mikroflorası mezofil və termofil süd turşu streptokoklarıdır. Bu turşudulma 33-38⁰C-də aparılır.

5. Asidofil bakteriyaları və bifidobakteriyalarından istifadə edilməklə hazırlanan məhsullar - asidofil südü. Asidofilin, bifidoməhsullar - müalicə profilaktiki qida məhsulları. Bu məhsulların mikroflorasına aşağıdakı bakteriyalar daxildir. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum* və s.

7.1.4. Südün fermentləşməsi zamanı baş verən proseslər

Turş süd məhsullarının hazırlanmasının texnoloji proseslərində ümumi cəhətlər vardır. Bunlar ilk növbədə çiy süddə kənar mikrofloranı məhv etmək, ikincisi isə pastemizədən və soyudulandan sonra seçilmiş xeyirli mikroorqanizmlərin inkişafı üçün ən əlverişli şəraitin yaradılmasıdır. Nəticədə alınmış məhsul xarakterik xüsusiyyətlərə malik olur.

Qida sənayesində fermentləşmə turş süd məhsullarının böyük çeşidini almaq üçün tətbiq edilir. Burada əsas proses süd turşu qıcqırmasıdır ki, bunu da süd turşu bakteriyaları və streptokoklar törədir və nəticədə laktoza süd turşusuna çevrilir. Digər reaksiyaların tətbiqi ilə ya əsas proseslə, ya da məhsulun sonrakı emalını aparmaqla ayran, xama (smetan), yoğurt və pendir alınır. Son məhsulun xüsusiyyəti fermentləşmənin xarakterindən və intensivliyindən asılıdır. Əsas proseslə birlikdə gedən süd turşusunun alınması reaksiyası məhsulun əsas xüsusiyyətini müəyyən edir. İkinci fermentləşmə reaksiyası getdikdə pendirin yetişməsilə müxtəlif sort pendirlərin dad keyfiyyəti müəyyən olunur. Belə reaksiyalarda ərzaqda olan peptidlər, amin turşular və yağ turşuları iştirak edir.

Süddə fermentləşmə zamanı 6 əsas reaksiya gedir, nəticədə süd turşusu, propion və ya limon turşusu, spirt və yağ turşusu alınır. Bunlardan ən əsası süd turşusu qıcqırmasıdır. Südün turşudulması üsullarının hamısı buna əsaslanmışdır. Südün laktozası hidroliz olunaraq qalaktoza və qlükoza alınır. Adətən qa-

laktoza turşudulmaya qədər qlükozaya çevrilir. Süddə olan bakteriyalar qlükozanı süd turşusuna çevirir. Kazein laxtasının əmələ gəlməsi bu zülalın izoelektrik nöqtəsində $\text{pH}=4,6$ olduqda süd turşusu təsirindən baş verir. Bu proses pendir əmələ gəlməsinin əsasında durur.

İsveçrə pendirinin hazırlanmasında yağ-turşu qıcqırması ilə karbon qazının əmələ gəlməsi əsas rol oynayır. Bunun nəticəsində pendirdə özünəməxsus ətir (buket) və gözçüklər alınır. Paxta, smetan (xama), qaymaqlı pendirin özünəməxsus dadı limon turşusu qıcqırmasının nəticəsində formalaşır. Bu dad diasetil, propion, sirkə turşusunun və onlara yaxın birləşmələrin hesabına yaranır.

Spirit qıcqırması əsasında alınan süd məhsulları Avropa və Amerikada az rast gəlinir. Bu tip qıcqırma Rusiyada süd emalında tətbiqini tapmışdır, ancaq digər məhsulların istehsalında bu qıcqırma arzuolunmazdır. Bu qıcqırmanı törədən Torula mayalarına inkişaf etməyə imkan vermir. Eyni zamanda yağ turşusu qıcqırması da arzuolunmazdır.

Südü fermentləşməsindəki müxtəlif prosesləri nəzarət olunan şəraitdə aparırlar. Min illərdir bu qıcqırma süddə olan bakteriyaların iştirakı ilə aparılırdı. Hazırda isə müxtəlif mayalardan istifadə etməklə lazım olan keyfiyyətdə və çeşiddə süd məhsulları hazırlanır. Zavodda və sənaye olan mikrobioloji laboratoriyalarda, eləcə də elmi-tədqiqat institutlarında təmiz və keyfiyyətli mayalar hazırlanmasına diqqət yetirilir.

7.1.5. Süd turşu məhsullarının alınmasında istifadə olunan (mayalarda olan) mikroorqanizmlər

İstehsalatda süd turşu məhsullarının alınmasında istifadə olunan əkin materiallarında olan bakteriyalar ya bir, ya da bir neçə ştammi qarışıqından ibarət olur. Əkin materialları - mayalar şərti olaraq 2 kateqoriyaya bölünür:

1. Turşu əmələ gətirən;

2. Ətir əmələ gətirən.

Cədvəl 7.1-də süd məhsulları istehsalında istifadə olunan bəzi növ bakteriyalar, onların bu proseslərdə rolu, alınan məhsullar verilmişdir.

İstifadə olunan şamların seçimi və tərkibi alınacaq məhsulun xüsusiyyətindən asılı olaraq müəyyən edilir. Məsələn, *Streptococcus lactis* - enerjili turşu əmələ gətiricidir, homofermentativ tipli qlükozanı qıcqırdır, başqa sözlə çoxlu süd turşusu toplayır (süddə ən son hədd $100-120^0T$). Optimal temperatur $+30^0C$ olub, 45^0C -də inkişaf etmir, lakin bəzi şamları 41^0C -də inkişaf etmə xüsusiyyətini saxlayır. Xörək duzunun 5,5% qatılığında inkişaf edir.

Cədvəl 7.1

Südün emalında istifadə olunan bəzi bakteriyaların funksional rolu

Əkin materialı	Funksiyası	Tətbiq sahəsi
Propionibacterium P.shermaii P.petersonii	dad əmələ gətirir,gözcüklər əmələ gətirir	Isveçrə pendiri istehsalı
Lactobacillus L.casei L.helveticus L.lactis L.bulgaricus	Turşu əmələ gətirir	Yetişmə, isveçrə pendiri üçün maya, isveçrə tipli pendirlərin istehsalı, yoqurt istehsalı
Leuconostoc L.dextranicum L.citrovorum	Limon turşusundan dad maddələrinin alınması(diasetil)	Xama(smetan)alınması, kərə yağı, maya istehsalı
Streptococcus S.thermophilus S.lactis S.cremoris	Turşu əmələ gətirir	Yoqurt və isveçrə pendiri istehsalı, pendirlər üçün mayalar

Sterptococcus cremoris də homofermentativ turşu əmələ gətiricidir, ancaq bəzi xüsusiyyətləri vardır. Bu növün hüceyrələrinin fəaliyyəti nəticəsində pendir hazırlanarkən zərif laxta yaranır. Bunu da daha çox süd zərdabında saxlamaq mümkündür, belə pendir daha zərif qatılığa malik olur. Bu növ mikroorqanizmlərin inkişafı 40⁰C-də dayanır. Onların çatışmayan cəhəti xörək duzuna və tormozlayıcı maddələrə qarşı həssas olmalarıdır.

Streptococcus lactis subsp. *diacetilactis* - heterofermentativ süd turşu mikroorqanizmlərin nümayəndəsidir. İnkişafı üçün optimal temperatur +20-26⁰C, bəzi şamlarda isə 37⁰C-dir, 3% qatılıqlı xörək düzündə inkişaf edir. Bu mikroorqanizmlə qıcqırmada yetişməni təmin edən nəinki süd turşusu, eləcə də üçü-cu yağ turşuları, aseton, diasetil və karbon qazıdır.

Streptococcus thermophilus – homofermentativ süd turşu streptokoku olub, mülayim turşu əmələ gətirmək qabiliyyətlidir. İnkişafı üçün optimal temperatur +40-45⁰C, bəzilərinə isə +50⁰C olub, 53⁰C-də inkişafı dayanmış olur. 30 dəqiqə müddətində 65⁰C temperaturda qala bilir. Aşağı inkişaf həddi 20⁰C-dir.

Lactobacillus helveticus – homofermentativ tipli olub, laktozanı qıcqırdır və çox güclü turşu əmələ gətiricidir. Fəaliyyəti üçün optimal temperatur +40-42⁰C olub, minimum 15⁰C və maksimum +50-53⁰C-də inkişafı dayanır.

Lactobacillus lactis – homofermentativ mikroorqanizmlər olub, zəif turşu əmələ gətiricidir. Bəzi şamları südü laxtalamır, yalnız turşulaşdırır. Fəaliyyəti üçün optimal temperatur +30-35⁰C olub, 45⁰C-də inkişaf etmir, +15-40⁰C həddində isə böyüyür.

Lactobacillus fermentum – heterofermentativ süd turşu çöpləridir. Praktiki olaraq südü laxtalamır, inkişafının optimal temperaturu +30-35⁰C olub, 15⁰C-də inkişaf etməsə də 45⁰C-də böyümə olur.

Seleksiya sahəsində aparılan intensiv tədqiqatlar müəyyən xüsusiyyətlərə malik standart təmiz əkin materialları hazırlamağa imkan vermişdir. Elə əkin materialları hazırlanmışdır ki, onlar üçün əlavə avadanlıq və ya xüsusi xidməti heyətə ehtiyac qalmamışdır. Xama (smetan), şor və pendir istehsalında belə materialı südlə, qaymaqla və ya normallaşdırılmış qarışıqla dolu rezervuar və ya vanna tipli qaba əlavə edir, lazım olan məhsul hazırlanır.

7.1.6. Biotexnoloji yolla alınan süd məhsulları

Yoqurt. Bu, qədimdən fermentləşmə yolu ilə hazırlanan məhsuldur. Süd isti işləndikdən sonra 2-3% yoqurt mayasından südə əlavə etməklə hazırlanır. Qıcqırma zamanı temperatur 40⁰C-də tənzimlənir. Burada əsas *Streptococcus thermophilus* və *Lactobacillus bulgaricus* bakteriyalarından istifadə edilir. Məhsulun lazımı qatılıq, dad və ətirdə alınması üçün mikroorqanizmlər bərabər miqdarda olmalıdır. *Streptococcus thermophilus* bakteriyaları mayalanmanın əvvəlində turşu əmələ gətirir. Qarışıq mayaları tez-tez yeniləmək lazımdır, çünki bakteriyaların növ və şamları biri digərini üstələyir. Bu zaman *Lactobacillus bulgaricus* dominantlıq edir. Yoqurtun xarakterik xüsusiyyəti südün laktozasında alınan süd turşusu və asetaldehidlə əlaqədardır. Hər iki maddəni *Lactobacillus bulgaricus* bakteriyası hazırlayır.

Qıcqırmış ayran. Qıcqırmış məhsul təzə ayrandan alınır. Əsasən yağ istehsalından sonra alınmış üzsüz süddən maya əlavə etməklə alınır. Buradakı mayada süd turşu streptokokları *Streptococcus lactis* və ya *Streptococcus cremoris* və ətirverici bakteriya *Leuconostoc citrovorum* və *Leuconostoc dextranum* olur. Bu və ya digər mikroorqanizmlər paxtanın tam dəyərli dad və ətirinin alınmasını formalaşdırır. Burada streptokoklar dominantlıq edir.

Xama (smetan). Qıvcırmış ayran kimi hazırlanır. Pasterizə edilmiş qaymağa yağ istehsalında istifadə edilən 0,5-1% miqdarında maya əlavə edilir. Sonra məhsul 0,6% turşu əmələ gələnə qədər saxlanır.

Bifidoməhsullar. Bu məhsullar müalicə profilaktik istiqamətdə hazırlanan qrupa aiddir. Eubiotiklərə - insan bağırsağında mikrofloranı normal tərkibdə və funksional aktivlikdə saxlamaq üçün olan bioloji aktiv əlavələr aiddir. Bifidoməhsulların bir çoxunda *Bifidobacterium bifidum* bakteriyasından istifadə edilir. Bifidoməhsulların çeşidinə aşağıdakılar aiddir:

Bifidokefir - təzə süddən və ya yağsızlaşdırılmış südə kefir göbələyi və bifidobakteriyalar əlavə etməklə hazırlanır.

Bifidoyoqurt və ya bioyoqurt - təzə süddə asidofil və ya bolqar çöpləri istifadə etməklə hazırlanır.

Bifidoxama və ya bioxama - qaymaq süd turşu bakteriyaları və bifidobakteriya konsentratı ilə zənginləşdirməklə hazırlanır.

Bifilin - təbii inək südündən və bifidobakteriyanın təmiz əkin materialından istifadə etməklə hazırlanır.

Süd turşusu məhsullarının dietik xüsusiyyətləri. Süd turşusu məhsulları kütləvi istehlak malları hesab edilir ki, həm dietik, həm də bəzən müalicəvi xarakter daşıyır. İ.İ.Meçnikov hələ XIX əsrin sonlarında süd turşusu bakteriyalarının mikrofloranın normal fəaliyyətinə müsbət təsirinə diqqət yetirmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, hər hansı pozuntu *Lactobacillus acidophilus* süd turşusu bakteriyalarının köməyi ilə bərpa olunur və yad mikroorqanizmlərin inkişafının qarşısı alınır.

Süd turşusu məhsulları insan mədəsinin sekretor funksiyasına təsir edərək iştah oyadır, qidanın həzmını asanlaşdıran fermentlərin ayrılmasına zəmin yaradır, bağırsaqların fəaliyyətini normallaşdırır və sinir sisteminin fəaliyyətinin yaxşılaşmasını təmir edir. Bundan başqa, süd turşusu məhsullarının dietik xüsusiyyəti onun daha tez mənimsənilməsinə imkan verir ki, bu da süd zülallarının bir hissəsinin parçalanması hesabına olur.

Pendirin hazırlanması. Pendir şordan təzə süd və ya yağ-sızlaşdırılmış südün kazeininin laxtalandırılması yolu ilə hazırlanır. Kazeinin laxtalanması mikrob fermentləri, süd turşusu və ya qursaq fermentinin təsiri altında baş verir. Laxtalanmada *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis* və *Leuconostoc citrovorum* süd turşusu bakteriyaları iştirak edir. Zülalın laxtalanması nəticəsində kalsium kazeindən ayrılan və suda həll olmayan kazein turşusuna çevrilərək pambıqvari çöküntü əmələ gətirir. Qoyun, keçi, inək və at südündən istifadə edilərək müxtəlif pendir növləri hazırlanır. Filtr-presə verilən şordan pendirin hazırlanma texnologiyasından asılı olaraq, süd zərdabı ya tamamilə, ya da bir qədər kənar edilir. Hazırlanacaq pendirin növündən asılı olaraq şora uyğun mikroorqanizmlər əkilir. Onların inkişafından sonra şorun həm kimyəvi tərkibi, həm də fiziki xüsusiyyətləri dəyişir. Əkin materialının təbiətindən və xüsusiyyətindən asılı olaraq müxtəlif pendir növləri əmələ gələ bilər (şəkil 7.1). Bəzi pendirləri *Penicillium roquefortii* kif göbələyinin sporları ilə yoluxdururlar, nəticədə pendir xüsusi dad və ətir almış olur. Mavi Danimarka pendiri, Qorqonzola, Rokfor və s. bu qəbildəndir. Mikrob lipazası fermentinin təsiri altında, süddəki yağların parçalanması nəticəsində əmələ gələn yağ turşuları ilə əlaqədar olaraq, Rokfor pendiri kəskin acı dad alır. Burada kapron, kaprin və kapril yağ turşuları alınır. Kifli pendirin digər növü Kamamber *Penicillium camambertii* göbələyindən hazırlanır. Pendirin yetişməsi bir neçə həftədən bir neçə aya qədər ola bilər. Çedder pendiri 8 aya yetişir. Birinci həftədə pendirdə mikroorqanizmlərin miqdarı bir neçə milyona çatır, sonra isə bakteriya və mayaların sayı azalır. Pendir aşağı temperaturda yetişməlidir (Rokfor pendiri üçün yetişdirmə temperaturu 9⁰C-dən yuxarı olmamalıdır).



Şəkil 7.1. Pendir çeşidləri

İnək yağı. Süd məhsulları arasında inək yağı ən asan alınan məhsuldur. İstehsal olunan yağın növündən asılı olaraq yağlılığı 30-32%-dən 40%-ə qədər olan qaymaqdan istifadə edilir.

Yağ istehsalında alınan məhsulun dadını yaxşılaşdırmaq və saxlanma müddətini uzatmaq üçün xüsusi bakteriya növləri və şamları tətbiq edilir. Belə şamlar xüsusi dad əmələ gəlməsini təmin edən lazımi maddələri sintez etmək qabiliyyətinə malik olur. Əvvəllər bu məqsəd üçün *Streptococcus lactis* və ona yaxın növlər, sonralar qarışıq kulturlardan istifadə edilmişdir. Yağın dadını yaxşılaşdırmaq üçün *Streptococcus lactis*, *Leuconostoc citrovorum* və *Leuconostoc dextranicum* bakteriyalarının şamlarından istifadə edilir.

Bakteriya şamları yağın dadını yaxşılaşdırmaqla yanaşı, bəzi xoşagəlməz dadları da kənarlaşdırmış olur. Yağın emalının son proseslərində perspektivli üsullardan biri lipaza fermentinin əlavə edilməsidir (bu ferment lipidləri parçalayır). Onun tətbiqi yağın emaldan sonra birbaşa satışıya göndərilməsinə imkan verir.

Məlumdur ki, bəzi insanlar laktozanı həzm edə bilmirlər. Onlar üçün β -qalaktozidaza fermenti ilə emal edilən süd isteh-

sal etmək olar. Belə süddə fermentin köməyi ilə laktozanın miqdarını azaltmaq mümkündür. β -qalaktozidaza fermentini mayalar, kif göbələkləri və bakteriyalardan alırlar.

7.2. Ət və balıq istehsalında biotexnoloji proseslər

7.2.1. Ət məhsulları istehsalında mikroorqanizmlərdən istifadə

Hazırda ət məhsullarının istehsal texnologiyasında süd turşusu qıvcırmasından istifadə edilməkdədir. Çiy hissə verilmiş kolbasalar həmçinin bud, döş əti və bisketin (koreykanın) duzlanmasıda süd turşusu bakteriyaları çürüdücü bakteriyaların inkişafının qarşısını alır, hazır məhsulda dadın və ətrın formalaşmasında iştirak edir (şəkil 7.2). Bakteriyalı fermentləşmə tələb olunan ət məhsullarına adətən xüsusi seçilmiş streptokok, laktobasil və pediokokların şramları olan maya əlavə edilir. Bu halda qablama materialının üzərində bakterial kulturdan istifadə edildiyi göstərilməlidir.



Şəkil 7.2. Ət məmulatları çeşidləri

Ferment preparatlarının tətbiqi. Ətin emalını yüngülləşdirmək və yumşaldılmasını təmin etmək üçün proteolitik ferment preparatlarından istifadə edilir. Sənaye miqyasında ferment preparatlarından istifadə edilərkən ətdə fermentlərin bərabər paylanması, onun texnologiyası ilə əlaqədardır. Proteolitik fermentlərlə ətin işlənməsinin aşağıdakı üsulları vardır:

- preparatın heyvan sağ ikən iynə (inyeksiya) şəklində yeridilməsi;
- ət cəmdəyinə əzələdaxili şprislə daxil edilməsi;
- ətin səthinin ferment preparatı ilə çiləməklə işlənməsi və ya toz şəkilli preparatın ətin səthinə çəkilməsi;
- ətin mexaniki yumşalmadan sonra ferment olan məhlula salınması;
- ferment məhlulunda dehidratlaşmış sublimasiyanın bərpası.

Hər bir üsulun öz üstünlüyü və çatışmazlıqları vardır.

1. Ferment preparat məhlulunun sağ heyvan orqanizminə qan damarı sistemi ilə vurulması. Heyvan sağ ikən verilən preparat orqanizmdə bərabər paylanır və yaxşı yumşaltmaq effekti verir, yetişmə müddətini qısaldır, bişmə üçün yararlı olan ətin miqdarını artırır. Bununla yanaşı, qeyd etmək lazımdır ki, preparatın yüksək dozada verilməsi anafilaktik şok yaradır, orqanizmin normal funksiyasını pozur.

2. Ferment məhlulunun ətin üzərinə çilənməsi və ya toz şəklində preparatın ətin səthinə çəkilməsi. Bu üsulun tətbiqi zülal strukturunun qeyri-bərabər əmələ gəlməsinə görə məhduddur. Çünki, ət üstədən çox yumşalır, daxildən isə kifayət qədər yumşalmır.

3. Ət cəmdəyinin əzələdaxili şprislənməsi. Ferment preparatlarının əzələ toxumasına dəfələrlə iynə şəklində daxil edilməsi daha çox səmərə verir. Bununla yanaşı, üsulun səmərəliliyi təzyiq altında fermentlə steril vaakum və ya azotun verilməsi ilə artır. Bu qazlar əzələ toxumasını yumşaldaraq fermentin hüceyrə arasında yaxşı paylanmasına şərait yaradır. Daha bir

üsul isə preparatın ətə çox yüksək təzyiqlə verilməsidir ($200 \times 10,5 \text{ Pa}$).

4. Ətin mexaniki yumşalmasından sonra ferment preparatı olan məhlula salınması. Ətin sadəcə olaraq məhlula salınması az səmərə verir, ona görə ki, bu halda ətin yalnız səthi daha çox dəyişikliyə məruz qalır, ətin daha dərin qatları isə minimal dəyişir. Ətin mexaniki yumşaldılması ilə birlikdə ferment preparatı məhluluna salınması, eləcə də ətin ferment məhlulunda sürtülməsi yaxşı keyfiyyətli ət alınmasına və emal zamanı az miqdarda nəmlik itkisinə səbəb olur.

5. Sublimasiyalı dehidratlaşmış ətin yumşaldıcı preparatda yumşaldılaraq bərpa olunması yaxşı nəticə verir. Bu zaman ferment nəinki ətin səthinə, eləcə də məsamələrə və kapillyarlara nüfuz edir. Rehidratasiya prosesində ətin bütün həcmi boyu ferment bərabər paylanaraq zülalların quruluşuna təsir edir. Bunun nəticəsində ətin az ferment işlətməklə maksimum yumşalmasına nail olunur. Ətin yumşalmasına xörək duzu da müsbət təsir göstərir.

İstifadə olunan proteolitik ferment preparatları aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- əlverişli fəaliyyət üçün yüksək temperatura malik olmalıdır;
- turş-neytral pH mühitində səmərəli hidroliz apara bilməli;
- miozinin hidrolizi üçün əsasən də əzələdaxili birləşdirici toxumaların zülallarına kollagen və elastsan üçün xüsusiyyətlə malik olmalı (ketepsin, kollagenaza və elastaza ilə fəaliyyəti uyğunlaşmalı);
- insan orqanizmi üçün zərərsiz olmalıdır.

Əzələ toxumasını emal etmək üçün heyvan, bitki və mikrob mənşəli ferment preparatı tətbiq edilir. Heyvan mənşəli ferment preparatlarından biri, yüksək aktivliyə malik kollagenaza və elastazaya malik olan pankreatindir. Pankreatin donuzun mədəaltı vəzindən alınır. Onu bəzən tripsin, ximotripsin və

pepsinlə qarışıq istifadə edirlər. Buna baxmayaraq heyvan mənşəli fermentlər məhdud xammal mənbəyinə malik olur.

Bitki mənşəli ferment qrupları arasında əzələ toxumasının emalı üçün papain, fisin, bromelain və s. fermentlərdən istifadə edilir. Məsələn, papain bərk ətin yumşaldılması üçün tətbiq edilir. Papain ət məhsulunun yetişməsində, yarımfabrikatların hazırlanmasında və hidrolizatın alınmasında istifadə olunur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu proteazaların sənayedə çox işlədilməsinə baxmayaraq, onlar üçün istifadə edilən xammalın az olması istehsalı qane etmir, bitkini emal etdikdə çıxımı az olur və buna görə də maya dəyəri yüksəlmiş olur.

Mikrob mənşəli proteazalar digər mənbələrlə müqayisədə üstünlüyə malikdir. Belə ki, onların istehsalı üçün xammal bazası məhdud deyil, alınması digər texnologiyalara nəzərən sadədir, maya dəyəri aşağıdır və s. Bundan əlavə, mikrob proteazaların zülalları, o cümlədən fibrilyar zülallar daha dərin dağılmağa qadirdir. Onlar müxtəlif substratlarda geniş spektrdə fəaliyyət göstərir.

Xammala süni şəkildə verilən proteaz preparatı (avtolitik proseslərə oxşar şəkildə) zülal quruluşunun səmərəli şəkildə əmələ gəlməsini təmin edir. Ancaq ətin yetişməsi prosesi onların təsiri ilə 3-5 dəfə intensiv gedir və daha qısa müddətə başa çatır. Bununla belə, zülal strukturunun intensivliyi və əmələ gəlmə dərinliyi preparatın miqdarından, fiziki-kimyəvi şəraitdən və emalın davam etmə müddətindən asılıdır. Ətin ferment preparatı ilə işlənməsi ona zərif yumşaq, lazım olan ətir və dad verir.

7.2.2. Müxtəlif mənşəli zülal mənbələri

Heyvan mənşəli zülalın çatışmazlığını, həm də kolbasa məmulatlarının maya dəyərini aşağı salmaq məqsədilə zülalın bir hissəsini heyvani zülalı əvəzləyən digər mənbələrlə əvəz edirlər. Bitki, süd, mikrob və qan zülalı belə mənbəə ola bilər.

Ət sənayesi inkişaf etmiş demək olar ki, bütün ölkələrdə bitki əsaslı zülal mənbələrindən istifadə edilir. Funksional xüsusiyyətliliyi, qida dəyəri və iqtisadi baxımdan səmərəli olması bitki mənşəli zülalları ətin əvəzedicisi və ət məhsulları istehsalında zülal inqredienti kimi birinci yerə çıxarır. Bununla belə, bitki zülallarına bir sıra tələblər qoyulur. Belə ki, onlar məhsulun qida dəyərini saxlamalı, saxlanmada davamlılıq və ya orqanoleptik xüsusiyyətləri artırmalı, istehlakçı üçün məhsulun xüsusi tələbatlarla, lazım olan inqredientlərlə təmin etməli, xammalın keyfiyyətsizliyini və ya sanitar-texniki səviyyənin aşağı səviyyədə olmasını ört-basdır etməlidir.

Bitki zülal preparatlarını hazırda yalnız qida əlavəsi kimi deyil, həm də ət məhsullarının çıxımının artırılmasına təsir edən və kombinə edilmiş ət məmulatlarının əsas komponenti kimi istifadə edirlər. Bu istiqamətdə əsas yer soyalı zülal preparatlarına ayrılır və bu halda əsas başlanğıc məhsullar olaraq tərkibində 50% zülal olan yağsızlaşdırılmış soya unu, 70% zülalə malik soya konsentratı və 90% zülalı olan soya izolyatı tətbiq olunur. Eyni zamanda noxud, günəbaxan, qarğıdalı, pambıq çiyni və s. bitki məhsullarından hazırlanan zülal preparatlarından da istifadə olunur. Soya kimi onlardan da yüksək zülal tərkibli un, konsentrat və izolyat alınır.

Aşağı kalorili ət məhsulları hazırlanmasında tərəvəz əlavələri tətbiq edilir. Tərəvəz komponentlərinin bərabər miqdarda dana ətinə əlavə edilməsi onun kaloriliyini 5-6 dəfə aşağı salır. Tərəvəz əlavəsi və onun qarışığı əsas xammala qənaət etməklə yanaşı məhsulun keyfiyyətini (həzm olunmasını) artırır. Çəkilmiş ət məhsullarında çoxundur, kök, kartof, balqabaqdan hazırlanmış tərəvəz əlavəsi konsentratından uğurla istifadə olunur.

Kolbasa məmulatlarının istehsalında süd zülalından istifadə olunması məhsulun həm bioloji dəyərini, həm də funksional xüsusiyyətini artırmış olur. Qida kazeini, kazeinat, həll olan və həll olmayan formada kopresipitat, süd zərdabı və süd-zülal

konsentratı ən çox istifadə edilən məhsullardandır. Bu məhsullar südün emalı zamanı və zülalın müxtəlif üsulla ayrılmasından alınır. Aminturşusu tərkibinə görə bu məhsullar digər zülal preparatlarını üstələyir. Bitki zülallarından fərqli olaraq, süd zülalları mədə-bağırsaq sistemi fermentlərinin təsirindən asanlıqla parçalanır və bu zaman qana keçən amin turşular və peptidlər əmələ gəlir. Ət zülalından fərqli olaraq, süd zülallarında purin əsası olmadığından, onların artıqlığı orqanizmdə maddələr mübadiləsini pozmur. Son illərdə yeni yağsızlaşdırılmış süddən və süd zərdabından zülal hidrolizatı alınma texnologiyası işlənib hazırlanmışdır. Burada istifadə olunan heyvan və mikrob mənşəli proteaza geniş spektrdə məhsul - yarımfabrikat almağa imkan verir. Alınan məhsullar yüksək qida dəyərinə və balanslaşdırılmış aminturşu tərkibinə malik olur.

Son vaxtlar mikrob sintezi məhsullarından istifadə etməklə, bir hüceyrəli orqanizm və maya biokütləsi zülallarının alınmasına xüsusi diqqət verilir. Bu mikroorqanizmlər neft substratında becərilir. Pivə mayalarının zülalları ət məhsullarının bioloji dəyərini artırır. Ümumilikdə isə zülallar mineral maddələr və B qrupu vitaminlərinin miqdarının yüksəlməsinə tökan verir. Hüceyrələrin bir hissəsinin avtolizi hesabına məhsula sərbəst amin turşular və digər maddələrin olduğu material keçir. Nəticədə məhsul xüsusi xoşa gələn dad və ətir qazanmış olur. Belə məhsulun istifadəsi nəinki əsas xammala qənaət etmək məqsədi daşıyır, həm də ət olmayan komponentlərin, məsələn, soya, digər bitki və tərəvəz zülal əlavələrinin dad və ətini gizlədir.

7.2.3. Ət xammalının emalında alınan ikinci məhsullar

Kənd təsərrüfatı heyvanlarının emalında zülalla zəngin bir çox qiymətli ikinci məhsullar alınır. Bunlara, qan və onun törəməsi, sümük, qığırdaq, vətərlər, dəri, lət (dərinin alt qatı), buy-

nuz, dırnaq və s. aiddir. Bu sadalanan tullantılar arasında zülal mənbəyi kimi qandan daha çox istifadə olunur. Digər tullantılar isə bioloji dəyəri olmasına baxmayaraq, qida və yem məqsədi ilə geniş tətbiq olunmur. Bu xammal əvəzolunmayan amin turşuların yüksək miqdarına malik olub, xammalın ilkin vəziyyətində potensial zülal mənbəyi hesab edilsə də, həzmedici fermentlərlə zəif hidroliz olunur. Bu problemin həll edilməsinin daha səmərəli yolu – biotexnologiyanın xidmətlərindən, daha doğrusu fermentlərdən istifadə edilməsidir. Burada daha əhəmiyyətli mikroorqanizm fermentləri hesab olunur. Bu fermentlər çətin parçalanan zülalları, əsasən də keratin, kollagen və elastini parçalayır. Xammalın fermentləşməsi məhsulun funksionallığını, qida dəyərini və bioloji dəyərini artırır.

FƏSİL 8

BIOTEXNOLOJİ YOLLA ALINMIŞ ƏLAVƏLƏRİN VƏ İNQREDİENTLƏRİN TƏTBİQİ

8.1. Turş dadvericilər

Bu maddələri məhsullara dadverici, dadın kəskinləşdiricisi kimi əlavə edirlər. Ən çox işlənən limon turşusu olub, onu *Aspergillius niger* göbələyinin iştirakı ilə melassadan və hidrolizatın qlükozasından alırlar. Bu maddə alkoqolsuz içkilər və qənnadı məmulatları istehsalında geniş istifadə olunur. Pomi-dorun konservləşdirilməsində alma turşusundan istifadə edilir ki, onun da alınması *Aspergillus flavus* göbəleyi ilə əlaqədardır. Qida sənayesində başqa turşulardan, o cümlədən sirkə, süd, itakon (produsenti *A.terreus*), qlükon-qlükonolakton (produsenti *A.niger*), fumar (rhizopus mikroskopik göbəleyi) turşularından da geniş istifadə edilir.

8.2. Dad gücləndiricilər

Dadın ayrı-ayrı çalarlarını artıran maddələr təbii qida məhsullarında olur. Dad gücləndirici əsas maddə natrium qlutamin və ya qlutamin turşusunun natrium duzu hesab edilir. Bu maddə *Micrococcus glutamicus* bakteriyasının köməyi ilə alınır. Nukleaza fermentinin köməyi ilə mikroskopik göbələk olan *Penicillium citrinum* nuklein turşularını parçalayaraq 5⁻ nukleotid (tərkibində inozin və quanin) əmələ gətirir ki, bu maddə dad gücləndirici kimi tətbiq edilir.

8.3. Rəngləyicilər

Bu maddələr təbii mənbələrin sintezindən və kimyəvi sintezdən alınır. Lakin onlardan ikisi ənənəvi olaraq biotexnoloji yolla alınır (şəkil 8.1). Rəngləyici və rəng gücləndirici kimi bə-

zi vitaminlər, məsələn, B₂ (riboflavin), β -karotin, qida məhsullarını narıncı-sarı rəngə boyayır. β -karotin kolbasaların hazırlanmasında (natrium nitritin əvəz edicisi kimi), qənnadı məmulatları, kərə yağı və makaron məmulatları istehsalında istifadə edilir.



Şəkil 8.1. Pomidora rəng verilməsi

Bəzi amin turşular 100-120⁰C-də güclü qələvi reaksiyasında şəkərlərlə reaksiyaya girərək rəngləyici əmələ gətirir.

8.4. Qatılaşdırıcılar

Sənaye miqyasında ksantan istehsalına 1967-ci ildən başlanmışdır. İlk dəfə polisaxariddən mikroorqanizmlərlə alınan maddədir. Qlükoza, saxaroza, nişasta, qarğıdalı dekstrozası, barda, kəsmik zərdabında *Xanthomonas campestris* mikroorqanizmi ilə sintez olunur. Ksantan temperaturdan və duzlardan asılı olmayaraq yüksək özlülük xassəsinə malikdir. İnsan həya-

tı üçün təhlükə törətmədiyindən qida sənayesində - məhsulların konservləşdirilməsi, dondurulması, ədviyyat, sous, tez hazırlanan məhsullar, kremlər və meyvə şirələri istehsalında geniş tətbiq olunur. Akasiya toxumu və bitki polisaxaridlərinin birləşməsi ilə ksantanın sulu məhlulu sabit gel əmələ gətirir ki, bu da ev heyvanları üçün konservləşdirilmiş yem alınmasında istifadə edilir. Qənnadı sənayesi və dondurma hazırlanmasında qatılaşıdırıcı kimi dekstran (α -D-qlükan) tətbiq edilir. Bu maddə saxarozada yetişdirilən *Leuconostoc mesenteroides* mikroorqanizmindən alınır.

Alginatlar qida sənayesində bitkilərdən alınaraq qatılaşıdırıcı və ya gel əmələgətirici kimi geniş tətbiq edilir. Alginatlar üçün mənbə - dəniz yosunları, məsələn, *Laminaria spp.* hesab edilir. Ancaq təbiətinə görə bu mənbə daimi deyildir. Sənayedə alginatları karbohidrat mühitində *Azotobacter* bakteriyasından alırlar. Becərmədə müxtəlif parametrləri dəyişməklə alınan alginatın tipini dəyişmək olur.

8.5. Qida sənayesində istifadə edilən mikroorqanizmlər

İnsan üçün faydalı olan müxtəlif məhsullar sintez edən mikroorqanizmlər bir neçə yüz növdə olur. Sənayedə qida məhsulları istehsalında istifadə olunan mikroorqanizmlər 4 qrupa bölünür: bakteriyalar, aktinomisetlər (spor əmələ gətirməyən bakteriyalar) mayalar və kif göbələkləri.

İnsanın mayaların məlum olan 500 növündən ilk dəfə istifadə etdiyi *Saccharomyces cerevisiae* növüdür. Bu növ daha intensiv becərilir və geniş tətbiq sahəsi tapmışdır. *Saccharomyces cerevisiae* mayalarının ştamlarından pivəbişirmədə, şərabçılıqda, yapon düyü arağının istehsalında (sake) və başqa alkoqollu içkilər istehsalında, eləcə də çörəkbişirmədə istifadə edilir. Laktozanı qıcqırdan *Kluyveromyces fragilis* mayası süd zərdabından spirt alınmasına imkan verir. *Saccaromyces lipoli-*

tica karbohidrogenləri deqradasiya edir və mikrob biokütləsi alınmasında tətbiq edilir. Bu, 3 növ askomisetlərə aid edilir. Digər yararlı növlər deyteromisetlərə aiddir. Bunlar tumurcuqlama ilə artır. *Phaffia rhodozyma* astaksantin-karotinoid sintez edir. Bu maddə yetişdirilən forel və losos balıqlarının ətinə xarakterik narıncı və ya çəhrayı rəng verir.

Kif göbələkləri (mikroskopik göbələklər) bərk mühitdə çoxlu müxtəlif çevrilmələr edir. Onların iştirakı ilə sake istehsalında düyü nişastasının hidrolizi, soya paxlası, düyü səmənisinin hidrolizi aparılaraq bir sıra qida məhsulları (miso, tempe) alınır. Kif göbələkləri həm də qida sənayesində istifadə edilən fermentlərin produsentidir. Onlardan amilaza, proteaza, pektinaza, sellülaza, limon, süd, sirkə turşuları və s. alınır. Mikroskopik göbələk olan *Penisillium* bəzi pendirlər (Rokfor və Kamamberra) alınmasında istifadə edilir.

Faydalı bakteriyaları eubakteriyalara aid edirlər. Sirkə turşusu bakteriyaları olan *Gluconobacter* və *Acetobacter* bakteriyaları etanolu sirkə turşusuna, sirkə turşusunu isə karbon qazı və suya çevirir. *Bacillus* növü endospor əmələ gətirir və quyuğu olur. *B.cubtilis* ciddi aerob olsa da, *B.thuringiensis* anaerob şəraitdə də yaşaya bilir. Spor yaradan anaerob bakteriyalar *Clostridium* növüdür. *C.acetbutylicum* şəkəri qıcqırdaraq aseton, etanol, izopropanol, n-butanol (asetonbutanol qıcqırması) əmələ gətirir. Digər növlər isə nişasta, pektin və müxtəlif azot tərkibli birləşmələri qıcqırır. Süd turşusu bakteriyalarına *Lactobacillus*, *Leuconostoc* və *Streptococcus* aiddir. Bunlar spor əmələ gətirmir, qamma müsbətdir və oksigenə qarşı həssas deyillər. Heterofermentativ süd turşusu bakteriyalarından olan *Leuconostoc* karbohidratları süd turşusuna, etanola və karbon qazına qıcqırır; homofermentativ süd turşularından olan *Streptotococcus* növü isə yalnız süd turşusu produsentidir, *Lactobacillus* növü isə qıcqırma apararaq müxtəlif məhsullar əmələ gətirir.

8.6. Genetik dəyişdirilmiş qida mənbəyi

Gen mühəndisliyi genetik dəyişdirilmiş qida mənbəyi yaratmağa imkan verir. Bitki, heyvan, mikroorqanizmlər gen mühəndisliyinin köməyi ilə biotexnologiyada alınır və genetik dəyişdirilmiş adlanır. Onların emal məhsulları isə transgen qida məhsulları və ya genetik modifikasiya olunmuş qida mənbəyi adlanır. Qida məhsulları istehsalı üçün xammal hesab olunan bitki mənşəli genetik dəyişdirilmiş məhsulların yaradılması kənd təsərrüfatı bitkilərində yeni faydalı xüsusiyyətlər, o cümlədən qida dəyərinin artırılması, bitkinin qeyri-sabit hava şəraitinə, zərərvericilərə, patogenlərə dözümlülük yaratmış olur. Gen mühəndisliyinin bitkilərə tətbiqi növlər arası çarpazlaşmada bir çox maneələri aradan qaldırır. O həm də genetik baxımdan müxtəlif bitkilər yaratmağa imkan verir.

10 illik təcrübələrdən sonra 1994-cü ildə saxlanmaya davamlı İlk GDO pomidor Flavır Savr (Calgene Inc. - ABŞ-da) yaradılmışdır. Sonrakı illərdə ABŞ, Kanada, Yaponiya və Avropanın bir çox ölkələrində istifadə üçün icazə verilən bitkilər çoxaldıldı. Misal olaraq qarğıdalı, kartof, soya, şəkər çuğunduru və papayyanı göstərmək olar. 1999-cu ildə Rusiyada ilk genetik dəyişdirilmiş soya (40-3-2 xətti) qeydə alındı. Hazırda insan qidası üçün icazə verilən yüzlərlə genetik dəyişdirilmiş məhsullar yaradılmış və bu iş ilbəil artmaqdadır. Transgen dəyişdirilmə hesabına bitkilər herbisidlərə, insektisidlərə və viruslara davamlı xüsusiyyətlərə malik olur. Bununla da istifadə edilən pestisidlərin miqdarı, emalda texnoloji əməliyyatların sayı və həmçinin itkilər azalır. Məhsulun keyfiyyəti yüksəlir, material resurslarına qənaət olunur.

ABŞ-da 150-dən artıq GDO məhsulları istehsal olunur. Daha geniş yayılmış məhsul isə soya olub, ondan 3000-dən artıq qida məhsulları hazırlanır: suplar, uşaq yeməkləri, kartof çipsi, marqarin, salat sousları, balıq konservləri və s. GDO pambıq

və rapsdan pambıq və raps yağı, GDO kartofdan – kartof fri, gec yetişən pomidor sortundan ketçup və s. Transgen məhsullar öz ənənəvi analogları, tərkibində DNT, həmçinin zülal olmayan məhsullardan tərkib və xassəsinə görə seçilmir, onların istifadəsinə təhlükəsizlik tədqiqatı aparılmadan GMO qida mənbəyi kimi istifadəsinə icazə verilir. Onları təhlükəsizliyinə görə birinci sinfə aid edirlər və istehlakçıya sağlamlıq üçün zişansız hesab edilir. Belə məhsullara qida və ətir əlavələri, rafinə olunmuş yağlar, modifikasiya olunmuş nişasta, maltodekstrin, qlükoza şirəsi, dekstroza və başqaları aiddir.

Transgen kənd təsərrüfatı heyvanları və quşları alınmasının yeni texnologiyaları mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu texnologiyalar cəmdəyin ayrı-ayrı hissələrinin və toxumalarının məhsuldar və əlverişli istiqamətdə artırılmasına yönəldilir. Bu da ətin keyfiyyətinə və fiziki-kimyəvi göstəricilərinə, onun istehsalə və texnologiyaya yararlığına, əsasən də yerli ət xammalı çatışmazlığının aradan qaldırılmasına müsbət təsir göstərir.

Gen mühəndisliyi ətin texnoloji emalından sonra əzələ toxumasının quruluşunu və rəngini, onun pH-nı, bərkliyini, rütubət saxlama qabiliyyətini, yağlılıq dərəcəsi və xüsusiyyətini (mərmərlilik), eləcə də konsistensiyasını, dad və ətir xüsusiyyətlərini dəyişməyə imkan verir. Bundan başqa, gen mühəndisliyinin köməyi ilə heyvan və quşların ətraf mühitin zərərli faktorlarına uyğunlaşması və xəstəliklərə qarşı davamlılığı artır.

Mikroorqanizmlərlə bağlı gen mühəndisliyi sahəsində tədqiqatların çox hissəsi ferment, vitamin, antibiotik, üzvi turşular və digər maddələrin produsentlərinin seçilməsinə yönəldilmişdir.

Bakteriyaların geni dəyişdirilərək alınan fermentlərdən çörək bişirilməsində istifadə edilir (bu zaman unun rəngi açılır, çörək daha çox yumşaq, yüngül olur). Almaniyada alınmış transgen pektinazlar şirələrin istehsalında tətbiq olunur və pektinazanın hazır şirə və şərablarda olmadığı sübut edilmişdir.

Avtopa Birliyi ölkələri, Avstraliya, Yeni Zelandiya və bir çox digər ölkələrdə gen mühəndisliyi ilə alınan fermentlər vasitəsilə əldə edilən məhsullardan istifadə edilməsi mütləqdir.

8.7. Yeməli yosunlar

Qədim zamanlardan indiyədək Sakit okean və ada dövlətləri xalqları dəniz və okean yosunlarını qidada istifadə etməkdədirlər. Bu məhsul yüksək qidalılıq dəyəri ilə seçilir. Havay adalarının əhalisi öz ətraflarında olan 115 adda yosundan 60-dan çox qida çeşidində istifadə edirlər. Çində də yeməli yosunları yüksək qiymətləndirirlər. Bu yosunlar arasında göy-yaşıl yosun olan *Nostoc pruniforme* xarici görünüşcə gavalını xatırladır. Dadına görə Çin şirniyyatının dadını verən bu yosun xüsusi qiymətləndirilir. Yaponiya mətbəxinin 300-dən artıq reseptində yosunlardan istifadə edilir. Uzaq Şərqdə qida məqsədilə istifadə edilən yosun plantasiyalarının təbii yolla yenidən bərpaşı çatdırılır. Bununla əlaqədar olaraq yosunlar daha çox süni yolla sualtı bağlarda becərilir. Akvakulturun becərilməsi biotexnologiyanın çiçəklənən sahəsidir. Laminariya daha geniş tətbiq olunur. Bu yosunda çoxlu miqdarda çatışmayan yod mikroelementi vardır. Yosunlar sənayedə də xammal kimi tətbiq olunur.

Prespektivli göy-yaşıl yosunlardan biri də spirulina (*Spirulina platensis* və *Spirulina maxima*) yosunudur. Afrikanın Çad və Meksikanın Teskoko gölündə yetişir. Yerli əhali üçün spirulina əsas qida məhsulu hesab olunur. Tərkibində çoxlu miqdarda zülal, A, C, D vitaminləri və ən əsası da B qrup vitaminləri olur. Spirulinanın biokütləsi qida zülalının FAO tərəfindən verilən yüksək standartına bərabər tutulur (FAO, BMT-nin ərzaq və kənd təsərrüfatı təşkilatıdır). Spirulinanı açıq su hövzələrində və ya qapalı sistemlərdə polietilen borularda uğurla becərərək yüksək məhsul götürürlər (təxminən 20 q biokütləyə quru maddəyə görə sutkada 1m³ məhsul).

FƏSİL 9

BIOTEXNOLOGİYANIN MÜASİR VƏZİYYƏTİ VƏ İNKİŞAF YOLLARI

9.1. Müasir biotexnologiyanın əsas istiqamətləri

Müasir biotexnologiyanın bir sıra sahələri fərqləndirilir:

- sənaye mikrobiologiyası;
- tibbi biotexnologiya;
- texnoloji bioenergetika;
- kənd təsərrüfatı biotexnologiyası;
- biohidrometallurgiya;
- mühəndis enzimologiyası;
- hüceyrə və genetik mühəndislik;
- ekoloji biotexnologiya.

Sənaye mikrobiologiyası biotexnologiyanın əsas hissəsini təşkil edir. Bu sahə mühüm mikrobioloji proseslər haqqında elmdir. Mikroorqanizmlərin köməyi ilə onun sənayedə tətbiqi xalq təsərrüfatında istifadə edilən lazımi məhsullar alınmasını təmin edir.

Biotexnologiya bəzi sahələrdə ənənəvi texnologiyanı dəyişmək imkanına malikdir. Ərzağın uzun müddət saxlanması, qida ədviyyatlarının, polimerlərin istehsalı, yüngül sənaye üçün metanol, etanol, bioqaz və hidrogen üçün xammal istehsalı belə sahələrdəndir. Sənayenin bir çox sahələrində biotexnologiya mühüm rol oynayır. Biotexnologiyadan qida məhsulları istehsalında (zülal, aminturşu və üzvi turşuların alınması üçün mikroorqanizmlərin geniş şəkildə yetişdirilməsi); kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının və xəstəliyə davamlılığının artırılması məqsədilə aparılan klonlaşdırmada; dərman istehsalı, yeni vaksinlər, antibiotiklər və hormonlar alınmasında; ətraf mühitin çirklənməsinin azaldılmasında (çirkab suların təmizlənməsi, tullantıların işlənməsi və s.) uğurla istifadə olunur (cədvəl 9.1).

İnsanın praktiki fəaliyyətində və sənayenin müxtəlif sahələrində biotexnologiyanın əsas istiqamətləri

Sahələr	Tətbiq sahələri
Kənd təsərrüfatı	Mikroorqanizm-produsent biokütləsinin zülal və zülal-vitamin konsentratı kimi istifadə olunan yeni şamlarının alınması Bitki və heyvan seleksiyasının yeni üsulları, genetik modifikasiya olunmuş xammalın alınması, klonlaşdırma Kənd təsərrüfatı heyvan və quşlarının profilaktikası və müalicəsi üçün antibiotiklərdən istifadə (o cümlədən biotexnoloji yolla onların alınması), vaksinlərin alınması İnkişaf üçün hormonların və digər stimullaşdırıcıların tətbiqi
Kimyəvi maddələrin və birləşmərin istehsalı	Üzvi turşuların istehsalı (limon, itakon turşuları) Vitaminlərin, antibiotiklərin və digər maddələrin alınması Ağardıcı və yuyucu vasitələrin tərkibində fermentlərin tətbiqi
Ətraf mühitin vəziyyətinə nəzarət	Ətraf mühitin çirklənməsinin testinin və monitorinqinin aparılması üsullarının təkmilləşdirilməsi Mikroorqanizmlərin biokimyasının dərinədən başa düşülməsi üçün ksenobiotiklərin çevrilməsinin proqnozlaşdırılması
Səhiyyə	Diaqnozlaşdırmanı təkmilləşdirmək üçün fermentlərin tətbiqi, fermentlər əsasında təyinedicilərin yaradılması Yeni antibiotiklərin sintezi Fermentlərin tətbiqi (həzmedici fermentlər: festal, mezim, enzistal) və terapiyada mikroorqanizm preparatları (laktebakterin, bifidobakterin)
Energetika	Mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti məhsulları olan bioqaz sətfinin artırılması
Materialşünaslıq	Filizlərin yuyulması Bioçürüməyə nəzarət və onların öyrənilməsi

Sahələr	Tətbiq sahələri
Yeyinti sənayesi	Qida məhsullarının emalı və saxlanması üçün yeni üsulların yaradılması Qida əlavələrinin tətbiqi (amin turşuların, üzvi turşuların polimerlərin mikroorqanizmlərin produsentləri ilə) Birlüceyrəli mikroorqanizmlərin sintezindən alınan zülallardan istifadə Qida xammalının emalında fermentlərin tətbiqi Qıcırma istehsalında mikroorqanizmlərdən istifadə Maya kimi mikroorqanizmlərin tətbiqi

9.2. Gen mühəndisliyi və onun qısa inkişaf tarixi

Gen mühəndisliyi 20 ilə yaxındır ki, mövcuddur. O, prokariotik orqanizmlər sahəsində öz imkanlarını parlaq şəkildə açmaqdadır. Lakin ali bitkilər və heyvanlara tətbiq edilən yeni texnologiyalar hələlik çoxluq təşkil etmir. Biotexnologiyanın inkişafı yalnız bioloji profilli elmlərlə deyil, həm də bir çox digər elmlərlə kompleks şəkildə vəhdət təşkil edir.

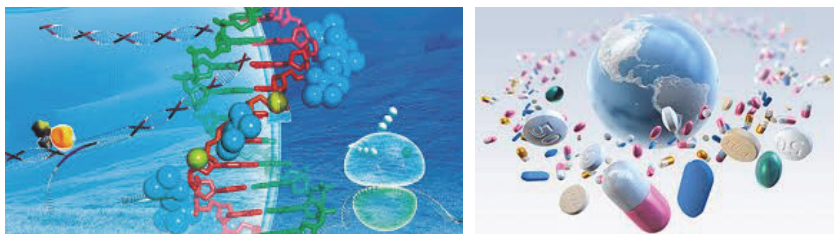
Gen mühəndisliyinin yeni texnologiyaları ənənəvi biotexnologiya proseslərinin nəzərə cərpacaq dərəcədə təkmilləşməsinə, prinsipial yeni üsullarla müxtəlif qiymətli məhsullar alınmasına zəmin yaratmışdır.

Gen mühəndisliyi bu gün kifayət qədər yüksək inkişaf səviyyəsinə qalxmış və molekulyar biologiyanın ən mühüm istiqamətinə çevrilmişdir. Gen mühəndisliyi hesabına insanlıq təbabət, kənd təsərrüfatı və bir sıra digər sahələrdə çoxlu məsələ və problemlərin həlli imkanını qazanmışdır.

Gen mühəndisliyinin inkişafı ilə alimlər genləri və istənilən digər DNT fraqmentini sintez etmək, ayırmaq, kombinə etmək və dəyişmək imkanı əldə etmişlər.

Gen mühəndisliyi molekulyar biologiya, mikrobiologiya, virusologiya, tibbi genetikə, insan genetikası və s. kimi çoxlu

bioloji fənlərin inkişafına inqilabi töhfələr vermişdir. Əvvəllər imkansız olan genomların (o cümlədən, ali eukariotların) molekul təşkilinin öyrənilməsi mümkün olmuşdur. Bu isə genomikanın – genlərin funksiyalaşması və quruluş təşkilini öyrənən genetika bölməsinin meydana gəlməsi ilə nəticələnmişdir (şəkil 9.1).



Şəkil 9.1. Qloballaşan dünyada gen mühəndisliyi

Gen mühəndisliyinin çox yüksək son nailiyyətlərindən biri süni hüceyrələrin yaradılmasıdır ki, bu barədə 2010-cu ildə Kreyq Venter məruzə etmişdir.

Gen mühəndisliyinin inkişafının birinci mərhələsi – canlı orqanizmin genomunun açılışı cəhdidir. Alimlər ilk dəfə anlamağa çalışırdılar ki, ayrıca götürülmüş bu və ya digər gen canlı orqanizmdə hansı konkret funksiyalara cavab verir.

Bu gün gen mühəndisliyinin köməyi ilə virus xəstəliklərinə dayıqlı olan heyvan xətləri, həmçinin insan üçün faydalı ələmlərə malik heyvan cinsləri yaradılmışdır.

Gen mühəndisliyi zülm təbiətli məhsullar istehsalı üçün yol açmış oldu. Bunun üçün mikroorqanizm hüceyrələrinə süni sintez olunmuş genlər əlavə olunurdu. Onlar hibrid molekulalarının tərkibinə ekspressiya oluna bilirdi. İlk dəfə belə uğurlu cəhd K.İtakuri və Q.Boyer (1977) tərəfindən edilmişdir. Onların işləri kimyəvi sintez olunmuş somatostatin hormonunu kodlaşdıran E.Coli geninin ekspressiyası (ifadə olunması) ilə müşahidə olunmuşdur.

Genlərin kimyəvi sintez metodu diabet xəstələri üçün vacib müalicə preparatı - insulinin produsentləri olan bakteriya ştamlarının alınmasını mümkün etdi. Bu üsulla insan, heyvan və quş qlobinini kodlaşdıran (gözün billur zülalı, yumurta zülalı, tut ipəkqurdunun məhsulu olan ipək fibrioni və s.) genlər alınmış və klonlaşdırılmışdır. Həmin prinsip həm də insanın interferon genlərinin alınması, klonlaşdırılması və bakteriyalarda ekspressiyası üçün tətbiq olunur.

Gen mühəndisliyinin nailiyyətləri ilə əlaqədar olan kəşflərə çoxhüceyrəli varlıqların tamamilə sayılmasının böyük genetik “layihəsi” də əlavə olunmalıdır. 2003-cü ildə “insan genomu” beynəlxalq elmi proqramının uğurla həyata keçirildiyi elan edildi.

“İnsan genomu” beynəlxalq proqramının son məqsədi insanın bütün genom DNK-da nukleotid ardıcılığının müəyyən olunması, həmçinin genlərin aşkarlanaraq genomda lokallaşdırılması (kartlaşdırma) olmuşdur.

Gen mühəndisliyi hər şeydən əvvəl nuklein turşularının tədqiqi sahəsindəki aşağıdakı kəşflərə görə parlaq tarixə malikdir.

- 1869-cu il - F.Misir- hüceyrə nüvəsindən DNT-ni ayırdı;
- 1880-ci il – Aş Kossel – azot əsasının və 1940-ci il Braun və Todd – polunukleotid zəncirinin kimyəvi quruluşunu açdı;
- 1950-ci il – E.Çarqaff – nukleotid – nisbətlər qanunauyğunluğunu formalaşdırdı (Çarqaff qaydası);
- 1953-cü il – D.Uotson və F.Krik – DNT analizinin rentgen quruluşunun nəticələri əsasında DNK spiralının ikiqat modeli quruldu;
- 1956-ci il – E.Volkin, Astraxani və Xerşi – həm də RNT kəşf olundu;
- 1957-ci il – A.Kornberq – DNT-nin vitro sintezi;
- 1966-cı il – M.Nirenberq və Q.Korana – genetik kodun şifri açıldı;
- 1967-ci il – M.Qellert – DNT – liqaza kəşf olundu;

- 1968-ci il – M.Mezelson və E.Yuan – birinci restriktaza ayrıldı;
- 1970-ci il – Q.Tyomin və C.Mizutani – reverfaza kəşf olundu;
- 1972-1973-cü il – Q.Boyer, C.Koen və P.Berq – DNT klonlaşdırma texnologiyası işlənib hazırlandı;
- 1975-1977-ci il – F.Senger, P.Barrel, A.Maksam və V.Gilbert – nukleotid ardıcılığının müəyyən olunmasının sürətli metodu işlənib hazırlandı;
- 1981-1982-ci illər – R.Palmiter, R.Brinster, A.Spredling və Q.Rubin – transgen əzələ alındı. Drozofilin transgen surəti alındı;
- 1986-cı il – hepatit B-yə qarşı gen mühəndis vaksini və gen mühəndis interferon yaradıldı;
- 1990-cı il – insanın genetik kartının yaradılması üçün (Human Genon Project) beynəlxalq layihəyə başlandı;
- 1998-ci il – heyvanın (iri sümüklülər) tam genetik kartı yaradıldı;
- 2003-cü il – insan genomu tamamilə deşifrə olundu;
- 2007-ci il – süni xromosom yaradıldı;
- 2010-cu il – sintetik genom əsasında işləyən ilk sintetik hüceyrə yaradıldı.

Nuklein turşuları təkamüldə genetik informasiyaların daşıyıcısı kimi formalaşmışdır. Lakin nuklein turşularının nəsil daşıyıcısı kimi rolu nisbətən son dövrlərdə, daha doğrusu 1869-cu ildə Fridrix Mişer tərəfindən insan qanının leykositlərindən turşu xüsusiyyətli maddə - “nuklein”i ayırdıqdan sonra məlum olmuşdur. Nəslin material daşıyıcısının müəyyən olunmasında sonrakı iri addım Qiffson (1928-ci il) tərəfindən bakteriya transformasiyasının kəşfi ilə atılmışdır.

Nuklein turşuları – yüksək molekullu birləşmə, yaxud mononukleidlərdən qurulmuş bioloji polimerdir. İki növ nuklein turşusu fərqləndirilir: 1) dezoksiribonuklein turşusu (DNT); 2)

ribonuklein turşusu (RNT).

Nuklein turşularının bioloji funksiyası canlı orqanizmin həyat fəaliyyətini və fərdiliyini təmin edən genetik informasiyaların saxlanması, ötürülməsi və realizə edilməsindən ibarətdir. Aşağıda DNT və RNT arasındakı əsas fərqlər verilir:

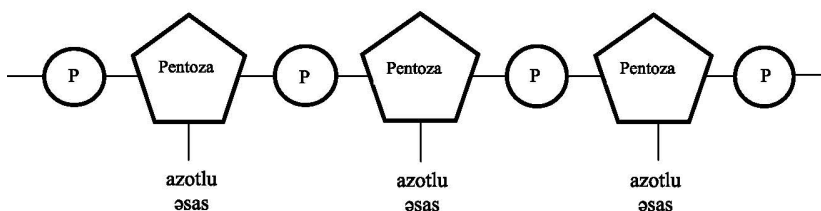
1. DNT iki zəncirli RNT isə bir zəncirli quruluşa malikdir. DNT əsasən hüceyrə nüvəsində, RNT isə sitoplazmada toplanır. RNT 3 əsas növdə olur: iRNT, tRNT və rRNT.

2. Nukleotidlərin tərkibində fərq vardır: DNT – AMF, SMF – QMF, TNF; RNK-AMF, QMF, SMF və UMF-dən qurulmuşdur.

3. DNT-də nukleotidin ikinci karbohidrat komponenti deoksiriboza, RNT-də isə ribozadır.

DNT molekulunun strukturunun deşifrə olunması, quruluş xüsusiyyətlərinin açılmasında Amerika biokimyəçisi Ervin Çarqaffin böyük rolu olmuşdur. Onun təliminin əsasları Çarqaff qaydası ilə məşhurdur.

Nuklein turşularının struktur vahidi mononukleidlərdir. Uyğun olaraq nuklein turşuları özünü mürəkkəb efir əlaqələri ilə birləşmiş mononukleidlərdən ibarət olan polinukleidlər kimi göstərir. Nuklein turşularının kovalent molekul əlaqələri fosfat turşusu və pentozların birtonlu növbələşməsini təmin edir, azotlu əsaslar isə pentozlarla bərabər məsafədə əlaqələnmiş kənar qruplar şəklində olur (şəkil 9.2).



Şəkil 9.2. Nuklein turşuları zəncirinin quruluş sxemi

Fosfat turşusunun qalıqları zəncirin bir başında -5, digər başında 3 pentoz karbonu ilə birləşir. Bundan asılı olaraq polinukleotid zəncirinin -5 və 3¹ sonu fərqləndirilir.

İki DNT zənciri bir-biri ilə həmişə azotlu əsaslarla əlaqələninir. Belə strukturda yalnız müəyyən azotlu əsaslar cütlüyü bir-birinə dəqiq birləşmiş olur. Belə vəziyyətdə A-T və Q-S cütlüyü olur. Onlar bir-birini tamamlamaqla öz aralarında hidrogen rabitəsi ilə əlaqələninir. Onlar komplementardır və komplementarlıq prinsipinin mahiyyəti də məhz bundan ibarətdir.

Azotlu əsasların komplementarlıq prinsipi genetik informasiyanın saxlanması, ötürülməsi və realizə olunmasını təmin edən əsas “bioloji qanun” olub, bununla da canlı orqanizmlərin fərdiliyi və həyat qabiliyyətinə xidmət edir.

Codex Alimentarius komissiyasının (CAC 2001a) təyinatına görə müasir biotexnologiya – aşağıdakı in vitro metodikalarını tətbiq edir.

- 1) Nuklein turşuları, o cümlədən DNK rekombinatının alınması və nuklein turşularının birbaşa hüceyrə, yaxud orqanellə daxilində yeridilməsi;
- 2) Müxtəlif taksonomik qruplara məxsus orqanizm hüceyrələrinin birləşdirilməsi. Bu təbii fizioloji reproduktiv yaxud rekombinasiyalı maneələri aşmağa imkan verir.

9.3. Gen mühəndisliyi ilə yaxşılaşdırılmış keyfiyyətdə qida məhsulları istehsalı

İstehsalatda müasir qida biotexnologiyasının tətbiqi insan sağlamlığı və inkişafına dair məsələləri gündəmə gətirir və yeni imkanlar açır.

Kənd təsərrüfatı bitkilərinə yeni keyfiyyət verilməsi kənd təsərrüfatında yüksək məhsuldarlığı təmin edir, qida xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırır, yaxud xammalın emal prosesini asanlaşdırır ki, bu da birbaşa insan sağlamlığının yaxşılaşdırılmasını

stimullaşdırır. Həyat keyfiyyətini dolayısı ilə yaxşılaşdırma bilən kimyəvi maddələrin tozlanan həcmnin azaldılması, fermer təsərrüfatlarının gəlirliyinin artırılması, qida məhsullarının təhlükəsizliyi və stabil məhsul alınması dünya ölkələri, xüsusilə də inkişaf edən ölkələr üçün aktualdır.

Lakin yeni keyfiyyətdə geni dəyişilmiş orqanizmlər (GDO) insanın sağlamlığı və inkişafı üçün müəyyən təhlükə törədir.

Kənd təsərrüfatı üzrə GDO yaradılmasında istifadə olunan gen və əlamətlərin hamısı olmasa da, çoxu təhlükəsiz istifadə ənənəsinə malik deyildir. Belə məsələlərin həlli üçün beynəlxalq səviyyədə xüsusi müqavilə və normalar mövcuddur.

GDO dolayısı ilə insan sağlamlığına və o cümlədən ətraf mühitə məhvedici təsir göstərə bilər.

Müasir biotexnologiyanın köməyi ilə istehsal olunan qida məhsullarını aşağıdakı qruplara bölmək olar:

1. Canlılardan təşkil olunmuş qida məhsulları (həyat qabiliyyətli orqanizmlər, yaxud onlardan ibarət olanlar, məsələn qarğıdalı).

2. GDO-dan alınan qida məhsulları, yaxud GDO-dan alınan inqredientlərə malik məhsullar. Məsələn, soya GDO-dan un, qida zülalı, yaxud yağlar alınır.

3. GD mikroorqanizmlər ilə (GDM) sintez olunan ayrı-ayrı inqredientlərə yaxud əlavələrə malik qida məhsulları, məsələn rəngləyicilər, vitaminlər və əvəz olunmayan amin turşular.

4. GDM ilə sintez olunan fermentlərlə işlənən inqredientlərə malik qida məhsulları. Məsələn, fruktozanın yüksək miqdarına malik qarğıdalı şərbəti qlükozaizomeraza fermentinin köməyi ilə nişastadan hazırlanır.

Hazırda qidalılıq keyfiyyəti yaxşılaşdırılmış GD bitkilərin istehsalı artırılmaqdadır. Bunlardan biri A vitamininin sələfi olan beta-karotinin yüksək miqdarına malik düyüdür (ona “qızıl düyü” də deyirlər). A vitamini orqanizmin xəstəliklərə davamlığını artırır, korluğun və görmənin zəifləməsinin inkişafı-

nı dayandırır, orqanizmin böyümə və inkişafını stimulə edir. A vitamininin çatışmazlığı sağlamlıq üçün problem olub, ağır xəstəliklər və uşaq ölümü hallarına yol açır.

Inkişaf etmiş ölkələrin kənd təsərrüfatında tətbiq edilmək üçün A vitamini ilə zənginləşdirilmiş düyü və qarğıdalı alınmışdır. Həmin düyüdə olan A vitamininin insan bağırsağında səmərəli mənimsənilməsini təmin etmək məqsədilə tədqiqatlar aparılmaqdadır. Əgər bu vəzifəyə nail olunarsa 300 q transgen düyünün mənimsənilməsi insanın A vitamininə olan gündəlik tələbatını əsasən ödəmiş olacaqdır.

Dəmirin yüksək miqdarına malik düyü istehsalı. Əhalisinin qida rasionunda düyünün əsas yer tutduğu regionlarda dəmir çatışmazlığı daha geniş yayılmışdır. Bunun səbəbi düyüdə dəmirin miqdarının olduqca az olmasıdır.

Geni dəyişdirilmiş düyü dəninin tərkibində dəmirlə zəngin olan ferritin soya zülalının olması onu adi sortlara nəzərən dəmirlə 2 dəfədən çox zəngin məhsula çevirir. Belə düyüyə (dendə) dəmirin miqdarını yüksəldən və onun həzm sistemində absorbsiyasını yaxşılaşdıran üç gen köçürülmüşdür.

Zülal tərkibinin yaxşılaşdırılması. Alimlər əsas qida məhsullarında zülal tərkibinin yaxşılaşdırılması metodları üzərində işləməkdədirlər. Aparılan istixana sınaqlarına əsasən modifikasiya olunmuş bitkilərin kök yumruları 35-40% çox zülallara və yüksəldilmiş miqdarda əvəz olunmayan amin turşulara malik olur.

Allergen və antinutrientlərin kənar edilməsi. Kartof genomuna mayaların invertaza geninin daxil edilməsi zəhərli qlikoloidlərin təbii səviyyəsini aşağı salır. Düyü dənində allergen zülalın miqdarının biosintez modifikasiya yolu ilə aşağı salınması mümkündür. Tədqiqatlar belə modifikasiya olunmuş düyünün insan üçün allergenliyini aşkar etməmişlər. Buğdanın allergenliyinin də aşağı salınması üçün axtarışlar aparılmaqdadır.

Nişastanın miqdarının və yağ turşularının nisbətinin dəyiş-

məsi. Sağlamlıq üçün faydalı olan qida məhsullarının yaradılması üçün aparılan işlər çərçivəsində yüksək miqdarda nişastaya malik kartof yaradılmasına cəhdlər edilməkdədir. Bu halda bişirmədə kartofla absorbsiya olunan yağın miqdarının azalması baş verir.

Mütəxəssislər az zərərli yağlar yaratmaq üçün soya və kanolada yağ turşularının nisbətini doymuş yağ turşularının hesabına aşağı salmışlar. ABŞ-da iki belə bitkinin qida və yem məqsədləri üçün becərilməsinə rəsmi razılıq verilmişdir. Bu, olein turşusunun yüksək miqdarına malik olan soya və laurin turşusu ilə zəngin olan yağ rapsıdır. Olein turşusunun yüksək miqdarına malik soyanın Avstraliya və Kanadada qida üçün istifadəsinə icazə verilmişdir.

Antioksidantların yüksəldilmiş miqdarı. Pomidor meyvələrində likopen və lüteinin, soya paxlalarında isə izoflavonoidlərin miqdarının yüksəldilməsi metodu işlənmişdir. Bu fitonutrientlər sağlamlıq vəziyyətinin yaxşılaşmasını və xəstəliklərin profilaktikasını stimula edir.

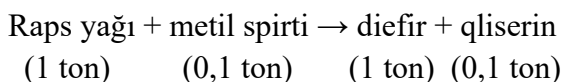
Ekoloji stresslər. Genetik modifikasiyanın köməyi ilə ekoloji stress faktorlarına tolerantlıq təmin olunması tədqiqatlarda mühüm istiqamətləndəndir. Bitkilərin torpağın yüksək duzluluğuna və quraqlığa dayanıqlığı fəal öyrənilir. Mütəxəssislərin qiymətlərinə görə torpaqların yüksək duzluluğu dünyanın 20% kənd təsərrüfatı əzraziləri üçün və 40% bütün suvarılan torpaqlar üçün xarakterikdir. Duzluluğa və quraqlığa dayanıqlıq bir-biri ilə çətin şəkildə qarşılıqlı əlaqədə olan çoxlu genlərlə təmin olunur.

Fotosintez sisteminin genetik modifikasiya köməkliyi ilə yaxşılaşdırılmasına cəhdlər edilir. Bu yolla alınan qarğıdalı və şəkər qamışı iri yarpaqlı kənd təsərrüfatı bitkilərinə nəzərən günəş enerjisini karbohidratların kimyəvi əlaqələr enerjisinə daha səmərəli konversiya edir.

9.4. Bioenergetika

Müasir biotexnologiyanın əhəmiyyətli sahələrindən biri də bioenergetikadır. Təbii ehtiyatlar, tullantılar və s. materiallara enerji mənbəyi kimi yanan bu sahənin böyük perspektivləri vardır. Son dövrlərdə bitki məhsullarından alınan bioyanacaq-lar xüsusi şöhrət qazanmışdır.

Avropada raps toxumlarından alınan və dizel yanacağı kimi işlədilən modifikasiya olunmuş yağların istifadəsi xeyli marağa səbəb olmuşdur. Bu proses belə gedir: 50°C temperaturda natrium hidroksid katalizatorunun iştirakı şəraitində raps yağı ilə metil spirtinin qarşılıqlı təsirindən diefir və qliserin əmələ gəlir.



Qliserin kənarlaşdırılır, diefir isə təmizlənərək yanacaq kimi istifadə olunur. Belə diefirin bir neçə üstünlükləri vardır. Belə ki, o fiziki və kimyəvi xassələrinə görə dizel yanacağına yaxındır və onun tətbiqi üçün mühərrikin hər hansı dəyişikliyi tələb olunmur. Yanmasından əmələ gələn enerjinin dəyəri onun alınmasına sərf olunan vəsaitlərdən xeyli çoxdur. Bu fərq gen mühəndisliyi metodları ilə rapsın yaxşılaşdırılması hesabına daha da artırıla bilər. O zəhərli olmayıb, adi dizel yanacağından 3-5 dəfə az istixana effektinə malikdir və nəhayət onun alınması üçün zəngin mənbəə vardır. Avropanın bir sıra ölkələrinin ictimai nəqliyyatında biodizeldən istifadə olunur ki, bu da ətraf mühitin mühafizəsinə əsaslı töhfələr verir. İtaliyada yaşayış binalarının isidilməsində biodizeldən istifadə edilməsinə üstünlük verilməkdədir. Beləliklə yanacaq almaq üçün bitkilərin, o cümlədən raps, qarğıdalı və s. becərilməsi kommersiya baxımından mənfəətli olub, ətraf mühitin çirklənmə səviyyəsini aşağı salır. Bu nöqteyi nəzərdən demək olar ki, bütün Avropa ölkələrində

qeyd olunan texnologiyaya böyük maraq yaranmışdır.

Son dövrlərdə bu məqsədlə bioetanoldan da geniş istifadə olunmaqdadır. Bioetanol bioyanacaq kimi istifadə etmək üçün bitki xammalından istehsal olunan adi etanoldur. 2005-ci ildə dünyada bioetanol istehsalı 36,3 mld litr təşkil edirdi ki, onun da 45%-i Braziliyanın və 44,7%-i ABŞ-ın payına düşürdü. 2012-ci ilin yekunlarına görə dünyada bioetanol istehsalının 85%-dən çoxu ABŞ və Braziliyanın payına düşmüşdür. Etanol Braziliyada əsasən şəkər qamışından, ABŞ-da isə qarğıdalıdan istehsal olunur. Şəkər qamışından etanol istehsalı qarğıdalıya nisbətən daha sərfəlidir. 2007-ci ildə Braziliyada 2 mln yeni bioyanacaqlı avtomobil istehsal olunmuşdur ki, bu da həmin ölkənin yeni avtomobil bazarının 85,6%-i təşkil etmişdir.

ABŞ-da 2005-ci ildə qəbul edilmiş qərara görə hər il dənli-lərdən 30 mld litr və sellülozadan (qarğıdalı gövdəsi, düyü samanı, meşə sənayesi qalıqları və s.) 3,8 mld litr etanol istehsal edilməlidir. Ümumiyyətlə, bioetanol istehsalı üçün yüksək miqdarda nişasta yaxud şəkərə malik kənd təsərrüfatı bitkiləri – kartof, şəkər çuğunduru, sorqo, arpa və b. yararlıdır.

Ukraynada qəbul olunmuş qanuna görə 2014-cü ildə benzinə mütləq qaydada 5% bioetanol əlavə olunmalı və 2016-cı ildə bu miqdar 7%-ə çatdırılmalı idi.

Dünyada bioetanol istehsalı 2006-cı ildə 40 mln ton neft enerjisinə ekvivalent olmuşdursa, 2030-cu ildə 150 mln tona ekvivalent olması nəzərdə tutulur.

Avropa bölgəsində bioyanacaq istehsalında davamlı artım müşahidə olunmaqdadır. Bu natural və dəyər ifadəsində uyğun olaraq 11% və 26% təşkil etmişdir. Asiya və Sakit Okean regionlarında aparıcı bioetanol istehsalçıları Çin və Hindistandır. Afrika regionu aşağı səviyyəli istehsala malik olsa da, 2009-cu ildən sonra əsaslı artım nəzərə çarpmaqdadır. Göründüyü kimi bioetanol istehsalı ildən-ilə artırılmaqdadır.

9.5. Nanobiotexnologiya

Nanobiotexnologiya nanotexnologiyanın bir istiqaməti kimi son illərdə yaranmışdır. Ona bəzən keçən əsrin 50-ci illərindən əsas qoyulmuş biotexnologiya ilə 80-ci illərdən başlayan nanotexnologiyanın hibridi kimi də baxılır. Nanobiotexnologiya biologiya, fizika, kimya, tibb və texniki elmlərin kəsişdiyi nöqtələrdə mövcud olduğundan ona ayrıca bir elm sahəsi kimi deyil, ümumiləşdirilmiş təbiət elmi kimi də baxılır. Nanobiotexnologiya, nanotexnologiyanın səhiyyə və həyat elmlərinə tətbiq edilməsidir.

Amerika Milli Nanotexnologiya təşəbbüs mərkəzinin əməkdaşı Mihail Rocoya görə nanotexnologiyanın inkişafı 4 mərhələyə bölünür.

I mərhələ 2000-ci ildən başlanır və dövrün məhsullarını passiv nanostrukturlar adlandırmaq olar.

II dövr 2005-ci ildən başlanır və aktiv nanostrukturlar dövrü adlandırılır. Bu dövrün nanostrukturları geniş sahəli və çox məqsədli strukturlardır. Bunlara misal olaraq çeviricilər və sensorları göstərmək olar.

III dövr 2010-cu ildən başlanır, bu dövrdə bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olan minlərlə nanostrukturların birlikdə fəaliyyətini təmin edən qurğuların – robotların, 3 ölçülü sistemlərin yaranması nəzərdə tutulur.

IV dövrün 2015-ci ildən başladığı qeyd olunur.

Nanotexnologiya əsasən maddənin səthində olan atomların fiziki-kimyəvi xassələrini araşdırır və işi əsasən bu atomlardır. Nanobiotexnologiya üçün isə əksinə, maddənin səthində olan atomların xassələrinin elə bir rolu yoxdur.

Hüceyrənin ətraf mühitdən götürdüyü hər hansı bir varlıq (maddə, virus və s.) ölçüsünə görə limitlənmişdir və 1-100 nm ölçüsündə olduqda hüceyrə metabolizminə daxil olur və endosmal yolla hərəkət edir. Hüceyrə membranından atom və

molekullar sərbəst daxil olub çıxı bilir. Nanoölçülü materiallar hüceyrənin funksiyasını yönəldir və orqanizmlə sərbəst işləyir. Odur ki, onları bəzən “nanomaşınlar” adlandırırlar. Hüceyrədəxili prosesləri həyata keçirən qurğular, dəzgahlar və maşınlar məhz nanomaşınlardır.

Nanobiotexnologiyanın geniş tətbiq sahəsi vardır. Bunlara, ərzaq məhsullarının istehsalı və saxlanması, gen mühəndisliyi və yeni növlərin yaradılması, xəstəliklərin müalicəsi, hüceyrələrin və toxumaların bərpası, diaqnostika, dərmanların alınması, hazırlanması və orqanizmə daxil edilməsi, ətraf mühitin qorunması, çirkləndiricilərdən azad olma və biosensorlar aiddir.

Nanobiotexnologiyada yuxarıdan-aşağı və aşağıdan-yuxarı olmaqla iki yanaşma mövcuddur. Yuxarıdan-aşağı yanaşmada nanotexnologiyanın mikroistehsal metodundan istifadə edən nanobiotexnologiya bioloji fenomen və molekulları analiz edir. Bu texnologiya süni və ağırdır.

Aşağıdan-yuxarı yanaşmada isə molekulyar birləşmələr yaradır, biomolekulların xüsusiyyətlərindən istifadə edərək onların imkanlarını yüksəldir və funksiyalarını genişləndirirlər. Bu texnologiya incə olub biologiyanın və super molekulyar kimyanın prinsiplərindən yararlanır.

Hər iki texnologiyanın hibridindən istifadə edilməklə yüksək həssaslığa malik diaqnostika biocipləri və s. yaradılması realdır.

FƏSİL 10

LABORATOR-TƏCRÜBƏ DƏRSLƏRİNİN MƏZMUNU

10.1. Nümunənin götürülməsi və yarımfabrikatların orqanoleptik qiymətləndirilməsi

Keyfiyyət qiymətləndirilməsini aparmaq üçün götürülən yarımfabrikat nümunəsi həmin məhsulun orta nümunəsi kimi özünü göstərməlidir. Başqa sözlə, bir sexdə eyni reseptlə və müəyyən qıcqırma müddətində hazırlanan məhsul olmalıdır.

Xəmir fasiləsiz işləyən aqreqatlarda hazırlandıqda nəmliyi təyin etmək üçün nümunə xəmiryoğuran maşından çıxanda, son turşuluğu təyin etmək üçün isə qıcqırdıcı qabdan çıxanda götürülməlidir.

Əgər xəmir kasalarda hazırlanırsa, nümunə kasaların eninə və dərinliyinə görə fərqlənən hər hansı birinin 3-5 yerindən 100 qrama yaxın olmaqla götürülür. Götürülmüş nümunə möhkəm qarışdırılır.

Zavarka və maye mayalardan orta nümunə götürüldükdə kasa yaxud çəndə olan yarımfabrikatın bütün kütləsi əvvəlcədən möhkəm qarışdırılır. Maye mayalardan orta nümunə maye yarımfabrikat olan kasanın yaxud çənin orta hissəsindən xüsusi nümunə götürənin köməyiylə götürülür.

Yarımfabrikatın orqanoleptik qiymətləndirilməsi analiz üçün götürülmüş orta nümunədə aparılmalıdır. Bu iş birbaşa orta nümunə götürülən sexdə yarımfabrikatın bütün kütləsinə bəxış keçirilməklə aparılır.

Maya, balatı və xəmirin orqanoleptik qiymətləndirilməsi aşağıdakı göstəricilərə görə aparılır:

- səthinin vəziyyəti (qabarıq, hamar, çökmüş, xırda gözcüklərdə və s.);

- şişmə və yumşaqılıq dərəcəsi;
- konsistensiya (zəif, tünd, normal) və yoğrulma;
- “quruluq” dərəcəsi (nəm, quru, selikli, yapışqan);
- dad, rəng və iy.

Zavarkada bunlar qeyd olunur: dad, rəng, iy, konsistensiya, kütlənin bir -cinsliyi, səthinin vəziyyəti (qıçqırmış zavarka, normal və s.).

Adətən qıçqırtma fəallığı, konsistensiya, dad və iyə görə maye mayaların və mayanın keyfiyyəti haqqında fikir yürüdlür.

10.2. Yarımfabrikatların şişmə (qalxma) gücünün “diyircək” metodu ilə təyini

Yarımfabrikatın şişmə (qalxma) gücü onun qıçqırdıcı mikroflorasının fəallığı ilə xarakterizə olunur və bu amildən asılı olaraq qıçqırmanın davam etmə müddəti və xəmir materialının yumşaqılığı müəyyən olunur.

Şişmə gücü xüsusilə də çovdar unu və maye mayalardan alınan yarımfabrikatlar üçün vacib olub, ilk növbədə süd turşusu bakteriyaları ilə yanaşı qıçqırdıcı mikrofloranın tərkibinə daxil olan maya mikroflorasının fəallığını xarakterizə edir. Bununla əlaqədar olaraq qalxma gücü texnoloji təlimatlarla rəqləmləşdirilir. Bərk çovdar mayasının qalxma gücü istehsalat dövrində 18-25 dəq, zavarkasız maye çovdar mayası 25-35 dəq, zavarkalı maye çovdar mayası 20-30 dəq, maye mayalar 30 dəq-dən çox olmamalıdır.

Bu metod xəmir diyircəyinin suda üzmə sürətinin müəyyən olunmasına əsaslanır. Yarımfabrikatın qalxma gücü dedikdə xəmir diyircəyinin suya buraxılma anından onun səthdə son üzmə anına qədər olan vaxt kəsimi başa düşülür (dəqiqə ilə).

Aşağıdakı cədvəldə diyircək üçün xəmirin resepti verilmişdir (cədvəl 10.1).

Diyircək üçün xəmirin resepti

Xəmirin tərkibi	Qatı çovdar mayası	Maye çovdar mayası	Maye mayalar	Maye balatı	Qatı balatı
Yarımbafrikat, q	18	10	10	10	16
Un, q	4	10	10-12	8-9	4

Ölçmə vasitələri, laboratoriya avadanlıq və materialları:

- Termostat;
- Çəkmə zamanı $\pm 0,5$ mq xətlər yol verilən xətlər çərçivəsində işləyən laboratoriya tərəziləri;
- Farfor kasa;
- Tutumu $200-250 \text{ sm}^3$ olan kimyəvi stəkan;
- Mala;
- Həvəngdəstə;
- Un.

Nümunənin götürülməsi və hazırlanması. Nümunənin götürülməsi və hazırlanması ümumi qaydalara uyğun aparılır.

Sınağın aparılması. 10.1 sayılı cədvəldə göstərilən nisbətlərdə yarımfabrikat laboratoriya tərəzində çəkilir, farfor kasada su ilə möhkəm çalınaraq xəmir hissəciyinə çevrilir və sonra dəqiqliklə yarıya bölünür. Xəmirin hər iki hissəsi ayrı-ayrılıqda ovucalar arasında tam sığallı (çatsız və qırıqsız) və hamar səthli diyircəyə çevrilir. Diyircəklər eyni vaxtda tutumu $200-250 \text{ sm}^3$ olan və 32°C temperatura malik su ilə doldurulmuş stəkanlara salınır və həmin temperaturda olan termostata yerləşdirilir.

İki paralel təyin etmədən orta rəqəm çıxarılır. Təhlillər arasındakı tərəddüdlər 2 dəqiqədən çox olmamalıdır (hər iki diyircəyin səthdə üzmə vaxtları arasındakı fərq nəzərdə tutulur).

10.3. Mayanın qaz əmələ gətirmə xüsusiyyətinin təyini

Bu analiz unun qaz əmələ gətirmə xüsusiyyətini təyin etmək üçün tətbiq olunan cihazda aparılır. Mayanın qaz əmələ gətirmə xüsusiyyəti şərti olaraq tədqiq olunan maya məhlulu əlavə olunan və 3 saat 30 dəq müddətində qıcqırdılan xəmirədən ayrılan karbon qazının miqdarı ilə müəyyən olunur. Mayanın qaz əmələ gətirmə xüsusiyyətinin təyində müqayisəli nəticələr almaq üçün eyni partiya undan istifadə olunması lazım gəlir.

Ölçmə vasitələri, laboratoriya, avadanlıq və materialları:

- Yaqo-ostrovskya yaxud Yelessi cihazı.
- Laboratoriya tərəzilər.
- Ölçülü slindrlər.
- Termometr.
- Termostat.
- Şüşə çubuqlar.
- Qab su ilə.
- Düz, doymuş məhlul.

İşin gedişi. Tədqiq olunan maya xəmirə aşağıdakı reseptura uyğun qaydada qarışdırılır:

- Un, q, 140.
- Su, sm³, 110.
- Maya, q, 75.
- Duz, q, 2.
- Un və suyun temperaturu 30-32⁰C-dir.

Təcrübənin davamı və nəticələrin hesabatı unun qaz əmələ gətirmə xüsusiyyətinin təyində olduğu kimidir.

10.4. Buğda və çovdar yarımfabrikatlarında mikroorqanizmlərin qıcqırtma fəallığının təyini

Yarımfabrikatların qıcqırtma fəallığı reseptdən, qıcqırmanın davam etmə müddətindən və texnoloji prosesin aparılma qaydasından asılıdır. Bu göstərici yarımfabrikatın qaz əmələ gətir-

mə sürəti ilə mikroorqanizmlərin həyat fəalliyət məhsullarının təsiri altında indikatorun rənginin dəyişməsi, mikroskoplaşdırma və mikroorqanizmlərin kasa metodu ilə hesablanmasına görə müəyyən edilir.

10.4.1. Qaz əmələ gətirmə sürətinə görə qıcqırma fəallığının təyini

Təyin etmə Yeliski cihazında həyata keçirilir. Təcrübi məlumatlara görə istehsalat şəraitində alınan maye mayalarda “diyircəyə görə” şişmə qüvvəsi 40 dəqiqədən çox olduqda karbon qazı 10 sm^3 -dan az ayrılır, qalxma gücü 25-35 dəq olduqda – $10\text{-}13 \text{ sm}^3$ və 25 dəqiqədən az olduqda - 14 sm^3 -dan çox ayrılır. Birinci sort buğda unundan hazırlanmış balatı və xəmirə qıcqırmanın sonunda qaz əmələ gəlməsi $12\text{-}20 \text{ sm}^3$ təşkil edir.

İşin mahiyyəti. Yarımfabrikata 30 dəq müddətində nümunə kütləsinin 2%-i miqdarında saxaroza vurulur. Qıcqırmada əmələ gələn qazın miqdarına görə yarımfabrikatların qıcqırma fəallığı təyin edilir. Saxarozanın yarımfabrikat nümunəsinə vurulması mayaların potensial fəallığını təyin etməyə imkan verir ki, bu da qıcqırmış yarımfabrikatlar üçün olduqca vacibdir. Hansı ki, qaz əmələ gətirmə fəallığı belə mühitdə şəkərin çatışmazlığı ilə əlaqədar aşağı düşmüş olur.

Ölçmə vasitələri, laboratoriya avadanlıq və materialları:

- Yeliski cihazı
- Laboratoriya tərəzilər
- Həvəngdəstə
- Ölçülü silindr
- Termometr
- Termostat
- Şüşə çubuqlar
- Qab su ilə
- Saxaroza, 40%-li sulu məhlulu
- Duz, doydurulmuş məhlul.

Sınağa hazırlıq. Cihaz istifadə anınadək 30°C temperatura qədər qızdırılmış olmalı, manometr doymuş NaCl məhlulu ilə başı 3-4 mm boşluq qalma şərti ilə doldurulur. Həvəngdəstə farfor kasa ilə birlikdə termostatda 30°C temperaturda qızdırılır. Saxaroza məhlulu 30°C -yə qədər isidilir.

İş elə qurulmalıdır ki, yarımfabrikat nümunəsinin və cihazın soyuması baş verməsin. Bunun üçün cihaz, lazım olan material və qablar termostatda 30°C temperaturda saxlanmalıdır. Sınaq üçün aparılan bütün hazırlıqlar (çəkinin götürülməsindən cihazın termostata yerləşdirilməsinə qədər) bir neçə dəqiqə müddətində sürətli şəkildə yerinə yetirilməlidir.

İşin gedişi. 20 q miqdarında yarımfabrikat çəkilərək isidilmiş farfor kasaya keçirilir. Üzərinə 1 sm^3 , 40%-li isidilmiş saxaroza məhlulu əlavə olunur. Həvəngdəstənin köməyiylə 2-3 dəq müddətində bircinsli vəziyyətə qədər qarışdırılır.

Hazırlanmış çəki cihazın stəkanına keçirilir. Burada 30°C temperatura qədər isidilmiş şüşə çubuqla elə vəziyyətə salınır ki, həmin çəki stəkanın dibini eyni səviyyədə örtmüş olsun (maye yarımfabrikatlar üçün bu əməliyyat istisna edilir); sonra stəkan manometrlə bağlanır və onun aşağı hissəsi stəkana kipləşmiş tıxacdan ibarət olur. Cihazın daxili təzyiqinin bərabərləşməsi üçün kran açılır və cihaz 30°C temperaturda termostata yerləşdirilir. 5 dəq müddətində cihazın kranı bağlanır və bölgülü qəlyanda mayenin səviyyəsi qeydə alınaraq cihaz 30 dəq müddətində termostatda saxlanır.

Götürülmüş hər 2 çəkiddə eyni vaxtda təyin etmə aparılır.

İş başa çatdıqdan sonra cihaz termostatdan çıxarılır. Bölgülü qəlyanda mayenin səviyyəsi qeydə alınır və qəlyanın bölgülərinə əsasən çıxan karbon qazının həcmi hesablanır (sm^3 -la).

10.4.2. Metilen göyünün rənginin dəyişməsinə görə mikroorqanizmlərin fəallığının təyini

Mayaların keyfiyyətindən, dozasından, həmçinin istifadə olunan unun keyfiyyətindən asılı olaraq yarımfabrikatlarda mikroorqanizmlərin fəallıq göstəricisi dəyişə bilər.

Metilen göyünün rənginin dəyişməsi balatıda təqribən 35-50 dəqiqə müddətində, xəmirə bölünməyə 40-50 dəqiqə qalmış və sobaya qoyulmazdan 35-45 dəqiqə əvvəl baş verir.

İşin mahiyyəti. Bu metod indikatorun rənginin mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyət məhsullarının təsiri altında dəyişməsinə əsaslanır. Mikroorqanizmlər nə qədər fəal olarsa nümunənin indikatorla rəngi bir o qədər tez dəyişir.

Ölçmə vasitələri, laboratoriya avadanlıq və materialları: laboratoriya tərəziləri, farfor kasa, termometr, ölçü slindri, sınaq şüşələri, su hamamı, metilen göyü, 0,05%-li sulu məhlul, su.

İşin gedişi. 20 q nümunə çəkisi farfor kasada əvvəlcədən 40⁰C temperatura qədər qızdırılmış 2 qat miqdarda su ilə möhkəm qarışdırılır. Qarışdırma prosesində su az-az hissələrlə, tədricən əlavə olunmalıdır.

Hazırlanmış 10 sm³ nümunə (ölçülü slindrin köməyiylə) sınaq şüşəsinə keçirilir. Üzərinə 1 sm³ 0,05%-li metilen göyünün sulu məhlulu əlavə olunur. Sınaq şüşəsindəki material rəngin bərabər səviyyədə paylanması üçün möhkəm çalxalanır və sınaq şüşəsi 40⁰ temperaturda su hamamına yerləşdirilir. Təyin etmənin başladığı vaxt qeyd olunur və rəngin göyümsovdan rəngsizə keçməsi müşahidə olunur.

Yarımfabrikatda mikroorqanizmlərin fəallığı rəngin göyümsovdan rəngsizə keçmə sürəti ilə müəyyən olunur.

10.5. Maye mayaların mikroskoplaşdırılması

Maye mayaların istehsalat nəzarətində adətən preparatlar mikroskop altında 500-1000 dəfə böyüdülməklə baxılır. Preparatlar rənglənməmiş hazırlanır, yaxud onlar əsasən yodla rənglənilir (Luqol məhlulu: 1 q yod, 2 q kalium yodit, 300 sm³ su). Sadə mikroskoplaşdırma maye mayaların mikroflorasının xarakterinə və maye mayalarda olan əsas mikroorqanizmlər qrupunun vəziyyətinə dair yalnız ümumi məlumat verə bilər. Maye mayaların ətraflı mikrobioloji tədqiqatları üçün yaxşı işlənilib hazırlanmış xüsusi bakterioloji metodlar tətbiq olunur.

Mayaların əvvəlcədən duruldukları tövsiyə olunur. Bu zaman alınan preparatların konsistensiyası və miqdarından asılı olaraq maye mayaların vahid həcminə bir neçə həcm su qatıla bilər. Adətən mayaların bir həcmə 3-5 həcm su götürülür. Enerjili şəkildə çalxalandıqdan sonra qarışığın bir dəqiqə müddətində sakit saxlanması təmin olunur, sonra mayenin üst qatından şüşə çubuqla kiçik damcı götürülərək əşya şüşəsinin üzərinə salınır və üstünə örtücü şüşə qoyulur. Örtücü şüşənin altından qabarcıqları kənar etmək üçün onu şüşə çubuğun quru tərəfi ilə yüngülcə sıxırlar. Damcı elə ölçüdə götürülür ki, o kənara çıxmadan örtücü şüşənin altındakı bütün sahəni əhatə etsin. Preparat hazırlanan kimi baxılmalıdır, çünki o çox sürətlə quruyur.

Maya preparatlarının mikroskoplaşdırılması onların çoxalması və vəziyyəti, həmçinin bakteriya florasının inkişafını izləməyə imkan verir.

Maya hüceyrələrinin ölçüləri onların götürüldüyü mühiti xarakterizə edir. Belə ki, mayaların intensiv çoxalması zamanı zəngin havalanmanın, hüceyrə yığınının turşuluğunun kəskin yüksəlməsinin təsiri altında deqradasiya başlamaqla hüceyrə həcmcə kiçilir. Cavan mayaların qılaflı çətinliklə bilindiylə halda, yetkin mayalarda o, qalınlaşmış çevrə şəklində olur və son-

rakı yaşlanmada iki konturlu şəkil alır. Maya hüceyrə protoplazmasının dənvari quruluşu da çox hallarda onun yaşlanması, yaxud əlverişsiz xarici mühitdə olması haqqında (yüksək temperatur, aclıq, yoluxma, yüksək turşuluq və s.) məlumat verir. Protoplazmanın qılafdan ayrılması hüceyrənin parçalanmağa başlanmasına dəlalət edə bilər.

Hüceyrədə böyük vakuolların aşkar edilməsi onların qocalığına sübutdur, çünki, cavan hüceyrələrdə vakuollar olmur, yaxud onlar olduqca xırda olur.

Baxış sahəsində xeyli miqdarda tumurcuqlanan hüceyrənin olması onu göstərir ki, onların əsas kütləsini cavanlar təşkil edir. Yetkin mayalar xəmirin yaxşı qalxmasını və normal məsələliyini təmin etmək xüsusiyyətli olub, orta hesabla 20%-ə qədər tumurcuqlanan hüceyrələrdən ibarət olur. Hüceyrədə qlikogenin zənginliyi (yoddan istifadə edildikdə qlikogen qonur-qırmızı rənglənir ki, bu da preparat qızdırıldıqda aradan qalxır) yaxşı qidalanma haqqında təəssürat verir.

Xüsusi rəng olmadan yağ damlasının mövcudluğunun görünməsi hüceyrənin yaşlandığını göstərir.

Turşumuş yağın mikroskoplaşdırılmasında Delbryuq bakteriyalarının forması və uzunluğuna diqqət verilməlidir. Delbryuq bakteriya kulturları özünü 3-7 nm olan çubuq kimi göstərir. Bölünmə zamanı onlar çox vaxt qapalı küncdə bir-birinin üzərində yerləşir. Bakteriyaların çoxaldılmasının normal şəraiti pozulduqda onlar çox vaxt uzun, qalınlaşmış yerləri olan saplar əmələ gətirir.

10.6. Sirkə turşusunun alınması

Sirkə məqsədi ilə sirkə turşusu bakteriyalarının çoxaldılmasının öyrənilməsi və əmələ gələn sirkə turşusunun miqdarının müəyyən edilməsi.

Qida sirkə turşusu almaq üçün sirkə turşusu bakteriyalarının

alkoqol-oksidadza fermentinin köməylə etil spirtini oksidləşdir-mək xüsusiyyətiindən istifadə edilir. Etil spirtini sirkə turşusuna çevirə bilmək xüsusiyyəti bakteriyaların müxtəlif növlərinə xasdır. Sirkə turşusu bakteriyalarının tipik nümayəndəsi *Acetobacter acetidir*. Onlar xırda, sporsuz çöplər olub, çox hallarda zəncir şəklində birləşir, yalnız hava daxil olması şəraitində inkişaf edir. Sənayedə sirkə turşusu almaq üçün *Bacterium Schutzenbachii* və *Bacterium curvum* tətbiq olunur. Bunlar, qram mənfi, spor əmələ gətirən çöplər olub, 0,4-0,8 mkm ölçü-lü qamçılarla təchiz olunmuşlar.

Vacib göstəricisi qıvcıran mühitdə spirtin məhdud qatılığıdır. *Bacterium Sciitzenbachii* üçün onun miqdarı 6-7h%, *Bac-terium curvum* üçün isə 9-14h% təşkil edir.

Laboratoriya şəraitində *Acetobacter aceti* bakteriyalarını çoxaltmaq üçün Loysanskinin mineral mühitindən istifadə olunur. Onun tərkibi q/dm³-la belə olur: (NH₄)₂HPO₄-1,0; KH₂PO₄-0,5; MgSO₄-0,5. Karbon mənbəyi hər gün mühitə onun həcmi-nin 0,2-0,5% miqdarında əlavə olunan etil spirtidir. Mühit pambıq tıxaclı konusvari kolbaya nazik qatda yayılır. Səpin üçün maye mühitdə *Acetobacter acetinin* iki-üç günlük kultu-rundan istifadə olunur. Çoxaltma 30°C temperaturda bir sutka müddətində aparılır.

Təcrübənin sonunda əmələ gələn sirkə turşusunun miqdarı təyin edilir. *Acetobacter aceti* stasionar kulturdə nazik, zərif pərdə əmələ gətirir ki, o da inkişaf ərzində pambıqvari çöküntü şəklində qabın dibinə gedir.

İstehsalatda daxili üsulla çoxaldıldıqda arasıkəsilmədən ha-valandırma aparılmalıdır. Havanın verilməsində qısa müddətli fasilə yaranması kulturun məhvi ilə nəticələnir. Mühitdə spirt çatmadıqda toplanmış sirkə turşusu son məhsula qədər (CO₂ və H₂O) oksidləşir.

Sirkə turşusunun sənaye istehsalı aşağıdakı texnoloji mərhə-lələri əhatə edir:

- 1) əkin materialının alınması;
- 2) qida mühitinin hazırlanması;
- 3) sirkə turşusu qıcqırması;
- 4) hazır məhsulun qatılaşdırılması və doldurulması.

Sirkə turşusu istehsalının üç üsulu məlumdur.

Orlean (fransız), yaxud tədrici üsulla oksidləşmə xüsusi çənlərdə aparılır. İlk qida mühiti 2% sirkə turşusundan və 9-12 h% tündlükdə olan 4% turş şərəbdən ibarətdir. Qıcqırma 30-20°C temperaturda sona doğru azaldılmaqla aparılır. Qıcqırmanın sonunda turşuların miqdarı 5-6% olan sirkə alınır. Orlean üsulu ilə alınan sirkə şərəbdə olduğu kimi, ona yüksək keyfiyyət verən buketlə alınır.

Almaniya üsulu yaxud sürətli üsul. Spirtin oksidləşməsi xüsusi generator yaxud çənlərdə üzərinə sirkə turşusu bakteriyaları köçürülən fıstıq yonqarlarında baş verir. Yonqarın böyük səthi bakteriyalar üçün yaxşı havalanma şəraiti yaradır. Prosesə başlanmazdan əvvəl yonqarlar sirkə turşusu ilə doydurulur. Sonra ona qida mühiti (zatvor-maya) vurulur. Həmin mühit 6%-li sirkə və 3%-li etil spirtindən hazırlanır. Oksidləşmədən sonra 9% sirkə turşusuna malik olan sirkə alınır.

Hər gün alınan sirkə turşusu iki qeyri-bərabər hissəyə bölünür: onun 2/3 hissəsi yeni qida mühitinin hazırlanmasına və 1/3 hissəsi qablaşdırılmaya verilir.

Sənaye şəraitində sirkə turşusu qıcqırması fasiləsiz üsulla, sirkə turşusu bakteriyalarının daxili axında ardıcıl birləşdirilmiş aparatlar batareyasında çoxaldılması ilə aparılır. Bu üsuldə sirkə turşusu bakteriyaları üçün daha yaxşı xammal dən-kartof xammalından alınan etil spirtidir. Bakteriyaların çoxaldılması 28-37°C temperaturda 3,0-3,2 mühitin pH-da, 7-15% spirtin qatılığında aparılır. 8% sirkə turşusu toplandıqdan sonra bakteriyaların inkişafı ləngiyir. Sirkə turşusunun 12-14% həddində bakteriyaların inkişafı tamamilə dayanır.

Sirkə turşusu bakteriyalarının həyat fəaliyyətinə mühitin re-

aksiyası böyük təsir göstərir. Onların inkişafı üçün pH ədədinin 3,0-3,2 arasında olması optimum qəbul edilmişdir. Lakin qıcqıran mühitdə sirkə turşusunun artıqlığı bakteriya-produ-sentlərin həyatına öldürücü təsir göstərir. 8% sirkə turşusu toplanıldıqdan sonra bakteriyaların inkişafı ləngiyir, 12-14% miqdarında turşu olduqda isə tamamilə dayanır. Bakteriya populyasiyasının təbii təmizliyini saxlamaq üçün turşunun optimum miqdarı 10% hesab olunur. Qıcqıran mühitdə spirtin qatılıq həddi vacib göstəricidir. *Bacterium Schiitzenbachii* üçün 0, 6-7 h%, *Bacterium curvum* üçün isə 9-14 h% təşkil edir. Sənayedə sirkə turşusu qıcqırması ardıcıl birləşdirilmiş fermentatorlardan ibarət batareyada aparılır.

Qablara doldurulmazdan əvvəl sirkə turşusu duruldulur. Bunun üçün onu bentonit təbəqəsindən keçirir, yaxud bentoniti sirkə turşusuna vuraraq üzərinə bir qədər limon turşusu əlavə edilir. Qarışdırıldıqdan sonra filtr-presdən keçirilməklə sirkə turşusunun ayrılması aparılır. 10,0 litr susuz spirtdən 75-90 kq sirkə turşusu alınır. Sirkə turşusunun əmtəəlik formalarından süfrə (6 və 9%), təmiz qida (7-80%), təmiz sirkə (70-80%), susuz, yaxud buzlu (98-99,8%) sirkəni göstərmək olar. Sirkə essensi yaxud buzlu sirkə almaq üçün sirkə turşusu rektifikasiyanın köməyi ilə qatışdırılır.

Sayılan əmtəəlik formalarından başqa mətbəxdə meyvə sirkəsindən də çox istifadə olunur. Meyvə sirkəsi adi sirkədən müalicəvi xüsusiyyətləri və komponentlərin yüksək toplusu ilə seçilir. Bu onu deməyə əsas verir ki, meyvələrin bütün faydalı maddələri (makro və mikroelementlər, vitaminlər, fermentlər, amin turşular, sirkə, propion, süd, limon və digər turşular) itkisiz şəkildə sirkəyə keçir. Meyvə sirkəsinin alınma texnologiyasına - xammalın xırdalanması, şirə hazırlanması, spirt qıcqırması, filtrasiya (süzgəcdən keçirmə), sirkə turşu qıcqırması daxildir. Sirkə turşusu bakteriyalarının inkişafı üçün optimum temperatur 26-28⁰C hesab olunur. Sirkə turşusu bakteriyaları-

nin həyat fəaliyyətindən 2-3 ay sonra şərab spirti - natural bulanıqlığı və meyvə ətri ilə fərqlənən sirkəyə çevrilir.

İşin gedişi

*I variant. Loysanskinin sintetik mühitində
sirkə turşusunun alınması*

1. 500 ml tutumlu kolbaya qeyd olunan mühitdən 50 ml tökülür.

2. Mühitin pH-ı pH metrin köməylə təyin edilir. Bunun üçün cihaz adapter vasitəsilə 220 voltluq dəyişən elektrik cərəyanı mənbəyinə birləşdirilir. Elektrodlar (müqayisə, köməkçi və termokompensasiya) destillə suyu ilə yuyulur, qurudulur və tədqiq olunan mayeyə salınır. pH-metrin fasiləsiz işləməsi üçün elektrodun mayeyə batma səviyyəsi 16 mm-dən yüksək olmalıdır. On/off düyməsini basaraq cihazı işə salır, mV/pH düyməsi ilə isə pH-ın ölçülmə rejimi seçilir. 30-60 saniyədən sonra şkaladakı göstərici götürülür və on/off düyməsindən istifadə edilməklə cihaz söndürülür.

3. Mühitli kolbanı pambıq tıxac və kağız başlıqla bağlayır və avtoklavda 30 dəq 121°C temperaturda sterilizə edirlər.

4. Soyudulmuş steril mühitə 0,5 ml əkin materialı vurulur. Loysanski mühitinə 2-3 damcı 96%-li etil spirti əlavə olunur.

5. Kolba 30°C -də termostata yerləşdirilir. Loysanski mühitinə hər gün 2-3 damcı 96%-li etil spirti vurulur.

6. Termostatdan birinci kolba yeddi gün sonra götürülür.

7. *Acetobacter aceti*-nin çoxaldılmasının sonunda onun kultur əlamətləri (pərdənin olması, onun növü, çöküntü, iy və s.) və mikroskopik şəkli (formas, bakteriyaların ölçüləri) qeyd olunur.

8. Toplanan biokütlə filtrləmə ilə ayrılır.

9. pH-metrin köməylə filtratın pH-ı təyin edilir.

10. Sirkə turşusunun keyfiyyət reaksiyasının aparılması. Bunun üçün 10 ml filtrat pipetka ilə 100 ml-lik stəkana keçirilir,

bir-iki damcı fenolftalein əlavə olunur və 10%-li soda məhlulu ilə neytrallaşdırılır (davamlı çirkli-cəhrayı rəng alınana qədər). Əgər filtratda sirkə turşusu olarsa, o zaman məhlula dəmir xlorid (III) əlavə edildikdə məhlul qırmızı-qonur rəng alır ki, bu da dəmir asetatın (III) əmələ gəlməsinin nəticəsidir.

11. Əmələ gələn sirkə turşusunun miqdarı faizlə müəyyən olunur. Bunun üçün 100 ml-lik stəkana 10 ml filtrat keçirilir, üzərinə 10 ml su və 2-3 damcı fenolftalein əlavə edilərək 0,1N NaOH məhlulu ilə itməyən zəif cəhrayı rəng əmələ gələnə qədər titrlənir. Əmələ gələn sirkə turşusunun faizlə miqdarı formula (10.1) təyin edilir.

$$x = \frac{0,006ak}{b} 100\%, \quad (10.1)$$

Burada: a - titrlənməyə sərf olunan 0,1N NaOH məhlulunun ml-lə miqdarı;

b - litr üçün götürülən kultur məhlulunun miqdarı;

k - qələvi düzəlişi;

0,006 - 1 ml 0,1N NaOH məhluluna uyğun olan sirkə turşusunun qamla miqdarı.

12. Sonrakı kolba termostatdan 14 (21, 28) gün sonra götürülür və 7-11-ci bəndlər təkrar edilir.

13. Alınan bütün nəticələr 10.2 sayılı cədvəldə verilir.

14. Sirkə turşusunun toplanması və pH səviyyəsinin artırılma müddətindən asılılıq qafiki qurulur.

II variant. Turş şərabadan meyvə sirkəsinin alınması

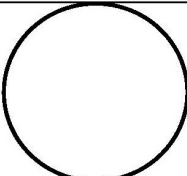
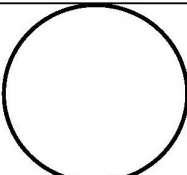
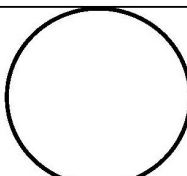
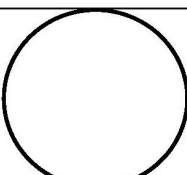
1. 6-7 h% spirtliyə malik turş şərab hazırlanır. Bunun uçun spirtin miqdarı təyin edilir və həcmi qaynanmış adi su ilə tələb olunan tündlüyə qədər çatdırılır.

2. Tutumu 500 ml olan kolbaya 100 ml hazırlanmış turş şərabadan əlavə edilir. Pipetka ilə üzərinə 1 ml material vurulur və pambıq tıxacla bağlanır.

3. Kolba 30⁰C temperaturda termostata qoyulur. Sonra iş I variantın 6-13 bəndlərinə uyğun davam etdirilir.

Cədvəl 10.2

Eksperiment məlumatları

Çoxaldılma vaxtı, sutka	Kultur əlamətləri	Morfoloji nişanələri	pH səviyyəsi	Sirkə turşusunun miqdarı, %-lə
0				
7		 X		
14		 X		
21		 X		
28		 X		

10.7. Çay göbələyi mikroorqanizmlər kompleksinin becərilməsi ilə spirtsiz içkilər alınması

İşin məqsədi: təbiətdə mikroorqanizmlərin simbiozu ilə tanışlıq və bu hadisədən praktik məqsədlər üçün istifadə olunması.

İşin məzmunu

Mikroorqanizmlərin simbiozu təbiətdə geniş yayılmaqla, onu çay göbələyində müşahidə etmək olar. Çünki burada mayalar (maya göbələkləri) və sirkə turşusu bakteriyaları birgə inkişaf edir. Beləliklə çay göbələyi eyni vaxtda yaşayan kultur olub, şəkərləşdirilmiş çay cövhərinin üzərində qalın selikli pərdə əmələ gətirir ki, o da yüngül qazlaşdırılmış turşvari-şirin dadla malik olur. Hazır çay cövhəri bankasına baxdıqda sanki şəffaf-qonurvari mayenin səthində qalın lövhə “üzür”, həmin lövhə yuxarıdan ağ, sıx və parlaq, aşağıdan isə bozvari və yumşaq nəzərə çarpır. Çay göbələyinin meduza ilə oxşarlığını nəzərə alaraq, onu elmi baxımdan medzomiset adlandırmışlar. Çay göbələyinin möhtəviyyatı özünü maya və sirkə turşusu bakteriyalarının koloniyası kimi göstərir. Göbələyin aşağı hissəsini tutan mayalar məhlulda olan şəkəri spirt və karbon qazına (karbon dörd oksidə) emal edir və bununla da sirkə turşusu bakteriyaları üçün qida mühiti hazırlayır. Onlar da öz aralarında xüsusi maddə ilə yapışqanlanıb göbələyin yuxarı - bərk hissəsini əmələ gətirir. Sirkə turşusu bakteriyalarının tərkibi eyni olmadığından onların hazırladığı məhsullar da qeyri-cinsli olur. Onlardan bəziləri mayaların əmələ gətirdiyi etil spirtini sirkə turşusuna, digərləri saxarozanı qlükoza və fruktozaya çevirir və monoşəkəri qlükon turşusuna qədər oksidləşdirir. Əmələ gələn turşular mayalar tərəfindən sirkə turşusu bakteriyaları üçün lazım olan vitaminlərin sintezi üçün istifadə olunur.

Avropanın bir çox apteklərində satılan çay göbələyi cövhəri

böyük şöhrət qazanmışdır. Qatılaşdırılmış çay göbələyi Almaniyada “Kombuka” adı ilə patentləşdirilmişdir. O, sirkə turşusu və spirt istisna olunmaqla çay göbələyinin bütün lazım olan fəal maddələrinə malik olur. Müəyyən olunmuşdur ki, çay göbələyinin tərkibinə insan orqanizmi üçün faydalı olan C, B qrup, P və D vitaminləri, üzvi turşular (sirkə, qlukon, quzuqulağı, süd, limon); fermentlər (katalaza, amilaza, proteaza, lipaza) daxil olur. Bundan əlavə, onun tərkibində stafilokok, streptokok və digər bakteriyaları təsir altına alan antibiotiklər vardır. Dezintoksikasiya təsirli qlukuron turşusu orqanizmə daha faydalı təsirə malikdir. Süd turşusu bağırsağın zərərli mikroflorasını məhv edir və onun funksiyasını normallaşdırır. Çay göbələyi aterosklerozda səmərəli olub, yüksək təzyiqi aşağı salır, baş ağrısının azalması və hətta aradan qaldırılmasını təmin edərək yuxunu normallaşdırır. Beləliklə, çay göbələyi cövhərinin daim içilməsi əhval-ruhiyyəni yaxşılaşdırır və hətta bəzi xəstəlikləri müalicə edir.

İşin gedişi

Laboratoriya işi iki dərstdə aparılır. Birinci dərstdə çay göbələyinin və onun əkininin inkişafı üçün mühit hazırlanır. İkinci-də hazır içkinin analizi aparılır.

Dərs 1

Keyfiyyətli “çay göbələyi” almaq üçün onun hazırlanma mərhələlərində təmizliyə riayət olunmalıdır. Optimum şərait yaratmaq üçün içkidə şəkərin qatılığı 10%, ətraf mühitin temperaturu 25-30%, saxlanmanın davam etməsi bir-iki həftədir.

Göbələyin inkişaf etməsi üçün mütləq komponent – çay cövhəri olub, mayaların və bakteriyaların inkişafı üçün azotlu maddələrə və karbonat mənbəyi kimi saxarozaya malikdir.

1. 1 litr su qaynadılır və ona bir çay qaşığı (yaxud bir kiçik paket) çay əlavə olunur.
2. 15-20 dəqiqədən sonra məhlul sakit saxlandıqda 100 q saxaroza (şəkər tozu) əlavə olunaraq möhkəm qarışdırılır,

25-30°C-yə qədər soyudulur.

3. Hazırlanmış məhlul kapron, yaxud metal ələkdən birbaşa hazırlanmış bankaya (2-3 litr tutumlu) süzülür.
4. Hazırlanmış çay məhluluna çay göbələyi təbəqəsi vurulur. Həmin təbəqə çay göbələyinin anacılıq materialı kimi istifadə olunan və inkişaf edən materialından ayrılır. Çoxaltma otaq temperaturunda (20-25°C) göbələk bankasının salfetlə örtülməsi ilə aparılır.

Alınan içki bəzi metabolit məhsulların təyin edilməsi üçün istifadə oluna bilər. Bankaya yeni çay içkisi porsiyası almaq üçün lazım olan miqdarda çay məhlulu və şəkər tozu vurulur.

İnkişaf edən çay göbələyini sonra həm üfqi, həm də xırda hissəciklərə qədər doğrayır, çay-şəkər məhlulu ilə hazırlanmış yeni qablara əkirlər.

Dərs 2

İçkinin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün toplanan turşuların miqdarı təyin edilir.

1. pH səviyyəsini müəyyən etməli. Adətən cövhərin pH-ı turşu reaksiyalı olub, pH 5-dən 3 arasında dəyişir.

2. Titrometrik metodla süd turşusunun kütlə payının müəyyən edilməsi. Metod süd turşusunun qızdırmada natrium hidroksidlə (laktil süd turşusu anhidridinin qələvi ilə yuyulması) və qələvi artıqlığının sulfat turşusu ilə neytrallaşdırılmasına əsaslanır. 250-ml-lik ölçülü konusvari kolbaya 10 ml çay göbələyinin cövhəri, 80 ml destillə edilmiş su və 20 ml 1 N NaOH məhlulu tökülür, qarışdırılır və əks soyuducu ilə birləşdirilməklə 5 dəqiqə müddətində qaynadılır.

Sonra soyudulur, natron əhəngi ilə doldurulmuş və əvvəlcədən qəlyanlı tıxacla bağlanan kolbaya 3 damcı fenolftalein məhlulu əlavə edilir və 1N H₂SO₄ məhlulu ilə rəngsizləşənə-dək titrlənir.

Paralel şəkildə nəzarət təcrübəsi aparılır. 250 ml-lik ölçülü kolbaya 20 ml 1N NaOH məhlulu və 90 ml destillə edilmiş su

əlavə olunur. Əks soyuducu ilə 5 dəqiqə müddətində qaynadılır; sonra onu soyudur, natronlu əhənglə doldurulmuş qəlyanlı tıxacla bağlayır, 3 damcı fenolftalein məhlulu əlavə edilir və 1N H₂SO₄ məhlulu ilə rəngsizləşənə qədər titrləyirlər.

3. Hazırlanmış məhlul kapron yaxud metal ələkdən birbaşa hazırlanmış bankaya (2-3 litr tutumlu) süzülür.

Süd turşusunun kütlə payı x aşağıdakı formulla hesablanır:

$$x = \frac{(V_t - V_k)K \cdot 0,09}{100}, \quad (10.2)$$

Burada: $V_{\text{təc}}$ – 1N NaOH təcrübə nümunəsinin artıqlığının titrlənməsinə sərf olunan 1N H₂SO₄ məhlulunun həcmi, ml;

V_k - 1N NaOH nəzarət nümunəsinin artığının titrlənməsinə sərf olunan 1N NaOH məhlulu üçün düzəliş əmsalı;

0,09 - 1sm³ 1N NaOH məhluluna uyğun gələn süd turşusunun kütləsi q/sm³;

V - analiz üçün götürülmüş çay göbələyinin həcmi, ml;

100 - 100 ml çay göbələyinin düzəliş əmsalı.

4. Hazırlanmış çay məhluluna çay göbələri təbəqəsi vurulur, həmin təbəqə çay göbələyinin anaclıq materialı kimi istifadə olunan və inkişaf edən materialdan ayrılır. Çoxaltma otaq temperaturunda (20-25⁰C) göbələk bankasının salfetlə örtülməsi ilə aparılır.

Alınan içki bəzi metabolit məhsulların təyin edilməsi üçün istifadə oluna bilər. Bankaya yeni çay içkisi porsiyası almaq üçün lazım olan miqdarda çay məhlulu və şəkər tozu vurulur.

Sonra inkişaf edən çay göbələyini həm üfiqi, həm də şaquli şəkildə hissəciklərə qədər doğrayır, çay-şəkər məhlulu ilə hazırlanmış yeni qablara əkirlər.

Çay göbələri məhlulunda olan sirkə turşusunun titrlənməsinə sərf olunan natrium hidrokسيدin miqdarına görə (titrləşən turşuluq) sirkə turşusunun kütlə qatılığının müəyyən edilməsi.

Stəkana pipet vasitəsilə 5 ml çay göbələyinin məhlulu tökülür, üzərinə 10 ml destillə edilmiş su və iki-üç damcı fenoltalein məhlulu əlavə edərək 0,1N NaOH məhlulu ilə 30 san müddətində itməyən çəhrayı rəng əmələ gələnə qədər titrləyirlər.

5. Sirkə turşusunun kütlə payı (titrləşən turşuluq p) q/100 ml-lə formul üzrə hesablanır:

$$P = \frac{0,06 \cdot 100 V_1}{V_2} \quad (10.3)$$

Burada: 0,06 - 1 ml 0,1 N NaOH məhluluna uyğun gələn sirkə turşusunun miqdarı;

V_1 - titrlənməyə sərf olunan 0,1 N NaOH məhlulunun miqdarı;

V_2 - titrlənmək üçün götürülən çay göbələyi məhlulunun miqdarı, ml.

Yekun nəticə kimi iki paralel təyin etmədən p_1 və p_2 orta hesabı ədəd p qəbul edilir.

6. 10.3 sayılı cədvəl formasında çoxaltma prosesində çay göbələyi cövhərinin fiziki-kimyəvi və orqanoleptik göstəricilərinin dəyişməsi qeyd olunur.

Cədvəl 10.3

Çay göbələyi cövhərinin fiziki-kimyəvi və orqanoleptik göstəricilərinin analiz nəticələri

Çoxaldılma vaxtı, sutka	Göstəricilər			Orqanoleptik qiymət
	pH səviyyəsi	Süd turşusunun miqdarı, %	Sirkə turşusunun miqdarı, %	
5				
7				
10				
14				

7. Yüngül qazlaşdırılmış keyfiyyətli içki almaq üçün çay göbələyinin çoxaldılmasının davam etmə müddətinə dair laboratoriya işi üzrə nəticəyə gəlinir.

10.8. Mikroskopik göbələklərin səthi çoxaldılması zamanı limon turşusu biosintezinin öyrənilmə xüsusiyyətləri

İşin məqsədi: mikroskopik *Aspergillus niger* göbələyinin çoxaldılması zamanı limon turşusunun biosintezinə qida mühiti tərkibinin təsirinin öyrənilməsi.

İşin məzmunu

Limon turşusu $\text{CH}_2\text{COH-COHCOOH-CH}_2\text{COOH}$ üç əsaslı oksiturşu olub, sulu məhlulunda bir molekul su ilə kristallaşaraq rəngsiz şəffaf kristallar əmələ gətirir. Limon turşusunun istehsalı mikroskopik *Aspergillus niger* göbələyinin çoxaldılmasına əsaslanır. O isə qida mühitindəki şəkəri qıcqırdaraq limon turşusu əmələ gətirir. Karbonlu qida mühiti komponenti kimi 45-48% saxarozaya malik melassadan istifadə olunur. Bundan başqa qida mühitinin tərkibinə ammonium nitrat, kalium mono-, yaxud difosfat, maqnezium sulfat, sink və dəmir daxildir.

Produsentin çoxaldılması səthi yaxud daxili üsulla aparılır. Limon turşusu istehsalına aşağıdakı əsas texnoloji mərhələlər aiddir: əkin materialının alınması, melassanın qıcqırdılmağa hazırlanması, melassa məhlulunun mitselin sonrakı ayrılması ilə limon turşusuna qıcqırdılması, qıcqıran məhluldan limon turşusunun ayrılması və onun kristal şəkildə alınması.

Laboratoriya işində mikroskopik göbələklərlə limon turşusunun toplanma prosesinə qida mühitində melassanın qatılığının təsiri öyrənilir. *Aspergillus niger* kulturunun biokimyəvi aktivliyi qavimetrik (mitsel pərdəsinin kütləsinə görə) və patensiometrik (çoxaldılma prosesində mühitin turşuluğunun dəyişməsi) metodları ilə qiymətləndirilir.

Biokimyəvi aktivliyi qiymətləndirmək üçün aşağıdakı göstəricilərdən istifadə olunur:

1) 1 ml kultur mayesində limon turşusunun miqdarı

$$x = \frac{0,007a}{b}, \quad (10.4)$$

Burada, a - titrə sərf olunan 0,1N NaOH məhlulunun ml-lə miqdarı;

b - titrlənməyə götürülən kultur məhlulunun miqdarı, ml;

0,007 - 1ml;

0,1N - NaOH məhluluna uyğun gələn limon turşusunun miqdarı;

2) ilkin şəkərdən limon turşusu çıxımı, faizlə

$$Y = \frac{xV_{km}}{c} \cdot 100\%, \quad (10.5)$$

Burada, V_{km} - kultur məhlulunun həcmi, ml;

C - ilkin qida mühitində şəkərin miqdarı, q.

3) kulturun produsentlik xüsusiyyəti

$$P = \frac{xV_{km}}{m}, \quad (10.6)$$

Burada, t – mitsel pərdəsinin kütləsi, q.

4) ilkin qida mühiti və kultur məhlulunun pH-ı.

Laboratoriya işi iki dərstdə aparılır, birinci – qida mühiti hazırlanır, onun turşuluğu ölçülür, sterilizə olunur və *Aspergillus niger* göbələyi kulturu ilə əkilir, ikincidə - produsentin biokimyəvi fəallığı təhlil edilir, kultur məhlulunun pH-ı təyin edilir, mitselin kütləsi və limon turşusunun titrlənməsinə sərf olunan natrium hidroksid məhlulunun həcmi müəyyən olunur.

İşin gedişi

1. 10.4 sayılı cədvəldə göstərilən variantların biri üzrə komponentlərdən konusvari kolbada 100 ml maye qida mühiti hazırlamalı.

2. Texniki tərəzidə boş stəkanı çəkir və ona lazım olan miqdarda melassa tökürlər. Həmin kütlə konusvari kolbaya keçirilir, melassanın qalıqı stəkanın dib və divarlarından cədvəldə göstərilən miqdarda su ilə yuyulur, sonra kolbaya ölçülü silindrlə 10 ml duz məhlulu əlavə olunur.

Cədvəl 10.4

Qida mühitinin tərkibi

Qida mühitinin komponentləri	Variantlar				
	1	2	3	4	5
Melassa, q (saxarozanın miqdarı 46%)	60	50	40	30	20
Duz məhlulu ml, qatılığı, mq/ml					
NH ₄ NO ₃ -2,3;					
KH ₂ PO ₄ -0,2;					
MgSO ₄ ·7H ₂ O-1,0;					
ZnSO ₄ -0,02					
FeSO ₄ -7H ₂ O-0,06					
Adi su, ml	60	65	70	75	80

3. pH-metrlə qida mühitinin pH-nı ölçməli. Bunun üçün cihaz cərəyan mənbəyinə birləşdirilir, elektrodlar destillə edilmiş su ilə yuyulur, filtr kağızı ilə qurudulur və qida mühiti olan kiçik stəkana salınır. İşə salan düyməni kompensasiya (KT-P) halından “KT” vəziyyətinə; düyməni ölçmə halından (pH, °C, mV) “pH” vəziyyətinə qurmalı. Göstərici müəyyən olunduqdan sonra ölçmənin nəticələrini hesablamalı.

4. Qida mühiti pH-metrin kiçik stəkanından konusvari kolbaya keçirilir. Kolba pambıq tıxac və kağız başlıqla bağlanır, imzalanır və avtoklavda 15 dəq 1 atm sterilizə edilir.

5. 30°C-yə qədər soyumuş qida mühitinə əkin materialı vurulur. Bunun üçün sınaq şüşəsinə *Aspergillus niger* kulturu ilə şirə-aqarda yuxarı xəttə qədər steril su tökülür. Bakterial qarmaqla yuxarı səthdə suya tünd konidial təbəqə köçürülür. Konidinin alınan su suspenziyası qarışdırılır, steril mühitlə kolbaya tökülür.

Kolba termostatda 30°C temperaturda yeddi gün saxlanır.

6. Kulturun biokimyəvi fəallığının öyrənilməsi. Bunun üçün kultur məhlulundan mitselləri filtrləmə ilə ayrı-ayrı və mitsel pərdəsini texniki tərəzidə çəkərək kütləsi müəyyən olunur. Ölçülü silindrdə kultur məhlulunun həcmi ölçülür, pH-metrdə kultur məhlulunun pH-ı ölçülür. Qələvi ilə titrləməklə kultur məhlulunda limon turşusunun miqdarını müəyyən etməli. Bunun üçün konusvari kolbaya pipet vasitəsilə 2 ml filtrat keçirilir. Ölçülü silindrə 200 ml destillə edilmiş su, 3-4 damla fenoltalein əlavə olunmaqla, büretkadan 0,1 N NaOH məhlulu ilə zəif çəhrayı rəngə qədər titrlənir.

7. 1 ml kultur məhlulunda limon turşusunun miqdarı (10.4), ilkin şəkərdən limon turşusu çıxımı (10.5) və kulturun produsentlik xüsusiyyəti (10.6) formulları ilə müəyyən olunur. Bu göstəricilərin qida mühitindəki saxaroza konsentrasiyasından qafiqi asılılıq qurulur.

8. Ölçmələrin və hesabatların nəticələri 10.5 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 10.5

Eksperimental və hesabat göstəriciləri

Biokimyəvi göstəricilər	Variantlar				
	1	2	3	4	5
Qida mühitində şəkərin miqdarı, q/l					
Qida mühitinin pH					
Kultur məhlulunun pH					
Kultur məhlulunun həcmi, ml					
Titrlənməyə sərf olunan 0,1N NaOH məhlulun həcmi, ml					
Mitsel pərdəsinin kütləsi, q					
1 ml kultur məhlulunda limon turşusunun miqdarı, mq/ml					
İlkin xammaldan limon turşusu çıxımı, %					
Produsentlik xüsusiyyəti, q/q					

10.9. Mikromisetlərin bərk fazalı çoxaldılmasında amilaz toplanmasına qida mühitinin tərkibinin təsiri

İşin məqsədi: mikroskopik *Aspergillus Oruzea* göbələyinin bərk fazalı çoxaldılması zamanı amilolitik fermentlərin toplanmasına qida mühitinin tərkib və nəmliyinin təsirinin öyrənilməsi.

İşin məzmunu

Bərk fazalı fermentləşmədə mikroorqanizmlərin çoxalması-nın bərk, yarımbərk substratda, yaxud bərk qida maddələrinə inert olan aşqarlarda aparılması qəbul olunmuşdur. Onun tətbiqi mikroorqanizmlərə qida maddələrin əlçatanlığını asanlaşdırır. Belə çoxaldılma tipi həmçinin səthi adlanır.

Biotexnologiya istehsalda bərk fazalı çoxaldılma biokompostlaşdırmada, mikotoksinlər, üzvi turşular, ferment preparatları alınmasında, dənilər, kökümeyvəliklər və meyvələrdən müxtəlif xörəklər hazırlanmasında tətbiq olunur. Məsələn, Türkiyədə fermentləşdirmə yolu ilə un, yoğurt və tərəvəzlər qarışığı ilə “tarxan” xörəyi, Hindistanda düyü, lobya, yaxud paxlalıların süd turşusu qıcqırması ilə - “dozay” məhsulu alınır. Afrikada kif və maya fermentləşdirilməsi nəticəsində darı, sorqo və vələmirin un qarışığından yemək hazırlanır. Asiya ölkələrində, Yaponiyada soya paxlalıları əsasında *Aspergillus oryzae* göbələyinin səthi çoxaldılması ilə souslar emal olunur. “Rokfor” tipli pendirlərin hazırlanma üsulu *Penisillium* cinsli göbələyin növ müxtəlifliklərinin bərk fazada çoxaldılmasına əsaslanır.

Dənilər və kənd təsərrüfatı məhsulları qalıqlarının zülallarla zənginləşdirilməsi və yüksək qidalı yem məhsuluna çevrilməsi məqsədilə bərk fazalı fermentləşmə texnologiyasının işlənməsinə böyük diqqət yetirilir. Siloslaşmada bərk fazalı fermentləşmənin imkanları öyrənilmişdir.

Mikroskopik göbələklərin bərk fazalı çoxaldılması sənayedə

ferment preparatları alınmasının ilk üsullərindəndir. Ferment produsentlərinin bərk fazalı çoxaldılma texnologiyası - əkin materialının, istehsalat kulturunun və ferment preparatlarının alınma mərhələlərini əhatə edir.

İstehsalatda mikroorqanizmlərin bərk fazalı çoxaldılması 25 mm və daha çox yüksəklik qatında, məsaməli qida mühitində buğda kəpəyi, şəkər çuğunduru pulpası, səməni cücərtisi və s. ilə aparılır.

Qida mühitinin hazırlanması - komponentlərin dozalaşdırılması, nəmləndirilməsi ($w=35-40\%$), kəskin buğla 120°C -də 1 saat müddətində $w=55-58\%$ -ə qədər nəmlik yaranana qədər sterilizə edilməsi, 40°C -yə qədər soyudulması və 1 kq quru mühitə görə 7,5, 10^8 hesabı ilə əkin materialı vurulması mərhələlərindən ibarətdir. Nəmliyi 58-60% olan əkin aparılmış qida mühiti arakəsməli küvetə 30 mm qalınlığında yaxılır və bitki kamerasının tərəcəllərinə yerləşdirilir.

Becərmə prosesində temperatur, mühitin nəmliyi və steril hava sərfiyyatı tənzimlənir. Mikroorqanizmlərin bərk fazalı çoxaldılmasında, xarici istilik dəyişdirici ilə steril havanın həcmi aerasiya metodunda qida qatından keçməklə konvektiv hərəkət rejimi yaradır. Hava isti və soyutma agentləri rolunu oynamaqla, mühit və kamerada karbon qazı qatılığını dəyişir. Biokütlədən istiliyin ayrılma sürətinə uyğun şəkildə hava sərfiyyatı da yüksəlir və 1 kq mühitə 1,0-25,0 l/saat təşkil edir, havanın nisbi rütubəti 98-99%-dir.

Fəal inkişaf dövründə göbələk mitselləri materialın bütün səthini bürüyür, çoxalmanın sonunda qida mühiti sıx torta forması alır və səthi kultur adlanır. O, 65-78% həll olmayan maddələrə malik olur.

Hüceyrədaxili məkanda yerləşən fermentlər, mitselin hüceyrə qılıfının böyük olmayan diffuziya müqavimətinə görə su ekstraksiya metodu ilə produsent kulturundan asanlıqla ayrılır. Səthi kulturların ekstraksiyasında fermentlərlə yanaşı amin tur-

şular, aşağı molekullu karbohidratlar, duzlar, turşular və s. kimi digər həll olan maddələr ayrılır ki, onları üzvi həlledicilərlə çökdürmək, yaxud mərkəzdənqaçma qüvvəsi ilə kənar etmək olur. Əgər göbələk kulturlarında olan quru maddələr 100% götürülsə, o zaman ekstraksiya prosesində onların 22-23%-i məhlula keçir, 3-5%-i isə fermentlərin payına düşür.

Amilaza hidrolaz fermentlər qrupuna aid olub, nişastanın hidroliz reaksiyasını katalizə edir və bu zaman nişastanın parçalanması qlükoza molekullarını birləşdirən oksigen körpüsü ilə baş verir. A-amilazanın təsiri altında nişastadan disaxarid maltoza əmələ gəlir ki, o da iki qlükoza qalıqlarından ibarətdir. Ona görə də bu proses nişastanın şəkərləşməsi adlanır. Bu proses dən və kartofdan spirt istehsalında şirə, pivə bişirmədə və qida mühiti hazırlanmasının əsasında durur.

Nişastanın hidrolizində aralıq məhsul kimi müxtəlif molekul çəkisinə malik dekstrin adlanan birləşmələr əmələ gəlir. Hidrolizin birinci mərhələsində yüksək polimerləşmə dərəcəli (35-40) dekstrinlər alınır və onlar yodla nişasta kimi göy rəng verir. Sonrakı hidroliz zamanı dekstrinlərin molekul çəkisi azalır və onlar yodla bənövşəyi rəng almağa başlayır, sonra tünd-qonur, qırmızıvarı rəngə boyanır və nəhayət yoda reaksiya vermir. Amilaza fermentinin bu xassəsi onun göbələk kulturunda, yaxud ferment preparatlarında təyininin əsasında durur. Fermentin təmiz halda alınması və miqdarının təyini çox mürəkkəb məsələdir. Fermentin miqdarının uyğun substrata təsir fəallığına görə təyin edilməsi əlverişlidir.

Bu işdə amilazanın fəallığı nişastanın miqdarına görə təyin edilir.

Laboratoriya işi iki dərstdə yerinə yetirilir: birincidə qida mühiti hazırlanır, əkilir və göbələk kulturu becərilir; ikincidə - fermentlər ekstraksiya edilir və süzüntüdə amilazanın fəallığı analiz edilir.

Dərs 1

Tələbələr 2 qrupa bölünür. Onlardan biri tərkibin təsirini, ikincisi – qida mühitinin nəmliyinin amilolitik fermentlərin toplanma dərəcəsinə təsirini öyrənir.

İşin gedişi

1. Cihazda xammal komponentlərinin – buğda kəpəyi və yonqarının nəmliyinin təyini.

Kağız konvert (16x16 sm) 160⁰C temperaturda 3 dəqiqə müddətində qurudulur və eksikatora soyudulur. Boş paket çəkilir, kəpək yaxud yonqarla doldurulur və 5 qam çəki götürülür. Material zərif qatda sərilir və 160⁰C temperaturda 6 dəqiqə qurudulur, eksikatora soyudulur və çəkilir.

2. Nəmlik formulla hesablanır:

$$X = \frac{a-c}{a-b} 100\%, \quad (10.7)$$

Burada: a – nəmli çəki ilə konvertin kütləsi, q;

c – qurudulmuş çəki ilə konvertin kütləsi, q;

b – boş konvertin kütləsi, q.

3. Buğda kəpəyi və yonqarının nəmliyinin orta ədədi qiyməti iki paralel çəkinin hesablanması və 10.6 sayılı cədvəldə əks etdirilməsi ilə hesablanır.

Cədvəl 10.6

Nəmliyin təyininin nəticələri

S/s	Mühitin adı	Götürülmüş çəkinin kütləsi, q		Buxarlanan nəmliyin miqdarı, q	Nəmliyi, W, %	Orta nəmliyi, W _{or} , %
		nəm	qurudulmuş			
1.	Buğda kəpəyi					
2.	Buğda kəpəyi					
3.	Yonqar					
4.	Yonqar					

4. Qida mühitinin hər birinin çəkisi 20 q olmaqla 6 variant hazırlanır. Variantlar bir-birindən buğda kəpəyi və oduncaq yonqarının nisbətində görə fərqlənməklə, 10.7 sayılı cədvələ uyğun olaraq mühitin yumşalması və nişastanın miqdarının tənzimlənməsində iştirak edir.

Cədvəl 10.7

Komponentlərin miqdarı

Komponentlər, %	Variantlar					
	1	2	3	4	5	6
Buğda kəpəyi	100	90	80	70	60	50
Oduncaq yonqarı	0	10	20	30	40	50

Hər variant üçün komponentlərin kütləsi hesablanır, texniki tərəzidə çəkilir. Hamar səthə (şüşə) yonqar, kəpək və qarışıq yaxılır.

5. Mühitin nəmliyini 60%-ə çatdırmaq üçün lazım olan suyun miqdarının hesablanması.

Su sərfiyyatı 1 ml azaldılır, konidiyaların suspenziya şəklində əkin materialı kimi vurulması nəzərə alınır. Hesabatın nəticəsi 10.8 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 10.8

Mühitin nəmləndirilməsi üçün su sərfinin müəyyən edilməsinin nəticələri

Aralıq məlumatlar	Variantlar					
	1	2	3	4	5	6

6. Lazım olan miqdarda suyu ölçülü silindrlə ölçür və ya-vaş-yavaş kütlənin üzərinə tökürlər. Sonra onu hissəciklərin bərabər nəmlənməsi üçün qarışdırırlar. Nəmlənmiş kütləni konusvari kolbaya keçirirlər. Kolbanın boğazının üst hissəsi çirklənməsin deyə metal qıfdan istifadə olunur. Kolba kağız qalpaqlı pambıq tıxacla bağlanır və 30 dəqiqə 120⁰C temperaturda avtoklavda sterilizə edilir. Sterilizədən və soyutmadan sonra kolbadakı kütlə intensiv çalxalanır.

7. Qida mühitinin nəmliyinin fermentlərin toplanmasına təsirini öyrənmək üçün hər biri 20 qamdan ibarət olmaqla 6 variantda müxtəlif miqdarda nəmliklərə malik mühitlər hazırlanır (10.9 sayılı cədvələ uyğun olaraq).

Cədvəl 10.9

Qida mühitinin tövsiyə olunan nəmliyi

Nəmliyin göstəriciləri	Variantlar					
	1	2	3	4	5	6
Verilən nəmlik, %	45	50	55	60	65	70
Nəmləndirməyə qədər mühitin nəmliyi, %						
20 q mühitə su sərfiyyatı, ml						

Buğda kəpəyi və oduncaq yonqarı 10.7 sayılı cədvəlin dördüncü variantına uyğun olaraq çəkilir. Mühitin nəmliyi və lazım olan nəmliyə çatdırmaq üçün su sərfiyyatı hesablanır, onu əkin materialı suspenziyasına görə (tapşırıq 3-ə uyğun olaraq) 1 ml azaldırlar. Hesabatın nəticəsi 10.8 sayılı cədvəldə verilir. Sonrakı əməliyyatlar altıncı bəndə uyğun olaraq yerinə yetirilir.

8. Qida mühitinə göbələk sporlarının suspenziyası əkilir. Bunun üçün aqar mühitindəki göbələk kulturu olan sınaq şüşəsinin yuxarı səviyyəsinə qədər steril su əlavə olunur. Konidiləri steril pipetkanın sonluğu ilə götürür və 1 ml spor suspenziyası

ilə kolbadakı steril mühitə köçürürlər. Əkindən sonra mühit sil-kələnməklə möhkəm qarışdırılır və steril küvetə yaxılaraq qa-paqla bağlanır. Küvet hava mübadiləsi üçün arakəsmələrə ma-likdir. Mühitə əkin əməliyyatı aseptik şəraitə əməl edilməklə, spirt alovunun yaxınlığında aparılır. Əkilmiş mühitli küvetlər termostata qoyulur. Çoxaldılma 48-54 saat müddətində - ilk 12 saat ərzində 28-30⁰C, sonra isə 33⁰C temperaturda aparılır.

Becərilən kultur yumşaq səthli torta formasında olur. Hər bir torta üçün nəmliyi (qurutmaq üçün 3 kq kultur götürülür) və amilolitik fəallığı təyin etmək lazım gəlir.

İşin gedişi

1. İnkişaf etmiş göbələk kulturundan fermentlərin ekstraksiyası aparılır. Torta şpatelin köməyi ilə küvetdə möhkəm xırdalanır və texniki tərəzidə 5 q səthi kultur çəkilir. Şpatel mütləq dezinfeksiyaedici məhlulə salınmalıdır. Çəkilmiş porsiya farfor kasaya keçirilir və həvəngdəstə ilə 100 ml buferləşmiş məhlulə qarışdırılır. Onun 10 ml-i asetat buferi (pH 4,7) və 90 ml-i destillə edilmiş su olur. Bundan sonra onu termostatda 30⁰C temperaturda 30 dəqiqə saxlayırlar. Vaxt keçdikdən sonra farfor kasadakı material kapron filtrə keçirilir və ekstraktın bioşrot-dan (qida mühiti və mitselin qalıqlarından) ayrılması üçün yaxşı sıxılır. İkinci cücərən kulturun nəmliyinin təyini birinci dər-sdəki birinci bəndə oxşar (bu laboratoriya işində) şəkildə cədvəl 4.4-dəki kimi tərtib olunur.

3. Alınan ekstrakt sentrifuqa edilmək (süzüntü) yolu ilə du-ruldulur. Bunun üçün ölçülü silindrlərə 25 ml filtrat götürülür və sentrifuqa stəkanına keçirilir. Burada, sentrifuqa rotorunda bir-birilə əks olan cütlük qurulur. Sentrifuqa etmə 3 min dövr etməklə 5 dəq davam etdirilir. Duruldulmuş ekstrakt analiz üçün kolbadan götürülür. Ekstraktın amilolitik xüsusiyyəti (AX) damcı metodundan istifadə edilərək müəyyən edilir (Kli-movski və Rodzeviçə görə).

Metodun əsasında süzüntüdə olan amilaza fermentinin, nişastanın hidrolizini yodla rənglənməyən məhsullara çevrilməsini katalizə etmək xüsusiyyəti qurur.

AX təyin etmək üçün temperatur şəraitinə ciddi əməl olunmalıdır. Bunun üçün bütün məhlullar – substrat (1%-li nişasta məhlulu), ferment məhlulu və destillə edilmiş su ultra termos-tatda 30⁰C temperaturda qızdırılır. Geniş sınaq şüşəsinə 25 ml nişasta məhlulu tökülür. Sınaq şüşəsi termostatdan çıxarılmadan pipetin köməyi ilə üzərinə su, sonra 1-dən 25 sm³-a qədər süzüntü əlavə olunur. Reaksiya qarışığının ümumi həcmi 50 sm³ təşkil etməlidir. Əgər ferment süzüntüsü az fəaldırsa, o halda onu 25 sm³ miqdarında götürür, su isə əlavə olunur.

Sınaq şüşəsindəki material çubuqla qarışdırılır və vaxt qeyd olunur. Sonra nişastaya süzüntü əlavə olunma vaxtı saniyə ölçənlə müəyyən olunur:

- hər 60 saniyədən bir termostatdan çıxarılmadan çubuqla nümunə damcısı götürülür;

- damcı ağ farfor təbəqənin üzərinə qoyulur və yodun işçi məhlulunun damlası ilə birləşdirilərək rəng müşahidə olunur;

- tədqiq olunan məhlul damlası ilə yodun birləşməsindən sonra ilk 10 saniyə müddətində rəng dəyişməsi dayanırsa, nişastanın parçalanma reaksiyasının başa çatdığı qeyd olunur;

- yodun rənginin dəyişməsi yod və qida reaksiyasının qovuşduğu sərhəddə aydın görünür.

Nişastanın yodla rənglənməyən məhsullara qədər parçalanma müddəti 10-20 dəqiqə arasında tərəddüd edir.

Əgər nişastanın hidroliz vaxtı 10 dəq-dən az olarsa, o halda təcrübə təkrar olunur, süzüntünün həcmi azaldılaraq suyun həcmi artırılır. Əgər nişastanın hidrolizi 20 dəq müddətində başa çatmazsa analiz yenə təkrar olunur. Bu halda ferment süzüntüsünün həcmi artırılaraq suyun həcmi azaldılır. Təkrar analiz üçün götürülən ferment süzüntüsünün miqdarı alınan hidroliz vaxtını müəyyən etməklə hesablanır.

Məsələn, əgər ferment süzüntüsü az, yaxud olduqca yüksək fəallığa malikdirsə və ferment məhlulunun 1-25 sm³ miqdarı nişastanın hidroliz müddətini 10-20 dəq müddətində təmin etmirsə, bu zaman analiz üçün 25 sm³ nişasta məhlulu deyil, ondan az və yaxud çox götürülür. Məsələn, 10 yaxud 40 sm³ bunun üçün hesablama formuluna uyğun düzəliş verilir (adi 0,5 qam əvəzinə uyğun olaraq 0,1 yaxud 0,4).

5. Amilolitik fəallığı formulla hesablamalı (10.8).

Amilolitik fəallıq vahidi (xüsusiyyəti) kimi elə miqdarda ferment qəbul olunmuşdur ki, o, 1 q həll olan nişastanın yodla rənglənməyən məhsula qədər parçalanmasını 1 saat müddətində və 30⁰C temperaturda ciddi müəyyən olunmuş şəraitdə katalizə edir.

$$AX = \frac{0,25 \cdot 60 \cdot 100 \cdot 50}{T \cdot a \cdot 5(100 - W)}, \quad (10.8)$$

Burada: 0,25 ml - məhlulda olan nişastanın miqdarı, q;

60 - dəqiqənin saata keçirilməsi;

T - hidroliz müddəti dəq;

a - analiz üçün götürülən fermentin miqdarı, ml;

100 - ekstraksiya suyunun miqdarı, ml;

5 – ekstraksiyaya götürülən kulturun kütləsi, q;

50 – reaksiya qarışığının həcmi;

W - göbələk kulturunun nəmliyi, %.

6. Müxtəlif qida mühitləri variantları üçün hesabat nəticələri cədvəl 10.10-da verilir.

Cədvəl 10.10

Tədqiqat nəticələri

Mühitin tərkibi, %			Kulturun nəmliyi, %	AX vahid/q
Buğda kəpəyi	Oduncaq yonqarı	Su		

7. Bərk fazalı çoxaltma metodu ilə ferment preparatlarının amilolitik fəallığının buğda kəpəyi (nişasta) və qida mühitinin nəmliyindən asılılıq qafikini qurmalı.

10.10. Fermentlərin ayrılma rejiminin hazır məhsul çıxımına təsiri

İşin məqsədi: fermentlərin ayrılma dolğunluğuna çökdürülmə şəraitinin təsirinin öyrənilməsi.

İşin məzmunu: fermentlərin ayrılma və təmizlənməsinin aşağıdakı üsulları təcrübədə tətbiqini tapmışdır: üzvü həlledicilərlə çökdürmə, hopdurma (amonium sulfat, sink, natrium, natrium-xlorid), temperaturun dəyişməsi, mühitin pH-ı, membran metodları, xromatoqrafiyanın müxtəlif növləri, elektroforez, ultra-sentrifuqa etmə, ion dəyişmə, absorbsiya, filtdən keçirmə.

Fermentlərin sulu məhlullardan ayrılması üçün etanolla, izopropanolla və asetonla çökdürmə metodları geniş yayılmışdır. Belə reagentlərin əlavə olunması zülal molekullarının həll olmasında itkilərə səbəb olur və mühitin poliyarlığını aşağı salmaqla çöküntü əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Müxtəlif həlledicilərin poliyarlığı eyni olmadığından tam çökməni təmin edən qatılıq da fərqli olur. Bundan əlavə, fermentlər üzvi həlledicilərin çökdürülməsi üçün istifadə olunan qatılığa fərqli münasibət göstərir. O da çox vaxt fermentlər kompleksinin fraksiyalaşdırılmasına imkan verir. Çökdürmənin optimal şəraiti hər bir konkret hal üçün eksperimental yolla müəyyən olunur. Laboratoriya işini yerinə yetirən zaman ekstrakt və fermentin çökdürülməsi üçün optimal nisbəti müəyyən etmək lazım gəlir. Bundan əlavə quru kütləyə görə çöküntü çıxımı, çöküntünün xüsusi fəallığı, fəallığın itkisi təyin olunur və tədqiqat nəticələrinə görə material balansı tərtib olunur.

İşin gedişi

Laboratoriya işi 3 dərsdə yerinə yetirilir. Birinci dərsdə amilolitik fermentlər toplayan səthi kultur almaq üçün *Aspergillus oryzae* göbələyinin səpini aparılır.

İkinci dərsdə ekstraksiya metodu ilə fermentin ayrılması yerinə yetirilir.

Üçüncü dərsdə isə amilolitik fermentlərin üzvi həlledicilərlə çökdürülməsi aparılır.

Dərs 1

1. Buğda kəpəyi (70%) və yonqarından (30%) substrat hazırlamalı. Substratın ilkin nəmliyi nəzərə alınmaqla, onun nəmliyini 60%-ə çatdırmalı.

2. Nəmləndirilmiş kütləni boğazı çirkləndirmədən konusvari kolbaya keçirirlər. Kolbanı kağız qalpaqlı pambıq tıxacla bağlayır və avtoklavda 30 dəq 120⁰C temperaturda sterilizə edirlər. Kolbada olan kütlə sterilizədən sonra intensiv şəkildə soyudulur (havalandırılmaqla).

3. Soyudulmuş steril qida mühitinə 1 ml göbələk sporlarının suspenziyası əkilir. Əkindən sonra mühit çalxalanmaqla möhkəm qarışdırılır, steril küvetə səpilir və ağzı bağlanaraq termostata qoyulur. Çoxaltma prosesi 48-54 saat davam edir. İnkişafın ilk 12 saatında temperatur 33⁰C, sonrakı müddətdə 28-30⁰ tənzimlənir.

Dərs 2

İş yerinə yetirmək üçün qrup 2 yerə bölünür. 1-ci yarımqrupa ekstraksiyanın davamətmə müddətinin təsirini, 2-ciyə ekstragentin həcmnin hazır məhsul çıxımına, yəni amilolitik fermentlərin miqdarına təsirinin öyrənilməsi tapşırılır.

Birinci hissə

1. Ekstraksiya prosesini öyrənməzdən əvvəl *Aspergillus oryzae* göbələyinin səthi çoxaldılmasında toplanan amilolitik fermentlərin miqdarı təyin edilir. Küvetdə olan torta şpatellə möhkəm əzilir, sonra şpatel mütləq dezinfeksiyaedici məhlulə

batırılır. Tortanın kütləsi müəyyən olunur.

2. Tortanın nəmliyi PİVİ cihazında əvvəlki dərslərə oxşar qaydada təyin edilir və formula (10.7) hesablanır.

3. Cücərən göbələk kulturundan əvvəlkilərə oxşar qaydada fermentlərin ekstraksiyası aparılır.

4. Cücərən kulturun fermentlərinin amilolitik xüsusiyyəti damcı metodu ilə əvvəlkilərə oxşar qaydada təyin edilir və (10.8) formulu ilə hesablanır.

5. Ölçmənin və hesabatların nəticələri 10.11 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 10.11

Tədqiqatın nəticələri

Vari- antlar	Göbələyin nəmliyi, W_k , %-lə	Analiz üçün götü- rülmiş ferment məhlulunun miq- darı, a, ml	Hidroliz vaxtı, T, dəq.	Amilolitik fəallıq, AX_k , vahid/qam

İkinci hissə

Verilən miqdarda su və saxlanma müddətində (cədvəl 10.12) sulu ekstraksiya aparmaq və ekstrakta keçən, həmçinin biosrotunda qalan fermentlərin miqdarını təyin etməli.

Cədvəl 10.12

Ekstraksiyanın aparılma rejimi

Göstəricilər	Variantlar							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Səthi kulturun miqdarı, M_k , q	5	5	5	5	5	5	5	5
Suyun miqdarı, V_e , ml	200	200	200	200	100	150	250	300
Saxlanma müddəti, T, dəq	10	20	30	40	20	20	20	20

1. Əzilmiş tortadan götürülən çəki tənzif kisəyə qoyulur və bağlanır. Kisəcik səthi kulturla stəkana salınır (tələb olunan

həcmə). Üzərinə verilən miqdarda adi su əlavə olunur (ekstragentin tövsiyə olunan temperaturu 25-27⁰C). Ekstraksiya müddəti başa çatdıqda kulturlu kisəcik çıxarılır və sıxılır.

2. Alınan ekstraktı və bioşrotu amilolitik fermentlərin miqdarını damcı metodu ilə təyin etməli, həmçinin ekstraktın həcmi, nəmliyi və bioşrotun kütləsi müəyyən olunur.

Ekstrakt 30⁰C temperaturə qədər qızdırılır. Sonra birinci hissə dördüncü bənddəki tövsiyələrə əməl olunur. Amilolitik xüsusiyyət (AX, vahid/ml) formula (10.9) hesablanır:

$$AX = \frac{0,25 \cdot 60 \cdot 50}{T_a}, \quad (10.9)$$

Burada: 0,25 – 25 ml məhlulda olan nişastanın miqdarı, q;

60 – dəqiqənin saata keçirilməsi;

T – hidroliz müddəti, dəq;

a – analiz üçün götürülən ferment məhlulunun miqdarı, ml;

50 – reaksiya qarışığının həcmi.

3. Bioşrot buferləşmiş su ilə təkrar ekstraksiyalasdırılır, alınan ekstraktı amilolitik xüsusiyyət formula (10.9) təyin olunur.

4. 10.13 saylı cədvəli doldurmalı.

Cədvəl 10.13

Ekstraktlaşdırma nəticələrinin yekun cədvəli

Variantlar	Ekstraktın həcmi, V_e	Ekstraktın amilolitik xüsusiyyəti, AX_e , vahid/ml	Bioşrotun kütləsi, M_e , q	Bioşrotun nəmliyi, W_b , %	Bioşrotun amilolitik xüsusiyyəti, AX_b , vahid/q

5. Ekstraktlaşdırmanın nəticələri üzrə material balansı tərtib olunur. Ekstraktın amilolitik xüsusiyyətinin saxlanma müddəti və ekstragentin miqdarından asılılığına aid qrafik qurulur.

Üçüncü hissə

İşi yerinə yetirmək üçün qrup dörd yerə bölünür. Onlardan hər biri fermentlərin çökmə səmərəliliyini, verilən variantlarda üzvi həlledicinin qatılığına uyğun tədqiq edir.

Cədvəl 10.14

Ekstraktın həcmi və üzvi həlledicilərin nisbəti

Qarışığın komponentləri	Variantlar			
	1	2	3	4
Ekstrakt: etanol	1:2	1:2,5	1:3	1:3,5

İlkin məhlul kimi bu laboratoriya işində səthi göbələk kulturunun amilaza fermentinin sulu ekstraktı (süzüntü) istifadə olunur. Ekstrakt 5-6⁰C temperatura qədər soyudulur.

1. İlkin ekstraktda refraktometrlə quru maddələrin qatılığı, həmçinin pH səviyyəsi və temperatur təyin edilir. Nəticələrin həqiqiliyi üçün 2-3 təkrarda aparılmalıdır. Ölçmələrin nəticəsi 10.15 sayılı cədvəldə yazılır.

Cədvəl 10.15

İlkin ekstraktın səciyyəsi

Variantlar	Refraktometrin göstəricisi	Quru maddələrin miqdarı, %	Ekstraktın pH-ı	Ekstraktın temperaturu, ⁰ C
1...4				

2. Üzvi həlledici laboratoriya işi başlanmazdan əvvəl əlverişli vaxtda (2-3 saat əvvəl) soyutmaq üçün -10...-15⁰C-də soyuducunun dondurma kamerasına qoyulur.

3. İki sentrifuqa sınaq şüşəsi texniki tərəzidə çəkilir və kütləsi 10.16 sayılı cədvəldə qeyd olunur.

Eksperimentin nəticələri

Sınaq şüşəsinin sayı	Sentrifuqa sınaq şüşələrinin kütləsi, q		Vacib çöküntünün kütləsi, q	Dekantatın həcmi, V_d , ml
	çöküntüsüz	çöküntü ilə		
1...4				

4. Çökdürmə üçün işçi masada 100 ml-lik 4 kimyəvi stəkan qoyulur. Onlardan ikisinə pipetlə 10 ml soyuq ekstrakt ($5-6^{\circ}\text{C}$) tökülür, digər ikisinə təmiz pipetkanın köməyi ilə verilən variantaya uyğun qaydada tələb olunan həcmdə soyudulmuş etanol ($-10...-15^{\circ}\text{C}$) keçirilir.

Şüşə çubuq vasitəsi ilə həlledicidən götürülür və səliqəli qaydada intensiv qarışdırılmaqla ekstraktın üzərinə salınır. Bu halda pambıqvari çöküntünün intensiv əmələ gəlməsi müşahidə olunur.

5. Pipetka ilə hər stəkandan 20 ml suspenziya götürülür, əvvəlcədən çəkilmiş sentrifuqa sınaq şüşələrinə keçirilir və sınaq şüşələri sentrifuqa rotorunun yuvasına yerləşdirilir. Suspenziya rotorun fırlanma sürəti 3000 dövr/dəq təşkil etməklə 5 dəqiqə müddətində ayrılır.

6. Rotor dayandırıldıqdan sonra dekantasiya yolu ilə çöküntünün üzərindəki maye ayrılır, onun həcmi ölçülü silindrlə müəyyən olunur və sentrifuqa stəkanları nəm çöküntü ilə birlikdə çəkilir. Nəticələr 10.16 sayılı cədvəldə yazılır.

7. Quru kütləyə görə çöküntü çıxımını hesablamaq üçün alınan çöküntünün nəmliyi təyin edilməlidir. Bunun üçün sabit kütləyə qədər qurutma metodundan istifadə olunur. Qurutma açıq şüşə bükslərdə aparılır. Bu məqsədlə bükslər 105°C -də 3-4 saat quruducu şkafa yerləşdirilir. Büks soyudulur, yenidən çəkilir və nəmliyi formulla hesablanır:

$$W = \frac{a-b}{a-m} 100\%, \quad (10.10)$$

Burada: m – çöküntüsüz büksün kütləsi, q;
 a – nəm çöküntü ilə büksün kütləsi, q;
 b – quru çöküntü ilə büksün kütləsi, q.

8. Çökdürülmüş fəal fermentin – amilazanın miqdarını təyin etmək üçün sentrifuqanın ikinci sınaq şüşəsindən istifadə olunur. Çöküntünün üstündən götürülən dekantatın həcminə bərabər miqdarda çöküntüyə destillə edilmiş su əlavə edilir. Şirə çubuqla çöküntü tam həll olanadək intensiv qarışdırılır. Alınan məhlulda çöküntünün amilolitik fəallığı kalorimetrik metodla təyin edilir.

9. Amilolitik fəallığın kalorimetrik metodla təyini rejimi aşağıdakı sxemdə həyata keçirilir. Diametri 2 sm və hündürlüyü 18 sm olan iki sınaq şüşəsinə 10 sm^3 1%-li nişasta məhlulu tökülür və ultratermostata 30^0C temperaturda 5-10 dəq saxlanılır. Sonra sınaq şüşələri termostatdan çıxarılmadan birinci sınaq şüşəsinə 5 sm^3 destillə edilmiş su (nəzarət), ikinciyə 5 sm^3 əvvəlcədən 1:5 durulmuş ferment məhlulu (təcrübə) tökülür. Sürətlə qarışdırılır və termostatda saniyə ölçənə baxaraq 10 dəq saxlanır.

Nəzarət və təcrübə məhlullarının reaksiya qarışıqlarından $0,5\text{ sm}^3$ məhlul götürülür və əvvəlcədən içərisinə 50 sm^3 yodun işçi məhlulu tökülmüş sınaq şüşəsinə əlavə edilir. Kolbadakı kütlə qarışdırılır. Alınan məhlullar aşağıdakı rəngi alır: nəzarət – göy; təcrübə - bənövşəyi (hidroliz olunan nişastanın miqdarından asılı olaraq müxtəlif intensivliklə olur).

Məhlullar qarışdırıldıqdan dərhal sonra fotoelektrokolorimetrdə optik fəallığı təyin edilir. Bunun üçün 3№li işıq filtrindən və 10 nm qatın işıq qalınlığını udan küvetlərdən istifadə edilir. Tədqiq olunan məhlulun kalorimetrlənməsində nəzarət kimi destillə edilmiş su götürülür.

Nəzarət məhlulunun optik sıxlığı substratın nişastasının ilkin miqdarına uyğundur. Təcrübi məhlulun optik sıxlığı fermentin təsirindən sonra qalan nişastanın miqdarına uyğundur.

Optik sıxlıq göstəriciləri arasındakı fərq substratın hidroliz olunan nişastasının miqdarına uyğun gəlir. Hidroliz olunan nişastanın miqdarı formulla hesablanır:

$$C = \frac{0,1(D_1 - D_2)}{D_1}, \quad (10.11)$$

Burada: D_1 – nəzarət məhlulun optik sıxlığı;
 D_2 – təcrübə məhlulunun optik sıxlığı;
 0,1 – substrat kimi sınaq üçün götürülən nişastanın miqdarı, q.

Preparatın amilolitik fəallığı formulla hesablanır:

$$AX = \frac{100(7,264C - 0,03766)}{n}, \quad (10.12)$$

Burada: C – hidroliz olunan nişastanın miqdarı, q;
 n – sınaq üçün götürülən fermentin miqdarı, mq;
 100 – milliqramın qama çevrilmə əmsalı;
 7,264 və 0,03766 – hesabat bərabərliyi əmsalı.

10. Ayrılan ferment preparatının amilolitik fəallığının təyini nəticələrini 10.17 sayılı cədvəldə verməli.

Cədvəl 10.17

Amilolitik fəallığın təyini

Variantlar	Nəzarət məhlulun optik sıxlığı	Təcrübə məhlulun optik sıxlığı	Hidroliz olunan nişastanın miqdarı, q	Ferment məhlulunun həcmi, ml	Çöküntünün nəmliyi, %	Durultma	Sınaq üçün götürülən fermentin miqdarı, mq	Hidroliz olunan nişastanın miqdarı, q	Amilolitik fəallıq, vahid/q
1...4									

11. Ayrılmış ferment preparatının amilolitik aktivliyinin etanolun qatılığından asılılığı qafikini qurmaq.

12. Laboratoriya işinin gedişində alınan eksperimental məlumatlar və ferment preparatlarının amilolitik fəallığının müxtəlif mərhələlərdə hesabat nəticələri 10.18, 10.19 və 10.20 sayılı cədvəllərdə verilir.

Cədvəl 10.18

Çoxaltma

Variantlar	Səthi kultur					
	Kütlə, q	Aktivliyin təyini üçün kütlə	Nəmliyi, %	Quru maddələrin kütləsi, %	İlkin mühtdən, %	1 q quru maddəyə görə FF vahidi
1...4						

Cədvəl 10.19

Ekstraktlaşdırma

Variantlar	Ekstraksiya					
	Kulturun kütləsi, q	Ekstragentin həcmi, ml	Ekstraktın həcmi, ml	Ekstrakt-da quru maddələrin miqdarı, %	Ekstraktın fəallığı FF vahidi ilə, vah/ml	Ekstrakt-da FF cəmi vahidi, vahidlə
1...4						

Cədvəl 10.20

Amilolitik fəallığın təyini

Variantlar	Ekstraktın həcmi, ml	Həllədicinin həcmi, ml	Nəm çöküntünün kütləsi, q	Ekstraktın fəallığı, vahid/q	Çöküntünün fəallığı, vadiq/q	Çöküntünün nəmliyi, %	Çöküntünün 1 k quru maddəsinə görə aktivlik	Aktiv fermentin çıxımı
1...4								

10.11. Zülal konsentratları və izolyatlarının alınması

İşin məqsədi: zülala malik məhsullardan zülalların ayrılması və onların miqdarının təyini.

İşin məzmunu

Qida zülalı almaq üçün buğda, soya, arpa, günəbaxan, kün-cüt, noxud, dənin emalının köməkçi materialları, bitkinin yaşıl hissələri, mikrob biokütləsi və s. istifadə olunur.

Zülala malik məhsullar üç qrupa bölünür: zülal izolyatları (xam proteinin miqdarı azı 85%), zülal konsentratları (xam protein azı 65%) və zülal məhsulları (azı 3% xam protein).

Buğda kəpəyindən zülal məhsulları qələvi, yaxud turşu ekstraksiyası metodları ilə alınır. Birinci üsuldə kəpək 0,2%-li natrium hidroksid məhlulu ilə 50-60°C-də işlənir və alınan ekstraktan sentrifuga etməklə, yaxud presləməklə həll olmayan qalıq ayrılır. Ekstrakt sentrifugadan keçirilərək nişasta zülal məhsulu və duruldulmuş ekstrakt alınır. Duruldulmuş ekstraktan xlorid turşusu ilə turşulaşdırmaqla zülal çökdürülür, sentrifuga etməklə zərdəbdən ayrılır, yuyulur və qurudulur.

Dənli bitkilərin emalının köməkçi məhsullarından zülal preparatları alındıqda sitolitik, pektolitik və zülala oksigen daxil olmasını asanlaşdıran hemisellüloz təsirli ferment preparatlarından istifadə etmək məqsədə uyğundur. Nəticədə xammalın kütləsinə görə çıxım 9-11%-dən 11-14%-ə qədər artır.

Kəpəkdən alınan zülal preparatları azı 60% zülala, yüksək funksional xüsusiyyətə və bioloji dəyərə malik olur. Limitləyici aminturşu izoleysindir (88% skor). Preparatlardan çörəkbişirmə, qənnadı, kolbasa məmulatları, səhər yeməyi üçün pasta və s. istehsalında yaxşılaşdırıcı, yaxud zənginləşdirici kimi istifadə oluna bilər.

Birillik və çoxillik ot bitkilərinin yarpaq-gövdə kütləsinin fraksiyalaşdırılma texnologiyasının əsas mərhələlərinə daxildir: biokütlənin əzilməsi və sıxılması, yaşıl şirənin alınması,

zülalların pıxtalaşması, pıxtalaşmış şirənin zülal pastasına və qəhvəyi şirəyə ayrılması, qəhvəyi şirənin qatılaşdırılması və pastanın qurudulması. Problem ondan ibarətdir ki, bitkinin yaşıl hissələrini əzdikdə onların hüceyrə qılafları parçalanır. Xloroplastların membranları da həmçinin parçalanır və onların zülalları hüceyrə şirəsinə keçərək sitoplazmanın zülalları ilə qarışır. Xlorofil və onun parçalanma məhsullarına malik hissəciklər çökməyə çox dayanıqlı olmaqla sitoplazma fermentləri zülalın hidrolizini törədir, vakuolların fenol birləşmələri həmçinin hüceyrə divarının pektinləri zülalın strukturunu dəyişə bilər və bununla da preparatın rəngi pisləşir. Ona görə də bu texnologiya şirənin xlorofil, pektinlər və qəhvəyi pıqmentlərdən təmizlənməsini istisna edən üsulları əks etdirir.

Soya zülal konsentratının istehsal texnologiyası zülalların karbohidratlardan təmizlənməsinin üç üsulunu nəzərdə tutur: yağsızlaşmış soya ununun turşu yuyulması, zülalların etanolla ekstraksiyası; su-isti işlənməsi və sonrakı su ekstraksiyası ilə zülalların denaturasiyası. Bu üsulla alınan zülalların funksional xüsusiyyətini lazım gəldikdə buğ, yaxud homogenləşdirmə ilə yaxşılaşdırırlar.

Soya zülal izolyatı zülal preparatlarının daha təmizlənmiş forması olub, mütləq quru maddəyə (QM) çevirilməklə azı 90% zülalə malikdir (cədvəl 10.21). Əzilmiş ağ ləçəklərdən zəif qələvi məhlulu ilə (pH 8...11) zülal ekstraksiya olunur, izoelektrik nöqtəsində (4,2...4,5) çökdürülür və oliqaşəkərlərdən kəsmikvari kütlə formasında ayrılır. Zülal yuyulur, pH 6,8 olana qədər neytrallaşdırılır və tozlandırıcı üsulla qurudulur.

Zülalların izoelektrik nöqtədən fərqlənən pH göstəricisində çökdürülməsinin tətbiqi ilə soya izolyatı alınır. O da mühitin fərqli reaksiyalarında həll olur, əlavə olaraq kalsiumla zənginləşdirilməsi və dənəvərləşdirilməsi aparılır ki, bu da onun qida dəyərini, fiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdırır və istifadə dairəsini genişləndirir.

Soya preparatının kimyəvi tərkibi

Göstəricilər	Konsentratlar		İzolyatlar	
	Kütlədən, %-lə	QM-yə görə, %-lə	Kütlədən, %-lə	QM-yə görə, %-lə
Zülal (Nx 6,25)	62...69	65...72	86...87	90...92
Yağ (Petroley efiri)	0,5...1,0	0,5...1,0	0,5...1,0	0,5...1,0
Xam sellüloza	3,4...4,8	5,5...5,0	0,1...0,2	0,1...0,2
Küllük	3,8...6,2	4,0...6,5	3,8...4,8	4,0...5,0
Nəmlik	4...6	0	4...6	0
Karbohidratlar (qalıq)	19...21	20...22	3...4	3...4

Quru buğda kleykovinası – buğda, yaxud buğda unundan, qeyri-zülal və həll olan zülal komponentlərindən sulu ekstraksiya metodu ilə alınan məhsuldur. Proses ixtisaslaşdırılmış müəssisələrdə, yaxud nişasta istehsalı zavodlarında həyata keçirilir. Dünyada kleykovina alınmasının ilkin xammal növünə (dən, un), nişastadan zülalın ayrılma metodlarına (mexaniki, fermentativ, kimyəvi), son məhsulun keyfiyyətinə (denaturasiya olunmuş və olunmamış kleykovina) və alınma üsuluna (xəmirdən, yaxud un horrasından) görə fərqlənən 15-ə yaxın sxemi işlənilib hazırlanmışdır. Dəndən istifadə edilən bütün üsullarda aşağıdakı ümumi əməliyyatlar mövcuddur: islatma, üyütmə, nişastanın kleykovinadan ayrılması və məhsulun qurudulması.

Çörək və pivə mayaları biokütləsindən zülal preparatları almaq üçün mayalitik ferment preparatları və adi tipli proteazların köməyi ilə avtoliz və fermentativ lizisdən istifadə edilir.

Ferment preparatlarından istifadə edilməklə mayaların lizisi avtolizlə müqayisədə müxtəlif tərkibli məhsullar almağın daha geniş imkanlarına malikdir. Spesifik ferment preparatlarının tətbiqi hüceyrə qıafının tezliklə kənar edilməsinə, azad olunan protoplastlardan isə istifadə məqsədindən asılı olaraq müxtəlif

hidroliz dərəcəli məhsullar ayrılmasına imkan verir. Deqadasiya olunmayan sitoplazmatik komponentlər almaq üçün aşağı avtolitik fəallıqlı biokütlədən istifadə edilməsi lazım gəlir. Mayaların hüceyrə qılabının fermentativ lizisi müxtəlif fermentlərin və multenzim kompozisiyalarının köməyi ilə aparılır.

Mayaların proteolizini fəallaşdırmaq üçün bitki, heyvan və mikrob proteazları istifadə olunur. Proteazlar maya zülalına münasibətdə qeyri-spesifik ola bilər, lakin mayaların avtolitik proteazları ilə birlikdə yaxşı səmərə verirlər. Məsələn, papain, pepsin, protubsin Q1OX çörək mayaları zülalları ilə 1:1000 nisbətində onu 4%-dən artıq olmadan hidroliz edir. Həmin preparatların eyni nisbətdə avtoliz edən maya zülallarına əlavə olunması isə avtoliz başlandıqdan 5 saat sonra zülalın 95% hidrolizi ilə nəticələnir. Nəzərdə isə bu səviyyəyə yalnız avtolizdən 20 saat sonra çatılır.

Candida cinsinin hidroliz olunan mayalardan lizosubtilin Q1OX preparatının tətbiqi ilə qidanın zülal-vitamin zənginləşdiricisinin alınma üsulu işlənmişdir. Proses aşağıdakı əməliyyatları əhatə edir: nəmliyi 75-90% olan yem mayaları 46-50⁰C-yə qədər qızdırılır, mayaların quru maddələrinə görə 0,2...0,5% miqdarında Lizosubtilin vurulur, sabit temperaturda və qarışdırılmaqla 20-30 saat müddətində hidroliz olunmayan hüceyrə qalıqları separasiya ilə ayrılır, maye faza isə qurudulur. Quru məhsul özünü sarı-samanı rəngli, xoşagələn qida iyli toz kimi göstərir. Amin azotunun miqdarı 4,3% təşkil edir. Təyin olunan amin qruplarının yarıya yaxını sərbəst amin turşulara aid olub, onların arasında alanin, lizin, leysin (uyğun olaraq 16,0, 15,7 və 12,4%) üstünlük təşkil edir.

Spirt istehsalı mayalarından zülal məhsulu almaq üçün lizosubtilindən istifadə etmək olar. Bu mayalar bilinən avtolitik fəallığa malik olub, avtoliz və lizisin optimal şəraiti lizosubtilinlə üst-üstə düşür. Bu isə prosesi pH və temperaturun sabit qiymətində (pH 6,3-6,8, temperatur 50..55⁰C) aparmağa imkan verir. Preparatın maya biokütləsi quru maddələrinin 0,1% do-

zasında azot və karbohidratların həll olan forması 2,0-2,5 dəfə (avtolizlə müqayisədə) artır. 6 saatdan sonra fermentolizatin maye fazasına azotlu birləşmələrin yarıya yaxını və karbohidratların üç hissəsi keçir. Amin azotunun çıxımı mayaların quru kütləsinin 3%-ə yaxınıni təşkil edir.

Modifikasiya olunmuş zülallar (bir qədər yaxud tamamilə hidroliz olunan) zülal məhsullarından proteolitik ferment preparatlarının (pepsin, papain, brimelain), tətbiqi yaxud turşu hidrolizi ilə alınır. Onlar qidaya funksional və dad əlavəsi kimi istifadə edilir.

İşin gedişi

Laboratoriya işində tələbələr iki qrupa bölünür. Birincilər dənkilərin unundan zülalları ayırır, ikincilər isə əzilmiş paxlalı bitkilərdə bu işi yerinə yetirir.

1. Zülalların ekstraksiyası üçün daha yaxşı şərait yaratmaq üçün un ələnilir, hissəciklərinin ölçüsü 100 mkm-dən çox olmayan fraksiyanı ayırır, nişasta ilə zəngin olan qabıq və daha iri hissəciklər kənar edilir.

2. Kimyəvi stəkanda 10 q kütləsi olan çəki götürülür, üzərinə tədricən 60 ml 10%-li $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ əlavə olunur. Suspenziya zülalların həll olması üçün 10-15 dəqiqə saxlanılır. Stəkandakı kütlə bərabər şəkildə iki sentrifuqadan sınaq şüşəsinə tökülür.

3. Suspenziyanı sentrifuqada rotorun 500 dövr/dəq fırladılma sürəti və prosesin 10 dəqiqə davam etməsi ilə ayırırlar.

4. Fuqat təmiz kimyəvi stəkana toplanır və Yaroşun biuret metodu ilə tərkibində zülalların qatılığı təyin edilir.

5. Bunun üçün 20 ml tutumlu sınaq şüşəsinə 2,4 ml sidik cövhəri məhlulu, 0,1 ml fuqat və 2,5 ml biuret reaktivi tökülür. Biuret reaktivinin vurulma vaxtı yazılır. Qarışıq yaxşı qarışdırılır və su hamamında 40°C temperaturda 10 dəq saxlanılır. Sonra onu soyuq su zərrəcikləri altında, yaxud havada 20°C -yə qədər soyudurlar.

6. Biuret reaktivi vurulduqdan 30 dəq sonra məhlulun optik

sıxlığı 5№-li küvetdən və 6№-li FEX-56 işıq filtrindən istifadə edilməklə müəyyən edilir.

Zülalın miqdarı əvvəlcədən qurulmuş kalibrləmə əyriləri ilə təyin edilir.

7. Həcmələri 20 ml olan üç sınaq şüşəsinin hər birinə 5 ml fuqat tökülür və zülalların ekstraksiyası müxtəlif qatılıqlı alüminium sulfat məhlulu ilə aparılır. Birinci sınaq şüşəsinə 5 ml 3...5⁰C temperatura malik 0,5%-li Al₂(SO₄)₃, ikinciyə - 5 ml 3...5⁰C temperaturu 5%-li Al₂(SO₄)₃ məhlulu əlavə olunur. Hər bir kolbada olan kütlə möhkəm qarışdırılır və zülalların 3...5⁰C temperaturda (soyuducuda) 15 dəqiqə müddətində hopdurulması aparılır.

8. Əmələ gələn çöküntü büzməli filtrdən süzülür.

9. Filtratda (süzüntüdə) zülalın miqdarı Yaromun biuret metodunun köməyi ilə 5 və 6-cı bəndlərə uyğun olaraq təyin edilir.

10. Zülalların ayrılma əmsalı hesablanır:

$$B = \frac{C_n - C_k}{C_n}, \quad (10.13)$$

Burada, C_n- fuqatda zülalın qatılığı, q/l;

C_k - filtratda zülalın qatılığı, q/l.

11. Alınan eksperimental məlumatlar və hesabların nəticələri 10.22 sayılı cədvəldə yazılır.

Cədvəl 10.22

Zülalə malik məhsullardan zülalın ayrılmasının eksperimental məlumatları və hesab nəticələri

Göstəricilər	Fuqat	Al ₂ (SO ₄) ₃ çökdürüləndən sonra filtrat		
		0,5	2,5	5
Biuret reaktivinin vurulma vaxtı				
Orta optik sıxlıq				
Həll olan zülalın miqdarı				
Ayrılan zülalın payı				

12. Zülal qalığı qatılığının ekstragentin qatılığından asılılıq qafiki qurulur və müxtəlif xammaldan zülalın ayrılmasının səmərəliliyi müqayisə edilir.

10.12. Mayaların çoxaldılması üçün qida mühitinin və anacılıq kulturun hazırlanması

İşin məqsədi: Qida mühiti və əkin materialının hazırlanması, əkin materialının qatılığına nəzarət vərdişlərinin aşılması. Mikroskop altında çörək mayalarının asılqanlarına baxılması və kulturda birhüceyrəli göbələklərin iki irqinin iştirakının müəyyən edilməsi.

Avadanlıq və reaktivlər:

- 1) büretka (50 və 30 ml), konusvari kolba (100-500 ml);
- 2) menzurka (0,5; 0,1; 2,5; 30 ml), pipetkalar (0,2-0,5 ml);
- 3) natrium sulfat məhlulu 0,5-1,0 N;
- 4) natrium tiosulfat məhlulu 0,1 N;
- 5) qlükoza – 0,1 kq;
- 6) etil spirti – 0,05 kq;
- 7) S.servisea kulturu (10 q quru preparat 75% nəmlikdə);
- 8) qlükozanın qatılığını təyin etmək üçün reaktivlər komplekti;
- 9) fotokolorimetr (FKM);
- 10) mikroskoplar;
- 11) Qorçayev kamerası.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Qida mühitinin hazırlanması, bunun üçün:
 - 50 q qlükozanı çəkmək və onu tutumu 0,5 litr olan steril tutuma keçirmək;
 - hər biri 0,01 q olmaqla Na Cl, Mg SO₄, KCl çəkilir və onları tutuma keçirirlər;
 - həmin tutuma temperaturu 36⁰C olan 300 ml destillə edilmiş su əlavə olunur və qarışdırılır;

- qlükozanın konsentrasiyasının fotokolorimetrik metodla təyini.
- 2. Əkin materialının hazırlanması, bunun üçün:
 - 5 q S.servisea mayalarının çəkilməsi;
 - steril qaba (həcmi 50 ml) 30 ml temperaturu 36⁰C olan destillə suyu tökülür;
 - götürülmüş maya çəkisi suya çalınır və qarışdırılır;
 - FKM cihazında fotokolorimetrik metodla əkin materialının qatılığına nəzarət olunur;
 - mikroskopik analizlə mayaların qatılığı təyin edilir.

Tapşırıq 3. Mikroskop altında çörək mayaları asılqanlarına baxılması və kulturda birhüceyrəli göbələklərin iki irqini müəyyən edilməsi.

İşin gedişi

1. Əvvəlcədən şəkərləşdirilmiş və isti su tökülmüş çörək mayaları asılqanları olan kolba götürülür;
2. Kolbadakı məhluldan bir damla götürülərək əşya şüşəsinə salınır və örtücü şüşə ilə qapanır;
3. Yuxarı tərəfdən kədr yağı damlası yaxılır və preparata immersion sistemli mikroskop altında baxılır;
4. Göbələklərin iki irqinin mövcudluğu müəyyən edilərək forması çəkilir;
5. Mayaların tumurcuqlanma prosesinə və hüceyrə üzərində tumurcuq olmasına baxılır.

İşin məqsədi: süd məhsullarından (qatıq və s.) təsbit olunmuş preparat hazırlanır və mikrobların dominantlıq edən forması çəkilir.

Material və avadanlıqlar: plakatlar, şəkillər, termostat, bakterisid, lampa, kimyəvi qab, tutumu 50, 150 və 200 ml olan kimyəvi ölçü stəkanı, qıf, mikroskop, Petri kasası, bakterioloji

qarmaq, əşya və örtücü şüşə, süd turşusu məhsullarından biri (qatıq, asidofilin, yoğurt və s.).

İşin yerinə yetirilmə qaydası

1. Bakterioloji qarmaq süd turşu məhsuluna salınır, oxu lət qatında fırladılır, həmin materialdan bir damla ayırırlar.
2. Həmin damla əşya şüşəsinə susuz, çox zərif qatda yaxılır.
3. Havada qurudulur.
4. Spirtlə efir qarışığı (1:1) təsbit edilir, qarışıq bir neçə dəfə yaxılır və axıdılır. Belə təsbit etmədə bakteriyalar nəinki məhv olur və şüşəyə bərkidilir, həm də efirin köməkliliyi ilə ayrılır və yağ kənar edilir, preparatda olan damla rəngə və mikroskoplaşdırılmaya əngəl törədir.
5. Təsbit edilmiş preparat metilen göyü ilə 2-3 dəqiqə müddətində rənglənilir.
6. Su ilə yuyulur, qurudulur və immersiya ilə mikroskoplaşdırılır.
7. Mikrobların dominantlıq edən formasının şəkili çəkilir.

10.13. Biopreparatların sublimasiya qurudulması

İşin məqsədi: 1. Biosintez məhsullarının sublimasiya qurudulmasını, xüsusilə də bu metodla qurutmanın kənetikasını öyrənməli; 2. Qurğu GT-2 tipli nəzarət-ölçü sublimasiya qurğu aparatının iş prinsipinin mənimsənilməsi.

Avadanlıqlar:

1. Sublimasiya qurğusu GT-2 “Leybold” şirkəti (Almaniya)
2. Quruducu şkaf
3. BLP-200 tərəzisi
4. Bioloji mikroskoplar
5. Bükslər, Petri kasası, ölçü stəkanları
6. Saccharomyces servisea tipli mikroorqanizmlər
7. Filtir kağızı

Qrup iki yarımqrupa bölünür. Birinci yarımqrup ilkin məh-

lul hazırlamaq, ikinci yarımqrup – qurğunun işə hazırlanması məqsədilə yönəldilir. Sonra yarımqruplar yerlərini dəyişirlər.

Titrləmə baş laborantın, sublimatorla iş laboratoriya müdiri-nin rəhbərliyi altında yerinə yetirilir.

Təcrübi hissə

Birinci yarımqrup laboratoriyaya kultur məhlulunun, qida mühitinin, əkin materialının hazırlanması və təhlili üçün göndərilir.

İkinci yarımqrupun tələbələri sublimasiya metodu ilə mayaların qurudulması üçün laboratoriyaya yönəldilir. Biopolimerlərin qurudulması üçün qurğuya yerində baxış edilir. Sonra biopreparatlar alınmasının əsas texnoloji rejimləri göstərilir. Hər yarımqrupdan 2-3 tələbə rəhbərin şəxsən nəzarəti altında biotexnologiyanın həmin mərhələsinin işini təkrar edir. Sonra yarımqruplar yerini dəyişir. İş yerlərində iş planı 10.23 və 10.24 sayılı cədvəllərdə verilir.

Cədvəl 10.23

İlkin məhlul hazırlamaq üçün binada iş planı

İşin adı	Vaxt, dəq
Mayalar əsasında 3 l kultur məhlulun hazırlanması	25
İlkin hüceyrələrin miqdarının mikroskopik metodla analizi	50

Cədvəl 10.24

Binada sublimasiya qurutmasının iş planı

İşin adı	Vaxt, dəq
Qurğuda mayaların qurudulmasının aparılması	75
Rejimdə nümunələrin götürülməsi və onların laboratoriyaya göndərilməsi	

Laboratoriya qurğusunun təsviri

Sublimasiya qurutma qurğusu quruducu kameradan (sublimatordan), kondensatordan və vaakum nasos sistemindən ibarətdir. Quruducu kamerada boş tərəcələr olmaqla onun daxilində soyuq agent dövr edir, dondurmada soyuducu piltə yaxud istilik daşıyıcı olur ki, bu da sublimasiyada materialı qızdırır.

Sxemin ayrı-ayrı elementlərinin konstruktiv tərtibatı sublimasiya olunan materialın spesifikasiyasına və yüksək intensiv qurutma prosesinin təşkilinə çalışmağa xidmət edir. Tibbi, mikrobioloji və qida sahələri sənayesində, həmçinin elmi-tədqiqatlar üçün qablanmış məhsulların iri həcmdə olmayan partiyalarının qurudulması üçün kameralı qurğular tətbiq olunur. Bunlardan biri GT-2 markalı Almaniyanın “Leybold” şirkəti tərəfindən istehsal olunmuş yük həcmi 2 litrə qədər olan və steril məhsul alınmasını təmin edən qurğudur.

Quruducu kamera çıxarılabilir silindrşəkilli qalpaq şəklində hazırlanır. Daxilində möhkəm hermetiklik təmin olunur. Kondensasiya olunmamış qazlar oradan vaakum nasosla kənar edilir. Qızdırma və tərləmə qızdırıcının elektroqızdırılması ilə aparılır. Cihazların köməyiylə qurğuda temperatur və qatılığa nəzarət olunur.

Qeyd olunan sublimasiya laboratoriya qurğusu 80-ci illərin əvvəllərində buraxılmışdır. Hazırda avtomat idarə sistemli qurğular mövcud olub, əvvəlki ilə oxşar texnoloji rejimdə işləyir, məhsulun daimi çəkilməsini və prosesin verilən nəmlikdə aparılmasını təmin edir.

Sınağın aparılma metodikası

Sınağı aparmazdan əvvəl qurğu işə hazırlanır. Bunun üçün qurğu 220 voltluq cərəyan mənbəyinə birləşdirilir. İşə salma dəstəyi “soyutma” vəziyyətinə qoyulur. Qalpaq çıxarılır və soyutma prosesini sürətləndirmək üçün tərəcəyə quru buz hissə-

cikləri yerləşdirilir. 15-20 dəqiqədən sonra tərəcəyə tədqiqlənən nümunələr düzülür, termopar qurulur və silindrik qalpaqla bağlanır, möhkəm şəkildə əsasən üstünə doğru sıxılır. Dəstək “qurutma” vəziyyətinə keçirilir. Qurutma başa çatdıqdan sonra vaakum nasosun venteli qapanır. Sistem vaakumsuzlaşdırılır, dəstək “donu açılma” vəziyyətinə gətirilir.

Sublimasiya qurutma prosesinin *Saccaromyces cerevesea* maya cinslərini keyfiyyət və həyat qabiliyyətinə təsiri öyrənilir.

Sınaq başlamazdan əvvəl material nümunələri hazırlanır: mayaların 3-5 q üzrə 2 eyni çəkisi götürülür. Çəkildən biri əvvəlcədən çəkilmiş petri kasasına yerləşdirilir, sonra bir daha çəkilir və ultrakriostatda dondurulur.

Qurudulmuş nümunənin nəmliyini təyin etmək üçün onun quru qalığının kütləsini bilmək lazımdır. Bunun üçün mayaların ikinci çəkisi əvvəlcədən çəkisi məlum olan bükse yerləşdirilir. Sonra bükse nümunə ilə çəkilir və 40 dəq 130°C temperaturda quruducu şkafa qoyulur.

Bundan sonra bükse şkafdan çıxarılır və yenidən çəkilir. Nəticələr protokola yazılır (cədvəl 10.25).

Cədvəl 10.25

Sublimasiya qurutmasından sonra ilkin nümunə və biopreparat nümunəsinin quru qalığının kütləsinin təyini protokolu

Kasanın büküsü N:si	Petri kasasının kütləsi g_0, q	Petri kasası ilə çəkilən kütləsi, g_1, q	Çəkənin kütləsi g, q	Qurutmadan sonra petri kasası ilə çəkənin kütləsi, g_1, q	Quru qalıq kütləsi, g_0, q	Bükənin kütləsi, g_0, q
1	2	3	4	5	6	7

10.25 sayılı cədvəlin davamı

Büxsün çəkil ilə kütləsi, g_2, q	Çəkinin kütləsi, g/q	Sublimasiya qurudulmasından sonra, büxsün nümunə ilə kütləsi g, q	Qurutmadan sonra nümunənin kütləsi g_k, q	İlkin nümunədə nəmliyin kütləsi $g_{vl,n}, q$	Qurutmadan sonra nümunədə nəmliyin kütləsi, $g_{vl,k}, q$	Materialın quru maddəsinin kütləsinə görə ilkin nümunənin nəmliyi $W_{c_0}, \%$	Materialın quru kütləsinə görə nümunənin nəmliyi $W_c, \%$
8	9	10	11	12	13	14	15

Sınaq nəticələrinin işlənməsi

Sublimasiya qurutmasından sonra materialın nəmliyi (quru materialın kütləsinə görə, %-lə) aşağıdakı formulla təyin edilir:

$$W_{c_k} = (g_{vl,k} / g_c) \cdot 100 \quad (10.14)$$

Burada: $g_{vl,k}$ – qurutmadan sonra nümunədə nəmliyin kütləsi, q ;
 g_c – nümunənin quru qalığının kütləsi, q .

Bu halda quru qalığın kütləsi bərabərdir: $g_c = g_1 - g_ç$

İlkin nümunədə nəmliyin kütləsi: $g_{vl,n} = g - g_c$

Quru biokütləyə görə ilkin nümunənin nəmliyi (QB):

$$W_{c_h} = (g_{vl,n} / g_c) \cdot 100$$

Qurutmadan sonra nümunənin kütləsi: $g_k = g_2 - g_6$

Sublimasiya qurutmasından sonra nümunədə nəmliyin kütləsi

$$g_{vl,k} = g_k - g_c.$$

Təcrübə dərsi 1

Sterilizənin öyrənilməsi

İşin məqsədi: mikro- və makro orqanizmlərin becərilməsində avadanlıq və xammalın sterilizəsi üzrə kompleks tədbirləri öyrənmək.

Material və avadanlıqlar: plakatlar, şəkillər, qızdırıcı şkaflar, avtoklav, termostat, bakterisid lampası.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Becərilmənin texnoloji döviyyəsinin müxtəlif mərhələlərində avadanlıq və xammalın əsas sterilizə növləri ilə tanışlıq.

2. Termiki sterilizənin səmərəliliyinin əsas göstəricilərinin hesablanması öyrənilməsi.

3. Mikroorqanizmlərin becərilməsi üçün təklif olunan maye qida mühitlərinin sterilizə rejimlərinin səmərəliliyinin müəyyən edilməsinin öyrənilməsi.

Tapırıq. Mikroorqanizmlərin becərilməsi üçün maye qida mühitlərinin iki sterilizə rejiminin səmərəliliyini müəyyən etməli. İki müqayisə olunan sterilizə rejiminin parametrləri cədvəl 10.26-da verilir.

Cədvəl 10.26

Maye qida mühitlərinin müxtəlif sterilizə
rejimlərinin parametrləri

Göstəricilər	I variant	II variant
1-ci rejim		
Sterilizə temperaturu, T_1 , °C	120	118
Sterilizə müddəti, τ_1 , dəqiqə	60	45
2-ci rejim		
Sterilizə temperaturu, T_2 , °C	125	123
Sterilizə müddəti, τ_2 , dəqiqə	30	20

Təcrübə dərsi 2

İşin məqsədi: məqsədli hazır biosintez məhsulları verən mikroorqanizmlərin sənaye becərilməsinin xüsusiyyətlərini öyrənmək.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Mikroorqanizmlərin əsas becərilmə üsulları ilə tanışlıq.
 2. Mikroorqanizmlərin daxili çoxaldılma mərhələlərinin texnologiyası proseslərinin öyrənilməsi.
 3. Qida mühiti hazırlandıqda əsas tələblərin mənimsənilməsi.
 4. İzotermik şəraitdə verilmiş iki fərqli rejimlərdə maye qida mühitlərinin sterilizə səmərəliliyinin hesablanması.
 5. Candida maya cinsləri ilə bitki qalıqlarının hidrolizasiyası nəticəsində alınan xam yem zülalının miqdarının hesabı.
- Tapşırıq 1. Mikroorqanizmlərin daxili çoxaldılma mərhələlərinin texnologiyası proseslərinin əsas səciyyəsinə yazmalı və aşağıdakı cədvəl 10.27 şəklində tərtib etməli.

Cədvəl 10.27

Mikroorqanizmlərin daxili çoxaldılma proses mərhələlərinin səciyyəsi

S/s	Texnologiyası prosesin mərhələləri	Əsas xarakterizəsi

Tapşırıq 2. Candida maya cinsləri tərəfindən 2 ton bitki qalıqlarının (sellüloza sənayesi qalıqları, saman, şəkər çuğunduru melassası, kartof əzintisi, spirt istehsalı bardası, qənnadı və süd sənayesi qalıqları) hidrolizasiyası nəticəsində alınan xam yem zülalının miqdarının hesabı. Bu proses 20 iş günü dövrüyyəsi şəraitində getməklə, bir ton qalıqdan tərkibində 50% xam zülal olan 200 kq quru kütlədə yem mayaları alınır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Cəfərov F.N., Fətəliyev H.K. Funksional məhsulların texnologiyası, Bakı, Elm, 2014, 384 səh.
2. Qənbərov X.Q., Abisov R.A., İbrahimov A.S. Biotexnologiyanın əsasları Bakı, 1994, 284 səh.
3. Fətəliyev H.K., Məmmədov F.Y. Şərabın kimyası. Gəncə, 1984, 62 səh.
4. Fətəliyev H.K. Şərabın texnologiyası. Gəncə, 1986, 97 səh.
5. Fətəliyev H.K. Şərabçılıq. I hissə. Bakı: Bilik, 1995, 260 səh.
6. Fətəliyev H.K. Şərabçılıq. II hissə. Bakı: Bilik, 1995, 160 səh.
7. Fətəliyev H.K. Alkoqollu içkilərin texnologiyası. Bakı: Elm, 2007, 516 səh.
8. Fətəliyev H.K., Mikayılov V.Ş. Tünd alkoqollu içkilər. Bakı: Elm, 2007, 172 səh.
9. Fətəliyev H.K. Şərabın texnologiyası. Bakı: Elm, 2011, 596 səh.
10. Fətəliyev H.K., Mikayılov V.Ş. Qida məhsulları mühəndisliyinin hesabatlari. Bakı, Kooperasiya. 2012, 176 səh.
11. Fətəliyev H.K. Şərabçılıqdan praktikum. Bakı: Elm, 2013, 328 səh.
12. Fətəliyev H.K. İçkilərin ekspertizası. Bakı: Elm, 2015, 444 səh.
13. Fətəliyev H.K. Şərabın mikrobiologiyası. Bakı: Elm, 2016, 342 səh.
14. Fətəliyev H.K. İsmayılov M.T. Konyakın texnologiyası. Bakı: Ecoprint, 2016, 304 səh.
15. Fətəliyev H.K., Heydərov E.E. Süfrə şərablarının müasir texnologiyası. Bakı: Ecoprint, 2017, 336 səh.
16. Fətəliyev H.K., Əsgərova A.N., Əsgərova İ.M. Meyvə və tərəvəzlərin emalı texnologiyası. Bakı: Ecoprint, 2017, 368 səh.
17. Fətəliyev H.K., Cəfərov F.N., Allahverdiyeva Z.C. Funksional qida məhsullarının texnologiyası fənnindən praktikum. Bakı, Mütərcim nəşriyyatı, 2017, 128 səh.
18. Heydərov E.E., Fətəliyev H.K. Qırmızı natural şərabların texnologiyasının təkmilləşdirilməsi. Bakı: Elm, 2016, 128 səh.
19. İsmayılov M.T., Fətəliyev H.K. Titrəyişli maserasiya ilə süfrə şərablarının texnologiyasının təkmilləşdirilməsi. Bakı, 2012, 48 səh.
20. Mikayılov V.Ş. Qida məhsullarının dequstasiyası. Bakı, Kooperasiya nəşriyyatı, 2012, 384 səh.

21. Mövsümov E.E., Yusifov N.M. Qida kimyası. Bakı, MBM, MMC, 276 səh.
22. Mustafayeva A., Məmmədov V., Əhmədov İ., Xəlilov R. Genetik modifikasiya olunmuş qida məhsulları. Bakı, 2013, 157 səh.
23. Nəbiyev Ə.Ə. Şərabın kimyası. Bakı: Elm, 2010, 472 səh.
24. Nəbiyev Ə.Ə., Moslenzadeh E.Ə. Qida məhsullarının biokimyası. Bakı, Elm, 2008, 444 səh.
25. Алмаши К.К., Дрбоглав Е.С. Дегустация вин. М.: Пищевая промышленность, 1979, 197 стр.
26. Биотехнология растений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л.В.Назаренко, Ю.И.Долгих, Н.В.Загоскина, Г.Н.Ралдугина. 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. 161 с. (Серия : Университеты России).
27. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. Учеб. пособие. М.: КолосС: Химия, 2004, 296 стр.
28. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. 2001, 624 стр.
29. Гореликова Г.А. Основы современной пищевой биотехнологии, Учебное пособие, Кемерово, 2004, 100 стр.
30. Егорова Т.А. и др. Основы биотехнологии. М.: Академия, 2005, 208 стр.
31. Макаров А.С. Производство шампанского. Под. ред. Г.Г.Валуйко. Симферополь: «Таврида», 2008, 416 стр.
32. Назаренко Л.В. и др. Биотехнология растений. М.: Юрайт, 2018, 161 стр.
33. Нанобиотехнологии. Практикум / ред. А.Б.Рубин. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 384 стр.
34. Новиков Д.А. Выделение и очистка продуктов биотехнологии. Минск: БГУ, 2014, 256 стр.
35. Неверова О.А. и др. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Учебник для вузов. М.: ИНФА, М., 2014, 318 стр.
36. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология. Кн.2. Переработка растительного сырья / Под. ред. И.М.Грачевой. М.: КолосС, 2008, 472 стр.
37. Фаталиев Х.К. Совершенствование технологии Азербайджанских вин. Баку, Элм, 2004, 134 стр.

38. Савина О.В., Шашурина Е.А. Учебное пособие для лабораторных работ по основам биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции. Рязань: Изд. РГАТУ, 2011, 144 стр.
39. Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. Под. ред. А.В.Катлинского. 3-е. изд., стер. М.: Изд. центр «Академия», 2008, 256 стр.
40. Ругай Н.С., Остроух О.В. Промышленная биотехнология. Минск: БГТУ, 2013, 109 стр.
41. Рогов И.А., Жаринов А.И. Биотехнология мяса и мясопродуктов. Курс лекций. М.: ДеЛи принт, 2009, 296 стр.
42. Рогов И.А. и др. Пищевая биотехнология. М.: Колос С, 2004, 440 стр.
43. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М., ПП, 1983, 240 стр.
44. Кишковский З.Н. Технология вина. М.: ЛиПП, 1984, 504 стр.
45. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина. М.: Агропромиздат, 1988, 253 стр.
46. Клунова С.М., Егоров Т.А., Живухина Е.А. Биотехнология: учебник. Изд. центр «Академия», 2010, 256 стр.
47. Клешев Н.Ф., Бенько М.П. Общая промышленная биотехнология. Технологих бродильных производств. Учеб. Пособие. Харьков: НТУ «ХПИ», 2007, 200 стр.
48. Пашенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий. М.: Колос, 2002, 368 стр.
49. Хартманн У. Очарование нанотехнологии. М.: БИНОМ. Лабораторная знаний, 2008, 173 стр.
50. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия. Учебное пособие. Казань: ФГБОУ ВО КГАВМ, 2016, 138 стр.

MÜNDƏRİCAT

Giriş	3
Fəsil 1. Biotexnologiyanın əsasları	7
1.1. Biotexnologiya və onun strukturu	7
1.2. Qida biotexnologiyasının predmeti, məqsəd və vəzifələri.....	11
1.3. Qida biotexnologiyasının əsas istiqamətləri	14
1.4. Biotexnologiyanın meydana gəlməsi və formalaşması	17
1.5. Biotexnologiyanın əsas terminləri. Mikroorqanizm- produsentlərə verilən tələblər	27
1.6. Mikroorqanizmlərin inkişaf mərhələləri və kinetikasi	29
1.7. Mikrob qıçırması və metabolizm məhsulları	32
Fəsil 2. Mikrob sintezi məhsulları istehsalının biotexnologiyası	33
2.1. Qida mühiti üçün xammal	33
2.2. Qida mühitinin tərkibi	35
2.3. Hüceyrələrin becərilməsi	37
2.3.1. Mikroorqanizmlərin becərilmə üsulları	37
2.3.2. Heyvan hüceyrələrinin becərilmə xüsusiyyətləri.....	45
2.3.3. Bitki hüceyrələrinin becərilmə xüsusiyyətləri	46
2.4. Qida mühitinin hazırlanması	47
2.5. Əkin materialının alınması	49
2.6. Fermentləşdirmə (becərilmə).....	50
2.7. Məqsədli məhsulun ayrılması	52
2.8. Biotexnoloji istehsalın texnoloji əsasları	53
Fəsil 3. Biopreparatların qatılaşdırılması və qurudulması	60
3.1. Məqsədli məhsulun qatılaşdırılma və ayrılma metodları.....	61
3.1.1. Çökdürmə	61
3.1.2. Sentrifuqa etmə	62
3.1.3. Filtrləmə	62
3.1.4. Ekstraksiya	63
3.1.5. İondəyişmə	63
3.1.6. Kristallaşdırma	64
3.1.7. Buxarlandırma	65
3.1.8. Membran ayrılma metodları	66

3.2. Bioloji preparatların konservləşdirmə üsulları	68
3.2.1. Üsulların ümumi səciyyəsi	68
3.2.2. Biopreparatların liofil qurudulması	70
3.2.3. Biopreparatların konvektiv metodla qurudulması	72
3.2.4. Qurutmanın kontakt metodu	73
3.2.5. Termoradiasiya qurutma metodu	74
3.2.6. Yüksək tezlikli cərəyanla qurutma metodu	74
3.2.7. Qurutmanın kombinə edilmiş metodu	75
3.3. Sterilizə üsulları	76

Fəsil 4. Qida sənayesində istifadə olunan maddə və birləşmələrin

biotexnoloji istehsalı	81
4.1. Üzvi turşuların biotexnologiyası	81
4.1.1. Sirkə turşusu istehsalı	82
4.1.2. Süd turşusu istehsalı	85
4.1.3. Limon turşusu istehsalı	90
4.2. Lipidlərin alınması	97
4.3. Vitaminlərin alınması və tətbiqi	98
4.4. Amin turşuların biotexnologiyası	101
4.4.1. Amin turşuların sintez üsulları	101
4.4.2. Lizin preparatlarının istehsalı	105
4.4.3. Qlutamin turşusu istehsalı	124
4.4.4. Triptofanın texnologiyası	129
4.5. Zülal preparatlarının biotexnologiyası	134
4.6. Ferment preparatlarının əsas xüsusiyyətləri	152
4.7. Bitki mənşəli ferment preparatları	153
4.8. Heyvan mənşəli ferment preparatları	154
4.9. Mikroorqanizmlərdən alınan ferment preparatları	155
4.10. Qida məhsulları istehsalında ferment preparatlarından istifadə olunması	157

Fəsil 5. Bitki mənşəli xammaldan hazırlanan məhsulların

biotexnologiyası	159
5.1. Şərab istehsalı	159
5.2. Müxtəlif spirtli məhsullar istehsalının xüsusiyyətləri	167
5.3. Pivə istehsalı	169
5.3.1. Pivənin keyfiyyətini müəyyən edən amillər	169
5.3.2. Xammal və yarımfabrikatların hazırlanması	170

5.3.3. Pivə hazırlanmasının texnoloji sxemi.....	173
5.3.4. Pivə istehsalının perspektivləri	177
5.4. Kvas istehsalı	179
5.4.1. Kvasın ümumi səciyyəsi və istehsal sxemi.....	179
5.4.2. Kvasın dayanıqlığı və keyfiyyətinə qoyulan tələblər	185
5.5. Etil spirti istehsalı	186
5.5.1. İstehsalı və istifadə istiqamətləri	186
5.5.2. Etil spirti produsentləri	188
5.5.3. Nişastalı xammaldan spirt istehsalı	192
5.5.3.1. Nişastanın fermentativ şəkərləşdirilməsi	192
5.5.3.2. Nişastalı xammal su-istiliklə işləməklə şirə alınması	195
5.5.3.4. Braqanın rektifikasiyası	204
5.5.3.5. Braqarektifikasiya qurğularının təhlükəsiz istismarı	211
5.4. Melassadan etil spirti istehsalı	212
5.4.1. Melassanın qıvcırdılmaya hazırlanması	212
5.4.2. Mayaların təmiz məhlullarının hazırlanması	215
5.4.3. Melassa şirəsinin qıvcırdılması	217
5.5. Çörəyin biotexnologiyası.....	219
5.6. Meyvə şirələrinin hazırlanmasında fermentlərin tətbiqi.....	221
5.7. Bitki mənşəli məhsullar istehsalında mikromisətlərdən istifadə	222
5.8. Nişastanın hidroliz məhsulu	223
5.9. Fermentləşdirilmiş bitki məhsulları.....	224
5.9.1. Meyvə və tərəvəz məhsulları.....	224
5.9.2. Soyadan hazırlanan məhsullar	227
5.9.3. Tütün və tənəki məhsulları	229
5.9.4. Çay.....	232
5.9.5. Kofe	235
Fəsil 6. Mikroorqanizm biokütləsinin alınması.....	242
6.1. Zülal mənbəyi kimi mikroorqanizm biokütləsinin alınması	242
6.2. Mikrob zülalının sənaye istehsalı	244
6.3. Çörək mayaları istehsalı	247
6.4. Maya istehsalında istifadə edilən mayalar	249

Fəsil 7. Heyvan mənşəli xammaldan hazırlanan ərzaqların biotexnologiyası	251
7.1. Qıvcırma məhsullarının alınması.....	251
7.1.1. Süd turşusu qıvcırması.....	251
7.1.2. Turş süd məhsulları istehsalında mayaların tətbiqi	254

7.1.3. İstifadə olunan mayalardan asılı olaraq süd turşu məhsullarının təsnifatı	257
7.1.4. Südün fermentləşməsi zamanı baş verən proseslər	258
7.1.5. Süd turşu məhsullarının alınmasında istifadə olunan (mayalarda olan) mikroorqanizmlər	259
7.1.6. Biotexnologiya yolla alınan süd məhsulları	262
7.2. Ət və balıq istehsalında biotexnologiya proseslər	266
7.2.1. Ət məhsulları istehsalında mikroorqanizmlərdən istifadə	266
7.2.2. Müxtəlif mənşəli zülal mənbələri	269
7.2.3. Ət xammalının emalında alınan ikinci məhsullar	271

Fəsil 8. Biotexnologiya yolla alınmış əlavələrin və inqredientlərin tətbiqi	273
8.1. Turş dadvericilər	273
8.2. Dad gücləndiricilər	273
8.3. Rəngləyicilər	273
8.4. Qatılaşdırıcılar	274
8.5. Qida sənayesində istifadə edilən mikroorqanizmlər	275
8.6. Genetik dəyişdirilmiş qida mənbəyi	277
8.7. Yeməli yosunlar	279

Fəsil 9. Biotexnologiyanın müasir vəziyyəti və inkişaf yolları	280
9.1. Müasir biotexnologiyanın əsas istiqamətləri	280
9.2. Gen mühəndisliyi və onun qısa inkişaf tarixi	282
9.3. Gen mühəndisliyi ilə yaxşılaşdırılmış keyfiyyətdə qida məhsulları istehsalı	287
9.4. Bioenergetika	291
9.5. Nanobiotexnologiya	293

Fəsil 10. Laborator-təcrübə dərslərinin məzmunu	295
10.1. Nümunənin götürülməsi və yarımfabrikatların orqanoleptik qiymətləndirilməsi	295
10.2. Yarımfabrikatların şişmə (qalxma) gücünün “diyircək” metodu ilə təyini	296
10.3. Mayanın qaz əmələ gətirmə xüsusiyyətinin təyini	298
10.4. Buğda və çovdar yarımfabrikatlarında mikroorqanizmlərin qıcqırtma fəallığının təyini	298
10.4.1. Qaz əmələ gətirmə sürətinə görə qıcqırma fəallığının təyini ..	299

10.4.2. Metilen göyünün rənginin dəyişməsinə görə mikroorqanizmlərin fəallığının təyini	301
10.5. Maye mayaların mikroskoplaşdırılması	302
10.6. Sirkə turşusunun alınması.....	303
10.7. Çay göbələyi mikroorqanizmlər kompleksinin becərilməsi ilə spirtsiz içkilər alınması.....	310
10.8. Mikroskopik göbələklərin səthi çoxaldılması zamanı limon turşusu biosintezinin öyrənilmə xüsusiyyətləri	315
10.9. Mikromisetlərin bərk fazalı çoxaldılmasında amilaz toplanmasına qida mühitinin tərkibinin təsiri	319
10.10. Fermentlərin ayrılma rejiminin hazır məhsul çıxımına təsiri ..	328
10.11. Zülal konsentratları və izolyatlarının alınması	337
10.12. Mayaların çoxaldılması üçün qida mühitinin və anacılıq kulturun hazırlanması	343
10.13. Biopreparatların sublimasiya qurudulması	345
Ədəbiyyat siyahısı	352

Hasil Kamaləddin oğlu Fətəliyev (texnika elmləri doktoru, professor)
Şəlalə Elxan qızı Əliyeva (texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent əvəzi)
Teymur Musa oğlu Musayev (texnika üzrə fəlsəfə doktoru)

BIOTEXNOLOGİYA

Dərslik

Bakı, "Ecoprint", 2019, 360 səh.

Naşir: Ceyhun Əliyev
Dizayner: İradə Əhmədova
Texniki redaktor: Natiq Paşayev

Yığılmağa verilmişdir: 15.08.2018
Çapa imzalanmışdır: 15.01.2019
Ş.ç.v. 22,5. Tiraj 300
"Ecoprint" nəşriyyatının
mətbəəsində çap olunmuşdur.
Tel.: +994 55 216 09 91