

AZƏRBAYCAN MILLİ ELMLƏR AKADEMİYASI

MİKROBİOLOGİYA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

SEYFULLAH İSMAİL OĞLU FERMÜHƏMMƏDİ

**ASPERGİLLUS VƏ PENİCİLLİUM CİNSLİ
GÖBƏLƏKLƏRİN PEKTOLİTİK AKTİVLİYİ**

2414.01 – Mikrobiologiya

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi
dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş
dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2016

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Mikrobiologiya kafedrasında yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbərlər: **b.e.d., prof.X.Q.Qənbərov**
Ph.D. B.M.Rezezadeh

Rəsmi opponentlər: **b.e.d.,prof. N.M.İsmaylov**
b.ü.f.d.,dos.T.Q.Abdullayeva

Aparıcı təşkilat: **Azərbaycan Tibb Universiteti,**
mikrobiologiya və immunologiya
kafedrası

Müdafiə 9 dekabr 2016-ci il tarixində saat 12-00-da AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdindəki FD 01.222 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az 1004, Bakı ş. M.Müşfiq, 103

Dissertasiya ilə AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 8 noyabr 2016-cı ildə göndərilmişdir.

FD 01.222 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, b.e.d.

F.X.Qəhrəmanova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Hal-hazırda bəşəriyyət qarşısında duran aktual məsələlərdən biri hər il yeniləşən bitki mənşəli tullantıların səmərəli istifadəsidir. Təbiətdə bitki mənşəli tullantılar ilk növbədə mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanıb mineralaşır. Buna görə də bitki tullantılarının səmərəli istifadəsi yalnız mikroorqanizmlər vasitəsi ilə mümkündür.

Bitki toxumasının struktur elementlərindən biri pektin və pektin maddələridir (poliqlakturonoidlərdir). Pektin heksoza təbiətli, yüksək molekul çəkisinə malik polisaxarid olub ali və ibtidai bitkilərin hüceyrəarası törəmələrinin və hüceyrə divarının tərkibinə daxildir (Alphons et al., 2009). Müxtəlif meyvələrin tərkibində pektin maddəsi kifayət qədər mövcuddur. Almadan şirə çəkəndən sonra qalan alma cecəsinin tərkibində 25-35%-ə qədər pektin ola bilər (Joshi,1998; Maini,Sethi,2002; Vorgen et al.,2004;).

Meyvələrdən şirə alınan sonra pektinin müəyyən hissəsi şirənin tərkibində qalır. Bu halda pektin şirəyə bulanıqlıq verir və bir müddətdən sonra şirənin dibində çöküntü yaranır. Bu halların aradan qaldırılması üçün təmiz şəkildə alınmış pektolitik enzimlər şirəyə əlavə olunur. Şərabın və pivənin şəffaflığını artırmaq üçün pektolitik enzimlər geniş tətbiq olunur. Pektinliazalar tekstil sənayesində kətanın emalında geniş istifadə edilir. Digər tərəfdən, pektolitik enzimlər meyvələrdən şirənin çıxımını artırmaq üçün daha geniş tətbiq olunur (Sakellaris et al.,1988; Jose et al.,2008; Polizeli et al.,2010; Evans et al.,2012). Deməli, pektinin parçalanmasında iştirak edən enzimlər böyük praktiki əhəmiyyətə malik olub, sənayedə geniş tətbiq olunan enzimlər sırasına daxildir.

Pektinin parçalanmasında heterogen qrupa malik olan bir neçə enzimlər iştirak edirlər: pektinliaza, pektinesteraza, endopektinaza (endo-poliqlakturonaza), pektatliaza. Endopektinaza pektinin molekulunda 1,4- α -D-qalaktoziduronik əlaqələri ixtiyari hidroliz edir və əsasən meyvə şirələrinin çıxımını artırmaq, içkiləri (şərab, pivə və şirələri) şəffaflaşdırmaq üçün istifadə olunur (Barbara et al.,2006; Hoondal et al.,2012; Kashyap et al., 2013).

Qeyd etmək lazımdır ki, pektolitik enzimlər bir qayda olaraq, mikroorqanizmlərdən, ilk növbədə, kif göbələklərindən alınır (Favela-Torres et al.,2005; Jayani,Gubta,2005; Ranveer et al.,2008; Suneetha, Tulsyan,2010). Bu enzimlərin sənaye üçün vacibliyini nəzərə alaraq yeni səmərəli produsentlərin axtarışı və seçilməsi böyük praktiki əhəmiyyət daşıyır.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Tədqiqatın əsas məqsədi yüksək

pektolitik aktivliyə malik göbələk kulturalarını təbiətdən ayırmaq və onlarda pektolitik enzimlərin biosintezini optimallaşdırmaq.

Göstərilən məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

- 1) meyvələrdən kif göbələklərinin təmiz kulturalarını ayırmaq və onların pektolitik xassələrini öyrənmək;
- 2) pektolitik aktivlik göstərən göbələklərin identifikasiyasını aparmaq;
- 3) yüksək pektolitik aktivliyə malik olan göbələklərdə, pektinliaza, pektinesteraza və endopektinazanın biosintezinin dinamikasını öyrənmək;
- 4) temperaturun pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirini öyrənmək;
- 5) ilkin mühit turşuluğunun pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirini öyrənmək;
- 6) karbon mənbələrinin pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirini öyrənmək;
- 7) üzvi və qeyri-üzvi azot mənbələrinin pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirini öyrənmək.
- 8) göbələklərin pektolitik aktivliyinin mövsümi dəyişilməsini tədqiq etmək.

İşin elmi yeniliyi. Təbii substratlardan pektolitik aktivliyə malik 262 göbələk kulturaları ayrılmış və identifikasiya olunmuşdur. Bu kulturalar 7 cinsə (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma* və *Trichotecium*) və 14 növə aid edilmişlər. *Aspergillus* və *Penicillium* cinsli göbələklərin yüksək böyümə əmsalına və pektolitik aktivliyə malik olduğu göstərilmişdir. Yüksək pektolitik aktivliyə malik olan *Aspergillus niger* AC10 və *A.oryzae* AC11 ştamlarında pektinliaza, pektinesteraza və endopektinaza enzimlərinin sintezinin dinamikası öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, enzimlərin aktiv biosintezi göbələklərin inkişafının eksponensial fazasına uyğun gəlir və bu enzimlər birincili metabolit kimi sintez olunur.

Aspergillus oryzae AC11 göbələyində maksimum böyümə temperaturu (30°C) pektolitik enzimlərin maksimum biosintez temperaturundan (35°C) fərqli olduğu göstərilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, pektolitik enzimlərin maksimum biosintezi *Aspergillus niger* AC10 göbələyində pH 6,0, *A.oryzae* AC11 göbələyində isə pH 5,5 göstəricisində özünü göstərir. Göbələklərdə pektolitik enzimlərin maksimum biosintezini törədən substratlar (induktorlar) onların maksimum inkişafını törədən

substratlardan fərqli olmuşdur.

Aspergillus niger AC10 və *A.oryzae* AC11 göbələklərində metabolizmin fizioloji tənzimi pektinliazanın aktivliyini 3,0-3,4 dəfə, pektinesterazanın aktivliyini 3,1-3,2 dəfə və endopektinazanın aktivliyini isə 2,0-3,0 dəfə artırmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərinin pektolitik enzimlərinin aktivliyi mövsümi olaraq dəyişir və iki maksimum ilə xarakterizə olunur. Birinci maksimum iyun ayında, ikinci maksimum isə oktyabr-noyabr aylarında müşahidə olunur.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Yüksək pentinliaza, pektinesteraza və endopektinaza aktivliyinə malik olan *Aspergillus niger* AC10 və *A.oryzae* AC11 göbələkləri pektolitik enzimlərin produsnetləri kimi istifadə oluna bilər.

Tam identifikasiya olunmuş 7 cinsə və 11 növə aid olan 40 kif göbələyi ştamı Bakı Dövlət Universitetinin kulturalar kolleksiyasına daxil edilmiş və onu zənginləşdirmişdir.

Nəşr. Dissertasiyanın mövzusunə aid 8 elmi əsər dərc edilmişdir ki, onun da 5 elmi məqalədir.

Dissertasiyanın aprobasiyası. Dissertasiyanın materialları “Tətbiqi Biologiyanın Problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransında(Bakı, 2007), “Biologiyanın müasir problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransında(Bakı, 2008), “Biologiyanın elmi nailiyyətləri” mövzusunda Respublika elmi konfransında(Bakı, 2009) məruzə edilmişdir:

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, ədəbiyyat icmalından (I fəsil), material və metodlardan(II fəsil), eksperimental nəticələrin şərhindən (III və IV fəsillər), əsas nəticələrdən və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya cədvəllər (7) və şəkillər (12), eləcədə ədəbiyyat siyahısı (184 adda) daxil olmaqla 141 səhifədən ibarətdir.

Dissertasiyanın müdafiyyə təqdim olunan əsas müddəalar:

1. *Aspergillus* cinsli göbələklər digər kif göbələklərindən fərqli olaraq yüksək pektolitik aktivliyə malikdirlər.
2. Yüksək pektolitik aktivliyə malik olan *Aspergillus niger* AC10 və *A.oryzae* AC11 göbələklərində pektolitik enzimlərin intensiv sintezi inkişafın eksponensial fazasında baş verir və ikincili metabolit kimi sintez olunur.
3. *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində enzimlərin maksimal biosintez temperaturu göbələyin maksimal inkişaf temperaturundan fərqlidir.

4. Pektolitik enzimlərin biosintezinin səmərəli indukturları maksimal biokütlə yaradan substratlardan fərqlidir.
5. *Aspergillus niger* AC10 və *A.oryzae* AC11 göbələklərində metabolizmin fizioloji tənzimi pektinliazanın aktivliyini 2,8 V/ml-dən 9,6 V/ml-ə, pektinesterazanın aktivliyini 3,4 V/ml-dən 11,8 V/ml-ə, endopektinazanın aktivliyini isə 17,8 V/ml-dən 50,3 V/ml-ə qədər artırır.

MATERIALLAR VƏ METODLAR

Tədqiqatın əsas obyektini kimi təbii substratlardan ayrılmış kif göbələkləri istifadə olunmuşdur. Təbii substrat kimi çürüməkdə olan alma, şaftalı, portağal, limon, üzüm, tomat, çiyələk, ərik, xiyar, kələm və digər meyvə-tərəvəz qalıqları istifadə edilmişdir. Götürülmüş nümunələr səmənili-aqar və saburo-dekstrosalı aqar qidalı mühitlərində əkilmiş, termostatda 30°C temperaturda 3-5 gün ərzində inkubasiya olunmuşdur (Baiyewu et al.,2007).

Alınmış kulturaların təmizliyi, aqarlı standart Çapek-Doks qidalı mühitinə əkməklə yoxlanılmışdır. Bəzi göbələkləri becərmək üçün aşağıdakı tərkibə malik sintetik qidalı mühit istifadə olunmuşdur (q/l): karbon mənbəyi – 10; pepton – 3; NH_4NO_3 – 1,5; KH_2PO_4 – 0,4; NaCl – 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5; pH 6,0. Karbon mənbəyi kimi monosaxaridlər (qlükoza, qalaktoza, ksiloza və arabinoza), disaxaridlər (laktoza, maltoza və saxaroza) polisaxaridlər (alma pektini, şəkər çuğunduru pektini, nişasta və sellüloza), şəkərsiirlər (manit və sorbit) və qliserin istifadə olunmuşdur. Kulturalar bitəndən sonra çəp aqar qidalı mühitinə köçürülmüş və soyuducuda 4°C temperaturda işçi kultura kimi saxlanılmışdır (Kuhad et al.,2011).

Təmiz kultura şəklində alınmış göbələk ştamlları morfoloji xüsusiyyətlərinə görə işıq mikroskopunda öyrənilmişdir. Əldə olunan morfoloji və kultural xassələrə görə təmiz kulturaların cins və növ tərkibi mövcud təyinedicilər əsasında müəyyən edilmişdir (Курчанов,1947; Jacob et al.,2008).

Göbələk kulturalarını duru qidalı mühitdə becərmək üçün substrat kimi alma cecəsindən (almadan şirə çəkəndən sonra qalan tullantı) istifadə olunmuşdur. Alma cecəsi 70°C temperaturda quruducu şafda qurudulmuş, üyüdülmüş toz halına salınmış və qidalı mühitə daxil edilmişdir.

Göbələk kulturalarının ilkin seçilməsi alma cecəsi olan yuxarıdakı tərkibə malik aqarlı sintetik qidalı mühitdə aparılmışdır. Hər bir göbələk ştamının inkişaf sürəti böyümə əmsalına görə qiymətləndirilmişdir. Böyümə əmsalı (BƏ) aşağıdakı düstur əsasında təyin edilmişdir (Ганбаров,

Сулейманова, 2001):

$$B\Theta = \frac{d \cdot h \cdot s}{t},$$

d – koloniyanın diametri (mm); h – koloniyanın hündürlüyü (mm); s – koloniyanın sıxlığı (5 şkalalı bal üzrə); t – koloniyanın inkubasiya müddəti (saat).

Göbələklərdə pektinazanın biosintezi him duru qidalı mühitdə, həm də bərkfazalı fermentasiya şəraitində öyrənilmişdir.

Bərkfazalı fermentasiya şəraitində göbələkləri becərmək üçün 60-70% -ə qədər nəmləşdirilmiş buğda kəpəyindən istifadə olunmuşdur. Bunun üçün 1 qram buğda kəpəyinə 1 ml su əlavə edilmiş və Petr qabında 1 atm altında 30 dəq sterilizə olunmuşdur. Qidalı mühitə azot mənbələri daxil edərkən substrat steril distillə suyu ilə nəmləşdirilmişdir.

Göbələk ştamlarının ilkin pektolitik aktivliyi tərkibində alma pektin olan aqarlı qidalı mühitdə pektinin lizis zonasına görə təyin olunmuşdur (Билай и др.,1982). Bərkfazalı fermentasiya şəraitində pektinaza enziminin aktivliyi buğda kəpəyində 28°C temperaturda 72 saat becərilməklə öyrənilmişdir. Alınan biokütlə 45°C temperaturda qurudulmuş və xam enzim preparatı kimi istifadə olunmuşdur. Tərkibində 0,1M NaCl olan, pH 4,5 turşuluğa malik 0,05 M asetat buferi vasitəsi ilə enzim preparatının 10%-li suspenziyası hazırlanmış, süzülmüş və çöküntüüstü mayədə enzimin aktivliyi təyin edilmişdir (Ганбаров и др.,1986).

Pektinliaza (EC 3.1.1.10) enziminin aktivliyi viskozimetrik üsulla təyin olunub. Bu metod enzim preparatı ilə pektinin hidrolizinə və onun özlülüyünün azalması ilə təyin olunan parçalanma dərəcəsinə əsaslanır (Gusakov et al.,2012). Bu məqsədlə kapillyarının diametri 0,8 mm olan Osvald viskozimetrindən istifadə edilmişdir. Paralel olaraq kontrol (enzimsiz) variantda özlülük təyin olunub və enzim məhlulu əvəzinə distillə suyu istifadə olunub. Enzimin substratı kimi asetat buferində (pH 4,5) 1% pektin (ABŞ «siqma» firmasının 85% eterifikasiyalı pektin) istifadə olunub (Грачева и др.,2013; Sandha, Kalra,2010).

Enzimin aktivliyi (A) aşağıdakı düstura əsasən təyin edilmişdir:

$$A = \frac{V_0 - V_t}{V_0 - V_b} \cdot 100\%,$$

V_0 – reaksiya qarışığının viskozimetrdən başlanğıc keçmə müddəti; V_t –

reaksion qarışıqın 30°C temperaturda inkubasiya olunduqdan sonra viskozimetrdən keçmə müddəti; V_b – 30°C temperaturda suyun viskozimetrdən keçmə müddəti.

Bərkfazlı fermentasiya şəraitində enzimin aktivliyi vahid qram preparatla (V/q) ifadə olunub. Bütün hallarda enzimin xüsusi aktivliyi V/mq zülalla ifadə olunmuşdur.

Pektinesteraza (EC 3.1.1.11) pektin molekulunda mürəkkəb efir rabitələrini parçalayan enzimdir və titrometrik üsulla təyin olunub (Грачева и др., 2013).

Endopektinaza və ya poliqlakturonaza (EC 3.2.1.15) aktivliyinin təyini metodu pektinin (pektin turşusunun) molekulunda qlikozid rabitələrinin parçalanması nəticəsində əmələgələn aldehid qruplarının miqdarının təyininə əsaslanmışdır (Грачева и др., 2013).

Yüksək pektolitik aktivliyə malik ştamlarda enzimlərin biosintezi duru qidalı mühitdə optimallaşdırılmışdır. Enziminin biosintezi göbələyin inkişaf dinamikası boyu öyrənilmişdir. Göbələyin inkişaf əyrisi onun əmələ gətirdiyi biokütlənin miqdarına görə müəyyən edilmişdir (Билай и др., 1982).

Azot mənbəyi kimi həm üzvi (sidik cövhəri, pepton və asparagin), həm də qeyri-üzvi azot mənbələrindən (NH_4NO_3 , NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) istifadə olunmuşdur. Qidalı mühitə azot mənbəyi 0,04% (azota görə) miqdarında, pepton isə 0,3% miqdarında daxil edilmişdir (Ганбаров, Мурадов, 1991).

Bütün təcrübələr 4-5 təkrarda qoyulmuş və alınan faktiki rəqəmlər statistik işlənmişdir (Плохинский, 1998).

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

1. Pektolitik aktivliyə malik kif göbələklərinin skriningi

Saf meyvələrin səthindən 54 kif göbələyi ştamı ayrılmış və onların 14 ştamı alma cecəsi olan qidalı mühitdə aktiv inkişaf etmək qabiliyyətinə malik olmuşdur. Saf meyvələrin səthindən ayrılmış, alma cecəsi olan qidalı mühitdə yaxşı inkişaf edən göbələklər 4 cinsə (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* və *Trichotecium* və 8 növə (*Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium olivaceum*, *Penicillium lividum*, *Penicillium sp.*, *Alternaria sp.* və *Trichotecium sp.*) aid olmuşlar.

Çürük meyvələrin səthindən 208 göbələk ştamı ayrılmış və alma cecəsi olan mühitdə onların yalnız 26 ştamı aktiv inkişaf edə bilmişdir. Qeyd

etmək lazımdır ki, çürümüş meyvələrdən ayrılmış əksər (182 ştam) kif göbələkləri alma cecəsi olan qidalı mühitdə sərbəst şəkildə inkişaf edə bilməmişlər və ya çox zəif inkişaf etmişlər. Bu, onu göstərir ki, əksər göbələklərin çürük meyvə üzərində inkişafı meyvənin tərkibində olan digər komponentlərin (nişastanın, sadə şəkərlərin) və eləcə də pektini parçalayan göbələklərin əmələ gətirdikləri aralıq metabolitlərin hesabına baş verir.

Çürük meyvələrdən ayrılmış aktiv ştamlar identifikasiya olunmuş və onların 7 cinsə (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma* və *Trichotecium*) 13 növə (*Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus nidulans*, *A.oryzae*, *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Geotrichum* sp., *Penicillium olivaceum*, *P.lividum*, *Penicillium alboroseum*, *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Trichotecium* sp.) aid olduğu göstərilmişdir.

Beləliklə saf meyvələrin səthindən *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* *Trichotecium* cinsli 8 növə aid 14 ştam, çürük meyvələrin səthindən *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma* və *Trichotecium* cinsli 17 növə aid 26 ştam təmiz kultura şəklinə alınmışdır. Bu ştamlar ilkin olaraq böyümə əmsalına (sürətinə) görə qiymətləndirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, yüksək böyümə əmsalına *Aspergillus oryzae* AC11, LC8 və UC9; *Aspergillus niger* AC10, NC6, A1, L9, U2; *Aspergillus glaucus* PC9; *Penicillium alboroseum* PC12, *Penicillium olivaceum* AC9 və UC8 ştamları malikdir. Deməli, alma cecəsi olan qidalı mühitdə yüksək böyümə sürəti *Aspergillus* və *Penicillium* cinsli göbələklərə xas olmuşdur. Bununla bağlı olaraq bu göbələklərin pektolitik aktivliyi təyin edilmişdir. Pektolitik aktivliyə görə ilkin seçim bərk qidalı mühitdə pektinin lizis zonasına görə müəyyən edilmişdir (cədv.1). Göründüyü kimi pektini lizis etmə qabiliyyətinə görə *Aspergillus oryzae* AC11, *Aspergillus oryzae* 2C18, *Aspergillus oryzae* UC9, *Aspergillus niger* AC10, *Aspergillus niger* NC6, *Aspergillus niger* A1, *Aspergillus niger* LC1, *Aspergillus flavus* və *Aspergillus nidulas* PC10 göbələkləri seçilmişlər.

Penicillium cinsli göbələklərdən *Penicillium alboroseum* PC12, *Penicillium olivaceum* AC9 ştamları nisbətən yüksək pektolitik aktivliyə malik olmuşlar (cədv.2).

Qeyd etmək lazımdır ki, pektini lizis etmə qabiliyyətinə görə *Aspergillus oryzae* AC11, LC8 və UC9, *Aspergillus niger* AC10, NC6 və LC1 göbələk ştamları seçilmişdir. Bununla belə, *Aspergillus oryzae* AC11, *Aspergillus niger* AC10 və NC6 göbələk ştamları maksimum lizis zonasına

Aspergillus cinsli göbələklərin pektolitik aktivliyi
(becərilmə müddəti, 72 saat)

№	Göbələk növləri	Göbələk ştamları	Pektinin lizis zonası
1.	<i>Aspergillus flavus</i>	A3	24±1
2.	<i>Aspergillus glaucus</i>	AC6	22±1
3.	<i>Aspergillus glaucus</i>	PC6	19±0,5
4.	<i>Aspergillus glaucus</i>	PC9	26±2
5.	<i>Aspergillus nidulans</i>	PC5	20±1
6.	<i>Aspergillus nidulans</i>	PC10	24±2
7.	<i>Aspergillus niger</i>	A1	27±2
8.	<i>Aspergillus niger</i>	AC10	32±2
9.	<i>Aspergillus niger</i>	LC1	28±1
10.	<i>Aspergillus niger</i>	L9	23±2
11.	<i>Aspergillus niger</i>	P1	13±0,5
12.	<i>Aspergillus niger</i>	NC6	31±2
13.	<i>Aspergillus niger</i>	SC15	23±1
14.	<i>Aspergillus niger</i>	U2	19±0,4
15.	<i>Aspergillus oryzae</i>	AC11	35±2
16.	<i>Aspergillus oryzae</i>	LC8	28±1
17.	<i>Aspergillus oryzae</i>	P3	16±0,5
18.	<i>Aspergillus oryzae</i>	UC9	28±0,6

Cədvəl 2

Penicillium cinsli göbələklərin pektolitik aktivliyi
(becərilmə müddəti, 72 saat)

№	Göbələk növləri	Göbələk ştamları	Pektinin lizis zonası
1.	<i>Penicillium alboroseum</i>	PC12	16±0,6
2.	<i>Penicillium lividum</i>	PC8	7±0,3
3.	<i>Penicillium lividum</i>	P2	10±0,4
4.	<i>Penicillium olivaceum</i>	AC9	14±0,5
5.	<i>Penicillium olivaceum</i>	U1	6±0,2
6.	<i>Penicillium olivaceum</i>	A2	8±0,3

malik olmuşlar. Maksimum aktivliyə malik *Aspergillus* cinsli göbələklərin əmələ gətirdikləri pektinlisis zonası, maksimum aktivliyə malik *Penicillium* cinsli göbələklərin pektinlisis zonasından 2,4-2,5 dəfə çox olmuşdur.

Yüksək pektolitik aktivlik göstərən göbələklərdə pektinaza kompleksi enzimlərinin (pektinliaza, pektinesteraza, endopektinaza) aktivliyi öyrənilmişdir. Göbələk ştamlarında hər üç enzimin – pektinliazanın, pektinesterazanın və endopektinazanın aktivliyinə nəzər yetirdikdə onları beş qrupa bölmək olar. Birinci qrup hər üç enzimin yüksək aktivliyinə malik olanlardır. Bunlara *Aspergillus flavus* A1, *Aspergillus niger* NC6, *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* LC8 ştamları aiddir. İkinci qrup yüksək pektinliaza və pektinesteraza aktivliyinə, lakin zəif endopektinaza aktivliyinə malik olanlardır. Bu qrupa *Aspergillus nidulans* PC10, *Aspergillus niger* A1 və *Aspergillus oryzae* UC9 ştamları aid olmuşdur. Üçüncü qrup yüksək endopektinaza və pektinesteraza aktivliyinə və zəif pektinliaza aktivliyinə malik olanlardır. Bu qrupa *Aspergillus glaucus* PC9 və *Aspergillus oryzae* LC8 ştamları aiddir. Dördüncü qrup yüksək pektinesteraza aktivliyinə, lakin zəif pektinliaza və endopektinaza aktivliyinə malik olanlardır. Bu qrupa yalnız *Aspergillus niger* LC1 ştamı aiddir. Beşinci qrup hər üç enzimin zəif aktivliyinə malik olan göbələk ştamlarıdır. Bu qrupa *Penicillium alboroseum* PC12 və *Penicillium olivaceum* AC9 ştamları daxildir (cəđ.3).

Cədvəl 3

Yüksək pektolitik aktivliyə malik göbələklərdə pektinaza kompleksi enzimlərinin aktivliyi (becərilmə müddəti 72 saat)

№	Göbələklər	Enzimlərin aktivliyi, V/ml		
		pektinliaza	prktinesteraza	Endopektinaza
1.	<i>Aspergillus flavus</i> A1	2,7±0,06	4,0±0,2	12,0±0,4
2.	<i>A. glaucus</i> PC9	1,7±0,04	2,9±0,07	12.8±0,3
3.	<i>A. nidulas</i> PC10	2,1±0,04	2,8±0,04	9,8±0,4
4.	<i>A. niger</i> A1	2.6±0,03	3,0±0,04	5,3±0,02
5.	<i>A. niger</i> NC6	2,4±0,06	3,4±0,1	13,4±0,3
6.	<i>A. niger</i> LC1	1,6±0,05	2,7±0,03	10,0±0,5
7.	<i>A.niger</i> AC10	2,9±0,1	4,0±0,06	12,4±0,8
8.	<i>A. oryzae</i> AC11	2,6±0,06	3,4±0,1	15,6±0,7
9.	<i>A.oryzae</i> LC8	2,2±0,01	3,1±0,04	12,4±0,4
10.	<i>A. oryzae</i> UC9	2,3±0,02	3,2±0,1	10,0±0,5
11.	<i>P.alboroseum</i> PC12	0,5±0,01	1,7±0,06	6,2±0,2
12.	<i>P.olivaceum</i> AC9	0,8±0,03	1,4±0,02	7,8±0,3

Maksimal aktivliyə malik *Aspergillus* cinsli göbələklərin yaratdıqları lizis zonası, maksimum aktivliyə malik *Penicillium* cinsli göbələk şamlarının yaratdıqları lizis zonasından 2,4-2,5 dəfə çox olmuşdur.

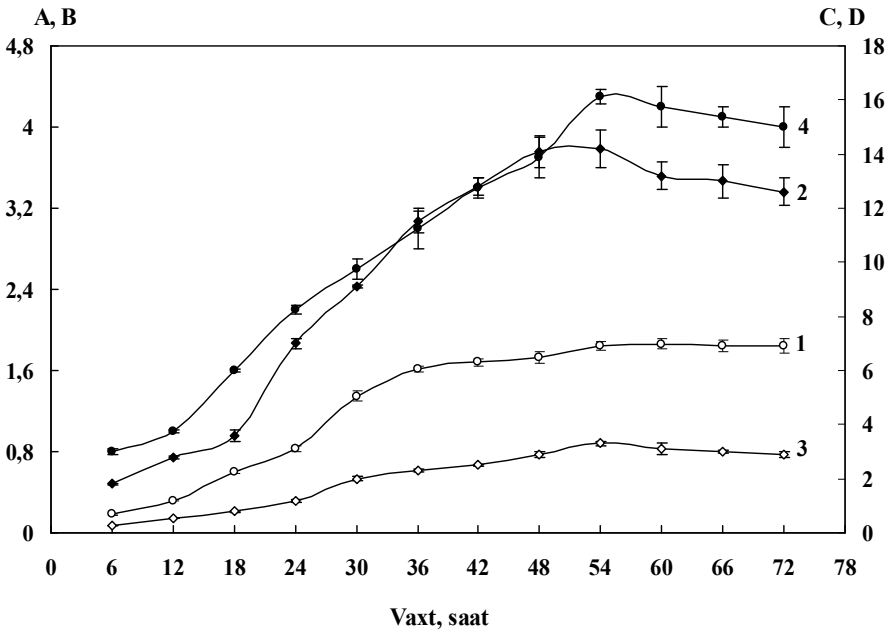
Aspergillus niger AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 hər üç enzimin maksimal aktivliyinə malik olan göbələklər olmuşlar. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, pektinliaza və pektinesteraza enzimlərinin aktivliyi *Aspergillus niger* AC10 göbələyində *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyinə nisbətən 1,1-1,2 dəfə çox olmuş, endopektinazanın aktivliyi isə, əksinə *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində *Aspergillus niger* AC10 göbələyinə nisbətən 1,3 dəfə çox olmuşdur. Bu göbələklərdə pektinliaza, pektinesteraza və endopektinaza enzimlərinin biosintezinin dinamikası öyrənilmişdir.

2.Yüksək pektolitik aktivliyə malik olan göbələklərdə pektolitik enzimlərin biosintezinin dinamikası

Müəyyən edilmişdir ki, *Aspergillus niger* AC10 göbələyinin intensiv inkişafı 12 saat inkubasiyadan sonra başlamış 36-cı saata qədər davam etmişdir. Inkubasiyanın 36-cı saatında inkişaf zəifləmiş və stasionar fazaya keçmişdir. Pektinliazanın aktiv biosintezi inkubasiyanın 12-ci saatında başlamış, 36 saatdan sonra enzimin biosintez sürəti zəifləsə də onun biosintezinin artması inkubasiyanın 48-ci saatına qədər davam etmişdir. Enzimin biosintezinin tormozlanması inkubasiyanın 60-cı saatında müşahidə olunub. Deməli, pektinliazanın intensiv biosintezi göbələyin inkişafının eksponensial fazasına uyğun gəlir. Lakin inkubasiyanın 36-cı saatında göbələk inkişafının stasionar fazasına daxil olmasına baxmayaraq enzimin biosintezinin tədricən artması 48-ci saata qədər davam edir(şək.1).

Pektinesteraza enziminin intensiv biosintezi göbələyin inkişafının 12-ci saatından sonra başlayır və 48-ci saata qədər davam edir. Inkubasiyanın 60-cı saatında isə enzimin biosintezi tormozlanır. Deməli, pektinesteraza enziminin intensiv biosintezi göbələyin eksponensial fazasına uyğun gəlir və stasionar mərhələnin 48-ci saatından sonra onun biosintezinin sürəti kəskin azalır və tədricən tormozlanır (şək.1).

Endopektinaza enziminin intensiv biosintezi də inkubasiyanın 12-ci saatından sonra başlayır, 36-cı saatına qədər davam edir. Enzimin biosintezi bu müddətdən sonra zəifləsə də onun artması inkubasiyanın 48-ci saatına qədər davam edir və sonrakı saatlarda azalmağa başlayır. Deməli, enzimin intensiv biosintezi göbələyin intensiv inkişaf dövrü ilə üst-üstə düşür. Göbələyin inkişafının stasionar fazasında enzimin biosintezi inkubasiyanın



Şək.1. *Aspergillus niger* AC10 göbələyində pektolitik enzimlərin biosintezinin dinamikası.

A – Göbələyin biokütləsi, q/l; B–Pektinesteraza aktivliyi, V/ml; C–Pektinliaza aktivliyi, V/ml; D – Endopektinaza aktivliyi, V/ml;
1 – Göbələyin böyümə əyrisi; 2 – Pektinesteraza; 3 – Pektinliaza; 4 – Endopektinaza.

48-ci saatına qədər davam edir, sonra kəskin azalır (şək.1).

Aspergillus oryzae AC11 göbələyində pektolitik enzimlərin biosintez dinamikası *Aspergillus niger* AC10 göbələyindəki enzimlərin biosintez dinamikarından kəskin fərqlənməmişdir. Hər iki göbələk ştamında enzimlərin maksimum aktivliyi kulturaların inkişafının 54-cü saatında müşahidə olunmuşdur. Lakin, *Aspergillus niger* AC10 ştamında, *Aspergillus oryzae* AC11 ştamına nisbətən, pektinliaza və pektinesteraza enzimlərinin aktivliyi 1,2 dəfə çox, endopektinaza enziminin aktivliyi isə 1,3 dəfə az olmuşdur. Deməli, hər iki göbələk ştamı bu və ya digər enzimlərin biosintezinə görə praktiki cəhətdən əhəmiyyət kəsb edə bilər. Bununla bağlı olaraq sonrakı tədqiqatlar *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae*

AC10 şamları ilə davam etdirilmişdir.

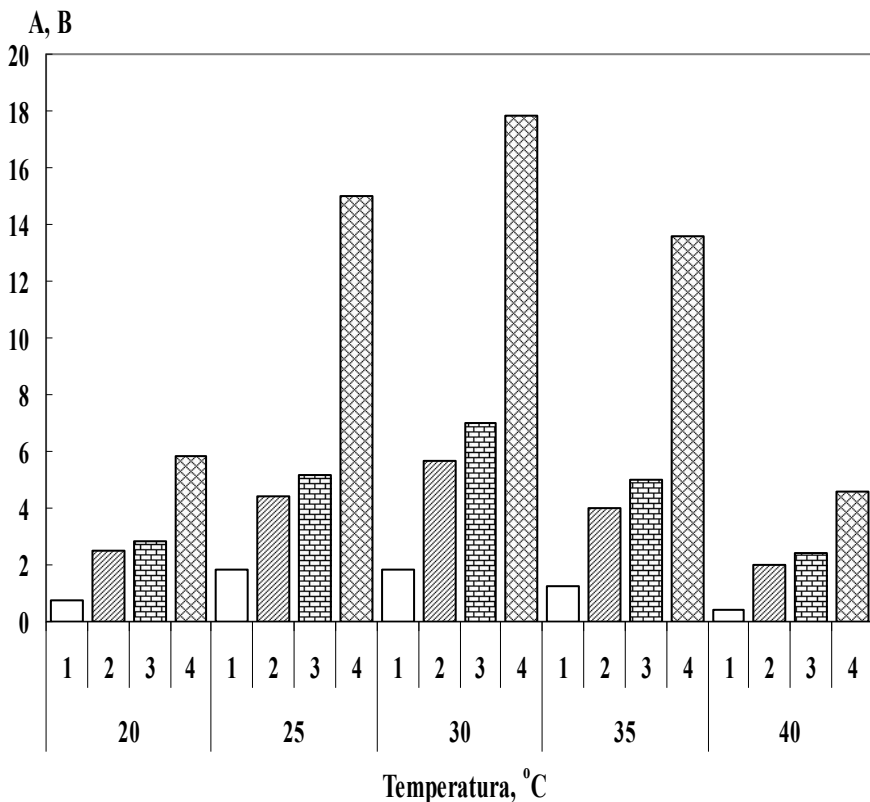
3. Pektolitik enzimlərin biosintezinin optimallaşdırılması

Qeyd etmək lazımdır ki, *Aspergillus niger* AC10 ştamı pektinliaza və pektinesteraza enzimlərinin nisbətən yüksək aktivliyinə, *Aspergillus oryzae* AC11 ştamı isə endopektinaza enziminin yüksək aktivliyinə malik olmuşlar. Buna görə də bu şamların hər ikisində pektolitik enzimlərin biosintezinə temperaturun, ilkin mühit turşuluğunun, karbon mənbələrinin, üzvi və qeyri-üzvi azot mənbələrinin təsiri öyrənilmişdir.

Aspergillus niger AC10 göbələyinin inkişafına və pektolitik enzimlərin biosintezinə temperaturun təsirinin öyrənilməsi göstərdi ki, göbələyin maksimum inkişafı 30°C temperaturda baş verir. Pektinliaza, pektinesteraza və endopektinaza enzimlərinin maksimum biosintezi də maksimal inkişaf temperaturunda özünü göstərir (şək.2). Qeyd etmək lazımdır ki, *Aspergillus niger* AC10 göbələyində enzimlərin biosintezinin optimal temperaturunun tapılması sayəsində pektinliazanın aktivliyi 1,7 dəfə, pektinesterazanın aktivliyi 1,6 dəfə, endopektinazanın aktivliyi isə 1,3 dəfə artmışdır.

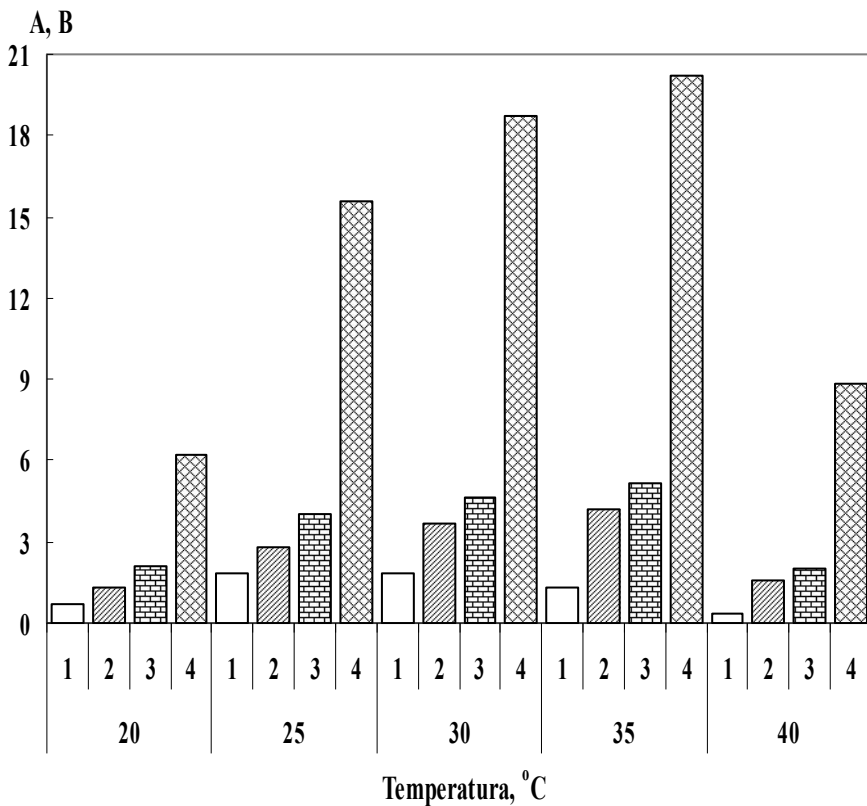
Aspergillus oryzae AC11 göbələyində isə enzimin maksimal biosintezini törədən temperatur ilə maksimum biokütlə törədən temperatur fərqli olmuşdur. Göbələyin biokütləsinin maksimum biosintezi 30°C temperaturda, enzimlərin maksimum biosintezi isə 35°C temperaturda baş verir (şək.3). Bununla belə, hər iki göbələk şamlarında həm biokütlənin, həm də enzimlətin aktiv biosintezi 25-35°C temperatur intervalında özünü göstərir. *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində pektolitik enzimlərin biosintezinin optimal temperaturunun tapılması nəticəsində pektinliazanın aktivliyi 1,3 dəfə, pektinesterazanın aktivliyi 1,3 dəfə və endopektinazanın aktivliyi isə 1,1 dəfə artmışdır.

İlkin mühit turşuluğunun *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərində biokütlənin və pektiolitik enzimlərin biosintezinə təsirinin öyrənilməsi göstərdi ki, hər iki göbələklərdə enzimlərin intensiv biosintezi turşuluğun pH 5,0 və 6,5 göstəricilərində, zəif biosintezi turşuluğun pH 4,5 və 7,0 göstəricilərində, minimal biosintezi isə turşuluğun pH 4,0 göstəricisində baş verir. Lakin biokütlənin və pektolitik enzimlərin maksimum biosintezi *Aspergillus niger* AC10 göbələyində ilkin mühit turşuluğunun pH 6, göstəricisində, *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində isə ilkin mühit turşuluğunun pH 5,5 göstəricisində müşahidə olunur.



Şək. 2. Temperaturun *Aspergillus niger* AC10 göbələyinin inkişafına və pektolitik enzimlərin biosintezinə təsiri (becərilmə müddəti 54 saat). A – Göbələyin biokütləsi, q/l; B – enzimlərin aktivliyi, V/ml; 1 – göbələyin inkişafı; 2 – pektinliaza aktivliyi; 3 – pektinesteraza aktivliyi; 4 – endopektinaza aktivliyi.

Karbon mənbələrinin *Aspergillus niger* AC10 və *Apergillus oryzae* AC11 göbələklərinin inkişafına və pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirinin öyrənilməsi göstərdi ki, hər iki göbələk kulturasının intensiv inkişafı alma cecəsi, alma pektini, çuğundur pektini, qlükoza və saxaroza olan qidalı



Şək.3. Temperaturun *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyinin inkişafına və pektolitik enzimlərin biosintezinə təsiri (becərilmə müddəti 54 saat).

A – Göbələyin biokütləsi, q/l; B – pektolitik enzimlərin aktivliyi, V/ml; 1 – göbələyin inkişafı; 2 – pektinliaza aktivliyi; 3 – pektinesteraza aktivliyi; 4 – endopektinaza aktivliyi.

mühitlərdə müşahidə olunur. Lakin, hər üç enzimin (pektinliaza, pektinesteraza və endopektinaza) maksimum biosintezi pektintərkibli substratlar (alma cecəsi, alma pektini, çuğundur pektini) olan mühitdə, maksimum biokütləsi isə qlükoza və saxaroza olan mühitlərdə qeyd olunmuşdur. Pektolitik enzimlərin biosintezi üçün optimal karbon

mənbələrinin seçilməsi nəticəsində *Aspergillus niger* AC10 kulturasında hər üç enzimin biosintezi 1,2 dəfə, *Aspergillus oryzae* AC11 kulturasında isə pektinliaza və pektinesteraza enzimlərinin biosintezi 1,4 dəfə, endopektinaza biosintezi isə 1,7 dəfə artmışdır.

Üzvi və qeyri-üzvi zot mənbələrinin pektolitik enzimlərin biosintezinə təsirinin öyrənilməsi nəticəsində *Aspergillus niger* AC10 göbələyində pektinliaza enziminin aktivliyinin 1,3 dəfə, pektinesterazanın aktivliyinin 1,5 dəfə və endopektinazanın aktivliyinin 1,2 dəfə, *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində isə pektinliaza enziminin aktivliyi 1,5 dəfə, pektinesterazanın və endopektinazanın aktivliyi 1,4 dəfə artmışdır.

Pektolitik enzimlərin biosintez şəraitinin optimallaşdırılması sayəsində *Aspergillus niger* AC10 göbələyində pektinliazanın aktivliyi 3,3 V/ml-dən 9,2 V/ml-ə, pektinesterazanın aktivliyi 4,3 V/ml-dən 13,2 V/ml-ə endopektinazanın aktivliyi isə 14,2 V/ml-dən 25,8 V/ml-ə qədər yüksəlmiş, *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində pektinliazanın aktivliyi 2,8 V/ml-dən 9,6 V/ml-ə, pektinesterazanın aktivliyi 3,7 V/ml-dən 11,8 V/ml-ə, endopektinazanın aktivliyi 17,8 V/ml-dən 50,3 V/ml-ə qədər qalxmışdır. Deməli, *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 ştamları pektolitik enzimlərin produsentləri kimi istifadə oluna bilər.

Aspergillus niger AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərinin pektolitik aktivliyinin mövsümü olaraq dəyişilməsi və iki maksimumla xarakterizə olunması göstərilmişdir. Göbələklərin pektolitik aktivliyinin birinci maksimumu iyun ayında, ikinci maksimum isə oktyabr-noyabr aylarında müşahidə olunmuşdur.

NƏTİCƏLƏR

1. Müxtəlif meyvələrin səthindən 262 kif göbələyi ştamı ayrılmış və onlardan yalnız 40 ştamı alma cecəsi olan mühitdə yüksək böyümə əmsalına malik olmuşdur. Bu göbələklərin 7 cinsə (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Pencil-lium*, *Trichoderma* və *Trichotecium*) və 15 növə aid olduğu müəyyən edilmişdir.

2. Pektin olan bərk qidalı mühitdə yalnız *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus niger* və *Aspergillus oryzae* növlərinin ştamları böyük lizis zonası yaratmışlar. Bu ştamların hər biri pektinliaza, pektinesteraza və endopektinaza enzimlərinin yüksək aktivliyinə malik olmuşlar. Pektolitik enzimlərin aktiv produsentləri kimi *A. niger* AC10 və *A. oryzae* AC11 göbələkləri seçilmişdir.

3. *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərində pektolitik enzimlərin biosintezinin dinamikası öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, hər iki göbələkdə pektolitik enzimlərin aktiv biosintezi kulturaların inkişafının eksponensial fazasında baş verir və birincili metabolitlər kimi sintez olunurlar. Enzimlərin maksimum aktivliyi göbələklərin inkişafının 54-cü saatında qeyd olunur.

4. *Aspergillus niger* AC10 göbələyinin maksimum böyüməsi və enzimlərin maksimum sintezi 30°C temperaturda baş verir. Lakin *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində maksimum böyümə temperaturu (30°C) ilə enzimin maksimal biosintez temperaturu (35°C) üst-üstə düşür.

5. Pektolitik enzimlərin aktiv biosintezi mühit turşuluğunun pH 5,0-6,5 göstərici-lərində özünü göstərir. Lakin enzimlərin maksimum biosintezi *Aspergillus niger* AC10 göbələyində turşuluğun pH 6,0 göstəricisində, *Aspergillus oryzae* AC11 göbələyində isə pH 5,5 göstəricisində müşahidə olunur.

6. *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərinin maksimum inkişafını törədən substratlar pektolitik enzimlərin maksimum biosintezini törədən substratlardan fərqli olmuşdur. Göbələklərin intensiv inkişafı və pektolitik enzimlərin maksimum biosintezi azot mənbəyi kimi pepton, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ və $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ olan qidalı mühitlərdə izlənilmişdir. Göbələklərin pektolitik aktivliyinin mövsümi olaraq dəyişilməsi və enzimativ aktivliyin iki maksimumla xarakterizə olunması göstərilmişdir.

7. *Aspergillus niger* AC10 və *Aspergillus oryzae* AC11 göbələklərində pektolitik enzimlərin biosintezinin optimallaşdırılması sayəsində pektinliazanın aktivliyini 3,0-3,4 dəfə, pektinesterazanın aktivliyini 3,1-3,2 dəfə, endopektinazanın aktivliyini isə 2,0-3,0 dəfə artırmaq mümkün olmuşdur.

Dissertasiyanın nəticələrinə aid çap olunmuş elmi əsərlərin SIYAHISI

1. Fərmühəmmədi S.İ. Pektolitik aktivliyə malik *Penicillium* cinsli göbələklərin seçilməsi / “Təbiiqi Biologiyanın Problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2007, c.171.
2. Fərmühəmmədi S., Rezazadə M., Saidi M., Şapori M., Ganbarov Kh. Isolation and identification of pectinolytic fungi from fruits / H.Ə.Əliyevin anadan olmasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş

- “Biologiyanın müasir problemləri” Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2008, s.161-162.
3. Rezazadeh B.M., Ganbarov Kh.G., Farmohammadi S.I. Optimizing endopectinase production by culture *Aspergillus niger* PC5 // Transaction of the Institute of microbiology of ANAC, 2009, v.7., p.285-292.
 4. Fərmühəmmədi S.I. Penicillin cinsli göbələklərin pektolitik aktivliyinə temperaturun təsiri / Bakı Dövlət Universitetinin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Biologiyanın elmi nailiyyətləri” Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2009, s.239.
 5. Farmohammadi S.I. Müxtəlif meyvələrdən ayrılmış göbələklərin pektolitik aktivliyi // AMEA-nın Botanika İnstitutunun elmi əsərləri. Bakı, 2011, c.31, s.251-256.
 6. Farmohammadi S., Ganbarov Kh. The application of statistical methods to produce pectinesterase, endo-pectinase and Pectinlyase through submerged fermentation using *Aspergillus niger* and optimization of medium // Journal of American science, 2012, v.8., № 12, p.1467-1475.
 7. Farmohammadi S., Ganbarov Kh. Pectin esterase production by *Aspergillus niger*: optimization of fermentation condition // Journal of Basic and Applied scientific Research, 2013, v.3, № 2, p.896-910.
 8. Farmohammadi S., Kazimzadeh J., Ganbarov Kh. The role of circumstances influencing fermentation in producing maximum pectinase enzyme // European Journal of scientific research, 2013, v.110, № 1, p.80-96.

SEYFULLAH ISMAIL FARMOHAMMADI

PECTOLYTIC ACTIVITY OF FUNGI OF GENERA *ASPERGILLUS* AND *PENICILLIUM*

The aim of present work was isolation of mold fungi from nature, capable of pectolytic activity and optimization of enzyme biosynthesis process.

From natural substrates were isolated and identified 262 strains of fungi. These fungi concern to 14 species and 7 genera (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma* and *Trichotecium*). The fungi of genera *Aspergillus* and *Penicillium* have higher growth coefficient and pectolytic activity. In fungi *Aspergillus niger* AC10 and *Aspergillus oryzae* AC11 having higher pectolytic activity have been studied activity of pectinliase, pectinesterase and endopectinase. It has been established that the active biosynthesis of enzymes occur in the exponential growth phase as a primary metabolites. Maximum activity all enzymes were observed after 54 hours of cultivation.

The optimum growth temperature (30° C) and optimum temperature (35° C) of enzyme biosynthesis were different in *Aspergillus oryzae* AC11. It has been established that maximum enzyme biosynthesis of pectinliase, pectinesterase and endopectinase enzymes of *Aspergillus niger* AC10 and *Aspergillus oryzae* AC11 occurs at the acidity of pH 6,0 and pH 5,5, correspondingly.

The substrates which cause maximum enzyme activity and maximum growth were differently.

As a result of physiological regulation of fungi *Aspergillus niger* AC10 and *Aspergillus oryzae* AC11 the pectinliase activity was increased 3,0-4,0 times, pectinesterase- 3,1-3,2 times and endopectinase – 2,0-3,0 times.

It was shown that the activity of pectinliase, pectinesterase and endopectinase of *Aspergillus niger* AC10 and *Aspergillus oryzae* AC11 are changed depending on seasonal variations.

СЕЙФУЛЛА ИСМАИЛ ОГЛЫ ФАРМОХАММАДИ

**ПЕКТОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГРИБОВ РОДОВ
ASPERGILLUS И *PENICILLIUM***

Целью настоящей работы явилось выделение плесневых грибов из природы, обладающей пектолитической активностью и оптимизировать процесс биосинтеза ферментов.

Из природных субстратов были выделены и идентифицированы 262 штаммов грибов. Эти грибы относились к 14 видам и 7 родам (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Cldosporium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma* и *Trichotecium*).

Грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* имели высокий ростовой коэффициент и высокую пектолитическую активность. У грибов *Aspergillus niger* AC10 и *Aspergillus oryzae* AC11, имеющие высокую пектолитическую активность, изучали активность пектинлиазы, пектинестеразы и эндопектиназы. Было установлено, что активный биосинтез ферментов происходит в экспоненциальной фазе роста как вторичный метаболит.

Выявлено, что у *Aspergillus oryzae* AC11 температура (30°C) оптимального роста, не соответствует температуре (35°C) оптимального синтеза ферментов. У грибов *Aspergillus niger* AC10 и *Aspergillus oryzae* AC11 максимальная активность ферментов наблюдается, соответственно, при pH 6,0 и pH 5,5.

Субстраты, вызывающие максимальную активность ферментов, отличаются от субстратов максимального роста.

В результате физиологической регуляции биосинтеза ферментов у грибов *Aspergillus niger* AC10 и *Aspergillus oryzae* AC11 активность пектинлиазы увеличивалась в 3,0-4,0 раза, пектинэстеразы-3,1-3,2 раза и эндопектиназы-2,0-3,0 раза.

Показано, что пектолитическая активность грибов *Aspergillus niger* AC10 и *Aspergillus oryzae* AC11 может меняться в зависимости от сезона года.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА

ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ

На правах рукописи

СЕЙФУЛЛАХ ИСМАИЛ ОГЛЫ ФАРМУХАММАДИ

**ПЕКТОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГРИБОВ
РОДА *ASPERGILLUS* И *PENICILLIUM***

2414.01- Микробиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание научной степени
доктора философии по биологии

БАКУ-2016