

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**BƏRK HALDA OLAN QEYRİ-ƏRZAQ
MƏHSULARININ TULLANTILARININ
BİOKONVERSİYASI**

İxtisas: 2422.01- Biotexnologiya

İstiqamət: biologiya

İddiaçı: **Neymətova Ülkər Vaqif qızı**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq
üçün təqdim olunan dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKI – 2024

Dissertasiya işi AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

biologiya elmləri doktoru
Fuad Mamay oğlu Qulubəyov

Rəsmi opponentlər:

AMEA-nın müxbir üzvü
İbrahim Vahab oğlu Əzizov

AMEA-nın müxbir üzvü
Saleh Heydər oğlu Məhərrəmov

biologiya üzrə elmlər doktoru, dosent
Nizami Rza oğlu Namazov



Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BFD 1.07/1 Dissertasiya Şurası.

Dissertasiya şurasının
sədri:

biologiya elmləri doktoru, professor
AMEA-nın müxbir üzvü
Pənah Zülfiqar oğlu Muradov

Dissertasiya şurasının
elmi katibi:

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent
Günel Əli qızı Qasımova

Elmi seminarın
sədri:

Biologiya elmlər doktoru, dosent
Vəfa Xəlil qızı Qasımova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Bitki mənşəli xammallar insanlar tərəfindən müxtəlif istehsal sahələrində istifadə edilən bitki orqanizmləridir (bütün bitkilər və ya onların hissələri). İstifadə məqsədlərindən asılı olaraq onları ümumi şəkildə 4 yerə bölmək olar: qida, yem, dərman və texniki. İstifadə məqsədindən asılı olmayaraq, bu və ya digər məqsədlərdə istifadə edilən bitkilər həm mədəni becərilənlər, həm də yabanı halda bitənlərdən ibarət olur və *“onların istifadəsinə istiqamətlənmiş istehsal proseslərinin nəticəsində bütün hallarda az və ya çox miqdarda tullantılar”*¹, daha dəqiqi məqsədli məhsula aidiyyəti olmayan materiallar da əmələ gəlir. Bunlara münasibət forması bu gün dünyanın hər yerində demək olar ki, oxşardı və bir çox hallarda eynidir. Belə ki, onlar ya *“nizamsız şəkildə ətraf mühitə atılır, ya yandırılır, ya da effektiv olmasada əmələ gəlmiş formada istifadə edilir”*². Bütün bu münasibətin hər üç forması bütün hallarda ətraf mühitin çirklənməsinə, ekoloji vəziyyətin pisləşməsinə səbəb olur. Bu səbəbdən də tullantıların təkrar istifadəyə qaytarılması hazırda diqqət mərkəzində olan və dünyanın demək olar ki, hər yerində tədqiq edilən aktual problemlərdəndir. Düzdür, hazırda dünyanın bir sıra ölkələrində tullantıların təkrar

¹ Синицын А.П., Синицына О.А. Биоконверсия возобновляемой растительной биомассы на примере биотоплива второго поколения: сырьё, предобработка, ферменты, процессы, экономика//Успехи биологической химии, т. 61, 2021, с. 347–414 34

² Muradov P.Z. Muradov P.Z. Bitki substrtlarının bioloqonversiyasını əsasları.-Bakı: Elm, 2003, 114s.

emala qatarılmasına istiqamətlənmiş istehsal sahələri fəaliyyət göstərir, lakin onlar bu sahələrdə əmələ gələn tullantıların az bir hissəsini əhatə edir və onların böyük miqdarı bu gün istifadə edilməmiş yuxarıda qeyd edilən aspektlərdə ekoloji problemlərin yaranma mənbələrinə çevrilirlər. Bu səbədən də onların təkrar emala qaytarılmasının elmi və praktiki əsaslarının hazırlanması bu gün aktualığı ilə seçilən məsələlərdəndir.

Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif məqsədlərdə bitkilərin istifadəsindən sonra əmələ gələn tullantılardan istifadənin asanlaşdırılması üçün onlar sistemləşdirilir və bunun üçün müxtəlif kriteriyalardan istifadə edilir. Daha dəqiqi, ya *“onlar təyinat sahələrinə, ya mənsub olduqları canlılara, ya təhlükəliliyinə ya da görə sistemləşdirilir”*^{2,3}. Məsələn, bitki mənşəli tullantılar, heyvan mənşəli tullantılar, qida tullantıları, qey-qida tullantıları və s. Düzdür, bu sistemləşdirmə əsasən şərti xarakter daşıyır və bəzən eyni mənbədən alınan tullantılar fərqli sistemlərə daxil edilir. Belə ki, qida məqsədləri üçün istifadə edilən bitkilər qeyri-qida hissələri də kifayət qədər olur. Bəçirilən meyvə, tərəvəz, bostan və s. bitkilərin qida məqsədləri üçün istifadə edilən hissələri ilə yanaşı qida məqsədlərində istifadəyə yararlı olmayanlar da kifayət qədər əmələ gəlir. Bundan başqa, yem, texniki və dərman məqsədləri üçün istifadə edilən xammalların emalından da sonra tullantı əmələ gəlir ki, onların da miqdarı yüz min, milyon tonlarla ölçülür və aqreqat halına görə həm maye, həm qaz, həm də bərk halda olurlar. Ümumilikdə qeyri-ərzaq mənşəli tullantılar adı

³ Хорошавин Л. Б. Беляков В. А., Свалов Е. А. Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 220 с.

altında birləşdirilməsi mümkün olan bu materiallara, başqa sözlə, “*bərpa olunan bitki tullantıları*”¹ kimi xarakterizə olunanlara da münasibətin forması yuxarıda olduğu kimidir və onların da utilizasiyası hazırda diqqət mərkəzində olan məsələlərdəndir.

Azərbaycan Respublikası da “*bu qəbildən olan tullantıların əmələ gəlməsi baş verir və onların miqdarının da min tonlarla olması*”² haqqında ədəbiyyat məlumatları var. Düzdür, onların arasında “*ərzaq təyinatlı məhsulların (məsələn, ərzaq təyinatlı bitki yağları) tullantıları ilə bağlı olanlar daha çoxluq təşkil edir*”^{4,5} və məhz onların da utilizasiyası ilə bağlı aparılan tədqiqatlar həm çoxsaylı, həm də geniş spektrli idi. Digər tullantılar, xüsusən də qeyri-ərzaq təyinatlılar bu gün tədqiqatlar üçün açıqdır, baxmayaraq onların tərkibində həm üzvi, həm də qeyri-üzvi maddələrin miqdarı kifayət qədərdir və onları müxtəlif məhsullara, xüsusən də qida və yem təyinatlılara transformasiya edilməsi mümkündür. Bunun reallaşdırılması həm bir sıra istehsal sahələrinin, ilk növbədə mikrobiologiya və biotexnologiyanın xammal bazasını qeyri-ənənəvi mənbələrin hesabına genişləndirilməsi, həm də ətraf mühitin çirklənməsi və ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması baxımlarından əhəmiyyət kəsb edir.

Məqsəd və vəzifələr. Təqdim olunan işin məqsədi Azərbaycan şəraitində əmələ gələn bir sıra qeyri-ərzaq

⁴Əttarhüseyni, M.Y. Bitki tullantılarının mikrobioloji konversiyasının fizioloji-biokimyəvi əsasları (Günəbaxan bitkisinin tullantılarının nümunəsində):/b.ü.f.d. dissertasiyasının avtoreferatı/-Bakı, 2016, -24s.

⁵Musayeva, V.H. Bitki yağı istehsalı tullantılarının utilizasiyasının biotexnoloji əsasları:/b.ü.f.d. dissertasiyasının avtoreferatı/-Bakı, 2022, 32s.

mənşəli tullantıların utilizasiyasını reallaşdırmağa imkan verən metodun seçilməsi və seçilən metoda müvafiq bir sıra tullantıların bu aspektdən qiymətləndirilməsidir.

Qeyd edilən məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı vəzifələrin həyata keçirilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir:

- Azərbaycan şəraitində əmələ gələn bir sıra qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların kimyəvi tərkibinin müəyyənləşdirilməsi;
- Azərbaycan şəraitində əmələ gələn bir sıra qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların göbələk biotasının say tərkibinə görə qiymətləndirilməsi;
- Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların mikrobioloji konversiyası və prosesin optimallaşdırılması
- Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların enzimoloji konversiyası və prosesin optimallaşdırılması
- Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların bioloji konversiyasından alınan məhsulların biokimyəvi tərkibinə görə qiymətləndirilməsi

Tədqiqat metodları. Tədqiqatların aparılması zamanı həm kimyəvi, həm də bioloji məqamlara aydınlıq gətirildiyinə görə istifadə edilən metodlarda buna müvafiq seçilmişdir. Belə ki, tullantıların kimyəvi analizi kimyada bu məqsədlə istifadə edilən məlum, bioloji xarakterli analizlər zamanı isə həm biotexnologiyada, həm də mikologiya, mikrobiologiya və biokimyada hazırda geniş istifadə edilən müxtəlif metodlardan istifadə edilmişdir. Dissertasiya işi ilə bağlı qoyulan bütün təcrübələrin təkrarlığı (4-6) alınan nəticələrin statistik işləməsinə, istifadə edilən cihazların dəqiqliyi, reaktivlərin təmizliyi də alınan nəticələrin dürüst olmasını şərtləndirir.

Dissertasiyanın müdafiyyə təqdim olunan müddəaları

- Bitkilərdən müxtəlif məhsulların, o cümlədən qeyri-ərzaq təbiətli məhsulların alınması zamanı tətbiq edilən proseslər istehsalın tullantısız reallaşmasına imkan vermir ki, bu da hər il əhəmiyyətli miqdarda mürəkkəb tərkibli kənar materialların da yaranmasını şərtləndirir.
- İynəyarpaqlı və enliyarpaqlı ağacların istifadəsindən yaranan tullantıların göbələklərin toksiki təsirə malik metabolitlərlə zənginləşərək ətraf mühitdə bioloji çirklənmənin artmasında nəmliyin rolu mühüm əhəmiyyətə malikdir;
- Göbələklər tərəfindən asan münimsənilən substratlardan istifadə edilməsi qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların, xüsusən də iynəyarpaqlı bitkilərin müxtəlif məqsədlərdə istifadəsindən sonra əmələ gələnlərin bioloji konversiyasının effektivliyini təmin edən amillərdəndir;
- Mürəkkəb polimer tərkibə malik olan liqnosellüloza tərkibli substratların bioloji konversiyası üçün ksilotrof makromisetlərin təbii şəraitdə ağ çürümə törədən növlərindən istifadə edilməsi məqsəduyğundur ki, bu da onların ferment sisteminə həm hidrolazaların, həm də oksidazların daxil olması ilə bağlıdır.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Aparılan tədqiqatlarda Azərbaycan şəraitində əmələ gələn və qeyri-ərzaq təyinatlı məhsulların aqreqat halı bərk olan tullantılarının mikrobioloji, eləcə də enzimoloji konversiyasının elmi və praktiki aspektləri tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycan şəraitində qeyri-ərzaq təyinatlı məhsulların aqreqat halı bərk olan tullantılarının miqdarı kifayət qədərdir və onların tərkibində

biotexnologiya sənayesinin xammal bazasının genişləndirilməsinə imkan verən birləşmələr olsa da, tərkiblərində bu prosesi limitləşdirənlərdə var və bu səbəbdən hazırda onların təkrar emala cəlb edilməsi və biotexnologiya sənayesinin xammal bazasının genişləndirilməsi baxımından istifadəsi qənaətbəxş səviyyədə deyil.

Aydın olmuşdur ki, qeyri-ərzaq təyinatlı substratların tullantıları eyni zamanda bu və ya digər dərəcədə göbələklərin qida mənbələrindən biridir. Bu da həmin tullantıların göbələklərin həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdiyi müxtəlif, o cümlədən fitotoksiki aktivliyə malik metabolitlərinin toplanma mənbələrindən biri olmasına səbəb olur ki, bu prosesin aktivləşməsinə, yəni tullantıların fitotoksiki aktivliyinin yüksəlməsinə ciddi təsir edən amillərdən biri də ilkin nəmliyidir.

Tərkiblərində sellüloza, liqnin, hemisellüloza və s. kimi mürəkkəb polimerlərin olmasına görə qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların utilizasiyası üçün təbii şəraitdə ağ cürümə törədən göbələklərdən istifadə edilməklə mikrobioloji konversiyasının bərk fazalı fermentasiya şəraitində aparılması həm ekoloji, həm də iqtisadi mülahizələrə görə əlverişlidir. Hər iki prosesin effektiv baş verməsi üçün isə aktiv prodüsent kimi *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* QF-118 kimi göbələklərdən istifadə edilməsinin məqsədəuyğun olması müəyyən edilmişdir.

Aktiv prodüsent kimi seçilmiş *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* QF-118 göbələklərdən istifadə edilməklə enliyarpaqlı ağaclara məxsus tullantıları tərkibi zülall və digər bioloji aktiv maddələrlə zəngin olan, toksikliyi olmayan, həzm etmə qabiliyyəti 2 dəfəyədək yüksələn yem, eləcə də qida təyinatlı məhsula çevirməyin mümkünüyü göstərilmiş və bu prosesin aparılması üçün əlavə azot mənbəyi kimi NH_4NO_3 -dən istifadə edilməsi, becərilmənin

28⁰C-də aparılması, əkin materialı kimi 1%-li tullantıdan ibarət mühitdə 5 gün müddətin becərilmə nəticəsindən əldə edilən biokütləsindən istifadə edilməsi və becərilmə müddətinin 10 gün davam etməsi maksimal nəticənin əldə edilməsi üçün əlverişli olması müəyyən edilmişdir.

İynəyarpaqlı bitkilərin tullantılarının mikrobioloji konversiyası tərkiblərindəki fitonsid təbiətli birləşmələrin olmasına görə effektiv şəkildə həyata keçirmək mümkün olmasa da, göbələklər üçün əlverişli olan digər substrallardan istifadə etməklə onların mikrobioloji konversiyasının həyata keçirilməsinin mümkünlüyü də göstərilmiş və nəticədə alınan məhsulda zülalların miqdarının, həzm olunma qabiliyyətinin, eləcə də digər göstəricilərin əhəmiyyətli şəkildə yaxşılaşdırılmasına imkan verən optimal şərait tapılmışdır.

Mikrobioloji konversiya üçün aktiv prodüsent kimi *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* QF-118 göbələklərindən alınan texniki ferment preparatlarından qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların enzimoloji hidrolizində də istifadə etməklə tərkibi əsasən qlüko-mananlardan ibarət olan hidrolizatın alınmasına nail olunmuşdur ki, onun da bioyanacaq alınmasında xammal kimi istifadəsi perspektivlidir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.

Tədqiqatlarda əldə edilən nəticələr biotexnologiyanın xammal mənbəyini qeyri-ənənvi substratların, ilk növbədə iynəyarpaqlı bitkilərə aid olanların hesabına genişləndirilməsi üçün faktiki materialdır.

Tədqiqatlarda əldə edilən nəticələr ətraf mühitin bioloji çirklənməsinin qarşısının alınması, hazırda istifadəyə yaralı olmayan tullantıların ətraf mühitdə atılmasının qarşısının alınması baxımından da faydalıdır.

Alınan nəticələr bioloji deqradasiyası həddindən artıq çətin olan bitki tullantılarının bioloji konversiyası haqqında

təsəvvürlərin genişlənməsinə də xidmət edən məlumat mənbəyidir.

Nəşr, dissertasiyanın aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiyanın mövzusunə aid 12 elmi əsər dərc edilmişdir ki, onunun da 8-i məqalədir. Dissertasiyanın materialları “Müasir biologiyanın innovasiya problemləri” mövzusunda IV Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2014)”, “Müasir biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi konfransda (Bakı, 2019), “Elm disbalanslar erasında” mövzusunda V Beynəlxalq elmi konfransda (Ukraina R., Kiyev, 2019) və “Ətraf mühitin qorunması üçün innovativ biotexnologiyalar: nəzəriyyədən praktikaya” mövzusunda I Beynəlxalq elm-praktiki konfransda (Belarusiya R., Minsk, 2024) məruzə edilmişdir.

Dissertasiyanın yerinə yetirildiyi təşkilat. Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 4 fəsildən (ədəbiyyat xülasəsi – I, material və metodlar – II, eksperimental hissə - III və IV), tədqiqat nəticələrinin yekun təhlilindən, nəticələrdən, dissertasiyada istifadə edilən ədəbiyyat və ixtisarlara siyahılardan ibarət olmaqla 210500 işarədən ibarətdir.

FƏSİL I

QEYRİ-ƏRZAQ TƏYİNATLI TULLANTILAR: ƏMƏLƏ GƏLMƏ MƏNBƏLƏRİ, EHTİYATLARI VƏ BİOKONVERSİYAYA YARARLIĞI

Dissertasiyanın 1.1-ci bölməsində Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların əmələ gəlmə mənbələri haqqında məlumat verilir, 1.2-ci bölməsində Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların kimyəvi tərkibi və ehtiyatları haqqındakı

məlumatlar analiz edilir, 1.3-cü hissəsində isə qeyri-ərzaq tullantılarının biokonversiyaya yararlılığı və onun reallaşdırılmasının müasir vəziyyəti ilə bağlı aparılan tədqiqatlar analiz edilir və qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün həlli vacib olan məsələlərə aydınlıq gətirilir.

FƏSİL II

TƏDQIQATIN MATERIAL VƏ METODLARI

2.1. Tədqiqatlarda istifadə edilən tullantıların ümumi xarakterikası

Tədqiqatların gedişində enliyarpaqlı(EY) və iynəyarpaqlı(İY) bitkilərdən istifadə zamanı əmələ gələn tullantılardan, aqrar sahədə becərilən bəzi tərəvəz bitkilərinin(pomidor və kartof)(TB) və pambıq bitkisinin yerüstü hissəsindən(PB), buğda kəpəyindən(BK) istifadə edilmişdir.

İynəyarpaqlı və enliyarpaqlı bitkilərin istifadəsi zamanı əmələ gələn tullantıları Abşeron yarmadasında ağac materiallarının emalı ilə məşğul olan müəssisələrdən (Dərnəgül inşaat materialları bazarından), aqrar sahədə əmələ gələn tullantıları isə Quba-Xaçmaz (pomidor), Gəncə-Tovuz (kartof) və Qarabağ iqtisadi rayonlarındakı fermer təsərrüfatlarına məxsus sahələrdən götürülmüşdür. Götürülən tullantılar ilk olaraq havada qurudulmuş və bəziləri (pambıq, pomidor və kartofun yerüstü hissələri) laborator dərmanda xırdalanaraq ölçüsü 1-5 mm olan qırıntılardan ibarət kütləyə çevrilmişdir. Ağac qırıntıları, buğda kəpəyi isə əmələ gəldiyi formada istifadə edilmişdir.

2.2. Tullantıların biokonversiyası zamanı istifadə edilən metodlar

Tədqiqatlarda biokonversiyaya cəlb olunan tullantıların bərk fazalı fermentasiya (BFF) şəraitində aparılması məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Bu məqsədlə aparılan tədqiqatlarda havada qurudulmuş tullantılar adi su ilə 1:1 nisbətində isladılır və həcmi 1L olan Erlenmayer kolbalarına (kolbanın ümumi hündürlüyünün 1/3 hissəsi qədər) yığılır, ağzı pambıqdan hazırlanmış probka ilə bağlanır, üstən kağızla bağlanır və 1 atmosferdə 1 saat müddətinə sterilizasiya edilir. Sterilizasiyadan sonra tullantıların temperaturu otaq temperaturuna düşdükdə bioloji agentlərdən hazırlanan əkin materialı ilə inokulyasiya edilir və 28⁰C-də inkubasiyaya qoyulur. İnkubasiya müddəti aparılan təcrübələrin xarakterindən asılı olaraq 3-20 gün müddətinə davam edir. Müddət başa çatdıqdan sonra alınan biokütlə 40⁰C-dən yüksək olmayan temperaturda qurudulur və mikrobioloji konversiya prosesini qiymətləndirmək üçün istifadə edilən kriteriyalara (çəki itkisi, selloza və liqnin parşalanması, zülalın toplanması) görə analiz edilir ki, bu işlərin görülməsi zamanı “*məlum metod və yanaşmalardan*”^{6,7} istifadə edilmişdir. Tullantıların mikobiotasının say tərkibi və fitotoksiki aktivliyi isə

⁶ Muradov P.Z. Bitki tullantılarının konversiyası prosesində hidrolaza və oksidazaların aktivliklərinin dəyişməsi/biologiya elmləri doktorluğu dissertasiyanın avtoreferatı/-Bakı, -2004, -48s.

⁷ Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991. 321 с.

“müxtəlif müəliflərin işində istifadə edilən metod və yanaşmalara”^{8,9} müvafiq təyin edilmişdir.

Tullantıların fermentativ hidrolizi isə qəbul edilmiş ümumi prinsip və yanaşmalara əsasən “*məlum metodlara*”¹⁰ müvafiq həyata keçirilmişdir.

Tədqiqatlarda aparılan bütün eksperimentlər 4-6 təkrarda qoyulubdur və alınan nəticələr “*statistik*”¹¹ olaraq işlənilibdir.

FƏSİL III

QEYRİ-ƏRZAQ TƏYİNATLI BİTKİ

TULLANTILARININ FİZİKİ-KİMYƏVİ

GÖSTƏRİCİLƏRİNİ VƏ MİKOBİTASININ SAY

TƏRKİBİN GÖRƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

3.1. Tullantıların biokimyəvi tərkibi

İlk olaraq tədqiqatlarda istifadə edilən tullantılar kimyəvi tərkibinə görə analiz edilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, analiz üçün nümunə götürülən tullantılar tərkib komponentlərinin əsasən kəmiyyət göstəricilərinə görə bir-birindən fərqlənsələrdə, onların hamısında çətin hidroliz

⁸Baxşəliyeva K.F. Azərbaycanda yayılan toksigen göbələklərin ekobioloji xüsusiyyətləri:/biologiya üzrə elmlər doktoru dissertasiyanın avtoreferatı./ -Bakı, 2017. -45s.

⁹ Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология. /Т.Г. Мирчинк М.: Издательство МГУ. -1988. -220 с.

¹⁰Andersen, N. Enzymatic Hydrolysis of Cellulose: Experimental and Modeling Studies:/ Ph.D. Thesis./DTU, 2007, 163p.

¹¹Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М. : Практика, 1999. – 334 с.

olunan polimerlərin xüsusi çəkisi asan hidroliz olunanlardan böyükdür(cəđ. 3.1). Göründüyü kimi, bu özünün ən yüksək qiymətinə ağaclardan alınan tullantılarda çatır, lakin onların tərkibində asan hidroliz olunan, eləcə də həll olunan şəkərlərin də olması qeyd edilən tullantıların təkrar emala cəlb edilməsinin mümükünlüyünü də qeyd etməyə imkan verir.

Cədvəl 3.1.

Tullantıların ümumi xarakteristikası

Tullantılar	Tərkib elementlərinin miqdarı					
	1*	2	3	4	5	6
EY	57,6	28,4	1,5	2,2	1,0	2,2
İY	55,7	29,3	1,4	2,1	1,1	2,4
EY+İY	56,4	29,0	1,5	2,2	1,1	2,3
TB	47,8	36,5	0,9	2,4	0,80	1,7
PB	50,5	32,1	1,2	1,9	0,7	2,0

Qeyd: * 1- Çətin hidroliz olunanlar; 2 - Asan hidroliz olunanlar; 3 - Həll olan şəkərlər; 4 – zülal; 5- lipid və 6 – kül.

Qeyd edildiyi kimi, tullantılara münasibətin istənilən forması ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur. Digər tərəfdən, bu tullantıların tərkibində mikroorqanizmlər üçün əlverişli olan qida maddələri də var və eyni zamanda onlar mikroorqanizmlərin məskunlaşma və yayılma mənbələrindən biridir və ətraf mühitin bioloji çirklənməsində də iştirak edə bilər. Bundan başqa, bu tip tullantıların gələcəkdə istifadəsinin mikoloji təhükəsizliyinin təmin edilməsi baxımından da əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, göbələklər bu tip substratlardan təkcə qida məqsədləri üçün deyil, eyni

zamanda həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdikləri metabolitlər ifraz etdikləri yer kimi də istifadə edirlər. Bu metabolitlər arasında təkcə insanlar üçün deyil müxtəlif canlılar üçün də təhülkəli olanlar az deyil. Bu səbəbdən də onların mikobiotasının xarakterizə edilməsi də həm elmi, həm də praktiki baxımdan əhəmiyyət kəsb etdiyini nəzərə alaraq bununla da bağlı tədqiqatlar aparılmışdır.

3.2. Tullantıların mikobiotasının say tərkibi

Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, onların hər birinin mikobiotası müəyyən mənada spesifiklik daşıyan kəmiyyətlə xarakterizə olunurlar və bu özünün ən yüksək istifadəsinə enliyarpaqlı ağacların qırıntılarından götürülən nümunələrdə tapır və hər bir materiala xas olan göstərici ilin fəsilindən asılı olaraq da dəyişir (cədv. 3.2). Göründüyü kimi, bütün materialların mikobiotasının say tərkibini xarakterizə edən göstəricilər ən yüksək ifadə formasına yay fəsilində daha dəqiqi iyun ayında çatır. Tədqiq edilən nümunələr üzrə aşağı göstəricilər isə qış fəsilində olur. Bunun səbəbini temperatur

Cədvəl 3.2

Analiz edilən materiallarının mikobiotasının say tərkibinin ($\times 10^3$ KƏV/q) fəsillər üzrə dəyişməsi

Analiz edilən məhsullar	Qış	Yaz	Yay	Payız
EY	1,72	2,82	3,17	3,15
İY	0,31	0,53	0,71	0,70
EY+İY	0,93	1,43	1,54	1,49
TB	1,1	1,7	1,9	1,8
Qablaşdırma qabları (Karton)	0,43	0,74	0,94	0,90
Qablaşdırma qabları (Kağız)	0,39	0,64	0,76	0,73

amili ilə izah etmək daha məqsədəuyğun olar, belə ki, göbələklərin böyük əksəriyyəti mezofildir və onların böyümə və inkişafı üçün əlverişli temperatur diapozonu 20-30°C arasında yerləşir. İyun ayının da Azərbaycanda temperatur diapoznu məhz bu intervalda yerləşir.

Göbələklərin say tərkibi ilə alınan nəticələrdən bir məqama da toxunmaq lazımdır ki, bu da tədqiqat üçün nümunə götürülən tullantıların kimyəvi tərkibi ilə bağlıdır. Belə ki, istifadə edilən tullantılar kimyəvi tərkibinə görə də bir-birindən fərqlənirlər ki, bunu da həm ədəbiyyat məlumatları, həm də bizim tədqiqatlarda müəyyən etdiyimiz bəzi gösytəricilər də təsdiq edir. Məsələn, istər enliyarpaqlı, istərsə də iynəyarpaqlı bitkilərə aid olan qırıntıların əsas tərkib elementləri əsasən sellüloza və liqnidən, yəni çətin hidroliz olunan polisaxaridlərdən ibarətdir ki, onların da miqdarı hər ikisində təqribən 30-50% arasında dəyişir. Buna baxmayaraq, eyni şəraitdə saxlanılan və demək olar ki, eyni proses nəticəsində əmələ gələn qırıntıların mikobiotası say tərkibinə görə bir-birindən əhəmiyyətli şəkildə fərqlənirlər. Göründüyü kimi (cə. 3.2), iynəyarpaqlı bitkilərə məxsus qırıntılarda olan göbələklərin sayı bütün fəsillərdə enliyarpaqlı ağaclardan alınanlardan 4,5-5,5 dəfə az olur. Digər tullantıların, yəni qablaşdırma üçün istifadə edilənlərlə də müqayisədə iynəyarpaqlı bitkilərə aid qırıntıların mikobiotasının say tərkibi xeyli azdır. Qeyd edilən materillərin, yəni qablaşdırma üçün istifadə edilən karton və kağızın tərkibində isə sellüloza daha çoxluq təşkil edir.

Məlum olduğu kimi, iynəyarpaqlı bitkilərin əmələ gətirdiyi metabolitlər arasında fitonsidlər də yer alır, digər tərəfdən onların tərkibində qətranlı birləşmələri də var ki, onların da antimikrob aktivliyə malikdirlər. Bu da

İynəyarpaqlı bitkilərə aid tullantılarda göbələklərin az olmasını şərtləndirir.

Tədqiqatlarda nəmlik göstəricisinə görə fərqli olan eyni tullantının mikobiotasını say tərkibinə görə analiz edilməsi də bir vəzifə olaraq qarşıya qoyulmuş və analiz üçün nümunələr yalnız bir fəsildə (yay) və ağac qırıntılarından götürülmüşdür. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, nəmlikdən asılı olaraq göbələklərin sayı da dəyişir və nəmliyin 10%-dən yuxarı olması göbələklərin say tərkibinin nəmliyinə yüksəlməsinə müvafiq artması ilə müşayət olunur (cə. 3.3). Göründüyü kimi, nəmliyin 20%-ə kimi yüksəlməsi enliyarpaqlı ağaclardan alınan qırıntılarda göbələklərin miqdarı ən aşağı göstərici (<10) ilə müqayisədə 4,3 dəfə yüksəlir. Bu yüksəlmə anaoloji olaraq İynəyarpaqlı və qarışıq qırıntılarda isə müvafiq olaraq 7,1 və 4,7 dəfə təşkil edir. Bir sözlə, qeyd edilən tullantıların mikobiotasının formalaşmasında nəmlik də mühüm rol oynayır.

Tullantıların mikobiotası eyni zamanda onlardan istifadə imkanlarına təsir etdiyinə görə onların toksikliyinin

Cədvəl 3.3

Analiz edilən materiallarının mikobiotasının say tərkibinin ($\times 10^3$ KƏV/q) fəsillər üzrə dəyişməsi

Analiz edilən məhsullar	Nəmlik, %			
	<10	15	20	>20
EY	0,92	3,2	4,0	4,6
İY	0,10	0,53	0,71	0,79
EY+İY	0,37	1,48	1,74	1,92

də tədqiq edilmiş və bu məsələ nəmliyinə görə fərqlənən tullantılarla aparılmışdır. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki,

ilkin nəmliyi 10%-dən yuxarı olan qeyr-ərzaq təyinatlı məhsulların tullantılarının toksikliyi nəmliyə müvafiq yüksəlir. Belə ki, buğda və nöxudun nəmliyi 10%-ə kimi olma ağac qırıntılarından alınan ekstraktın təsirindən müşahidə olunan cücərmə qabiliyyəti nəmliyi 15% olanlarla müqayisədə 1,2 dəfə, 20%-dən yüksək olanlarla müqayisədə isə 1,4 dəfə yüksəkdir. Bu həm enliyarpaqlı, həm iynəyarpaqlı, həm də pampıq və tərəvəz bitkilərinin yerüstü hissələri ilə müqayisədə də müşahidə olunur. Odur ki, bu tullantılardan istifadə zamanı nəmlik faktoru nəzərə alınmalıdır.

FƏSİL IV

QEYRİ-ƏRZAQ TƏYİNATLI TULLANTILARIN BİOLOJİ KONVERSİYAYA YARARLIĞININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

4.1. Tullantıların mikrobioloji konversiyası

Tullantıların tərkibində mürəkkəb polimerlər kifayət qədərdir və onlar həm miqdarlarına, həm də biodegradasiya mexanizmlərinə görə fərqlənirlər. Biodegradasiya prosesinin aktiv produsentləri arasında göbələklər xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və əksər tədqiqatlarda göbələklərin təbii şəraitdə ağ çürümə törədiciyi olan növlərindən istifadə edilməsinin məqsədəuyğunluğu öz təsdiqini tapıb. Bu səbəbdən də biz tədqiqatların gedişində ilk olaraq təbii şəraitdə ağ çürümə törədiciyi olan və AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyası tərəfindən təqdim olunan göbələk ştamlarının mikrobioloji konversiya prosesində istifadə imkanları qiymətləndirilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, ümumilikdə istifadə edilən göbələk ştamının hamısı tullantıların tərkibinə daxil olan polimerləri əhəmiyyətli şəkildə deqradasiya edə bilir və bu

zaman onlar arasındakı fərq yalnız bu və ya digər komponenti xarakterizə edən göstəricilərin səviyyəsində özünü biruzə verir (cəđ. 4.1). Göründüyü kimi, sellüloza və liqnin parçalanmasına, eləcə də çəki itkisinə və substratın zülalla zənginləşməsinə görə birmənalı şəkildə ən yüksək göstərici ilə xarakterizə olunan ştama rast gəlinmir. Belə ki, enliyarpaqlı bitkilərdən(EB) alınan qırıntılarının istifadəsi zamanı liqninin deqradasiyasına görə ən yüksək göstərici *Trametes hirsuta* NU-17 ştamına aid olsa da, sellülozaya görə bu göstərici *Bjerkandera adusta* PM-1 ştamına məxsusdur. Çəki itkisi ən çox *Pleurotus ostreatus* QF-18 göbələyinə məxsus olsa da, zülalla substratı zənginləşdirməyə görə isə *Panus tigrinus* NU-32 ştamını fərqlənir. O ki, qaldı ayrı-ayrı substratların deqradasiya dərəcəsinə, bu halda da müəyyən fərqlər olsa da, iynəyarpaqlı bitkilərə aid tullantıların əmələ gəldiyi formada mikrobioloji konversiyaya uğraması həddindən artıq zəif gedir və istənilən variantda liqnin və sellülozanın deqradasiya olunan miqdarı birlikdə 10%-ə belə çatmır. Digər substratlar, yəni pambıq çöpləri və kartofun yerüstü hissəsində isə deqradasiya yüksək səviyyədə baş verir və zülalla zəngin olan biokütlə əmələ gəlir. Bu mərhələnin yekunu kimi, sonrakı tədqiqatlar üçün substrat kimi enliyarpaqlı bitkilərə xas olan ağac qırıntıları və kartof bitkisinin (KB) yerüstü hissəsi seçilmişdir. Bioloji agent kimi isə, *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* QF-118 ştamı seçilmişdir. Bu ştamların seçilməsində əsas kimi bütün göstəricilərin ümumən yüksək olması və konkret göstəricisi yüksək olanlardan isə az fərqlənmələri, eləcə də yeməli göbələklər kateqoriyasına aid olmaları götürülmüşdür.

Aktiv produsent kimi seçilən göbələklərin qeyri-ərzaq təyinatlı bitki (enliyarpaqlı, kartof və pambıq) tullantılarının

Cədvəl 4.1.

Qeyri-ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının mikrobioloji koversiyası(10 gün)

Göbələklər	Çəki itkisi, %	Deqradasiyası(%)		Zülal(%)	
		sellülozanın	liqнинin	ilkin	son
1	2	3	4	5	6
Enliyarpaqlı bitkilərdən alınan tullantılar					
<i>Bjerkandera adusta</i>	22,1	37,9	37,4	2,7	7,9
<i>Cerrena unicolor</i>	21,2	35,1	37,5		7,8
<i>Fomes fomentarius</i>	19,2	34,5	34,8		7,5
<i>Ganoderma lipsence</i>	20,1	35,2	35,1		7,9
<i>G.lucidum</i>	19,3	34,7	33,8		7,7
<i>Phellinus igniarius</i>	19,9	35,6	34,7		7,4
<i>Panus tigrinus</i>	22,1	37,5	37,7		8,4
<i>Pleurotus ostreatus</i>	23,2	37,0	37,8		8,0
<i>Trametes hirsuta</i>	21,0	33,7	38,5		7,5
<i>T.versicolor</i>	20,6	31,7	38,0		7,3
İynəyarpaqlı bitki tullantıları					
<i>Bjerkandera adusta</i>	4,1	4,7	5,0	2,5	3,1
<i>Cerrena unicolor</i>	4,0	4,5	4,2		3,0

Cədvəl 4.1-in davamı

1	2	3	4	5	6
<i>Fomes fomentarius</i>	3,2	3,4	3,4	2,5	2,9
<i>Ganoderma lipsence</i>	2,9	3,2	3,1		2,8
<i>G.lucidum</i>	2,7	3,4	3,3		3,0
<i>Phellinus igniarius</i>	2,3	3,1	2,9		2,8
<i>Panus tigrinus</i>	3,1	3,5	3,2		3,6
<i>Pleurotus ostreatus</i>	4,1	3,7	3,4		3,7
<i>Trametes hirsuta</i>	2,8	3,1	3,3		2,9
<i>T.versicolor</i>	2,6	3,1	3,0		2,8
PB					
<i>Bjerkandera adusta</i>	20,1	34,7	35,0	2,1	7,0
<i>Cerrena unicolor</i>	19,0	34,5	34,9		6,9
<i>Fomes fomentarius</i>	18,2	33,0	33,8		6,0
<i>Ganoderma lipsence</i>	17,9	32,7	33,8		6,1
<i>G.lucidum</i>	17,2	34,0	34,9		6,6
<i>Phellinus igniarius</i>	18,2	35,1	36,9		6,9
<i>Panus tigrinus</i>	20,1	36,5	37,0		7,0
<i>Pleurotus ostreatus</i>	21,2	36,3	37,4		7,4
<i>Trametes hirsuta</i>	2,8	33,1	38,3		6,6

Cədvəl 4.1-in davamı

1	2	3	4	5	6
<i>T.versicolor</i>	2,6	32,1	38,0	2.1	6,3
TB					
<i>Bjerkandera adusta</i>	24,1	36,7	36,0	2,5	7,2
<i>Cerrena unicolor</i>	24,0	35,5	37,2		7,0
<i>Fomes fomentarius</i>	23,2	31,5	32,1		6,0
<i>Ganoderma lipsence</i>	22,9	32,5	33,8		6,4
<i>G.lucidum</i>	22,7	33,1	33,6		6,5
<i>Phellinus igniarius</i>	22,3	33,4	33,9		7,1
<i>Panus tigrinus</i>	23,1	37,5	38,2		7,7
<i>Pleurotus ostreatus</i>	24,1	37,7	38,4		7,8
<i>Trametes hirsuta</i>	22,8	34,2	39,8		7,0
<i>T.versicolor</i>	22,6	33,8	39,0		6,8

mikrobioloji konversiyası prosesinin optimallaşdırılması ilə əlaqədar tədqiqatlar aparılmış və prosesin effektivliyini təmin edən şərait tapılmışdır ki, bunlar da aşağıdakı kimi olmuşdur: Substratın nəmliyi – 60,4-62,5%; Əlavə azot mənbəyi – NH_4NO_3 - 0,037-0,038% (azota görə); ilkin pH -6,5-6,7; əkin materialı - 1% ağac qırıntısından ibarət, 5 günlük biokütlə və becərmə müddəti -240 saat. Optimallaşdırılma nəticəsində (əlavə mineral azot mənbəyinin $\text{-NH}_4\text{NO}_3$, inokulyatın hazırlanması və müddətinə görə optimallaşdırılmış)

konversiya prosesinin effektivliyi ilkin götürülənlə müqayisədə daha 7-11% yüksəldilməsinə nail olunmuşdur. Belə optimalaşdırılmış şəraitdə enliyarpaqlı bitkilərdən alınan məhsulun (biokütlənin) biokimyəvi analizi onların gələcəkdə ilk növbədə yem kimi istifadəsinin məqsədəuyğun olmasını qeyd etməyə imkan vermişdir(cəd. 4.2). Buna da əsas kimi əldə edilən biokütlənin toksikliyə malik olmaması, həmz etmə qabiliyyətlərinin 1,7-2,0 dəfə ilkin substratdan yüksək olması, liqnosellüoza kompleksinin çətin hidroliz olunan komponentlərinin xüsusi çəkisinin az olması, digər bioloji aktiv maddələrlə zəngin olması və s. nəticələri qeyd etmək olar.

Cədvəl 4.2

BFF şəraitində tullantıların(enliyarpaqlı ağaclardan alınan) mikrobioloji konversiya zamanı(10 gün) alınan məhsulların biokimyəvi analizi(%)

Tərkib komponentləri	<i>P.tigrinus</i> NU-32	<i>P.ostreatus</i> NU -118	Nəzarət
Sellüloza	23,4	23,2	34,3
Liqnin	22,7	23,9	32,5
Həll olan şəkərlər	2,1	2,0	1,7
Zülal	7,8	8,1	2,3
Lipidlər	2,7	3,0	1,0
Nuklein turşuları	0,76	0,82	0,2
Kül	2,3	2,4	2,1
Həzm olunma qabiliyyəti	58,4	56,0	27,8

İynəyarpaqlı bitkilərdən alınan tullantıların mikrobioloji konversiyasının birbaşa effektiv olmamasına görə tədqiqatlarda onların kompleks şəkildə istifadəsinə

istiqamətlənmiş tədqiqatlar da aparılmışdır. Bu məqsədlə aktiv prodüsent kimi seçilmiş *P.ostreatus* NU-18 göbələyindən istifadə edilmiş və iynəyarpaqlı bitkilərdən alınan tullantılar müxtəlif nisbətlərdə digər tullantılarla, eləcə də buğda kəpəyi (BK) ilə qarışdıraraq mikrobioloji konversiya prosesinə cəlb edilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, tətbiq edilən yanaşma iynəyarpaqlı bitkilərin tullantılarının mikrobioloji konversiyasını sürətləndirir (cəđ.4.3). Göründüyü kimi, ən yüksək effekt BK-dan istifadə etdikdə (2:1 nisbətində) müşahidə olunur və bu halda bütün göstəricilər digər variantlarla müqayisədə yüksək olur. Bu da öz növbəsində enliyarpaqlı bitkilərdən alınan

Cədvəl 4.3.

İB-dən alınan tullantılarının mikrobioloji koversiyasına müxtəlif əlavələrin təsiri(10 gün)

Substratlar(nisbət)	Çəki itkisi, %	Deqradasiyası(%)		Zülal(%)	
		sellüloza	liqنین	ilkin	son
Enliyarpaqlı bitkilərdən alınan tullantılar					
İB+EB (1:1)	18,7	26,9	27,0	2,6	7,9
İB+EB(2:1)	16,0	20,7	20,5	2,5	5,7
İB+EB(3:1)	10,5	12,5	12,7	2,4	4,2
İB+TB(1:1)	19,6	28,2	27,4	2,2	7,9
İB+TB(2:1)	17,0	21,6	20,6	2,3	5,8
İB+TB(3:1)	11,6	14,1	14,0	2,4	4,0
İB+BK(1:1)	21,4	31,1	30,9	8,7	14,3
İB+BK(2:1)	21,5	32,3	33,4	6,5	10,5
İB+BK(3:1)	16,0	24,0	23,8	4,4	6,1
İB+EB+KB+BK (1:1:1:1)	18,9	29,8	29,7	4,0	9,2

bərk tullantıların istifadəsi ilə bağlı olan metod və yanaşmaların tükənmədiyini və onların da təkrar istifadəyə cəlb edilməsi üçün əlavə imkanlar yaradır.

4.2.Qeyri-ərzaq təyinətli bitkilərdən alınan tullantıların enzimoloji konversiyası

Tədqiq edilən tullantıların enzimoloji konversiyası ilə əlaqədar aparılan tədqiqatlarda aydın oldu ki, bu məsələdə feremntlərin alınma mənbəyi kimi elə aktiv produsent kimi seçilən göbələk ştamlarından istifadə etmək mümkündür. Belə ki, hər iki göbələk 1%-li tullantıdan ibarət qidalı mühitdə becərmə zamanı liqnosellüoza tərkibli substratların tərkibindəki polimerləri deqradasiya edən fermentlərin hamısını, yəni həm oksidazaları, həm də hidrolazaları aktiv şəkildə sintez edə bilir ki, bu öz təsdiqini başqa mərkəzdə aparılan tədqiqatlarda da tapıbdir. Bu göbələklərdən məlum metodlara müvafiq alınan texniki ferment preparatından (TFP) istifadə etməklə tullantıların fermentativ hidrolizi zamanı alınan nəticələrdən aydın oldu ki, İB-nin bərk tullantıları da digər tullantılar kimi hidroliz prosesinə uğrayırlar və bu zaman ümumi şəkər çıxımı hətta bəzi hallarda digərləri ilə müqayisədə bir qədər də yüksək ola bilir (cə.d. 4.4). Göründüyü kimi, ümumi şəkər çıxımının göstəricisi həm substratdan, həm də istifadə edilən TFP-nin alınma mənbəyindən asılı olaraq dəyişir. Buna səbəb isə həm tullantıların kimyəvi tərkib elementlərinin miqdar göstəricisinin, həm də göbələk ştamlarının sintez etdikləri ferment sisteminə daxil olanların aktivlik nisbətlərinin, eləcə də sistemə daxil olan ayrı-ayrı fermentlərin katalitik aktivliyini xarakterizə edən kinetik parametrlərin (adsorbsiya qabiliyyəti, ingibirləşmə əmsalı, termostabillik və s.) fərqli olmasıdır.

Cədvəldə verilən göstəricilərin, yəni substratın və texniki ferment preparatının qatılığı, temperatur və müddət bu sahədə tədqiqat aparən tədqiqatçıların işində optimallaşdırma nəticəsində əldə etdiyi məlumatlara əsasən

Cədvəl 4.4

Bitki tullantılarının fermentativ hidrolizi

İstifadə edilən substratlar	Substrat (q/l)	TFP (q/l)	T ⁰ C	Müddət (saat)	Ümumi şəkər çıxımı (q/l)
<i>Panus tigrinus</i> NU-32					
İB	100	0,04	40 ⁰ C	24	13,4
EB					14,5
PB					12,1
TB					12,3
<i>P.ostreatus</i> NU-18					
İB	100	0,04	40 ⁰ C	24	14,6
EB					15,8
PB					11,7
TB					12,6

seçilmişdir. Bu göstəricilərin bütün substratların fermentativ hidroliz prosesi üçün ən optimal olub olmaması da bəzi göstəricilərə görə dəqiqləşdirilmişdir. Alınan nəticələr ümumiləşdirilmiş şəkildə 4.5-ci cədvəldə verilir. Göründüyü kimi, substratların və texniki ferment preparatlarının qatılıq göstəricisi ümumən universal xarakter daşıyır, lakin bu öz təsdiqini temperatur və fermentasiyanın davam etmə müddətində fərqli biruzə verir, belə ki, temperaturun 2⁰C yüksəldilməsi, fermentasiya müddətinin *Panus tigrinus* NU-32 göbələyindən alınan TFP-nin istifadəsi zamanı 3 saat, *P.ostreatus* NU-18 göbələyindən alınan TFP-nin istifadəsi

zamanı isə 5 saat qısaldılmasına nail olmaq olur. Müddətin qısaldılması demək olar ki, eyni miqdarda şəkər alınmasına imkan verməsi optimallaşdırılma prosesinin hələdə müəyyənləşmə mənada fərdi xarakter daşıyan bi yavaşma kimi qeyd edilməsinə imkan verir.

Cədvəl 4.5

Qeyri-ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının fermentativ hidrolizi zamanı şəkər çıxımının maksimal göstəricisinin əldə edilməsinə imkan verən şərait

Substratın alınma mənbəyi	Substratın qatılığı (q/l)	TFP-nin miqdarı (q/l)	T ⁰ C	Müddət (saat)	Ümumi şəkər çıxımı (q/l)
<i>Panus tigrinus</i> NU-32					
İB	10	0,04	42 ⁰ C	21	13,3
EB					14,5
PB					12,0
TB					12,2
<i>P.ostreatus</i> NU-18					
İB	10	0,04	42 ⁰ C	19	14,6
EB					15,7
PÇ					11,7
TB					12,5

Tədqiqatların sonunda optimal şəraitdə alınan hidrolizatların kimyəvi tərkibi analiz edilmişdir. Alınan hidrolizatların da kimyəvi tərkibi fərqli olsada, hamısının tərkibində əsasən qlüko-mannaların üstünlük təşkil etməsi

müəyyən olunmuşdur ki, onların da arasında qlükozanın miqdarı 41-72% təşkil etməsi müəyyən edilmişdir(cəđ. 4.6).

Cəđvəl 4.6

Qeyri-ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının fermentativ hidrolizi zamanı əmələ gələn hidrolizatın kimyəvi tərkibi(%)

Substratın alınma mənbəyi	Qlükoza	Mannoza	Qalaktoza	Başqaları
<i>Panus tigrinus</i> NU-32				
İB	71,0	12,1	9,3	5,8
EB	69,8	12,5	8,3	5,4
PB	41,0	21,9	19,7	17,4
TB	62,9	15,9	11,5	9,7
<i>P.ostreatus</i> NU-18				
İB	70,3	15,7	6,2	7,8
EB	72,0	16,6	10,3	11,1
PB	43,2	22,4	16,2	18,2
TB	56,7	19,2	14,3	9,8

TƏDQIQATLARDA ƏLDƏ EDİLƏN NƏTİCƏLƏRİN YEKUN TƏHLİLİ

Bərpa olunan tullantıların səmərəli utilizasiyası və ya praktiki tələbat baxımında yararlı hala salınmasına həsr olunmuş tədqiqatların XX əsrin ikinci yarısından aparılmasına baxmayaraq, bu gün bu tullantıların utilizasiyası öz həllini geniş planda tapmayıbdır və hər il əmələ gələn tullantıların əhəmiyyətli hissəsi istifadəsiz qalır

və əsasən ətraf mühitin çirklənmə mənbələrindən biri rolunu oynayır. Bu qəbildən olan tullantılar arasında qeyri-ərzaq təyinatlı bitkilərin, ilk növbədə oduncaqlıların istifadəsində sonra əmələ gələn hər miqdarına, həm də istifadə sahələrinə görə digərlərindən fərqlənir və bu da onların tərkibində *“mürəkkəb polimerlərin miqdarının həm çox olması, həm də kənar təsirlərə, o cümlədən mikroorqanizmlərin təsirinə nisbətən davamlı olan molekulyar üstü struktur”*¹² əmələ gətirməsi ilə bağlıdır.

Bərpa olunan bitki tullantıları, o cümlədən qeyri-ərzaq təyinatlılarla bağlı olan problem Azərbaycan Respublikası üçün də yad deyil və hər il ölkə ərazisində əmələ gələn bu tip tullantıların miqdarı “yüz min tonlarla ölçülür” və bu tip tullantıları olan münasibət dünyada olanlardan nəinki fərqlənmir, hətta bir qədər də mürəkkəbdir. Belə ki, Azərbaycan Respublikası az meşəli ölkələr sırasına daxildir və bu səbəbdən də taxta istehsalı üçün istifadə edilən materiallar ölkəyə əsasən xaricdən, ilk növbədə Rusiya Federasiyasından gətirilir və oradan gətirilən materialların da əksəriyyəti iynəyarpaqlı bitkilərə xasdır. Bunların da istifadə imkanları tərkiblərindəki qətranlı birləşmələr görə də bir qədər çətinləşir.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan işdə Azərbaycan Respublikası ərazisində əmələ gələn əsasən qeyri-ərzaq təyinatlı bitki materiallarından istifadə zamanı əmələ gələn tullantıların biokonversiyaya cəlb edilməsi bir məqsəd olaraq qarşıya qoyulmuşdur.

¹² Obeng, E.M., Adam, S.N.N., Budiman, C. et al. Lignocellulases: a review of emerging and developing enzymes, systems, and practices.//Bioresour. Bioprocess, 2017., 4, 16. <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0146-8>

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün müəyyən edilən vəzifələri yerinə yetirilməsi nəticəsində alınan nəticələrdən aydın oldu ki, Azərbaycan Respublikasında da da qeyri ərzaq təyinatlı bitkilərin istifadəsindən sonra, eləcə də ərzaq təyinatlı bitkilərin həmin məqsədə yaramayan hissələrindən əmələ gələn tullantılar Azərbaycan şəraitində də də kifayət miqdarda əmələ gəlir və onların təkrar emala və ya istehsala cəlb edilməsi də o qədər ürəkaçan vəziyyətdə deyil. Baxmayaraq ki, istər iynəyarpaqlı, istər enliyarpaqlı bitkilərin istifadəsindən, istərsə də pambıq, pomidor və kartof kimi bitkilərin yerüstü hissələrindən yaranan tullantıların kimyəvi tərkibində biokonversiyaya cəlb edilməsi perspektiv vəd edən birləşmələr, ilk növbədə polisaxaridlər kifayət qədərdir. Buna baxmayaraq, bu tullantılar həm də mikroorqanizmlərin, o cümlədən göbələklərin qidalanma yerlərindən biri olması, həm də bu tullantıların fitotoksiki aktivliyə malik olmalarına, bunun da nəticəsi kimi bioloji çirklənməyə səbəb olmaları da öz təsdiqini tədqiqatlarımızda eksperimental olaraq tapmışdır ki, bu faktın özü də həmin tullantıların biokonversiyaya cəlb edilməsinin ekoloji mülahizələrə görə də aktual olmasını da gücləndirən ciddi faktorlardandır.

Həm iqtisadi, həm ekoloji mülahizələrə görə aktual olan bu məsələnin, ilk növbədə tərkibində qətranlı birləşmələr olan iynəyarpaqlı bitkilərin istifadəsi zamanı əmələ gələn tullantıların biokonversiyası üçün ksilotrof makromisetlərin ağ çürümə törədən növlərindən istifadə edilməsinin məqsəduyğun hesab edilmişdir. Bunun bir neçə səbəbi vardır ki, onun da birincisi ksilotrof makromisetlərin *“ağ çürümə törədən növlərinin ferment sisteminin daha güclü və rəngarəng olması”*² ilə bağlıdır. Belə ki, onlar canlılar arasında *“liqنینin deqradasiyasını ən intensiv şəkildə həyata*

keçirən orqanzimlərdən hesab edilirlər”¹³. İkincisi, ksilotrof makromisetlərin ağ çürümə törədən sıra növləri yeməli, bəziləri isə konsistensiyasının sərtliyinə görə yeməli olmasa da, dərman əhəmiyyətinə malikdirlər ki, bu da onlardan istifadə edilən zaman alınan məhsulların qida, yem və hətta tibbi məqsədlərdə istifadəsinə imkan verə bilər.

Bərpa olunan qeyri-ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının bəzilərinin tərkibində qətranlı birləşmələrin olmasına görə onların biokonversiyası prosesinin, ilk növbədə mikrobioloji tipinin reallaşmasında müəyyən problemlər yaranır ki, bunun da aradan qaldırılması üçün isə bioloji agentlərin böyüməsini sürətləndirən başqa tullantıların əlavə edilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir.

Əldə edilən nəticələrin əsasında bərpa olunan bitki tullantılarının, o cümlədən iynəyarpaqlı bitkilərə aid olanların bioloji konversiyasını əlverişli göstəricilərlə həyata keçirilməsinin elmi və praktiki əsasları işlənib hazırlanmışdır. Bunlar da öz əksinin aşağıda qeyd edilən 6 yekun nəticə və 3 praktiki tövsiyyə şəklində ifadə edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Azərbaycan şəraitində əmələ gələn və qeyri-ərzaq təyinatlı məhsulların aqreqat halı bərk olan tullantılarının da miqdarı çox olsa da, onların tərkibində biokonversiya prosesinə cəlb ediləcək komponentlər kifayət qədər olsa da, hazırda onların təkrar emala cəlb edilməsi və

¹³ Di Lella S, La Porta N, Tognetti R, Lombardi F, Nardin T, Larcher R. White rot fungal impact on the evolution of simple phenols during decay of silver fir wood by UHPLC-HQOMS. //Phytochem Anal. 2022; 33(2):170-183.

biotexnologiya sənayesinin xammal bazasının genişləndirilməsi baxımından istifadəsi qənaətbəxş səviyyədə deyil[4].

2. Müəyyən edilmişdir ki, qeyri-ərzaq təyinatlı məhsulların tullantıları eyni zamanda göbələklərin qida mənbələrindən biridir ki, bu da eyni zamanda həmin tullantıların göbələklərin həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdiyi müxtəlif, o cümlədən fitotoksiki aktivliyə malik metabolitlərinin toplanma yerlərindən biri rolunu oynamasına imkan verir. Tullantıların fitotoksiki aktivliyinin yüksəlməsinə ciddi təsir edən amillərdən biri onun ilkin nəmliyidir ki, bunun da 10%-dən yüksək olmasına müvafiq olaraq fitotoksiki aktivlik yüksəlir və nəticədə bioloji çirklənmənin yüksəlməsi səbəbindən əlavə ekoloji problemin də yaranmasına səbəb ola bilər[10].
3. Tərkiblərində sellüloza, liqnin, hemisellüloza və s. kimi mürəkkəb polimerlərin olmasına görə qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların utilizasiyası üçün təbii şəraitdə ağ cürümə törədən göbələklərdən istifadə edilməklə mikrobioloji konversiyasının bərk fazalı fermentasiya şəraitində aparılması həm ekoloji, həm də iqtisadi mülahizələrə görə əlverişlidir. Hər iki prosesin effektiv baş verməsi üçün isə aktiv prodüsent kimi *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* NU-118 kimi göbələklərdən istifadə edilməsi məqsədəuyğundur[1-3, 7].
4. Aktiv prodüsent kimi seçilmiş *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* NU-118 göbələklərdən istifadə

edilməklə enliyarpaqlı ağaclara məxsus tullantıları tərkibi zülall və digər bioloji aktiv maddələrlə zəngin olan, toksikliyi olmayan, həzm etmə qabiliyyəti 2 dəfəyədək yüksələn məhsula çevirmək mümkündür, bunun üçün əlavə azot mənbəyi kimi , becərilmənin 28⁰C-də aparılması, əkin materialı kimi 1%-li tullantıdan ibarət mühitdə 5 gün müddətin becərilmə nəticəsindən əldə edilən biokütlədən istifadə edilməsi və becərilmənin 10 gün müddətinə aparılması maksimal nəticənin əldə edilməsinə imkan verir[5-6, 11].

5. Qeyri-ərzaq təyinatlı məhsulların tullantıları arasında iynəyarpaqlı bitkilərin tullantıları da yer alır və onların mikrobioloji konversiyasını onların kimyəvi tərkibindəki fitonsid təbiətli birləşmələrin olmasına görə effektiv şəkildə həyata keçirmək mümkün olmur, lakin onların göbələklər üçün əlverişli olan digər substrallarla, ilk növbədə buğda kəpəyi ilə qarışdırılması onların da effektiv istifadəsini reallaşdırmağa imkan verir. Nəticədə alınan məhsulda zülalların miqdarının, həzm olunma qabiliyyətinin, eləcə də digər göstəricilərin əhəmiyyətli şəkildə yaxşılaşdırılmasına imkan verən şərait tapılmışdır[8-9].
6. Mikrobioloji konversiya üçün aktiv prodüsent kimi *P.tigrinus* NU-32 və *P.ostreatus* NU -118 göbələklərindən alınan texniki ferment preparatlarından qeyri-ərzaq təyinatlı tullantıların

enzimoloji hidrolizində də istifadə edilməsi əlverişlidir. Belə ki, bu zaman alınan hidrolizatın tərkibi əsasən qlüko-mananlardan ibarət olur və qlükozanının miqdarı 41-72% arasında təşkil edir[6, 11].

PRAKTIKİ TÖVSIYYƏLƏR

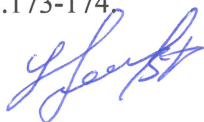
1. Bərpa olunan bitki tullantıları, o cümlədən iynəyarpaqlı bitkilərin istifadəsindən sonra yarananlar biotexnologiya və mikrobiologiyaya əsalanan istehsal sahələrinin xammal bazalarının genişləndirilməsinə görə əlverişli göstəricilərlə xarakterizə olunurlar və onların bu məqsədlərdə istifadəsinə əsalanan istehsal sahələrinin qurulması vacibdir.
2. Bərpa olunan bitki tullantılarının ətraf mühitin çirklənməsi, o cümlədən bioloji agentlərlə çirklənməsinin qarşısının alınması üçün onların əmələ gəldiyi yerlərdə nəm halda uzun müddət qalmasının qarşısının alınmasına istiqamətlənmiş tədbirlər görülməlidir.
3. Bərpa olunan qeyri ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının bioloji, ilk növbədə mikrobioloji konversiya prosesini bioloji agentlərin nisbətən asan mənimsənən başqa bitki tullantılarında istifadə etməklə həyata keçirilməsi prosesin effektiv şəkildə yekunlaşması üçün vacidir

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSUNA AİD DƏRC EDİLƏN ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. Hüseynova Ə.Ə., Musayeva V.H., Nemətova Ü.V. “Bitki mənşəli müxtəlif tullantıların utilizasiyasının bioloji metodları/“Müasir Biologiyanın İnnovasiya

- Problemləri” mövzusunda IV Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları (16-17 may). Bakı: BDU, 2014, s.184
2. Musayeva V.H., Neymətova Ü.V., Hüseynova Ə.Ə., Baxşəliyev A.Y. Bazidilli göbələklərin ksilotrof növlərindən liqnosellüloza tərkibli bitki substratlarının biokonvensiyasında istifadənin perspektivləri//AMEA Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, 2016, c.14, № 1, s. 325-329
 3. Гахраманова Ф.Х., Рагимова М.М., Нематова У.Г., Бахшалиев А.Е. Биоконверсия как эффективный метод для рационального использования различных отходов растительного происхождения.// АМЕА Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı ş., 2017, c. 15, № 1, s.312 – 316
 4. Baxşəliyev A.Y., Musayeva V.H., Neymətova Ü.V., Axundova S.M. Tullantılar: Əmələ gəlmə mənbələri, tərkibi və istifadə perspektivləri//AMEA Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, 2018, c. 16, № 1, s.200 – 205
 5. Neymətova Ü.V. Bərk halda olan qeyri-ərzaq təyinatlı bitki tullantılarının biokonversiyası//AMEA Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, 2018, c. 16, № 2, s.89-96
 6. Nemətova Ü.V. Qeyri-ərzaq təyinatlı tullantılar və onların utilizasiya imkanları//“Müasir biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi konfransın materialları., 2019, s.85-87
 7. Бахшалиева К.Ф., Бахшалиев А.Э., Алыева Б.Н., Мусаева В.Г., Нематова У.В. Биоконверсия как эффективный метод для рационального

8. Bakhshaliyeva K.F., Bunyatova L.N. Nematova U.V., Muradova-Kalayeva I. A., Ragimov E.M. Microbiological safety of some food items and substances with functional activity (Review) // International Journal of Advanced Research in Biological Sciences(India), 2019, 6(4), p. 30-34
9. Бахшалиев А. Е., Мусаева В. Г., Гусейнова А. Э., Нематова У. В., Гасанова А. Р. Биохимический состав продуктов, полученных путем микробиологической конверсии лигноцеллюлозных субстратов мицелиальными грибами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, - 2020. -№04. -с. 7-11.
10. Нематова У. В. Характеристика количественного состава микобиоты отходов непродовольственных товаров растительного происхождения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, 2021, №10, с.50-53
11. Nematova U.V., Tomuyeva G.A., Agayeva Z.T., Bakshaliyeva K.F. Bioconversion of non-food waste// Материалы I международной научно-практической конференции «Инновационные биотехнологии для охраны окружающей среды: от теории к практике» (Белорусия, г.Минск, 23-25 апрел 2024). -Минск, -2024, с.173-174.



Dissertasiyanın müdafiəsi 25 dekabr 2024-cü il tarixində saat 11.00 ARETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BFD 1.07/1 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1004, Bakı ş., A.Abbasadə 115.

Dissertasiya ilə ARETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun rəsmi internet saytında (<https://azmbi.az/index.php/az/>).yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 23 noyabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 15.11.2024

Kağızın formatı: 60x84 ¹/₁₆

Həcm: 39299

Tiraj: 100