DOI:10.26104/IVK.2023.45.557

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 3, 2023

Чыналиева А.К., Мажитова А.Т.

БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫК ЫКМАЛАР МЕНЕН МӨМӨ ЖАНА ЖАШЫЛЧА ӨНӨР ЖАЙ КАЛДЫКТАРЫН ВАЛОРИЗАЦИЯЛОО (адабиятка сереп)

Чыналиева А.К., Мажитова А.Т.

ВАЛОРИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (обзор литературы)

A. Chynalieva, A. Mazhitova

VALORIZATION OF INDUSTRIAL FRUIT AND VEGETABLES WASTE BY BIOTECHNOLOGICAL METHODS *(literature review)*

УДК: 677.504.06:372.852

Дүйнө жүзү боюнча чыгарылган таштандылардын 1/3 бөлүгүн тамак-аш таштандылары түзсө, анын жарымы мөмө жана жашылча жемиштерден чыккан таштандыларга туура келет. Мындай таштандылар курамында абдан баалуу болуп саналган биологиялык активдүү кошулмаларды: каротиноид, флавоноид, полифенол, танин жана лигниндерди, ошондой эле витамин, фермент, тамак-аш булаларын, майларды кармашат. Мөмө жана жашылча калдыктары менен бирге бул баалуу заттар таштанды полигондоруна ыргытылат. Кыргызстанда мөмө жана жашылча иштетүүчү ишканаларда таштандыларды иштетүү системалары жакшы өнүкпөгөндүктөн, өндүрүштөн чыккан калдыктар таштанды полигонуна ыргытылат же фермерлер аларды малга жем, жер семирткич катары колдонуп келет. Бул макалада мөмө-жемиш таштандыларын малга жем, жер семирткич катары пайдалануудан сырткары, биотехнологиялык ыкмаларды колдонуу менен кайра иштетип, андан органикалык кислоталар, ферменттер жана пигменттерди алууга мүмкүн экендигин далилдеген илимий иштер жөнүндө маалыматтар келтирилген. Мындай иштердин ичинен кайра иштетүү технологиясы жөнөкөй жана экономикалык жактан үнөмдүү болгон ыкмалар деталдуу түрдө талданган.

Негизги сөздөр: *мөмө-жемиш таштандылары, өндүрүштүк таштандылар, кайра ишетип баалоо, биотехнологиялык ыкмалар, ферментация, микроорганизмдер, органикалык кислота, фермент, пигмент.*

Из выбрасываемых отходов по всему миру больше 1/3 часть составляют пищевые отходы. Почти половину из них составляют отходы из фруктов и овощей. Такие отходы содержат в себе очень ценные вещества как: каротиноиды, флавоноиды, полифенолы, танин и лигнины, также витамины, ферменты, клетчатки, масла. Все эти вещества выбрасываются на мусорные полигоны. В предприятиях Кыргызстана перерабатывающие плодоовощей, система по переработке производственных отходов, очень слабо развита. Эти отходы выбрасываются на мусор или фермеры используют их как корм для животных и удобрения. В данной статье приводятся обзорные информации о научных исследовательских работах по валоризации фруктовых отходов, кроме как использования их в качестве удобрения или кормов для животных. В этих работах описываются биотехнологические методы получения органических кислот, ферментов и пигментов. Среди них подробно анализируются методы, где технология переработки проста и экономична.

Ключевые слова: *отходы, валоризация, ферментация, микроорганизм, органическая кислота, фермент, пигмент.*

1/3 of the waste thrown around the world is food waste and almost half of that is fruit and vegetable waste. Such waste are contain a high amount of valuable biologically active compounds such as: carotenoids, flavonoids, polyphenols, tannins and lignins, as well as vitamins, enzymes, fiber, oils. In the enterprises of Kyrgyzstan processing fruits and vegetables, the system for processing industrial waste is underdeveloped. This waste is thrown into the landfills and causes severe damage to the environment or farmers use it as animal feed and fertilizer. This article reviews the scientific researches on valorization of fruit and vegetable waste, with the exception of its use as fertilizer or animal feed. These researches describe biotechnological methods for producing organic acids, enzymes and pigments. The simple and cost-effective waste processing technologies are analyzed in detail as well.

Key words: *waste, valorization, fermentation, microorganism, organic acid, enzyme, pigment.*

Киришүү. Тамак-аш жана айыл-чарба организациясынын (FAO) маалыматы боюнча дүйнө жүзүндө жылына 1.3 миллиард тонна таштанды чыкса, анын 30-40%ын тамак-аш таштандылары түзөт [1]. Бул таштандылардын 40-50%ы мөмө жана жашылчаларга туура келет. Мындай таштандылар курамында каротиноид, флавоноид, полифенол, танин жана лигниндер сыяктуу абдан баалуу биологиялык активдүү кошулмаларды, ошондой эле витаминдерди, ферменттерди, тамак-аш булаларын жана майларды камтышат. Көпчүлүк учурда, мындай баалуу заттар таштандыга пайдасыз ыргытылат. Ал эми бул таштандылардын жаратылышка тийгизген таасири өтө эле коркунучтуу абалда турат. Өндүрүштүк таштандыларды кайра иштетүү иштери жүргүзүлбөгөндүктөн калдыктар таштандыга ыргытылып, алар таштанды полигонунда бузулуп, парник газын бөлүп чыгарып, микробиологиялык баш аламан ажыроонун негизинде жер катмарынын курамын бузулуусуна, муну менен бирге таза суунун булактарынын булгануусуна себепчи болуп жатат [2]. Ошондой эле, өндүрүлгөн азыктардын кандайдыр бир көлөмүнүн пайдасыз ыргытылышы жана таштанды полигонуна төгүлүшү өндүрүшчү үчүн кошумча чыгымдарды жаратат.

Кыргыз Республикасынын Айыл чарба министирлигинин 2021–жылынын статистикасы боюнча эң көп көлөмдө өндүрүлгөн мөмөлөрдүн катарында алма

DOI:10.26104/IVK.2023.45.557

(140535 т), өрүк (52262 т), алмурут (13170 т) жана жүзүм (785) турат [3]. Ал эми кайра иштетүүчү ишканаларда алма, алмурут, өрүк жана алча көбүрөөк иштетилет. Алманы кайра иштетүүчү чакан бир ишкананы мисалга алып карап көрсөк, суткасына болжолдуу 10-15 т алма кайра иштетилет жана анын 30-35%ы таштандыга кетет. Ар бир ишкана бир эле алмадан орто эсеп менен жылына 14 т таштанды чыгарат [4]. Өлкө боюнча жашылча жана мөмө-жемиштерди иштетүүчү 6 ири жана 27 чакан ишкана бар [5]. Бул ишканалардан чыккан мөмө жемиш таштандылары малга тоют, жер семирткич катары колдонулат же таштанды полигонуна ташталат.

Мөмө-жемиш калдыктары абдан баалуу чийки зат болгондугу көптөгөн илимий изилдөөлөрдө далилденген. Алма калдыктарынын курамында азот, гемицеллюлоза, лигнин, пектин, клетчатка, белок, липид, глюкоза, фруктоза, сахароза, арбиноза, галактоза жана ксилоза камтылат [6]. Өрүк калдыктары кабыгынан, данегинен жана данек кабыктарынан турат. Абрикос данеги курамыда 45-50% май, 23.6-26.2% белок, 4.2% күл, 5.42% клетчатка, 8.2% углевод камтыйт. Ал эми май алуудан калган сыгындысынын курамында 34.5% белок бар [7]. Ошондой эле 8.1% декстроза түрүндө кант камтыйт [8]. Жүзүм ширесин алууда 13-20%ын жүзүм сыгындысы түзөт [9]. Сыгындынын курамында 15% кант, 0.9% фенолдук заттар жана пигменттер, 5.0-7.5% тартраттар, 30-40% клетчатка, 9-12% белок бар [10]. Алмурут калдыктарынын курамын глюкоза, фруктоза, галактоза, ксилаза, манноз жана арабиноз түзөт.

Мөмө-жемиш таштандыларын кайра иштетүү, аларды арзан чийки зат катары колдонуу, экономикалык жана экологиялык жактан пайдалуу. Биотехнологиялык ыкмалар менен кайра иштетүү эң жөнөкөй жана айлана-чөйрө үчүн да коопсуз болгондугу изилдөөлөрдүн жыйынтыгы аркылуу далилденүүдө. Мындай ыкмаларды колдонуу менен ар кандай продукцияларды, анын ичинде био отун, органикалык кислоталарды, пектин, антиоксидант, фермент жана биополимерди өндүрүүгө мүмкүн [11].

Биотехнологиялык ыкмалар. Катуу фазада ферментациялоо ыкмасы. Биотехнологиялык ыкмалардын ичинен мөмө жана жашылча калдыктарын кайра иштетүү үчүн эң эффективдүү ыкма болуп катуу фазада ферментациялоо ыкмасы (SSF – solid state fermentation) эсептелинет. Себеби SSF ыкмасында ферментация процесси катуу, кургак же паста сыяктуу коюу чөйрөдө жүргүзүлөт. SSF ыкмасын көбүнчө курамында эркин суусу жок болгон кургак жана инерттик субстраттар үчүн колдонуу пайдалуу [14]. SSF ыкмасынын артыкчылыктарына, алынган продукцияны бөлүп алуу жеңилдиги, микроорганизмдердин бөтөн микрофлора менен булганбоосу, айлана чөйрөгө саркынды суулардын чыкпашы саналат. Ал эми кемчиликтери катары, жылуулукту бир калыпта кармап туруу кыйындыгы жана аралашпаган катмарларда микроорганизмдер үчүн азыктын жетишсиздигин белгилөөгө болот. SSF ыкмасы органикалык кислоталарды, ферменттерди өндүрүүдө көп кызыгууларды жаратып келет [15]. Себеби мөмө-жемиштерди иштетүүдөн чыккан калдыктар жогорку деңгээлде кант, целлюлоза, гемицеллюлоза кармагандыктан SSF ыкмасы үчүн эң ылайыктуу субстрат болуп саналат [16].

Суюк фазада ферментациялоо ыкмасы. Мөмө-жемиш таштандыларын кайра иштетүүдө колдонулган башка бир ыкма – суюк фазада ферментациялоо (SmF – submerged fermentation) ыкмасы. Бул ыкманын артыкчылыктары – аз убакыт сарпталат, алынган продукциялар оңой тазаланат, башка дагы метаболит заттарды кошо өндүрүп алуу мүмкүнчүлүгү бар жана жылуулукту сактоо жагынан оңой. Бирок майдалоо, гомогендештерүү, гидролиздөө сыяктуу алдын ала даярдоо этаптарын талап кылгандыктан өндүрүш калдыктарынын чыгарылышы көбүрөөк жана ошол себептен SSF ыкмасына салыштырмалуу азыраак колдонулуп келет [17]. Мисалы, SmF ыкмасы козу карындардын штаммдары менен ферментациялоодо жакшы жыйынтык бере албайт. Oriol жана кесиптештери алма калдыктарынан пектин өндүрүүдө, SSF ыкмасынын өндүрүмдүүлүгү SmF ыкмасына салыштырмалуу 2-3 эсе жогору болгондугун аныктоо менен бирге SSF ыкмасы мицелиалуу козу карындардын ферментациясы үчүн ыңгайлуу экендигин белгилешкен [18]. Castilho жана кесиптештери липаза өндүрүүдө SSF жана SmF ыкмаларын салыштырып, жыйынтыгында SSF ыкмасы менен фермент өндүрүү SmF ыкмасына салыштырмалуу арзаныраак болгондугун далилдешкен [19].

Негизинен мөмө жана жашылча калдыктары азот, кычкылтек, канттарга бай болгондуктан ферментациялоодо колдонулган микроорганизмдер катары козу карындар жана дрожждор көбүрөөк колдонулат. Мисалы, алма калдыктарын колдонуп ферменттерди алууда *Aspergillus, M.phaseolina, Candida utilis, Trichoderma sp. GIM3.0010, P.chrysosporium ATCC24275 [20], Lactobacillus rhamnosus CECT-288* штаммдары колдонулган [21].

Мөмө жана жашылча жемиш калдыктарынан алынган продукциялар. Уксус. Hasan жана кесиптештери алма кабыгын *Saccaromyces cerevisiae* менен ферментациялап, уксус өндүрүүнү изилдешкен [22]. Бул изилдөө ишинде бир нече сорттогу алма кабыктары жана алма өзөктөрү колдонулган. Алгач алкоголдук ферментация, кийин уксус ферментациясы жүргүзүлгөн. Алынган алма уксусунун pH көрсөткүчү 3.25-3.41, кычкылдуулугу 15.3-23.07 г/л түзгөн. Бул илимий изилдөө лабораторлук шартта жана ал-

DOI:10.26104/IVK.2023.45.557

манын арчылган кабыктары менен жүргүзүлгөндүктөн, реалдуу шартта башка жыйынтыктарды бериши мүмкүн. Ошондуктан, бул ыкманы алма өндүрүшүнөн чыккан калдыктар менен тажрыйба жасап көрүү сунушталат.

Ал эми Alokika жана кесиптештери *Acetobacter pasteurianus* бактериясын колдонуп, алма кабыгынан уксус өндүрүү тажрыйбасын жүргүзүшкөн [23]. Бул илимий иште этил ферментациясы үчүн алма сыгындысынын эзмесин *Red Star* жана *Lalvin EC-1118* коммерциялык ачыткылары менен ферментациялашкан. Андан соң аралашмага камыш патокасын кошуп, *A.pasteurianus SKYAA25* штаммы менен ферментациялашкан. Жыйынтыгында 52.4 г /100 г концентрациядагы уксус кислотасы алынган.

Бул иштердин жыйынтыктарынан, алма кабыктарын ферментациялап этанол, жогорку концентрациядагы уксус кислотасын алуу мүмкүн экендигин көрсөк болот. Уксустун өндүрүмдүүлүгүн жогорулатуу үчүн субстратка кошумча бактерияларды кошуу талап кылынат.

Сүт кислотасы. Алма калдыктарынын курамындагы канттар, глюкоза жана фруктоза сүт кычкыл бактерияларын өстүрүү үчүн эң ылайыктуу субстрат болуп саналат [24]. Gullon B. жана анын кесиптештери алма сыгындысын гидролиздеп, *L. Rhamnosus CECT-288* штаммынын жардамы менен үзгүлтүктүү ферментердо ферментация жүргүзүшкөн. 100 кг кургак алма сыгындысынан 46,5 кг сүт кислотасын, 13.4 кг олигосахарид жана 8,2 кг микробдук масса алынган [25].

Лимон кислотасы. Kumar жана анын кесиптештери алма ширесинин өндүрүшүнөн чыккан алма кабыктарын 4% дуу метанол менен аралаштырып, ага *A.niger van Tieghem MTCC28* штаммын ар кандай температурада инкубациялашкан [26]. Жыйынтыгында 5 саат ичинде 25°C температурдук шартта ферментациялоого караганда, 35°Cда ферментациялоодо лимон кислотасы көбүрөөк бөлүнүп чыккандыгы аныкталган. Ошондой эле, алма калдыктарынан лимон кислотасын алуу үчүн SSF ыкмасы ыңгайлуу экендигин белгилешкен. Ал эми Dhillon жана кесиптештери алма сыгындысын 3%дуу метанол менен иштетип, *A.niger NRRL-567* штаммы менен лабораториялык ферментерде 132 саат бою ферментациялап, жыйынтыгында 40,372 г/л концентрациядагы лимон кислотасын алышкан [27].

Жогорудагы изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын салыштырып, алма калдыктарынан лимон кислотасын алууда *A.niger van Tieghem MTCC28* штаммы менен иштөө аз убакыт ичинде жогорку концентрациядагы лимон кислотасын алууга мүмкүнчүлүк бергендигин көрүүгө болот. Демек, SSF ыкмасын колдонуп, микроорганизмдердин түрүнө жана ферментация убактысына жараша алма кабыктарынан ар кандай өндүрүмдүүлүктөгү лимон кислотасын өндүрүүгө болот.

Фермент өндүрүү. Фермент өндүрүүдө эң көп колдонулган ыкма - SSF ыкмасы жана микроорганизм түрлөрүнөн козу карындар болгондугун илимий адабияттардан көрүүгө болот [28].

Пектиназа. Пектиназа ферментин алууда *Aspergillus* жана *Trichoderma sp.*, *Fusarium moniliforme* жана *Rhizocotonia solani* микроорганизм түрлөрү эң көп колдонулаарын Joshi белгилеген [29]. Пектиназа жана пектинилаза ферменттерин алууда SSF ыкмасы SmF ыкмасына салыштырмалуу жогорку өндүрүмдүүлүккө ээ болгондугу башка бир изилдөөдө аныкталган [30]. Joshi жана кесипештери, алма калдыктарынан *A.niger* штаммын колдонуп, пектиназа ферментин алышкан жана ферментти кара өрүк, өрүк, алмурут, шабдалы ширелерин тундурууга колдонуп жакшы жыйынтыктарга жетишишкен. Ошондой эле, башка микроорганизм түрлөрүн да колдонуу жана өндүрүштүк масштабка өткөрүү үчүн кошумча изилдөөлөр керектигин белгилешкен [31].

Амилаза. Kaur S жана кесиптештери алма калдыктарын *Macrophomina phaseolina* колдонуп, SSF ыкмасы менен 35°Cда 120 саат ферментациялоодо бир катар ферменттерди (амилаза, глюкозидаза, карбоксиметилцеллюлаза, целлюлаза) алышкан. Бул изилдөөдө *M. Phaseolinaны* жардамы менен амилаза ферментин эң жогорку өндүрүмдүүлүктө алуу мүмкүндүгүн далилдешкен [32].

Фермент өндүрүү боюнча жүргүзүлгөн иштердин жыйынтыгы катары, SSF ыкмасы менен мөмө-жемиш калдыктарынан ар кандай микроорганизмдердин штаммын колдонуп, түрдүү ферменттерди алуу мүмкүндүгүн көрүүгө болот.

Антиоксидант жана полисахарид. Vorobieva жүргүзгөн илимий жумушта, шарап өндүрүшүнөн чыккан жүзүм сыгындыларынан антиоксидант, полисахарид өндүрүү үчүн *Rhodotorula babjevae* микроорганизмин колдонушкан [33]. Жогорку температурада (300°Cда) гидролиздөөдө полисахариддердин чыгышы эң жогору болгон, бирок 150ºC жана 180ºC температурада гидролизденген жүзүм сыгындысы бул микроорганизмдер үчүн идеалдуу субстрат экендиги белгиленген.

Демек, жүзүмдү иштетүүдөн калган сыгындыларды жогорку температурада иштетип, антиоксидант, полисахариддерди алууга болот. Мындан калган массаны ачытки микроорганизмдердин өсүүсү үчүн субстрат катары колдонууга да болот.

Пигмент. Ezgi Bezirhan жүргүзгөн ишинде алма, анар, кара сабиз, кызылча өндүрүшүндөн чыккан калдыктарды *Aspergillus parasiticus* штаммы менен SSF ыкмасында 5 күн ферментациялашкан. Жыйынтыгында, анардын калдыктары эн көп пигмент берүүчү мөмө катары аныкталган [34].

DOI:10.26104/IVK.2023.45.557

Корутунду. Мөмө жана жашылча иштетүүчү ишканалардан чыккан калдыктарды малга жем жана жер семирткич катары колдонуудан сырткары көптөгөн баалуу заттарды алууда колдонууга болот. Жогоруда келтирилген маалыматтарга ылайык алма, жүзүм калдыктарынан көптөгөн баалуу заттарды алуу мүмкүнчүлүгү көрсөтүлгөн.

Мөмө жана жашылча калдыктары коюу, катуу же кургак түрдө болгондуктан, аларды кайра иштетүүдө SSF ыкмасы ыңгайлуу болуп саналат. Ошондой эле, микроорганизмдердин түрү да маанилүү ролду ойнойт. Биотехнологиялык ыкмалар, өндүрүштө калдыксыз өндүрүш технологиясын иштеп чыгууга жана бүгүнкү күндө актуалдуу болгон экологиялык булгануунун алдын алууга шарт түзөт.

Бул илимий тажрыйбалар лабораторлук шартта жүргүзүлгөндүктөн, реалдуу өндүрүштүк шартта мөмө-жемиш калдыктары менен тажрыйба жүргүзүлүүсү сунушталат.

Адабияттар:

1. Ranjna Sirohi, Vivek Kumar Gaur, Ashutosh Kumar Pandey, Sang Jun Sim, Sunil Kumar Harnessing fruit waste for poly-3-hydroxybutyrate production: A review, Bioresource Technology 326 (2021) 124734.
2. Oreopoulou V, Tzia C. Utilization of plant by-products for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants, and colorants. In: Oreopoulou V., Russ W., editors. Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry. Boston, MA: Springer US; 2007. p. 209-32. https://doi.org/10.1007/978-0-387- 35766-9-11
3. Айыл-чарба Министирлигинин 2021-ж/ өндүрүлгөн мөмө-жемиштер жөнүндө берилген отчету №2-645 02-12-2022.
4. «Экопродукт» ЖЧКна кайрылуу аркылуу алынган маалымат.
5. Элеманова А.Ч. Переработка основных видов сельскохозяйственных продукций в Иссык-Кульской области. / Известия ВУЗов Кыргызстана №3, 2016.
6. Gurpreet Singh Dhillon, Surinder Kaur, Satinder Kaur Brar Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. RenewableandSustainableEnergyReviews 27 (2013) 789-805.
7. Sharma P. C., Tilakratne BMKS., Anil Gupta Utilization of wild apricot kernel press cake for extraction of protein isolate. J Food Sci Technol (Nov–Dec 2010) 47(6):682–685 DOI 10.1007 /s13197-010-0096-z.
8. Sharma P.C., Tilakratne BMKS, Gupta A. Utilization of wild apricot kernel press cake for extraction of protein isolate. Journal of Food Science and Technology 2010; 47: 682-5.
9. Deng Q., Penner M.H., Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. Food Research International 2011; 44: 2712-20. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026
10. Zalikaranab L., Pirmohammadi R, Teimuryansari A. Chemical composition and digestibility of dried white and red grape pomace for ruminants. Journal of Animal and Veterinary Advances 2007; 6: 1107-11.
11. Gurpreet Singh Dhillon, SurinderKaur, SatinderKaurBrar. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 27(2013)789-805.
12. San Martin D., Ramos S., Zufía J. Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed. Food Chemistry volume 198, 1 May 2016, Pages 68-74.
13. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed, C. M. Ajila, S. K. Brar, M. Verma, R. D. Tyagi, S. Godbout & J. R. Valéro. Critical Reviews in Biotechnology ISSN: 0738-8551 (Print) 1549-7801 (Online) Journal homepage: http://www.tandfonline.com/loi/ibty20.
14. Pandey A., Azmi W., Singh J., Banerjee U.C. Types of fermentation and factors affecting it. In: Joshi VK, Pandey A, editors. Biotechnology: Food Fermentation. New Delhi: Educational Publishers, 1999:383-426.
15. Gurpreet Singh Dhillon, Surinder Kaur, Satinder Kaur Brar Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: Renewable and SustainableEnergyReviews27(2013)789–805.
16. Couto S.R., Toca-Herrera J.L. Laccase productiona treactorscaleby filamentous fungi. Biotechnological Advances 2007; 25: 558-69.
17. Avni M. Vaishnav, Kinjal H. Upadhyay, Devayani R. Tipre, and Shailesh R. Dave. Bio-prospecting of Fruits Waste for Exopolysaccharide Production by Bacteria. Biotechnology for Sustainable Environment. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021.
18. Oriol E., Schettino B., Viniegra-González G. Solid-state culture of Aspergillus niger on support. Journal of Fermentation Technology 1988; 66:57-62.
19. Castilho L.R., Polato CMS., Baruque E.A., Sant'Anna Jr. G.L., Freire DMG. Economic analysis of lipase production by Penicillium restrictum in solid-state and submerged fermentations. Biochemical Engineering Journal 2000; 4:239-47.
20. Gurpreet Singh Dhillon, Surinder Kaur, Satinder Kaur Brar. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: Renewableand Sustainable Energy Reviews 27(2013)789-805.
21. GurpreetSinghDhillon, SurinderKaur, Satinder Kaur Brar. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 27(2013):789-805.
22. Hasan Tangüler, Hande Mert, Furkan İlman, Büşra Yücel, Selen Gençtürk. Elma atıklarından elma sirkesi üretimi üzerine bir araştırma.
23. Alokika Vashisht Karnika Thakur Baljinder S. Kauldhar Vinod Kumar Sudesh KumarYadav Waste valorization: Identification of an ethanol tolerant bacterium Acetobacter pasteurianus SKYAA 25 for acetic acid production from apple pomace.
24. Hofvendalh K., Hahn-Hagerdal B. Factors affectıng the fermentatıve lactıc acıd productıon from renewable resources. Enzyme and Mıcrobıal Technology 2000; 26:87-107.
25. Beatriz Gulló, Remedios Yáñez, José LuisAlonso, J.C. Parajó. L-Lactic acid production from apple pomace by sequential hydrolysis and fermentati. Bioresource Technology. Volume 99, Issue 2, January 2008, Pages 308-319.
26. Kumar D., Verma R., Bhala Tc. Citric Acid Production Byaspergillus Nigervan. Tieghem Mtcc 281 Using Apple Pomace as a Substrate. Journal of Food Science and Technology 2010; 47:458-60.
27. Dhillon Gs, Brar Sk, Kaur S. Rheological Studies During Submerged Citric Acid Fermentation by Aspergillus Niger In Stirredfermenter Using Apple Pomace.
28. Dhıllon Gs., Brar Sk., Kaur S., Sabrıne M., M'hamdı N. Lactoserum As a Moıstenıng Medıum And Crude Inducer For Fungal Cellulases And Hemıcellulase Inductıon Through Solıd-State Fermentatıon Of Apple Pomace. Biomass and Bıoenergy 2012; 41:165-74.
29. Joshi V.K., Parmar M., Rana N.S. Pectinesterase production from apple pomace in solid-state and submerged fermentations.

DOI:10.26104/IVK.2023.45.557

Food Technology and Biotech nology 2006; 44:253-6.
30. Joshi VK, Parmar M, Rana N. Purification and characterization of pectinase produced from apple pomace and evaluation of it sefficacy in the fruit juice extraction and clarification. Indian Journal of Natural Productsand Resources 2011; 2:189-97.
31. Hours R.A., Voget C.E., Ertola R.J. Some factors affecting pectinase production from apple pomace in solid-statecultures. Biological Wastes1988;24: 147-157.
32. Hours R.A., Voget C.E., Ertola R.J. Applepomace as raw material for pectinases production of Aspergillus foetidus in solidstate culture. Biological Wastes 1988; 23:221-8.
33. Kaur S., Dhıllon Gs., Brar Sk., Chauhan Vb. Carbohydrate Degradıng Enzyme. Productıon By the Plant Pathogenıc Mycelıa And Pycnıdıa Straıns Ofmacrophomına Phaseolınathrough Kojı Fermentatıon. Industrıal Crops And Products 2012; 36:140-8.
34. Ekaterina Vorobieva. Valorization of grape pomace residues integrating hot compressed water with biotechnology compressed water with biotechnology, November 2013.
35. Ezgi Bezirhan Arika, Meyve işleme endüstrisi atik posalarindan Aspergillus Parasiticus ile biyopigment üretiminin araştirilmasi, DEÜ FMD 22(66), 841-849, 202.