

STUDY OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING BIOPLASTIC

A.S. Darmenbayeva, G.M. Zhussipnazarova*

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

E-mail: maral88@mail.ru

Abstract. *Introduction.* What makes plastic materials so popular? And what environmental problems are emerging, conquering the whole world? Today, we can see that everything around us is made of plastic. Most of us know that most of the things around us contain plastic. Despite the wide range of applications, however, there arise many problems. Common examples include plastic pollution, plastic decontamination processes, as well as the release of gases and substances thereof into the garbage, which pollute the environment. The indiscriminate burning of plastic results in the emission of deadly gases and carcinogens into the environment. Dumping them in the landfills results in leaching of toxins into the ground and surface water resources. Recently, along with plastic recycling, we are considering ways to produce bioplastics that can replace plastics, to decompose which it takes several hundred years. Due to their natural origin, these are more biodegradable than ordinary plastic. The purpose of this work is to study the ways of obtaining bioplastics, and obtaining bioplastics in the laboratory. As a result of the work, bioplastic mass has been obtained in the laboratory, and hydrolysis of the resulting product has been carried out. Hydrolysis has been performed in three different environments. This is because pH of the environment can be different. For the same reason, it has been carried out in a weak acid, a weak base environment and a neutral environment. By observing the hydrolysis results, the resulting product changes have been determined. However, to explain its change in the context of the molecule, the method of infrared spectroscopy has been used, and results have been discussed.

Key words. Starch, keratin, bioplastic, IR spectroscopy, hydrolysis.

Darmenbayeva A.S.

PhD, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, e-mail: maral88@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>

Zhussipnazarova G.M.

2nd year master student of the Department of Chemistry and Chemical Technology, e-mail: jgm.092016@gmail.com

БИОПЛАСТИКТИ АЛУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ

A.S. Darmenbayeva, G.M. Zhussipnazarova*

M.Kh. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан

E-mail: maral88@mail.ru

Түйіндемe: Пластик материалдар және олардың экологияға тигізетін зияны бәрімізге белгілі. Қазіргі кезде айналамыздың барлығы пластиктан екендігін аңғаруға болады. Айналамыздағы көп заттардың құрамында пластик бар екендігін кез-келгеніміз білеміз. Бірақ, қолданысы қаншалықта кең болғанымен оның қолданысынан туындайтын мәселелер көп. Мысалы, пластикпен ластану,

Citation: A.S.Darmenbayeva, G.M.Zhussipnazarova Study of the possibility of obtaining bioplastic. *Chem. J. Kaz.*, 2022, 2(78), 109-118. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2022-2/2710-1185.70>

оны заласыздандыру үшін оларды қоқыстарға тастағынымен, олардан бөлінетін газдар, заттар қоршаған ортаны ластауда. Соңғы уақыттарда пластикті қайта өңдеумен қатар, ыдырауына бірнеше жүздеген жылдар қажет ететін пластик орнын алмастыруға болатын биопластик алу жолдары қарастырылуда. Биопластик – өзінің табиғи шығу тегі арқасында, қарапайым пластикке қарағанда, биологиялық ыдырайтын материал болып келеді. Бұл жұмыстың мақсаты биопластиктің алынуы жолдарын зерттеп, лабораторияда биопластик материалын алу болашақ табылады. Алынған биопластик өнімнің гидролизі жүргізілді. Гидролиз үш түрлі ортада жасалынды. Себебі, қоршаған ортаның рН әртүрлі болуы мүмкін. Сол себептен, әлсіз қышқыл, әлсіз негіздік орта және бейтарап ортада жүргізілді. Гидролизі нәтижесін бақылау арқылы алынған өнімнің өзгерісін айқындады. Дегенмен, оның өзгерісін молекула тұрғысында түсіндіру үшін, инфрақызыл спектроскопия әдісі қолданылып, нәтижесі талданды.

Түйінді сөздер. Крахмал, кератин, биопластик, ИК-спектроскопия, гидролиз.

Дарменбаева А.С.

*«Химия және химиялық технология» кафедрасының
қауымдастырған профессор м.а., PhD докторы*

Жусипназарова Г.М.

Магистрант

1. Кіріспе

Күнделікті өмірде қолданатын заттардың ішінде кең таралған материал ол – пластик. Соңғы уақыттарда қоршаған ортаның ластануы үлкен мәселе болып отыр. Соның ішінде пластикпен ластануының да үлесі жоғары. Мысалы, адамзат жыл сайын 300 миллион тонна пластик қалдықтарын шығарады [1]. Олардың басым бөлігі ғаламшарымыздың мұхиттарында шоғырланып, “қоқыс аралдарын” түзеді де, осы ортада тіршілік ететін ағзаларға зиян тигізеді. Бұл мәселені шешудің екі жолы бар. Біріншісі, пластикті қайда өңдеу, екіншісі, өздігінен ыдырайтын пластик түрін қолдану.

Болашақта биопластик, ыдырамайтын пластикті алмастырып, ғаламшарымыздың пластик қалдықтарының жабыны астында қалуын алдын алудың негізгі тәсілі ретінде қарастырылады. Биопластиктердің көпшілігі жаңартылатын материалдар болып табылады. Сонымен, биопластика-бұл биологиялық негіздегі материалдар [2]. Биопластика биологиялық негіздегі инновациялық пластикалық полимерлерге жатады, мысалы, полилактикалық қышқыл, полигидроксиалканоаттар, полигидроксипутират және крахмал қоспалары, сонымен қатар полинуклеотидтер, полипептидтер және полисахаридтер сияқты микробтық полимерлер. Бүгінгі нарықта ұсынылған биопластикалық өнімдердің көпшілігі жүгері, қант қамысы, кастор майы, картоп немесе бидай сияқты бірінші буын шикізаттары [3].

Осы себепті, келешекте оны қолданысқа енгізу үшін, биопластиктің қасиеттері, құрылысы мен алыну жолдарының терең зерттелуінің маңызы зор.

Биопластикті зертханада алудың ең тиімді жолы – крахмалдан алынған биопластик. Шығу тегі ауылшаруашылық (аграрлық) бағытындағы биопластик алу жолдарына тоқталатын болсақ, негізгі шикізат көздері полисахаридтер, оның ішінде крахмал пен целлюлоза.

Қазіргі уақытта кеңінен қолданылатын биопластик термопластикалық крахмал. Термопластикалық крахмал дегеніміз био-ыдырайтын, крахмал

негізінде жасалған, биопластик түрі [4]. Крахмал нағыз термопластик емес, бірақ пластификатор (су, глицерин, сорбит және т.б.) қатысуында, жоғары температурада (90-180°C) ол балқып, сұйықтыққа айналады. Пластификаторлар крахмалдағы сутегі байланыстарын әлсіретеді және полимерлі макромалекулалық тізбектің қозғалғыштығын арттырады [5].

Биопластикті алудың тағы бір жолы ол – *тауық қауырсындарынан биопластик алу*. Қауырсындар – жаңартылатын ақуыздардың ең арзан көздерінің бірі. Қоқысты полигонға тастау қоршаған ортаның ластануына әкеледі және ақуыздық шикізаттың 90% жоғалуына әкеледі. Кератин жанбайтын, гидрофильді және биологиялық ыдырайтын, сондықтан оны химиялық өңдеу арқылы түрлі жерлерде қолдануға болады. Қазіргі таңда тауық қауырсындары қолданыстан мүлде шығып кетті. Тауық қауырсындары негізінде биопластик алу экологиялық тиімді болып табылады. [6].

Жұмыстың мақсаты биопластик алу мүмкіндігін зерттеу болып табылады. Жұмыстың міндеттері:

1. Ғылыми әдебиеттерді талдау негізінде биопластик материалын алудың схемасын және қадамдық әдістерін таңдау.
2. Зертханада биопластик материалын алу және оның биологиялық жолмен ыдырауын тәжірибе жүзінде анықтау
3. Нәтижені талқылау

2. Тәжірибелік бөлім

Аталған жолмен биопластик жасауда қауырсындармен қатар бізге натрий сульфиді (Na_2S), натрий гидроксиді (NaOH), тұз қышқылы (HCl), цетримоний бромиді, натрий хлориді (NaCl), калий хлориді (KCl), динарийфосфат (Na_2HPO_4) және дикалийфосфат (K_2HPO_4) қажет [7]. Бұл әдісте қауырсындарды ерітіндімен ерітіп, механикалық араластырғыштың көмегімен кератин алынады. Алайда натрий сульфиді (Na_2S) улы болғандықтан, оның орнын алмастыра алатын басқа жолы қарастырылды, яғни натрий сульфиді авокадо дәндерімен алмастырылды. Авокадо біздің елде қымбат тұрғанымен, осы жеміс түрін алу натрий сульфидін алуға қарағанда оңайырақ әрі тиімдірек болды. Оның үстіне авокадоның өзін емес оның жеуге жарамсыз бөлігі, яғни қалдығын пайдаланылды. Авокадо қалдығынан крахмал алынады [8]. Биопластик тауық қауырсынынан алынатын кератин мен авокадо қалдығынан алынатын крахмал негізінде жасалынады.

3. Нәтижелер және оларды талқылау

Крахмал алу кезеңінде авокадо тұқымының қалдықтарын жуып, кесіп, оны ұсақ ұнтаққа ұнтақталды. Содан кейін бөлме температурасында натрий сульфитінің ерітіндісіне батырылып және күшті блендермен араластырылған. Алынған қоспаны қалыңдығы 20 мкм нейлон торымен електен өткізіп, сумен жуылды.

Тұнба үстіндегі сұйықтық сүзгіден өтіп, ал тазартылмаған крахмал ағынды сумен бірнеше рет жуылды. Содан кейін сүзгі торы 50°C температурада 24 сағат кептіріліп, бөлме температурасында сақталды.



Сурет 1 – Авокадо тұқымынан алынған крахмал үлгісі.

Кератин алу кезеңінде тауық қауырсындарынан майды және басқа да қалдықтардан арылу үшін SDS тауық қауырсындарының массасының 1%-ын жуу арқылы тазартылды. 10 г тауық қауырсындарының қалдықтарын стаканға салып, сұйық-қатты 40:1 қатынасында SDS ерітіндісі қосылды. Үлгі 30 минут бойы 50°C температурада сақталатын ыстық плитадағы мензурка бар магнитті араластырғышпен араластырылды. Қауырсын үлгілері суда 10 минут жуылып, содан кейін алюминий фольгаға салынып, кептірілді.

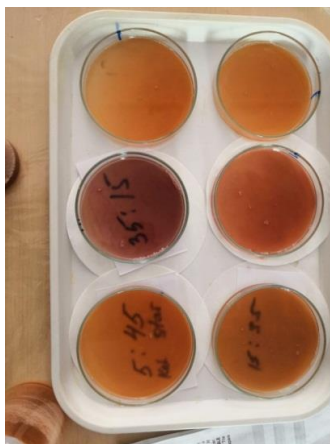


Сурет 2 – Тауық қауырсынынан алынған кератин үлгісі.

Үшінші кезеңде кальций гидроксиді, несепнәр және 10% SDS ерітіндісін дайындалды. 250 мл ерітіндіге 10 г тауық қауырсындарының ұнтағы қосылды. Кератинді қоспаны 70°C температурада 30 минут тұрақты

араластыру арқылы алынды. 50 мкм нейлон торына ерітіндіні сүзілді. Үш күн бойы бөлме температурасында тазартылған суға батырылған диализді целлюлоза түтіктері арқылы қоспаны тұзсыздандыру жүргізілді. Диализ кезінде 6 сағат сайын суы ауыстырылып, жаңартылды. Кератин ұнтағын пайдалануға дайын болғанға дейін 4°C температурада сақтау қажет.

Төртінші кезеңде сулы крахмал ерітіндісі суға 5 г крахмал ұнтағын қосу арқылы 30 минут ішінде 70°C температурада тұрақты араластыру арқылы дайындалды. Салмағы 7 г кератин ұнтағының үлгісіне NaOH қосылды, содан кейін 70°C-та 15 минут бойы магниттік араластырғышта үнемі араластыра отырып қыздырылды. Кейін бірнеше үлгіні алу үшін кератин, крахмал және глицерин ерітінділерінің әртүрлі қатынаста араластырылды. Глицерин – биопластикалық пленкаларды өндіруде қолданылатын кең таралған пластификатор. Қоспалар 70°C температурада 10 минут бойы кератин мен крахмал қоспасын алу үшін үздіксіз магниттік араластырумен қыздырылды.



Сурет 3 – Кератин, крахмал және глицерин ерітінділерінің әртүрлі қатынасындағы өнім.

Бесінші кезеңде алынған өнім 24 сағат бойы 60°C температурада вакуумдық пеште кептірілуге жіберілді. Өнім қатты күйге көшкеннен кейін биологиялық ыдырайтындығына тәжірибелер жүргізілді.

Зертханада биопластик материалын алудың келесі әдісі ол –крахмал (картоп) негізіндегі биопластик. Ол үшін ұнтақ крахмал, тұтқыр глицерин, 100 г мөлшерінде дистилденген су, қоспаны плитка көмегімен қыздыру керек. Алынған мөлдір сарғыш түсті материалды кептіру және суыту үшін 2 аптаға алюминий фольгасында қалдырылды.

Алынған өнімнің биоыдырайтындығын анықтау үшін тұз қышқылының 0.2 М сулы ерітіндісінде, 0.2 М натрий гидроксидінің сулы ерітіндісінде және суда гидролизі жүргізілді. Өзгерістерді бақылау үшін алынған

материалды гидролизге дейін және кейін ИҚ-спектроскопиясында талдау жасалды.

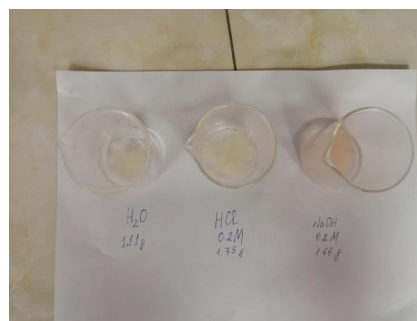
Өнімнің биологиялық жолмен ыдырайтындығын гидролиз жүргізу арқылы анықталды. Гидролиз – су мен түрлі заттар арасындағы иондық алмасу реакциясы. Гидролизге тұздар, гидридтер, тиоангидридтер, галогенангидридтер, әр түрлі органикалық қосылыстар ұшырайды. Гидролиз – кейбір химиялық қосылыстардың су молекуласының әсерінен төмен молекулалы түзілімдер жиынтығына ыдырау қасиеті. Гидролиз сулы ерітінділер жағдайында немесе судың және су буының қатты, сұйық және газ тектес заттарға тигізер әсері нәтижесінде жүзеге асады [9].

- Ол үшін үш түрлі ортада алынған өнім сыналды. Әлсіз қышқыл, әлсіз негіздік және бейтарап ортадағы сынама жасалды. Нәтижесі бақыланып, химиялық талдау жасалды.

- Зертханада крахмалдан биопластик алынып, үш түрлі ерітінділерге салынғаннан кейін, оның сыртқы түрі өзгертіндігі анықталды, демек, ол гидролизге ұшырап, ыдырайды. Нәтижесінде ірі бөлшектері көзге көрінетіндей ерітіндінің ішінде биопластик ыдырады. Салыстырмалы түрде натрий гидроксиді ерітіндісіндегі биопластмасса толығымен еріген.



(a)



(б)

Сурет 4 – Гидролизге дейін (а) және кейін (б).

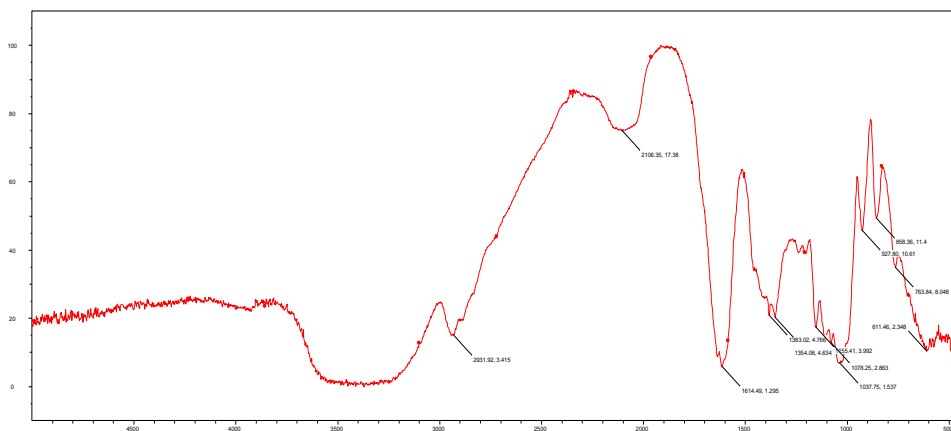
Биопластмассаның массаларының өзгерісі төменде кестеде көрсетілген. Айтарлықтай өзгеріс сілті ерітіндісінде болды. Сілті ерітіндісінде гидролиз нәтижесіндегі қоспа түсі тәл қызғылт түске боялған және жұқа пленкаға айналған. Ал қышқыл ерітіндісіндегі биопластмасса іртік-іртік бөлшектерге айналған. Ал суды биопластмасса беріктігін жоғалтып, жұмсақ материал түзді. Алынған биопластик материалы уақыт өте келе жұмсақтың жоғалтып, қатты, тығыз затқа айналды. Бұл құрамында ылғалдық/ пластификатор мөлшерінің аздығын не басқа тиімді пластификатор қолдану керектігін көрсетті. Яғни, қолданысындағы ұзақтығын арттыру үшін жұмысты жетілдіруде 3 аптадан кейінгі алынған биопластик материалының өзгеріске

ұшырауын болдыртпас үшін жұмысты жетілдіру жолдарын қарастыру керек.

Кесте 1 – Биопластмассаның гидролизге дейінгі және кейінгі массаларының өзгерісі берілген.

Массалары	0.2 М НСІ (сулы ерітіндісі)/г	0.2 NaOH (сулы ерітіндісі)/г	H ₂ O/г
Гидролизге дейін	1.75	1.66	1.11
Гидролизден кейін	1.58	1.32	0.98

Алынған материалдың гидролиз нәтижесінде ыдырайтындығын дәлелдеу үшін ИҚ-спектроскопиялық әдісі арқылы талдау жүргізілді. Инфрақызыл сәулелер зат арқылы өтіп, ол атомдар тобының (иондардың) табиғи тербеліс жиілігіне сәйкес келетін кейбір жиіліктерді сіңіреді. ИҚ жұту спектрі KBr субстратында жұқа таблетка әдісімен дайындалған үлгілер “Infraspek, “Model FSM 1201”” (РФ, Санкт-Петербург) кондырғысында 1400-400 см⁻¹ толқын ұзындығы диапазонында түсірілді.



Сурет 5 – Гидролизге дейінгі ИҚ-спектр.

Спектрден алынған биопластиктің құрамындағы кейбір бөлшектерді анықтауға болады (5-сурет).

Кесте 2 – Инфрақызыл спектріне талдау жасау [10]

Бөлшектер	Толқын саны CM-1 (толқын ұзындығы МКМ)	Талдау нәтижесі
-CH ₃	2885-2860 (3.47-3.50)	-CH ₃ тобының гетероқосылыстарымен байланысы -O-CH ₃
R-C=C-H	2140-2100 (4.67-4.76)	-C=C- қанықпаған СН
-ОН	3550-3500 (82-2.86)	- ОН тобы

гидролизден кейін жоқ екендігін көрсетеді. Гидролиз механизмі нуклофильді қосылу және бөліну механизімімен жүреді (2). Өнімдегі оттегі $-\ddot{O}-$ нуклофиль ретінде су молекуласындағы жартылай оң зарядқа ие $H^{\delta+}$ сутек атомына шабул жасайды. Нәтижесінде сутек атомы нуклофиль оттегі атомымен байланыс түзіп, карбокатион және $:OH^-$ ионы түзіледі. $:OH^-$ жұп электрон карбокатионға шауылы нәтижесінде бастапқы OH^- тобы бар реагент қайта түзіледі. Сол сияқты $2140-2100\text{ см}^{-1}$ (МКМ) бұл спектрінде болуы мүмкін $-C=C-$ атом тобының гидролизден кейін өзгеріске ұшыраған. ИҚ спектрінің өзгерісі бастапқы биопластиктің гидролизден кейінгі құрамындағы өзгерісін көрсетеді. Бұл, өз кезегінде судың әсерінен дайындалған пластиктің ыдырағанын білдіреді.

4. Қорытынды

Бұл мақалада зертханада биопластик материалдарының алыну жолдары қарастырылды. Соның ішінде тауық қауырсыны мен крахмал негізіндегі биопластик материалдардың алуыну жүргізілді. Авокадо тұқымынан (дәнінен) крахмал, тауық қауырсынынан кератин алынып, пластификатор ретінде глицерин қолданылды. Ал, картоп крахмал негізіндегі алынған биопластик материалы гидролиз нәтижесінде ыдырайтындығын ИҚ спектрі арқылы гидролизге дейінгі және кейінгі биопластик материалының сыртқы сипатының өзгерісінен көруге болады.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПЛАСТИКА

А.С. Дарменбаева, Г.М. Жусипназарова*

*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: maral88@mail.ru*

Резюме. Что вызывает такую популярность пластиковых материалов? И какие экологические проблемы возникают, завоевывая весь мир? В настоящее время все вокруг из пластика. Любой из нас знает, что многие предметы вокруг нас содержат пластик. Но, несмотря на то, насколько обширно его применение, есть много проблем, которые возникают из-за его использования. Например, загрязнение пластиком, его утилизация в мусор, выделяющиеся из него газы, вещества загрязняют окружающую среду. В последнее время, наряду с переработкой пластика, рассматриваются способы получения биопластика, который может заменить пластик, разложение которого занимает несколько сотен лет. Биопластик-благодаря своему естественному происхождению, в отличие от обычного пластика, является биоразлагаемым материалом. В данной работе допускается получение биопластика, в лаборатории был проведен гидролиз полученного биопластикового продукта с получением материала биопластика. Гидролиз производился в трех различных средах. Это потому, что pH окружающей среды может быть разным. Поэтому проводили в слабокислых, слабоосновных средах и нейтральных средах. Наблюдением за результатом гидролиза определяли изменение полученного продукта. Тем не менее, чтобы объяснить его изменение в контексте молекулы, был использован метод инфракрасной спектроскопии, и результат был проанализирован.

Ключевые слова: крахмал, кератин, биопластик, ИК-спектроскопия, гидролиз.

Дарменбаева А.С.

PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Химия и химическая технология»

Жусипназарова Г.М.

магистрант

Әдебиеттер тізімі

1. Mwamba S. 10 Facts about plastic pollution you absolutely need to know. *Glob. Citizen*. **2018**, 2, 28.
2. Niaounakis M. Definition and assessment of biodegradation. In *Biopoly. Reuse, Recyc.and Disp.*, **2013**, 2, 77–94.
3. Brizga J., Hubacek K., Feng K. The unintended side effects of bioplastics: Carbon, land, and water footprints. *One Earth*, **2020**, 3, 45–53.
4. Averous L., Fringant, C., Moro L. Starch-based biodegradable materials suitable for Thermoforming Packaging. *Starch/Starke*, **2001**, 53, n.8, 368-371.
5. Sanyang M.L., Sapuan S.M., Jawaid M., Ishak M.R., Sahari J. Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch for food packaging. *J. of Food Sci.*, **2016**, 53, 326–336.
6. Lasekan A., Bakar F.A., Hashim D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources. *Waste Manag.*, **2013**, 33, №3, 552–565.
7. Sharma S., Gupta A. Sustainable management of keratin waste biomass: applications and future perspectives. *Brazilian Archives of Biol. and Tech.*, **2016**, 59.
8. Олаета Дж.А., Шварц М., Ундуррага П. Хасс авокадасының дәнін қайта өңдеу, қолдану. *VI Дүниежүз. авокадо конгресінің материал.*, **2007**, ISBN № 978-956-17-0413-8.
9. Коровин Н.В. Курс общей химии. – М.: Высшая школа, **2007**. – 123с.
10. Silverstein R.M., Bassler G.C., and Morrill T.C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 4th ed. *New York: Wiley*, **1981**.

References

1. Mwamba S. 10 Facts about plastic pollution you absolutely need to know. *Glob. Citizen*. **2018**, 2, 28.
2. Niaounakis M. Definition and assessment of biodegradation. In *Biopoly. Reuse, Recyc.and Disp.*, **2013**, 2, 77–94.
3. Brizga J., Hubacek K., Feng K. The unintended side effects of bioplastics: Carbon, land, and water footprints. *One Earth*, **2020**, 3, 45–53.
4. Averous L., Fringant, C., Moro L. Starch-based biodegradable materials suitable for Thermoforming Packaging. *Starch/Starke*, **2001**, 53, No.8, 368-371.
5. Sanyang M.L., Sapuan S.M., Jawaid M., Ishak M.R., Sahari J. Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch for food packaging. *J. of Food Sci.*, **2016**, 53, 326–336.
6. Lasekan A., Bakar F.A., Hashim D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources. *Waste Manag.*, **2013**, 33, No.3, 552–565.
7. Sharma S., Gupta A. Sustainable management of keratin waste biomass: applications and future perspectives. *Brazilian Archives of Biol. and Tech.*, **2016**, 59.
8. Олаета Дж.А., Шварц М., Ундуррага П. Хасс авокадасының дәнін қайта өңдеу, қолдану. *VI Дүниежүз. авокадо конгресінің материал.*, **2007**, ISBN № 978-956-17-0413-8.
9. Korovin N.V. The course of general chemistry. - M.: Higher school, **2007**. – 123 p.
10. Silverstein R.M., Bassler G.C., and Morrill T.C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 4th ed. *New York: Wiley*, **1981**.