

Жоба атауы: «Органикалық заттарды синтездегеннен кейін алынған биомассаның энергетикалық әлеуетін оны екінші ретті және толық пайдалану мақсатында зерттеу» (АР09562068, Рег. №0121РК00534, Инв. № 0221РК00412)

Өзектілігі:

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасындағы негізгі проблемалардың бірі өндіріс пен тұтыну қалдықтарының көп мөлшерінің жинақталу мәселесі болып табылады. Бұл қалдықтарды тиімсіз басқару климаттың өзгеруіне және ауаның ластануына ықпал етеді және көптеген экожүйелер мен халықтың денсаулығына тікелей әсер етеді.

Өндірілетін қалдықтардың мөлшері тұтыну және өндіріс модельдерімен тығыз байланысты. Осы тұрғыда, қалдықтарды ресурсқа айналдыру-біздің еліміздің басты мақсаттарының бірі. ҚР тұжырымдамасына сәйкес, 2030 жылға қарай қалдықтарды қайта өңдеу үлесі 40% – ға, 2050 жылға қарай 50% - ға дейін жеткізілуі тиіс деген міндет қойылды.

Қазіргі уақытта қалдықтар иерархиясындағы соңғы кезең болып саналатын өндірістік кәсіпорындардың полигондары климаттың өзгеруіне әсер ететін өте көп мөлшерде метан, қуатты парниктік газ шығарады. Метан тамақ, қағаз және бақша қалдықтары сияқты биологиялық ыдырайтын қалдықтардан полигондарда болатын микроорганизмдермен түзіледі. Полигондардың салыну жағдайына байланысты олар топырақ пен суды ластауы мүмкін. Қайта өңделмеген немесе қалдықтардан алынбаған нәрсе, өнімді өндіру, тасымалдау және тұтыну кезеңдерінде шикізат пен басқа ресурстардың жоғалуын білдіреді.

Сонымен қатар, полигондарға жөнелтілетін муниципалдық қалдықтардың 60% - ға жуығы биоыдырайтын қалдықтары болып табылады, және негізінен тамақ қалдықтарынан тұрады. Бұл компостеу, анаэробты және қараңғы ашыту сияқты биологиялық өңдеу әдістерін органикалық қалдықтарды пайдаланудың ақылға қонымды жолдарын екенін көрсетеді.

Органикалық қалдықтарды газ түріндегі биосутегіге, биогаз-метанға және басқа да ілеспе өнімдерге кешенді өңдеу жағдайында зауыттардың өздері өз өнімдерін тұтынушы бола алады. Бұл бірден екі мәселені шешуге мүмкіндік береді: (1) Органикалық қалдықтарды ұтымды түрде кәдеге жарату, (2) газ тәріздес биосутегі, биометан және т. б. сияқты тиімділігі жоғары өнімдерді өндіру және сату есебінен зауыттың табысын ұлғайту. Осыған байланысты органикалық заттардың (ақуыздар, көмірсулар немесе шикі майлар) көп мөлшердегі қалдықтары ағынын құны жоғарылатылған түрлі өнімдерді, соның ішінде газ түріндегі сутегі мен биометанды өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланған жөн.

Микробтық биомассаны сутегі өндірісіне пайдалану саласындағы зерттеулер соңғы жылдары әдәуір алға жылжып, бүгінгі күні ғалымдардың күш-жігері бірқатар мәселелерді шешуге бағытталып отыр. Зерттеулер мен әзірлемелердің негізгі аймақтары келесілерді қамтиды:

- Микробтық штамдарды жақсарту, реакторлық жүйені оңтайландыру және шикізат көздерін анықтау және ең жоғары шығымдылығы бар өңдеу әдістері сияқты бірқатар әдістермен ашыту процестеріндегі сутегі өндірісінің жылдамдығы мен шығымдылығын арттыру.

- Зертханалық жағдайда қол жеткізілген жүйенің өнімділігі мен тиімділігін сақтай отырып және реактор компоненттерінің шығындарын азайта отырып, коммерциялық маңызды өлшемдерге дейін масштабтауға болатын сутегі жанармай элементтерінің жүйелерін әзірлеу.

Энергетикалық қауіпсіздік пен жаһандық қоршаған ортаны қорғау қажеттілігін ескере отырып, экологиялық таза және жаңғыртылатын энергия көздерін дамыту қажеттілігі туындайды. Екінші жағынан, сутегі экологиялық таза энергия тасымалдаушысы болып табылады, оның жануы кезінде жалғыз жанама өнім су ғана түзіледі. Органикалық қалдықтардың газ түріндегі биосутегіге дейін анаэробты

биоконверсиясы – бұл тек қалдықтарды және ағынды суларды тұрақтандырып қана қоймай, сонымен қатар жағымды жаңғыртылатын энергия тасымалдағышқа қол жеткізеді.

Осыған байланысты әр түрлі субстраттар мен процестердің сипаттамаларына байланысты сутегі өндіру кинетикасын анықтау арқылы биомассаның энергетикалық әлеуетін зерттеу және әртүрлі жұмыс жағдайларында сутегі өндірудің әлеуетін бағалау өзекті бағыт болып табылады.

Жобаның мақсаты

Жобаның мақсаты бидайдың терең өңделген компоненттерінен биогаз-сутегін алғаннан кейін әр түрлі энергия түрлерін одан әрі өндіру үшін биомассаның құрамы мен энергетикалық әлеуетін зерттеу.

Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер:

Күнгізбелік жоспарға сәйкес барлық жұмыс түрлері орындалды. Әдебиеттерге шолу және патенттік зерттеулер жүргізілді:

- екіншілік өнімдерден, оның ішінде спирттен кейінгі астық бардасынан немесе оның басқа құрамында көміртегі бар қайталама өніммен қоспасынан алынған биомассаның энергетикалық әлеуетін зерттеу кезінде гидролизатты алу үшін қышқылды гидролиз әдісін сәтті қолдануға болады.

- энергия өнімдерін, оның ішінде биосутегін өндіруде биомассаны екінші ретті және толық пайдалану үшін жабайы типтегі *Escherichia coli* бактериясының және олардың мутанттарының биотехнологиялық әлеуетін зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Себебі, *E. coli* ең көп зерттелген прокариотты микроорганизмдердің бірі; грам-теріс бактерия; факультативті анаэробты; және эндоспора құрмайды.

Шикізат гидролизінің, түрлі бактериялармен анаэробты ашытудың, биогаз-сутек алудың және биомассаның қалыптасуының параметрлері пысықталды. Биосутекті бөліп алу және биомассаны қалыптастыру механизмін пысықтау мақсатында келесі деректерді: шикізат ылғалдылығы; табиғи шикізаттағы қанттардың жалпы сандық құрамы; гидролизге дейінгі және одан кейінгі, биосутек шығуының басында және соңында органикалық қышқылдар құрамы; HPLC-де гидролизге дейін және одан кейін, сондай-ақ биосутегі шығуының басында және соңында қанттардың сандық құрамы; микробты ашыту кезінде субстраттың тотығу-тотықсыздану потенциалы; субстраттың қышқылдығын (сынақ есептерімен расталған) талдау негізінде шикізаттар мен гидролиз, анаэробты ашыту өнімдерінің құрамы мен концентрациясы зерттелді.

Спирттен кейінгі астық бардасынан және/немесе оның басқа құрамында көміртегі бар екіншілік өнімдермен қоспасынан кейінгі гидролиз процесін алдын-ала талдау нәтижелері бойынша эксперименттердің репродуктивтілігін математикалық жоспарлау және бағалау жүргізілді. Есептік және эксперименттік деректердің жеткіліктілігі анықтау коэффициентінің жоғары мәнімен расталды. Алынған мәліметтерге сәйкес, моносахаридтердің (глюкоза және фруктоза) және органикалық қышқылдардың ұтымды шығуы келесі құрамдағы субстраттарда болады: 10% бардадан 1,5% қышқылмен өңделген кезде; 4% сыра бытырасынан 1,5% қышқылмен өңделген кезде; 10% мелассадан 0,75% қышқылмен өңдеу кезінде (сынақ хаттамаларымен расталған).

Жоғарыда баяндалған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері негізінде алынған деректер биомасса мен биоэнергияны алу үшін агроөнеркәсіптік кешеннің қалдықтарын пайдалану жоғары маңызға ие деп айтуға болады. Спирттен кейінгі астық бардасы, сыра бытырасы және қант мелассасының қоспасы бірнеше мутантты штамдарда H₂-нің кумулятивті шығымын ~ 2,7 есе арттыратыны көрсетілген. Сонымен қатар, H₂ өнімінің жылдамдығы спирттен кейінгі астық бардасын талдауда мутантты штамда ~ 1,3 есе артты. Сонымен қатар, H₂ өндірісі жалғыз қалдыққа қарағанда қалдықтар қоспасында ұлғайтылды. Көміртегі көздерінің тиісті қоспасы, сыртқы параметрлерді реттеу,

генетикалық манипуляциялар H2 өндіру технологиясын кеңейту және жақсарту үшін маңызды.

- Білім алушылардың біліктілік жұмыстары дайындалып, сәтті қорғалды (хаттамалары рәсімделді):

1) Сұлтанбек С. - магистрлік диссертация: Биосутек өндіруде қант өндірісінің қалдығы – меласса гидролизінің параметрлерін негіздеу»;

2) Сагандыкова А. – дипломдық жұмыс: «Сыра өндірісінің қалдығы сыра бытырасынан биосутегі алу параметрлерін негіздеу» - МАК.

Зерттеу тобының мүшелері:

Бекбаев Кайрат Серикжанович – жоба жетекшісі, техника ғылымдарының кандидаты, Scopus-тағы автор **ID: 57216826792**, <https://orcid.org/0000-0001-9591-0370>

Төлеуғазықызы Ақерке – жетекші ғылыми қызметкер, 6D072800 - «Қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» мамандығы бойынша PhD докторант, Scopus-тағы автор **ID: 57216832008**, <https://orcid.org/0000-0002-2061-1699>

Әкім Мая Қайратқызы - – кіші ғылыми қызметкер, «Азық-түлік өнімдерінің технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша магистранты.

Жоба аясында жарияланған мақалалар тізімі:

Жарыққа шықты:

- Bekbayev K., Toleugazykyzy A. Study of biomass formation during bioconversion of lignocellulose waste of production // XXV International Multidisciplinary Conference “Recent Scientific Investigation”. Proceedings of the Conference Primedia E-launch LLC, Shawnee, USA. October, 2021., P.22-25. <https://www.internauka.org/authors/bekbayev-kairat>

Scopus (процентиль – 64) базасына енетін журналға ұсынылды:

- Bekbayev K., Mirzoyan S., Toleugazykyzy A, Tlevlessova D., Vassilian A., Poladyan A.; Trchounian K. Optimized growth and hydrogen production by Escherichia coli during utilization of sole and mixture of sugarcane, alcohol and beer production wastes // Journal Biomass Conversion and Biorefinery.

ҚР БҒМ БҒССҚЕК және Scopus (процентілі 35-тен төмен) базаларына енетін журналға ұсынылды:

- Toleugazykyzy A., Tlevlessova D., Samadun A., Bekbayeva R. Characteristics of the formation of biomass during the hydrolysis of lignocellulosic waste during the production of biohydrogen: the effect of various concentrations of the substrate and dilute acid on the yield of sugars // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials.

- Bekbayev K., Akim M, Nabyeva Zh. Biohydrogen production based on dark fermentation of molasses using Escherichia coli // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials.

Қолданушыларға арналған ақпарат:

Іскерлік ынтымақтастыққа мынадай тұлғаларды шақырамыз:

- өндіріс және тұтыну барысында түзілетін органикалық қалдықтардың рециркуляциясы бойынша мониторинг және зерттеулер жүргізу үшін тамақ және қайта өңдеу саласының өндірістік кәсіпорындарының басшылары;

- өндіріс пен тұтынудың әртүрлі органикалық қалдықтарынан алынған газ тәрізді биосутегі әлеуетін бірлесіп зерттеу үшін сутегі жанармай элементтерін әзірлеумен және жетілдірумен айналысатын ғалымдар тобы.