

**МИКРОБИОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.В.38.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

АЛИКУЛОВ БЕГАЛИ САЙДУЛЛАЕВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОНДАГИ АЙРИМ ГАЛОФИТ ЎСИМЛИКЛАР
БИОМАССАЛАРИНИНГ БИОЭНЕРГЕТИК ПОТЕНЦИАЛИ**

03.00.12 – Биотехнология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент шаҳри – 2018 йил

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Аликулов Бегали Сайдуллаевич

Ўзбекистондаги айрим галофит ўсимликлар биомассасининг биоэнергетик потенциаллари.....3

Аликулов Бегали Сайдуллаевич

Биоэнергетический потенциал биомассы некоторых галофитных растений Узбекистана21

Alikulov Begali Saydullaevich

Bioenergetic potential of biomass of some halophyte plants of Uzbekistan.....38

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**МИКРОБИОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.В.38.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

АЛИКУЛОВ БЕГАЛИ САЙДУЛЛАЕВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОНДАГИ АЙРИМ ГАЛОФИТ ЎСИМЛИКЛАР
БИОМАССАЛАРИНИНГ БИОЭНЕРГЕТИК ПОТЕНЦИАЛИ**

03.00.12 – Биотехнология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2018

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/В96 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Самарқанд давлат университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси microbio@academy.uz ва «ZiyoNet» Ахборот таълим тармоғида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Исмаилов Зафар Файзуллаевич
биология фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Мирзарахметова Дилбар Тохтамуратовна
техника фанлари доктори, доцент

Ҳасанов Ҳасан Турсунович
биология фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Урганч давлат университети

Диссертация ҳимояси Микробиология институти ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.B.38.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «__» _____ соат ____ даги мажлисида бўлади (Манзил: 100128, Тошкент ш., Шайхонтохур тумани, А Қодирий кўчаси 7 б-уй, Микробиология институти мажлислар залида. Тел.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-20, факс: (+99871) 241-92-71, e-mail: microbio@academy.uz).

Диссертация билан Микробиология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100128, Тошкент ш., Шайхонтохур тумани, А.Қодирий кўчаси 7 б-уй, Микробиология институти маъмурий биноси, 5-қават, кутубхона. Тел.: (+99871) 241-71-98.

Диссертация автореферати 2018 йил «__» _____ да тарқатилди.
(2018 йил _____ даги ____ рақамли реестр баённомаси).

Арипов Тахир Фатихович

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,
б.ф.д., профессор, академик

Жураева Роҳила Назаровна

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, б.ф.н., катта илмий ходим

Гулямова Ташхан Гафуровна

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, б.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда энергия хом ашёлари етишмовчилиги муаммосини ҳал этишда муқобил қайта тикланувчи энергетик манбаларни яратиш усулидан кенг фойдаланилмоқда. Айтиш жоизки, жаҳонда аҳоли сонининг жадаллик билан ортиши билан мавжуд углеводородлар захираларидан кенг фойдаланиш анъанавий энергия хом ашёларининг кескин камайишига олиб келмоқда. Мавжуд углеводородлар захираларидан фойдаланиш даражасини барқарорлаштириш ва муқобил энергетик манбалари хилма-хиллигини янада ошириш учун ўсимлик биомассасига биотехнологик ишлов бериш орқали, улардан биоэтанол ва биогаз каби биоёқилғилар олиш долзарб аҳамиятга эга.

Ҳозирги вақтда жаҳонда ноанъанавий энергетик манбалар, жумладан, ўсимлик биомассаларига асосланган муқобил энергиядан фойдаланишни ривожлантириш бўйича изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада арид минтақаларининг шўрланган майдонларида кенг тарқалган ва иқтисодиёт тармоқларида мақсадли қўлланилмайдиган галофит ўсимликлар биомассаларидан биоёқилғилар олиш биотехнологиясини яратиш ва такомиллаштириш муҳим вазифалардан ҳисобланади. Галофит ўсимликлар биомассасидан фойдаланиш орқали муқобил энергетик хомашёлар хилма-хиллигини оширишда галофитлар тарқалган майдон миқдори ва биомасса ҳосилдорлигини аниқлаш, биомассага самарали кимёвий ва микробиологик ишлов беришнинг оптимал шароитларини танлаш, биомассадан биоэтанол ва биогаз олиш биотехнологиясини ишлаб чиқиш, ундан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш каби йўналишлар бўйича илмий ечимларни асослаш муҳим илмий ҳамда амалий аҳамият касб этади.

Ҳозирги кунда республикамизда аҳолини энергия билан таъминлашда муқобил энергетика соҳасини ривожлантириш учун қайта тикланувчи хом ашёлар хилма-хиллигини ошириш ва улардан фойдаланишнинг самарали технологияларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий қилишга алоҳида эътибор қаратилди. Бу борада, жумладан, республикамиз ҳудудларида қуёш, шамол ва биомассалар энергиясидан самарали фойдаланиш борасида муайян натижаларга эришилди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда, жумладан, галофит ўсимликлар биомассасининг кимёвий ва ферментатив гидролизининг оптимал шароитларини аниқлаш, микроорганизмлар ёрдамида бижғиш ёки ачиш жараёнлари самарадорлигини ошириш, галофитлар биомассасидан биоэтанол ва биогаз олиш технологиясини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришга жорий қилиш долзарб илмий-амалий аҳамиятга эга.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2013 йил 1 мартдаги ПФ-4512 сон «Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармонлари ва 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари Дастури тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мос келиши. Мазкур диссертация тадқиқоти республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси” устувор йўналишига мос равишда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Адабиётларда турли хил ўсимликлар биомассасидан ёқилғи мақсадида этанол ва биогаз ажралишига микроорганизмлар ҳамда уларнинг ферментларининг таъсири (G. Xumeng, 2014; E. Klimiuk ва бошқ., 2010; A. Almodores, M.R. Hadi, 2010; S. Kim, B. Dale, 2004; A. Осмак, 2002; Г. Ягафарова, Ю.П. Егорова, 1997), ўсимлик биомассани кимёвий, ферментатив гидролизлаш самарадорлиги (M. Gansbergera, 2015; В.И. Сушкова, 2014; Е.В. Скворцов, 2014; М. Балат, 2011; И.И. Гордиенко, В.А. Бабкин, 2005), ўсимлик биомассаларининг иссиқлик, биогаз ва биоэтанол хомашёси сифатидаги потенциали (R. Hendricks, 2008; E. Gnansou, 2005) бўйича маълумотлар келтирилган.

Мамлакатимизда ўтказилган тадқиқотлар натижасида биогаз ва биоэтанол олишда ўсимликлар биомассаси, чорвачилик органик чиқиндилари ҳамда маиший чиқиндилардан фойдаланиш, Ўзбекистоннинг чўл худудида учрайдиган айрим галофит ўсимликлар биомассасининг кимёвий таркиби, биомассадан ажралган биогаз таркиби ва миқдори тўғрисидаги маълумотлар олинган (Ж. Ташпулатов, С. Куканова, Л. Зайнитдинова, 2011; Н. Акиншина, А. Азизов, 2011; З. Шакиров, Г. Кадырова, 2013, А. Махсумханов ва бошқ., 2014; Қ. Давранов, В. Шуригин, О. Эшонкулов, 2016; А. Садиков ва бошқ., 2016). Бироқ, илмий адабиётларда галофит ўсимликлар биомассасининг кимёвий, ферментатив гидролизи, ачитқилар иштирокида ферментацияланиши ва бижғиш динамикасида ҳосил бўлган спирт миқдори, метаноген ассоциация иштирокида биогаз ҳосил қилиш хусусиятлари тўғрисида маълумотлар амалда кам учрайди, бу борада чуқур тадқиқотлар олиб борилмаган.

Бугунги кунда Республикада анъанавий энергетик манбалар - углеводородлар ўрнини босувчи муқобил энергетик манба сифатида ўсимлик биомассаларига асосланган технологияларни яратиш катта илмий-амалий ва иқтисодий аҳамиятга эга бўлмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Самарқанд давлат университети Физиология, генетика ва биокимё

кафедрасининг 2010-2016 йилларга мўлжалланган “Зарафшон воҳаси биоресурсларидан оқилона фойдаланиш” мавзусидаги илмий тадқиқот ишлари режаси, ЁА-7-1-«Ўзбекистон чўл яйловларидан оқилона фойдаланишнинг интеграллашган ва экологик самарали усуллари ишлаб чиқиш (Қарнобчўл мисолида)» (2016-2017) мавзусидаги амалий ва И-ОТ-2017-3-4-«Галофит ўсимликлар биомассаси ва чорвачилик чиқиндиларидан биоёқилғилар олишнинг комплекс технологиясини ишлаб чиқиш» (2017-2018) мавзусидаги инновацион лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида кенг тарқалган айрим галофит ўсимликлар ҳосил қиладиган биомассанинг биоэнергетик потенциалини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари қуйидагилардан иборат:

иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган галофит ўсимликлар турларини тадқиқ қилиш, улар тарқалган майдонлар миқдори ва йиллик биомасса ҳосилдорлигини аниқлаш;

айрим галофит ўсимликлари биомассасини иссиқлик сиғимини аниқлаш;

галофитлар биомассасидан спиртли бижғитиш асосида биоэтанол ажратиб олиш ва биоэнергетик потенциалини аниқлаш;

галофитлар биомассасидан метаногенез асосида биогаз ажратиб олиш ва биоэнергетик потенциалини аниқлаш;

хомашё сифатида галофитлар биомассасидан фойдаланишга асосланган биоёқилғилар олиш биотехнологиясини ишлаб чиқиш ва ундан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида кенг тарқалган, иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган галофит ўсимликлар (сарсазан - *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Bieb., қорабароқ - *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch., юлғун - *Tamarix hispida* Willd, қора саксовул - *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Hjin, оқбош - *Karelinia caspia*, балиққўз - *Climacoptera lanata* (Pall) Botsch ва қорабаргўт - *Sueda microphylla* Pall), биоёқилғи маҳсулотлар (биогаз ва биоэтанол) ҳосил бўлишида иштирок этувчи микроорганизмлар (метаноген ассоциация, *Trichoderma reesei*, *Saccharomyces cerevisiae*) олинган.

Тадқиқотнинг предмети галофит ўсимликлар биомассаси таркибидаги углеводларни бижғитиш ёрдамида этанол ва метанга айлантириб, биоэнергетик потенциалини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация иши тадқиқотларини амалга оширишда биотехнологик, ботаник, физикавий, кимёвий, микробиологик ва статистик таҳлил усулларидан фойдаланилган. Барча олинган маълумотларни ишончлилик даражаси Студент статистик усули ёрдамида аниқланган.

Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор Ўзбекистондаги айрим галофитлар биомассасининг иссиқлик энергияси, биоэтанол ва биогаз олиш учун хом ашё сифатидаги энергетик потенциални аниқланган;

Қарнобчўл ва Марказий Қизилқумдаги иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган айрим галофит ўсимлик турларининг йиллик биомасса ҳосилдорлиги аниқланган;

галофит ўсимликлар биомассаларининг иссиқлик сиғими асосланган;

галофитлар биомассаси гидролизатлари таркибидаги бижғувчи қандли моддалар, ачитқи иштирокидаги бижғиш динамикасида ҳосил бўладиган этанол миқдорларини ошириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

биогаз ажратиб олишда хом ашё сифатида галофитлар биомассасидан фойдаланиш исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

тадқиқ қилинган галофит ўсимликлар биомассасининг кимёвий ва ферментатив гидролизини юқори миқдорда бижғувчи қандли моддалар тўпланадиган, ачитқи иштирокидаги бижғишнинг кўп миқдорда этанол ҳосил бўладиган шароитлари бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

аҳоли хонадонларида биогаз ажратиб олишда хом ашё сифатида айрим галофит ўсимликлар биомассасидан фойдаланиш мақсадида ишлаб чиқариш синов тажрибалари ўтказилган ва галофит биомассасидан биогаз олиш амалиётга жорий қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги модель тизимда олиб борилган натижаларнинг амалиётда олинган натижалар билан мос келиши, олинган натижалар анъанавий ва замонавий услубларга асосланганлиги ҳамда хулоса, таклиф ва тавсияларнинг амалиётда жорий этилгани билан изоҳланади. Илмий натижалар таҳлили замонавий статистик усуллардан фойдаланилиб, OriginPro 7.5 (Microsoft, USA) компьютер дастури ёрдамида амалга оширилган. Барча тажриба натижалари 4-5 қайтариқли тажрибаларнинг арифметик ўртачаларини $P \leq 0,05$ қийматидаги статистик ишонччилик даражасида баҳолаш орқали статистик сарҳисоб қилинган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган айрим галофит ўсимликларнинг биомасса ҳосилдорлигини аниқланганлиги, биомассанинг кимёвий ва *T.reesei* замбуруғи иштирокидаги ферментатив гидролизи, *S.cerevisiae* ачитқиси ҳамда метаноген микроорганизмлар иштирокидаги биожараёнларнинг оптимал шароитларини асосланганлиги, натижаларнинг муқобил энергетика соҳасининг назарий қисмини тўлдирганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган галофитлар биомассасини қўллаш асосида биоёқилғи маҳсулотлар, жумладан, биоэтанол ва биогаз олиш учун фойдаланилаётган хом ашёларнинг хилма-хиллигини оширишга хизмат қилиши билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўзбекистондаги айрим галофитлар биомассасининг биоэнергетик потенциалини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

сарсазан, қорабарок, юлғун ва бошқа галофит ўсимликлар биомассаларидан биогаз ажратиш Самарқанд вилояти Нуробод туманидаги

аҳоли хонадонларига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 12 январдаги 02/22-51-сон маълумотномаси). Натижада чўл худудида истиқомат қиладиган аҳоли хонадонларида галофитлар биомассасига асосланган муқобил энергия ҳисобига газ таъминотининг яхшиланиш имконини беради;

галофитларнинг тарқалиши бўйича олинган илмий натижалар Ё-Ф-5-1-“Зирабулоқ-Зиёвуддин паст тоғлари ўсимликлар қопламининг замонавий флористик таркиби ва экологик-фитоценотик ҳолатини ўрганиш” лойиҳасида ўсимликлар флористик таркибини аниқлашда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фан ва технологиялар агентлигининг 2017 йил 18 декабрдаги 32-11/1316-сон маълумотномаси). Натижада Зирабулоқ-Зиёвуддин паст тоғлари Қарнобчўлга туташ худудлари ўсимликлар қопламини баҳолаш, экологик-фитоценотик ҳолатини аниқлаш имконини берган;

галофитларнинг тарқалиши ва биомасса ҳосилдорлиги, биомассадан биоэтанол олиш бўйича олинган натижалар Марказий Осиё ва Жанубий Кавказ шўрланган худудлари деҳқончилиги бўйича Халқаро Марказнинг “Марказий Осиёнинг ноқулай шароитларида озиқ-овқат маҳсулотлари ва озиқ-овқат хавфсизлигини ошириш мақсадидаги худудий ҳамкорлик” ва “Амударёнинг трансчегаравий сув ҳавзаларида озиқ-овқат ва сув хавфсизлигини мустаҳкамлаш мақсадида ноанъанавий қишлоқ хўжалиги заҳираларидан фойдаланиш” мавзуларидаги халқаро лойиҳаларида шўрланган худудларнинг галофитлар биомассалари потенциалини баҳолашда фойдаланилган (ИКАРДА халқаро ташкилотининг 2018 йил 16 февралдаги 0085-сон маълумотномаси). Натижада Марказий Осиёнинг шўрланган худудларида истиқболли галофитлар хилма-хиллиги ва биомассани аниқлаш ҳамда улар асосида агрофитоценозлар яратиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш нашр этилган. Шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертация асосий илмий натижалари чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан, 5 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, уч боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 115 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги асослаб берилган, мақсад ва вазифалар, шунингдек, тадқиқотнинг объект ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантириш йўналишларига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган

натижаларнинг ишончилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиниши, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **«Муқобил энергетик манбалардан унумли фойдаланиш ва биомассада энергия олиш технологияларини яратиш тенденциялари ҳамда муаммолари ҳолати»** деб номланган биринчи бобда муқобил энергетик манбалар, уларнинг турлари, дунё мамлакатлари ва Ўзбекистонда муқобил энергетик манбаларнинг асосий хомашёлари, улардан фойдаланиш ҳолати ҳамда истикболлари, биомассада энергетик маҳсулотлар олиш технологиялари ҳақида, ўсимлик биомассасига ишлов бериш усуллари, биомассада биоёқилғи маҳсулотлар олишнинг асосий хусусиятлари ва аҳамияти тўғрисида маълумотлар берилган. Энг сўнгги адабиётларда келтирилган маълумотлар асосида ўсимлик биомассасидан биоэтанол ва биогаз ажратиб олиш жараёнларининг микробиологик, биокимёвий ҳамда технологик жиҳатлари, уни амалга ошириш босқичлари кенг ёритилган.

Диссертациянинг **«Галофит ўсимликларнинг биоэнергетик манба сифатидаги тавсифи ва уларни тадқиқ қилиш усуллари»** деб номланган иккинчи бобда дала тажрибалари олиб борилган ҳудудларнинг умумий тавсифи ва иқлим кўрсаткичлари, тадқиқот объектлари сифатида танлаб олинган айрим галофит ўсимликларнинг биоэнергетик манба сифатидаги тавсифи баён қилинган. Тадқиқот тажрибаларини олиб бориш босқичлари белгиланган. Айрим галофит ўсимликлар биомассаларининг биоэнергетик потенциалини аниқлаш мақсадида ўсимликлар биомассасининг биомасса ҳосилдорлиги, иссиқлик сифими, углеводлар таркиби ва миқдори, биомассани гидролизлаш, бижғитиш ёки ачитишнинг оптимал шароитлари, биоёқилғи маҳсулотлар ажратиб олишда иштирок этаётган микроорганизмлар культураси ва метаноген ассоциацияни таркиби, ажратиб олинган биоэтанол ва биогазни кимёвий таркибини аниқлаш, олинган натижаларни статистик қайта ишлаш усуллари баён қилинган.

Диссертациянинг **«Ўзбекистондаги айрим галофит ўсимликлар биомассасининг биоэнергетик потенциали»** деб номланган учинчи бобда сарсазан, қорабароқ, юлғун, қора саксовул, оқбош, балиққўз ва қорабаргўт каби галофитлар биомассасининг ҳосилдорлиги, иссиқлик сифими, углеводлар таркиби ва миқдори, биомассани гидролизлаш, бижғитиш ёки ачитишнинг оптимал шароитлари, биоёқилғи маҳсулотлар ажратиб олишда иштирок этаётган микроорганизмлар культураси ва метаноген ассоциацияни таркиби, ажратиб олинган биоэтанол ва биогазни кимёвий таркибини таҳлил қилиш ҳамда олинган натижалар асосида ушбу ўсимликлар биомассасининг иссиқлик, биоэтанол ва биогаз хомашёлари сифатидаги потенциалини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари келтирилган.

Айрим галофитларнинг биомасса ҳосилдорлиги. Турли иқлим кўрсаткичларига эга ҳудудлар (Қарнобчўл ва Марказий Қизилқум)да олиб борилган дала тажрибалари галофитларнинг йилнинг турли мавсумларида (қишки, баҳорги, ёзги ва кузги) биомасса ҳосилдорлигини аниқлаш имконини

берган. Биомасса ҳосилдорлиги галофитлардан доминант ҳолда учрайдиган 4 тур (сарсазан, қорабароқ, юлғун ва қора саксовул) учун алоҳида, қолган 3 тур (оқбош, қорабаргўт ва балиққўз) ўтчил ўсимликлар аралашмаси сифатида аниқланган. Йиллик қуруқ биомасса ҳосилдорлиги сарсазан ўсимлигида $0,09 \pm 0,01$ кг/м²ни ташкил этиши кўрсатиб берилган. Қолган 3 та доминант тур ва ўтчил ўсимликлар аралашмаси (оқбош, қорабаргўт ва балиққўз)да ҳам шунга яқин натижалар олинган (1-жадвал).

1-жадвал

**Айрим галофит ўсимликларнинг биомасса ҳосилдорлиги
(2015-2016 йиллар*; n=5)**

Тур	Ҳосилдорлик		Майдон, млн. га	Умумий биомасса миқдори, млн. тонна/йил
	кг/м ²	т/га		
Сарсазан	0,09±0,01	0,9	0,40	0,360
Қорабароқ	0,07±0,01	0,7	0,18	0,126
Юлғун	0,08±0,01	0,8	0,22	0,176
Қора саксовул	0,07±0,01	0,7	0,25	0,175
Ўсимликлар аралашмаси	0,06±0,01	0,6	0,50	0,300
Жами	0,37±0,01			1,137

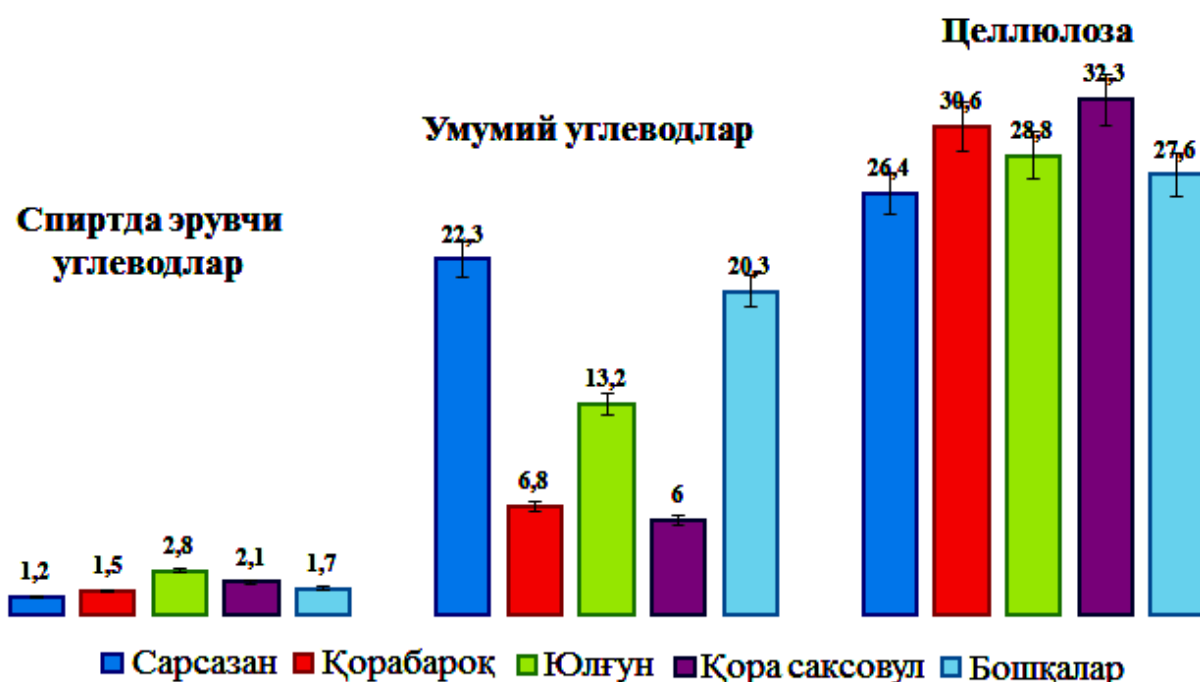
**Изоҳ. Тадқиқот ҳудудларида Муборак ва Машиқудуқ метеостанциялари (2002-2017 йй) маълумотлари бўйича йиллик ёгин миқдори ўртача 132-137 мм, ўртача ҳаво ҳарорати 20-22°Сга тенг.*

Тадқиқот объектларининг умумий йиллик қуруқ биомасса ҳосилдорлиги ўртача $0,37 \pm 0,01$ кг/м²ни ташкил этган. Ҳосил бўлган йиллик қуруқ биомассанинг 24,3 % сарсазан ўсимлиги, 21,6 % юлғун ўсимлиги, 18,9 % дан қора саксовул ва қорабароқ ўсимликлари ва 16,3 % қолган ўтчил ўсимликлар аралашмаси ҳиссаларига тўғри келиши аниқланган. Қуруқ биомассада ўсимликлар улушининг бундай фарқланиши қора саксовул, қорабароқ ва юлғун ўсимликларининг йиллик новдаларида сув тўплаш хусусиятининг юқорилиги билан изоҳланган. Олинган натижалар галофитларнинг адабиётлар ва манбаларда кўрсатилган республика бўйича умумий майдонлари асосида уларнинг йиллик умумий қуруқ биомасса миқдорини ҳисоблаш имконини берган. Қуруқ биомасса ҳосилдорлиги (т/га ҳисобида) ва улар тарқалган умумий майдон миқдори асосида галофитлар умумий биомассасининг йиллик потенциал миқдори ҳисобланган ва бу кўрсаткич ўрганилган галофитлар учун бир миллион тоннадан ортиқлиги кўрсатилган.

Айрим галофит ўсимликлар биомассасининг иссиқлик сизими. Галофитлар биомассасининг иссиқлик энергияси хомашёси сифатидаги потенциални баҳолаш учун ёқиш усули ёрдамида уларнинг иссиқлик сизими аниқланган. Галофитлар биомассасининг иссиқлик сизими барча турларда деярли бири-бирига яқин бўлиши кузатилган, жумладан, у сарсазан ўсимлигида 3530 ккал/кг, қорабароқ, юлғун ва қора саксовулда ўзаро мос ҳолда 3630 ккал/кг, 3400 ккал/кг ва 3850 ккал/кг, қолган ўтчил ўсимликлар (оқбош, қорабаргўт ва балиққўз) аралашмасида 2900 ккал/кгга тенг бўлган. Қора саксовул

биомассасининг иссиқлик сиғими бошқа галофитларнинг ушбу кўрсаткичидан 18-20 % юқори бўлиши аниқланган. Галофитлар биомассаларида иссиқлик сиғимининг турлича бўлиши уларнинг ҳаётий шакли ва ёғочланиш хусусияти хилма-хиллиги билан изоҳланган.

Галофитлар биомассасининг углеводлар таркиби. Қоғоз хроматографияси асосида олиб борилган тажрибаларда галофитлар биомассасининг сахароза ва фруктозадан, глюкоза, ксилоза ва галактоза таркибли умумий углеводлардан ва целлюлозадан иборат эканлиги кўрсатиб берилган. Галофит биомассаларининг кимёвий таҳлили натижасида, уларнинг таркиби, асосан, спиртда эрувчи углеводлар (фруктоза, глюкоза, сахароза ва фруктоолигосахаридлар), умумий углеводлар (сувда эрувчи гемицеллюлоза ва пектин) ва целлюлозадан иборатлиги аниқланган (1-расм).



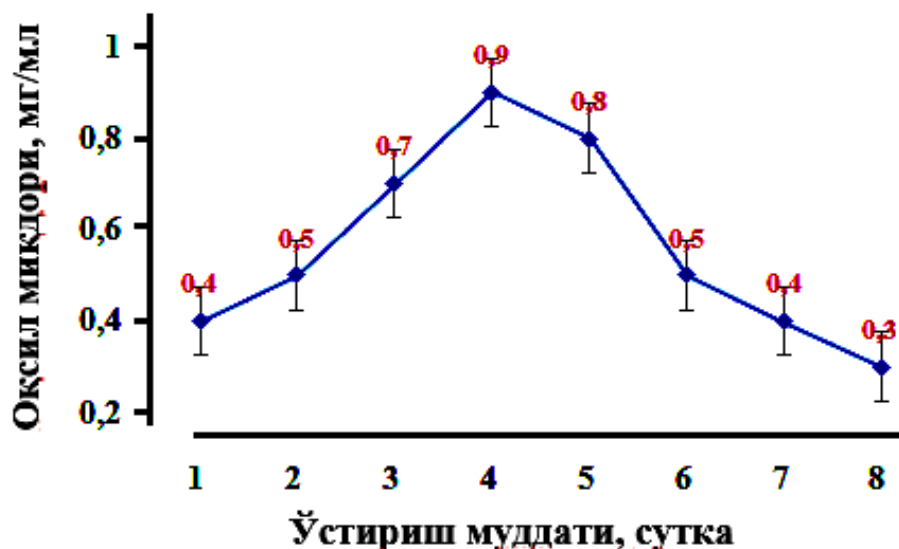
1-расм. Галофитлар биомассасидаги углеводлар миқдори, % ҳисобида (n=4)

Галофитлар биомассасида 1,2% дан 2,8% гача спиртда эрувчи, 6,0% дан 22,3% гача умумий углеводлар ва 26,4% дан 32,4% гача целлюлоза мавжудлиги аниқланган. Спиртда эрувчи углеводларнинг энг кўп миқдори юлғунда (2,8%), энг кам миқдори сарсазанда (1,2%), ишқорда эрувчи умумий углевод (пектин ва гемицеллюлоза)ларнинг энг кўп миқдори сарсазанда (22,3 %), энг кам миқдори қора саксовулда (6,0 %), целлюлозанинг энг кўп миқдори қора саксовулда (32,4 %), энг кам миқдорда сарсазанда (26,4 %) учраши қайд қилинган.

Галофитлар биомассасининг гидролизи. Тадқиқотлар натижасида айрим галофит ўсимликлар биомассани концентрланган ва суолтирилган H_2SO_4 иштирокида кимёвий, *T.reesei* замбуруғи иштирокида ферментатив гидролиз қилишнинг оптимал шароитлари танланган. Галофитлар биомассасини

концентрланган H_2SO_4 иштирокида гидролиз қилиш жараёнида ҳосил бўлган гексозалар миқдорининг H_2SO_4 концентрациясига (10%, 15%, 20% ва 25 %) ва гидролизнинг давом этиш вақтига (2, 4, 6, 8 ва 10 соат) боғлиқлиги аниқланган. Галофитлар биомассасини концентрланган H_2SO_4 нинг 20% ли эритмаси иштирокида 8 соат давомида гидролизланганда максимал миқдор (6,5-7,1%)да гексозалар олиш мумкинлиги кўрсатиб берилган. Суюлтирилган H_2SO_4 га нисбатан ҳам гидролиз жараёнида ҳосил бўлган бижғувчи моддалар миқдорининг кислота концентрациясига (0,1%, 0,3%, 0,5% ва 1,0 %) ва гидролизнинг давом этиш вақтига (1, 2, 3, 4 ва 5 соат) боғлиқлиги аниқланган. Суюлтирилган H_2SO_4 нинг 0,5%ли эритмасида 4 соат давомида гидролизланганда максимал миқдор (1,8-2,5%)да бижғувчи моддалар олиш мумкинлиги кўрсатиб берилган. H_2SO_4 нинг 25 % ли концентрланган ва 1,0 % ли суюлтирилган эритмаларида гидролизат таркибидаги гексоза ва бижғувчи моддалар миқдорининг камайиши моно ва олигосахаридларнинг триозаларгача парчаланиб кетганлиги билан изоҳланган.

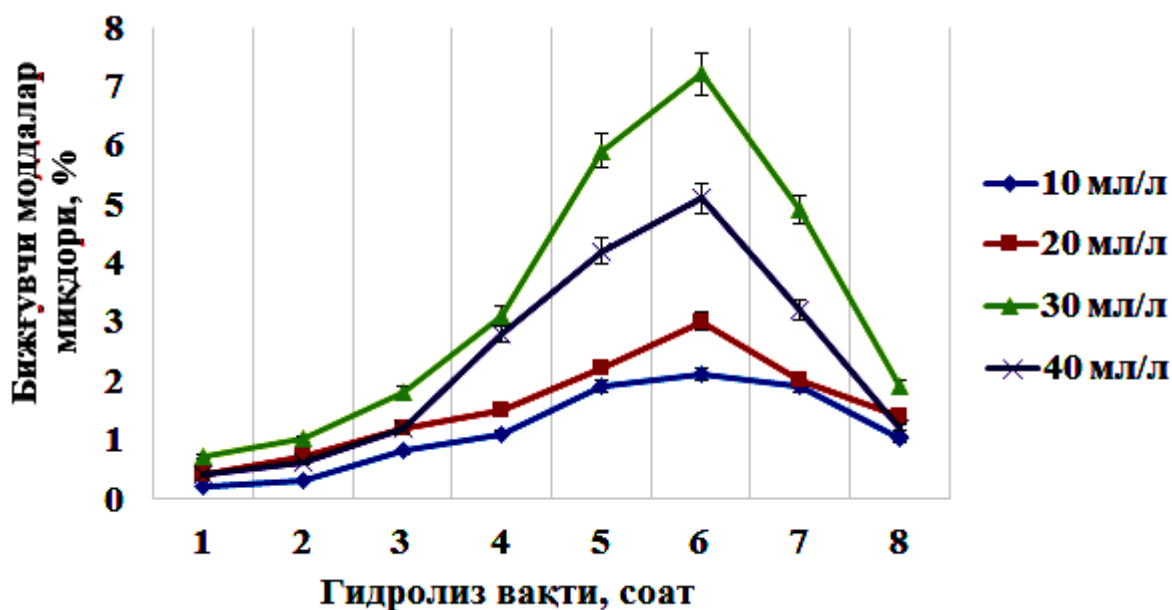
T.reesei замбуруғи ўстириладиган озуқа муҳитида 3-4 суткаларда умумий оксил кўп миқдорда тўпланиши (2-расм) ва ушбу вақтда олинган замбуруғ культурал суяқлигидан галофитлар биомассани ферментатив гидролиз қилишда фойдаланиш мумкинлиги аниқланган.



2-расм. *T.reesei* замбуруғи культурал суяқлиги таркибидаги умумий оксил миқдорини ўстириш муддатига боғлиқ тарзда ўзгариши (n=4)

Лаборатория шароитида ўтказилган тажрибаларда замбуруғнинг 10, 20, 30 ва 40 мл/литр концентрацияли культурал суяқлиги иштирокида, 1-8 соат давомида ($T=48^{\circ}C$, 1:4 гидромодул бўйича) олиб борилган ферментатив гидролиз жараёнида ҳосил бўлган бижғувчи моддалар миқдори тадқиқ қилинган. Замбуруғнинг 30 мл/литр культурал суяқликлари иштирокида кечган гидролиз гидролизатларида бижғувчи моддаларнинг кўп ҳосил бўлиши аниқланди. Ферментатив гидролиз 6 соат давомида ўтказилганда гидролизат таркибидаги бижғувчи моддаларнинг миқдори гидролизнинг дастлабки 1-2

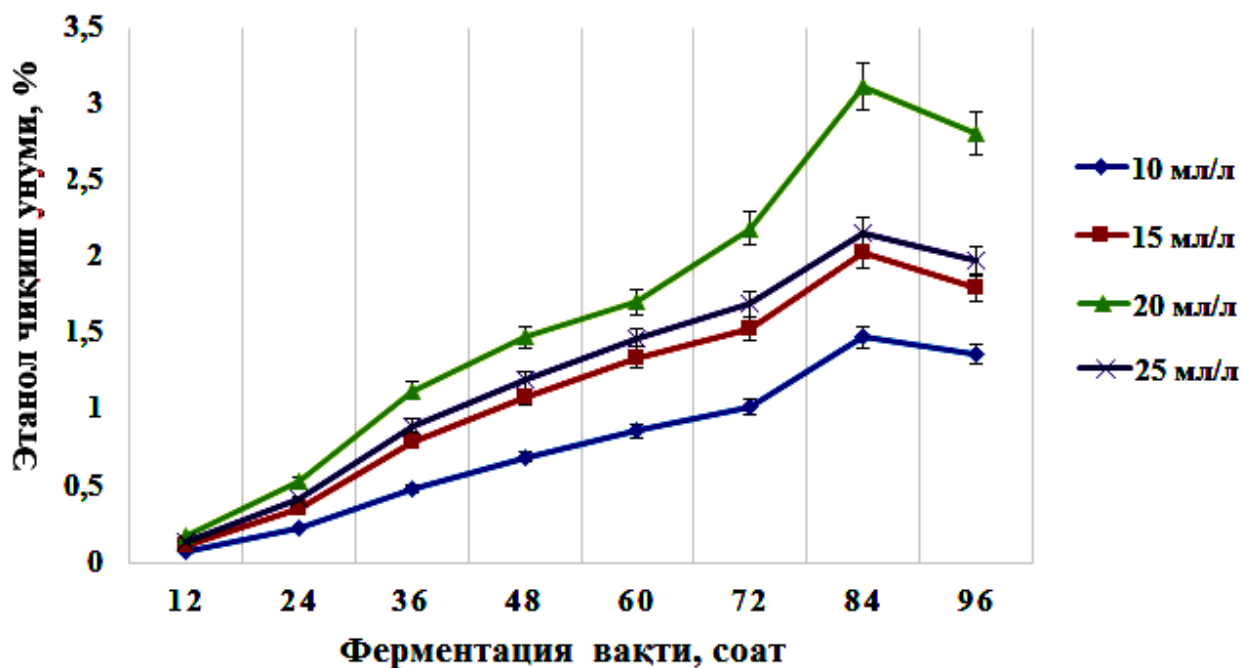
соатида олинган гидролизат таркибидаги бижғувчи моддалар миқдори нисбатан 5,8-6,5 марта ортиши, 7-8 соат давомида гидролиз қилинган гидролизатлар таркибидаги бижғувчи моддаларнинг миқдори эса 6 соат давомида ўтказилган гидролиз гидролизатларига нисбатан 30-35%гача камайиши кўрсатилган. Натижада галофитлар биомассасини *T.reesei* замбуруғининг 30 мл/литр концентрацияли культурал суюқлиги иштирокида 5-6 соат давомида ферментатив гидролиз қилинганда максимал миқдорда (6,9-7,2%) бижғувчи моддалар олиш мумкинлиги аниқланган (3-расм).



3-расм. *T.reesei* замбуруғи культурал суюқлиги концентрациясининг сарсазан биомассасидан бижғувчи моддалар ҳосил бўлишига таъсири (n=4)

Галофитлар биомассасидан биоэтанол олиш. Лаборатория шароитида ўтказилган тажрибаларда *S.cerevisiae* ачитқиси иштирокида бижғиш жараёнининг оптимал шароитлари танланган ва замбуруғнинг 10, 15, 20 ва 25 мл/л концентрацияли (намлик 75 %) культурал суюқликлари иштирокида 12-96 соат давомида бижғиш жараёнидаги ҳосил бўлган этанол миқдори таҳлил қилинган. Этанол ҳосил бўлиши барча тадқиқот объектлари ва вариантларида бижғишнинг 84-соатигача кучайиб, сўнг сусайиши аниқланган, бу ҳолат ферментацияни амалга ошираётган микроорганизм ферментларининг маълум вақтдан кейин инактивацияланиши билан изоҳланган.

Бижғишнинг 84-соатида юлғун ўсимлиги биомассасида фойдаланилган ачитқи культурал суюқлигининг концентрациясига қараб ҳосил бўлган этанол миқдори 1,47% дан 3,11% гача бўлиши, бу кўрсаткичнинг бижғишнинг 12-соатига нисбатан 17-20 марта ортиклиги кўрсатилган. 20 мл/л культурал суюқликдан фойдаланилганда этанолнинг максимал миқдорда чиқиши қайд қилинган (4-расм).



4-расм. *S.cerevisiae* ачитқиси культурал суюқлиги концентрациясининг юлғун биомассасидан этанол ҳосил бўлишига таъсири (n=4)

Тадқиқотнинг бошқа объектларида ҳам юқоридаги кўрсаткичларга яқин маълумотлар олинган. Натижада галофитлар биомассасини гидролизлашдан олинган гидролизатларни *S.cerevisiae* ачитқисининг 20 мл/литр концентрацияли культурал суюқлиги иштирокида 3-3,5 сутка давомида бижғитиш орқали максимал миқдорда ($3,2 \pm 0,1\%$) этанол олиш мумкинлиги кўрсатиб берилган.

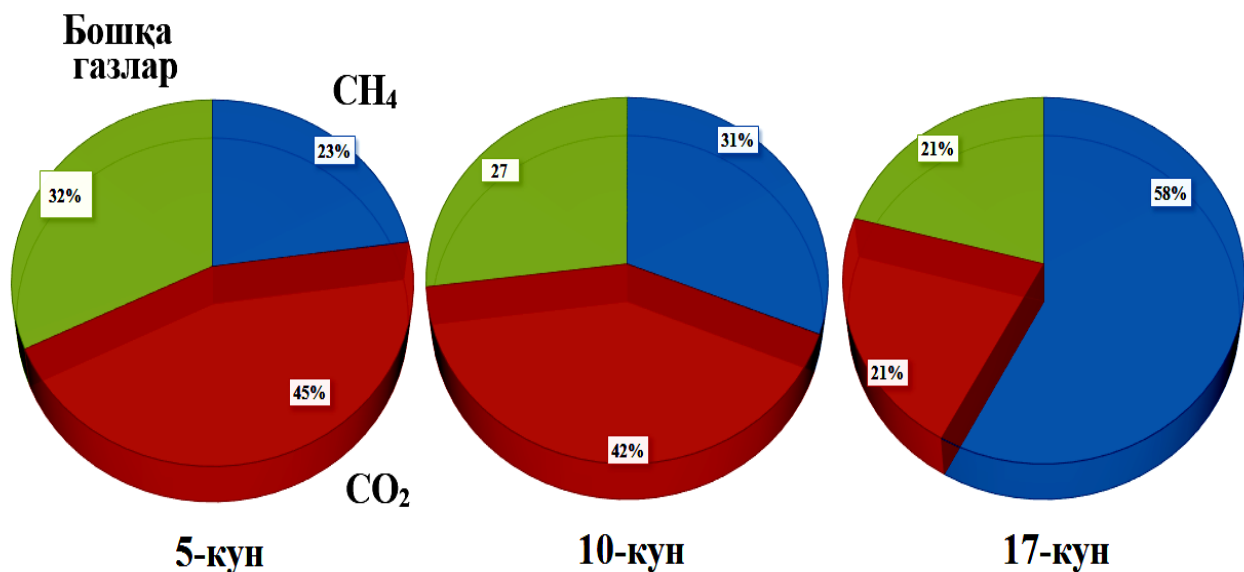
Айрим галофитлар биомассасидан биогаз олиш. Тадқиқотлар 5 литр ҳажмли биореакторлардан фойдаланилган ҳолда, мезофил режимда ўтказилган. Механик усулда майдаланган ўсимлик биомассаси 1:15 нисбатда Баркер озуқа муҳитли сув, 20:1 нисбатда Самарқанд вилояти ҳудудларидаги фаол ботқоқ лойқасидан олинган метаноген бактериялар ассоциациялари кўшилган ҳолда ачитилган. Метаногенездан олдин ва метаногенез босқичларида метаноген ассоциациянинг шаклланиши, микроорганизмлар таркиб ва миқдорининг ўзгариши, биомассадан биогаз ажралиш муддатлари ва унинг кимёвий таркиби таҳлил қилинган.

Тадқиқот объектлари биомассасида метаногенездан олдин асосан гўшт пептонли агарда ўсувчи микроорганизмлар микробиоценози ($3,5 \times 10^6$ дона/мл), аммонификаторлар ($1,3 \times 10^4$ дона/мл), денитрификаторлар ($2,3 \times 10^4$ дона/мл), целлюлоза парчаловчилар ($3,4 \times 10^4$ дона/мл) ва микроскопик замбуруғлар ($1,5 \times 10^3$ дона/мл) бирмунча кўпроқ миқдорда, нитрификаторлар ва сульфат парчаловчи бактериялар кам миқдорда учраши аниқланган. Метаногенезнинг турли босқичларида галофитлар биомасса таркибидаги микроорганизмларни таҳлил қилиш асосида улар сонининг ўзгариб бориши кўрсатиб берилган. Сапрофит микроорганизмлар ва аммонификаторлар сони метаногенез жараёни босқичларида кескин камайиб, жараён охирида бутунлай йўқолиб кетганлиги аниқланган. Метаногенезнинг гидролиз босқичида $2,4 \times 10^2$ дона/мл миқдорда

мавжуд бўлган денитрификаторлар сони метаногенез охирида $2,2 \times 10^1$ дона/млгача камайганлиги, $2,5 \times 10^2$ дона/мл миқдорда мавжуд бўлган сульфат парчаловчи микроорганизмлар 24 дона/млгача камайганлиги, $2,6 \times 10^4$ дона/мл миқдорда мавжуд бўлган целлюлоза парчаловчи микроорганизмлар $1,3 \times 10^5$ дона/млгача кўпайганлиги аниқланган. Биомассада метаноген микроорганизмлар ассоциацияси метаногенезнинг ачиш босқичида шакллана бошлаши, жараён охирида уларнинг сони $5,8 \times 10^2$ дона/мл ни ташкил этганлиги кўрсатилган.

Тажрибаларда реактордаги босимнинг ўзгаришини баҳолаш орқали галофитлар биомассасидан биогаз ажралиш муддатлари ўрганилган. Биогаз ажратиб олиш жараёнининг дастлабки босқичлари (1-5 кун)да босим 2,2 атм.гача, 6-10 кунларда 3,2 атм.гача, 11-17 кунларда 3,3 атм.гача ортганлиги, 17-30 кунларда эса 11-17 кунларга нисбатан 10-11% гача камайиб, 3,0 атм. гача пасайганлиги, 39-кунда эса 2,5 атм.гача тушиши маълум бўлган. Натижада галофитлар биомассасидан мезофил шароитда биогаз ажралиши жараённинг 15-30 кунларида оптимал ҳолатда рўй беради, деб хулоса қилинган.

Миқдорий таҳлил натижасида бир килограмм қуруқ массага нисбатан сарсаздан $0,29 \pm 0,01$ м³, қорабароқдан $0,28 \pm 0,01$ м³, юлғундан $0,27 \pm 0,01$ м³, қора саксовулдан $0,30 \pm 0,01$ м³ ва бошқа ўтчил ўсимликларнинг аралаш биомассасидан $0,25 \pm 0,01$ м³ биогаз олиш мумкинлиги кўрсатилган.



5-расм. Сарсазан биомассаси метаногенези жараёнида биогаз таркибининг ўзгариши (n=4)

Биогаз кимёвий таркибини таҳлил қилиш асосида метаногенезнинг 5-, 10- ва 17-кунларда ажратиб олинган биогаз таркибидаги газлар миқдори фарқланиши аниқланган. Хроматографик таҳлил натижаларига кўра, сарсазан биомассаси метаногенезининг 5-кунида биогаз таркибида ўртача 23% CH₄, 45% CO₂ ва 32% бошқа газлар мавжудлиги, 17-кунда биогаз таркибидаги CH₄

миқдорининг 58 % гача ошганлиги, CO₂ ва бошқа газлар миқдорининг 21 %гача камайганлиги кўрсатиб берилган. Тадқиқотнинг бошқа объектларида ҳам юқоридаги кўрсаткичларга яқин маълумотлар олинган (5-расм).

Галофитларнинг биоэнергетик потенциали. Биоэнергетик потенциални аниқлашда галофитларнинг адабиётларда келтирилган умумий майдонлари миқдори ва шахсий тадқиқотларимизда олинган йиллик қуруқ биомасса ҳосилдорлиги, биомассанинг иссиқлик сифими, биомассадан спирт ҳамда биогаз чиқишининг максимал миқдори тўғрисидаги маълумотлар асос қилиб олинган. Тадқиқотларда иссиқлик энергияси, биоэтанол ва биогаз ишлаб чиқариш учун хомашё сифатида Ўзбекистондаги айрим галофит турларнинг потенциални аниқланган. Бунда ажралиши мумкин бўлган иссиқлик, биоэтанол ва биогаз миқдорлари табиий энергия манбалари турларига нисбатан эквивалент тарзда баҳоланган:

	Табиий газ, м ³	Нефт, литр	Кўмир, кг
Иссиқлик (1 мДж)	0,03	0,024	0,034
Биоэтанол (л)	0,9	0,7	1,1
Биогаз (м ³)	0,7	0,6	1,6

Ўзбекистондаги сарсазан ўсимлигининг ресурс майдонлари миқдори 400*10³ гектар эканлигини ҳисобга олинганда, назарий жиҳатдан бир йил давомида ҳосил бўладиган қуруқ биомасса миқдори 360*10³ тоннани ташкил этиши аниқланган. Бу миқдордаги биомассанинг иссиқлик хомашёси сифатидаги потенциали 5,3*10⁹ мДжга тенг эканлиги, унинг 158,4*10³ м³ табиий газ, 129,6*10³ литр нефт ва 183,6*10³ тонна кўмир ёқилғисига эквивалент бўлиши кўрсатиб берилган. Сарсазаннинг йиллик биомассасидан биоэтанол ажралишининг потенциал миқдори 11,5*10⁶ литрга тенг бўлиши, унинг 10,4*10⁶ м³ табиий газ, 8,1*10⁶ литр нефт ва 12,7*10³ тонна кўмир ёқилғисига эквивалент бўлиши кўрсатилган. Сарсазан биомассасидан биогаз ажралишининг потенциали миқдори эса 104,4*10⁶ м³ ни ташкил этиши, шунча миқдордаги биогаз 73,1*10⁶ м³ табиий газ, 62,6*10⁶ литр нефт ва 167,0*10³ тонна кўмир ёқилғисига эквивалент бўла олиши ҳисобланган. Худди шу тарзда, бошқа галофитларнинг ҳам биоэнергетик потенциали ва табиий энергетик манбаларга эквивалентлиги аниқланган.

Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида галофит ўсимликлар (сарсазан, қорабароқ, юлғун, қора саксовул ва бошқалар)нинг ресурс майдонлари миқдори 1,55*10⁶ га ни ташкил этиши, назарий жиҳатдан улар йил давомида бир миллион тоннадан ортиқ миқдорда қуруқ биомасса ҳосил қилиши аниқланган. Бу миқдордаги биомассанинг иссиқлик хомашёси сифатидаги потенциали 1,6*10¹⁰ мДж га тенг бўлгани ҳолда, унинг 481,5*10³ м³ табиий газ, 395,1*10³ литр нефт ва 551,2*10³ тонна кўмир ёқилғисига эквивалентлиги баён қилинган. Ҳисобланган миқдордаги галофитлар биомассасидан ҳосил бўладиган биоэтанол ва биогаз миқдори ҳамда унинг табиий газ, нефт ва кўмирга нисбатан эквивалентлиги 2-жадвалда кўрсатилган (2-жадвал).

Айрим галофитлар биомассасининг биоэнергетик потенциали

Кўрсаткичлар	Ўсимлик турлари					Жами
	Сарсазан	Қорабарок	Юлғун	Қора саксовул	Бошқа ўтчил ўсимликлар	
Умумий қуруқ биомасса миқдори, млн. тонна/йил	0,360	0,126	0,176	0,175	0,300	1,137
Иссиқлик энергияси						
Иссиқлик сиғими, мДж/кг	14,8	15,1	14,2	16,1	12,1	
Ҳосил бўладиган умумий иссиқлик миқдори, *10 ⁹ мДж	5,3	1,8	2,6	2,7	3,6	16,0
Эквивалент: табиий газ, минг м ³	158,4	55,1	76,7	83,3	108,0	481,5
нефт, минг литр	129,6	45,3	63,9	66,3	90,0	395,1
кўмир, минг тонна	183,6	63,6	87,6	93,5	123,0	551,2
Биоэтанол						
Спирт чиқиш унуми, мл/кг	31,9	30,9	31,1	32,1	25,5	
Ҳосил бўладиган умумий этанол миқдори, млн литр	11,5	3,9	5,5	5,6	7,7	34,2
Эквивалент: табиий газ, млн м ³	10,4	3,5	4,9	5,0	6,9	30,7
нефт, млн литр	8,1	2,7	3,9	3,9	5,4	24,0
кўмир, минг тонна	12,7	4,3	6,1	6,2	8,5	37,8
Биогаз						
Биогаз ажралиш унуми, м ³ /кг	0,29	0,28	0,27	0,30	0,25	
Ҳосил бўладиган умумий биогаз миқдори, млн м ³	104,4	34,3	49,3	51,0	75,0	314,0
Эквивалент: табиий газ, млн м ³	73,1	24,0	34,5	35,7	52,5	219,8
нефт, миллион литр	62,6	20,5	29,6	30,6	45,0	188,2
кўмир, минг тонна	167,0	54,8	78,8	81,6	120,0	502,2

Галофитлар биомассасидан биоёқилгилар олиш технологияси. Тадқиқотларда олинган илмий натижалар ўрганилган галофит ўсимликлар биомассасидан биоёқилгилар ажратиб олиш биотехнологиясини ишлаб чиқиш имконини берган. Ўсимлик биомассаси 1,0 см ўлчамгача механик майдалангандан кейин биотехнологик жараён икки йўналишда давом этиши кўрсатилган. Биринчи йўналишда (6-расм, А) дастлаб биомассани кимёвий (концентрланган H₂SO₄нинг 20% ли эритмаси иштирокида 8 соат; суюлтирилган H₂SO₄нинг 0,5% ли эритмаси иштирокида 4 соат давомида) ёки *T.reesei* замбуруғи иштирокида ферментатив (концентрацияси 30 мл/литр,

48°Сда 5-6 соат давомида) гидролиз қилиш, кейин гидролизатни *S.cerevisiae* ачитқисининг 20 мл/литр культурал сууюқлиги иштирокида 3-3,5 сутка, 32-36°Сда бижғитиш, охирида маҳсулотни 75-81°С да кимёвий ҳайдаш орқали биоэтанол ажратиб олишга эришилиши белгилаб берилган. Иккинчи йўналишда (6-расм, Б) жараён биомассани 1:15 нисбатда сув билан аралаштириб, хомашёга 1:20 нисбатда олинган метаноген ассоциация иштирокида, мезофил режимда (25-35°С да 15-30 кун) ачитиш орқали ўтказилади, ҳосил бўлган биогаз тозаланади ва тўпланади. Шунингдек, биоэтанол ажратилгандан кейин қоладиган чиқиндилар қайтадан биогаз олишга йўналтирилиши мумкинлиги қайд қилинган. Иккала йўналишда ҳам ҳосил бўлган охирги чиқиндилардан биоўғитлар ишлаб чиқаришда фойдаланилиш мумкин (6-расм).



6-расм. Галофитлар биомассасидан биоёқилғилар ажратиб олиш чизмаси

Галофитлар биомассасининг биоэтанол ва биогаз хомашёси сифатидаги потенциалини ўрганиш бўйича олиб борилган тажриба натижалари уларни ишлаб чиқариш шароитида қўллаш имкониятларини ўрганиш учун асос бўлган. Қарнобчўл ҳудуди - Самарқанд вилояти Нуробод тумани “Тутли қоракўл замини” МЧЖ ҳудуди аҳоли хонадонларида 0,2 м³ ҳажмли реакторларда сарсазан, қорабароқ, юлғун ва бошқа галофитлар биомассаларидан биогаз ажратиб олинган. Олинган натижалар асосида ушбу технология амалиётда қўлланилганда эришилиш мумкин бўлган иқтисодий самарадорлик баҳоланган. Натижада бир хонадонда йил мобайнида газ учун сарфланаётган 130 минг сўм маблағ тежаб қолиниб, фойдалилик 27% бўлиши аниқланган.

Шундай қилиб, Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида тарқалган галофит ўсимликлар биомассаси биоэтанол ва биогаз ажратишда хомашё сифатида фойдаланилганда, иқтисодий самарадор бўлиш билан бирга, республиканинг

техник реконструкциялаш қийин бўлган ҳудудларидаги аҳоли ижтимоий шароитларини яхшилаш имконини беради.

ХУЛОСАЛАР

“Ўзбекистондаги айрим галофит ўсимликлар биомассасининг биоэнергетик потенциали” мавзусидаги диссертация ишини бажариш доирасида олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида ўсувчи, иқтисодиёт тармоқларида мақсадли фойдаланилмайдиган галофитлар - сарсазан, қорабароқ, юлғун, қора саксовул ва бошқа ўтчил ўсимликлар (оқбош, қорабаргўт ва балиқкўз) аралашмасининг йиллик қуруқ биомасса ҳосилдорлиги бир-биридан фарқланиши ва қуйидаги тартиб (нисбат)да ортиб бориши аниқланган: ўтчил ўсимликлар аралашмаси <қорабароқ, қора саксовул < юлғун < сарсазан (1:1,16:1,33:1,5).

2. Галофитлар биомассасининг иссиқлик сиғими ўсимлик турига боғлиқ ҳолда бир хил эмаслиги ва қуйидаги тартиб (нисбат)да камайиб бориши аниқланган: қора саксовул > қорабароқ > сарсазан > юлғун > ўтчил ўсимликлар аралашмаси (1:0,94:0,92:0,88:0,75).

3. Тадқиқ қилинган галофитлар биомассасини кимёвий (20%ли конц. H_2SO_4 иштирокида 8 соат; 0,5%ли суьулт. H_2SO_4 иштирокида 4 соат) ва ферментатив (30 мл/л концентрацияли *T.reesei* иштирокида 5-6 соат, 48°Cда) гидролизининг ҳамда ачитқи иштирокидаги бижғиш (20 мл/л концентрацияли *S.cerevisiae* иштирокида 3-3,5 сутка, 32-36°Cда) жараёнининг оптимал шароитлари танланган. Ушбу шароитлар қўлланилганда, галофитлар биомассаси гидролизатларида қуруқ массага нисбатан 7,4%гача бижғувчи қандли моддалар тўпланганлиги, уларни бижғитиш орқали қуруқ массага нисбатан 3,2%гача миқдорда этанол ҳосил бўлиши аниқланган.

4. Тадқиқ қилинган галофитлар биомассасини метаноген манба иштирокида мезофил режимда ачитиш (1:15 нисбатда сув, 20:1 нисбатда олинган метаноген ассоциация иштирокида, 25-35°Cда 15-30 кун) жараёнининг оптимал шароитлари танланган. Ушбу шароит қўлланилганда, галофитлар биомассасидан бир килограмм қуруқ масса ҳисобига таркибида 55 %дан юқори миқдорда метан сақлайдиган 0,25-0,30 м³ гача газ ҳосил бўлиши исботланган.

5. Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида ўсадиган галофитларнинг майдони 1,55 млн. гектардан иборат бўлиб, унда ҳосил бўладиган қуруқ биомассанинг назарий миқдори 1,137 млн. тоннага тенг. Бу миқдордаги биомассанинг энергетик потенциали иссиқлик ҳисобига $1,6 \cdot 10^{10}$ мДж, биоэтанол ҳисобига – 34,2 млн. литр ва биогаз ҳисобига – 314,0 млн. м³ни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.В.38.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ МИКРОБИОЛОГИИ
И НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АЛИКУЛОВ БЕГАЛИ САЙДУЛЛАЕВИЧ

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БИОМАССЫ НЕКОТОРЫХ
ГАЛОФИТНЫХ РАСТЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА**

03.00.12 – Биотехнология

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номерам В2017.3.PhD/В96.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (microbio@academy.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:	Исмаилов Зафар Файзуллаевич доктор биологических наук
Официальные оппоненты:	Мирзарахметова Дилбар Тохтамуратовна доктор технических наук, доцент Хасанов Хасан Турсунович кандидат биологических наук, доцент
Ведущая организация:	Ургенчский государственный университет

Защита диссертации состоится «__» _____ 2018 года в ___ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.B.38.01 при Институте микробиологии и Национальном университете Узбекистана (Адрес: 100128, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А. Кадырий 76, конференц-зал Института микробиологии. Тел.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, факс: (+99871) 241-92-71, e-mail: microbio@academy.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института микробиологии (зарегистровано под № ____). Адрес: 100128, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А.Кадырий 76, Административное здание Института микробиологии, 5-й этаж, библиотека. Тел.: (+99871) 241-92-28.

Автореферат диссертации разослан: «__» _____ 2018 г.
(реестр протокола рассылки № «__» от _____ 2018).

Арипов Тахир Фатихович
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.б.н., профессор, академик АН РУз

Жураева Рохила Назаровна
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, к.б.н.

Гулямова Ташхан Гафуровна
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.б.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время, при решении мировых проблем дефицита энергетического сырья широко используются методы создания альтернативных возобновляемых энергетических источников. Следует отметить, что с увеличением численности населения планеты, широкое использование природных углеводородов приводит к резкому снижению запасов этого традиционного сырья. Для оптимизации степени использования существующих углеводородных запасов и увеличения разнообразия альтернативных энергетических источников, получение из растений биотоплива (биоэтанол и биогаз), путём биотехнологической переработки их биомассы, является весьма актуальным.

В настоящее время в мире активно проводятся исследования по альтернативным источникам энергии, в частности исследования по использованию растительной биомассы. При этом важным является использование галофитных растений, прорастающих на засоленной почве аридных зон и не используемых в других отраслях экономики. Использование биомассы галофитных растений в качестве нетрадиционных источников энергии требует решить ряд вопросов: определение разнообразия и продуктивности биомассы, подбор оптимальных условий химической и микробиологической переработки, разработку биотехнологии получения биоэтанола и биогаза, а также оценка экономической эффективности этих процессов.

В настоящее время, для развития сферы альтернативной энергетики, в Узбекистане с целью обеспечения населения энергией особое внимание уделяется повышению разнообразия возобновляемых ресурсов, созданию эффективных технологий их использования и внедрения в практику. В этом отношении, в ряде регионов нашей республики отмечены положительные результаты эффективного использования энергии солнца и ветра, а также сосредоточенной в биомассе энергии. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, среди важных задач отмечено «... расширение использования возобновляемых источников энергии»². Исходя из этого, определение оптимальных условий химического и ферментативного гидролиза биомассы галофитов, усовершенствование и внедрение в производство из нее технологии получения биоэтанола и биогаза, весьма актуально.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, связано с необходимостью решения задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан «О дальнейших мерах по развитию альтернативных источников энергии» (УП №4512 от 1 марта 2013 года) и «О стратегии действий по развитию Республики Узбекистан» (УП № 4947 от 7 февраля 2017 года), а также Постановления Президента Республики Узбекистан «О

² Указ Президента Республики Узбекистан “О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан” УП №4947 от 7 февраля 2017 года.

программе мер по повышению энергоэффективности, развитию возобновляемых источников энергии, экономики и социальной сферы в 2017 - 2021 годы» (ПП №3012 от 26 мая 2017 года), а также других нормативно-правовых документов, связанных с необходимостью решения проблем в данной сфере экономики.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики: V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. В литературе приведены сведения, о способности микроорганизмов и продуцируемых ими ферментов способствовать выделению этанола, биогаза и биодизеля из биомассы растений (G. Xumeng, 2014; E. Kliimuk et al., 2010; A. Almodores, M.R. Hadi, 2010; S. Kim, V. Dale, 2004; A. Osmak, 2002, 2002; Г. Ягафарова, Ю.П. Егорова, 1997); об эффективности химического и ферментативного гидролиза растительной биомассы (M. Gansbergera, 2015, В.И. Сушкова, 2014, Е.В. Скворцов, 2014; M. Balat, 2011, И.И. Гордиенко, В.А. Бабкин, 2005), а также о потенциале растительной биомассы в качестве источника тепла и биотоплива (R. Hendricks, 2008; E. Gnansou, 2005).

Результаты проведенных в нашей стране исследований показывают возможности использования биомассы растений, органических отходов животноводства и коммунально-бытовых комплексов, а также биомассы некоторых произрастающих в пустынной зоне Узбекистана видов галофитов для получения биогаза и биоэтанола (Ж. Ташпулатов, С. Куканова, Л. Зайнитдинова, 2011; Н. Акиншина, А. Азизов, 2011; З. Шакиров, Г. Кадырова, 2013, А. Махсумханов и др., 2014; К. Давранов, В. Шурыгин, О. Эшонкулов, 2016; А. Садиков и др., 2016) и т.д. Однако, в научной литературе практически отсутствуют сведения о ферментативном и химическом гидролизе биомассы галофитов, о количестве спирта полученного в результате ферментации и брожения с участием дрожжей, об особенностях получения биогаза при участии метаногенных ассоциаций и т.д.

В настоящее время в республике разработаны и созданы технологии получения альтернативных источников энергии на основе растительной биомассы агропромышленного комплекса с целью замещения традиционных углеводородных источников энергии, что имеет большое научно-практическое и экономическое значение.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами университета, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ на 2010-2016 гг. кафедры Физиологии, биохимии и генетики СамГУ «Рациональное использование биоресурсов Зарафшанской долины», инновационно-практических проектов Самаркандского государственного университета ЁО-7-1-«Разработка комплексных и экологически эффективных методов рационального использования степных пастбищ в Узбекистане (на примере

Карнабчуля) (2016-2017 гг.) и И-ОТ-2017-3-4-«Разработка комплексной технологии получения биоэнергии на основе биомассы галофитов и органических отходов животноводства» (2017-2018).

Целью исследования является определение биоэнергетического потенциала биомассы некоторых широко распространенных в пустынных районах Узбекистана видов галофитов.

Задачи исследования:

исследование видового состава галофитов, неиспользуемых целенаправленно в отраслях экономики, определение площади их распространения и годовой урожайности биомассы;

определение теплоемкости биомассы некоторых галофитов;

получение биоэтанола и определение биоэнергетического потенциала биомассы галофитов на основе спиртового брожения;

получение биогаза и определение биоэнергетического потенциала биомассы галофитов на основе метаногенеза;

разработка биотехнологии получения биотоплива на основе использования биомассы галофитов в качестве сырья и оценка экономической эффективности их использования.

Объектом исследования являлись распространенные в пустынных зонах Узбекистана, но не используемые в народном хозяйстве виды галофитов (сарсазан - *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Vieb, соляноколосник - *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch, гребенщик - *Tamarix hispida* Willd, черный саксаул - *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Pjin, карелиния - *Karelinia caspia*, климакоптера - *Climacoptera lanata* (Pall) Botsch и сведа - *Sueda microphylla* Pall, а также, участвующие в формировании биотоплива (биогаз и биоэтанол) микроорганизмы (ассоциация метаногенов, *Trichoderma reesei* и *Saccharomyces cerevisiae*).

Предметом исследования являлось определение биоэнергетического потенциала биомассы галофитных растений, путём преобразования углеводов, входящих в их состав, в этанол и метан с помощью брожения.

Методы исследования. В процессе выполнения исследований по диссертационной работе использовали биотехнологические, ботанические, физические, химические, микробиологические и статистические методы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается с следующим:

впервые определён энергетический потенциал биомассы некоторых галофитов Узбекистана в качестве сырья для производства тепловой энергии, биоэтанола и биогаза.

определена годовая урожайность биомассы некоторых видов галофитных растений Карнабчуля и Центрального Кызылкума, неиспользуемых целенаправленно в отраслях экономики;

обоснована теплоёмкость биомассы галофитных растений;

разработаны рекомендации по повышению количества этанола, образующегося при брожении с помощью дрожжей и бродильных сахаров, входящих в состав гидролизатов биомассы галофитов;

доказано использование биомассы галофитов в качестве сырья при получении биогаза.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны рекомендации химического и ферментативного гидролиза биомассы изучаемых галофитов с высоким выходом бродильных сахаров с последующем получением этанола с участием дрожжей;

в домах населения были проведены опытные эксперименты по использованию биомассы некоторых галофитов в качестве сырья при получении биогаза и внедрена в практику технология получения биогаза из биомассы галофитов.

Достоверность результатов исследования обосновывается соответствием результатов проведённых в модельных системах, результатам полученным на практике; обоснованностью результатов, полученных традиционными и современными методами, а также внедрением в практику, предложений и рекомендаций. Анализ научных результатов проведен с помощью статистических методов программного обеспечения OriginPro 7.5 (Microsoft, USA). Результаты экспериментов рассчитывали путем оценки среднего арифметического из 4-5 повторностей на статистическом уровне достоверности $P \leq 0,05$.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость исследований заключается в определении урожайности биомассы некоторых видов галофитов не используемых целенаправленно в отраслях экономики, обоснованностью оптимальных условий химического и ферментативного (с участием гриба *T. reesei*) гидролиза биомассы, а также биопроцессов с участием дрожжей *S. cerevisiae* и ассоциации метаногенных микроорганизмов, значением полученных результатов для теории производства альтернативной энергии.

Практическая значимость результатов исследований служит увеличению разнообразия сырья, используемого для производства биотопливных продуктов, в частности для получения биоэтанола и биогаза, на основе биомассы не используемых в отраслях экономики галофитов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных данных по изучению биоэнергетического потенциала биомассы некоторых видов галофитов Узбекистана:

из биомассы сарсазана, соляноколосника, гребенщика и смеси трав других галофитов был получен биогаз для использования в домашнем хозяйстве населения Нурабадского района Самаркандской области (Справка Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан № 02/22-51 от 12.01.2018 г.). Результаты проведенных исследований позволят, в будущем, улучшить газоснабжение населения в пустынных зонах Республики за счёт полученной из биомассы галофитов альтернативной энергии;

полученные научные результаты по распространению галофитов были использованы при выполнении научного проекта Ё-Ф-5-1- «Изучение эколого-фитоценотического состояния и современного флористического состава Зарабулак-Зиевуддинской низменности», при определении флористического

состава растений (Справка Агентства по науке и технологии Республики Узбекистан № 32-11/1316 от 18.12.2017 г.), что позволило оценить состояние растительного покрова и определить эколого-фитоценотическое состояние Зирабулак-Зиевуддинской низменности, территориально примыкающей к Карнобчулу;

полученные результаты по распространению галофитов, урожайности их биомассы и производство из них биоэтанола были использованы при реализации проектов Международного Центра по биоземледелию на засоленных почвах в Центральной Азии и в Южном Кавказе «Региональное партнерство с целью повышения продовольственной безопасности и продуктов питания в неблагоприятных условиях Центральной Азии» и «Использование нетрадиционных сельскохозяйственных ресурсов для укрепления водной и продовольственной безопасности в трансграничных водоемах бассейна реки Аму-Дарья» для оценки потенциала биомассы галофитов засоленных территорий (Справка ИКАРДА № 0085 от 16.02.2018 г.). Это дало возможность определить разнообразие и биомассу перспективных галофитов засоленных территорий Центральной Азии и создание агрофитоценозов на их основе.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были представлены для обсуждения на 3-х международных и 4-х республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 7 статей в рекомендованных Высшей аттестационной комиссией научных изданиях: 5 в местных и 2 статьи в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 115 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи, характеризуются объекты и предмет исследования, показано их соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обоснованы достоверность полученных результатов, раскрываются их научная и практическая значимость, а также вопросы внедрения в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Обзор научных сведений об использовании альтернативных источников энергии и технологии получения энергии из биомассы растений»** приводятся сведения о видах альтернативных источников энергии, основных источниках сырья для их производства в мире и в Узбекистане, в частности, их состояние и перспективы использования, приводятся данные о технологиях получения энергии из биомассы растений, методах обработки биомассы, основные особенности

получения продуктов биотоплива из биомассы растений и их значение. На основе последних данных литературы раскрыты биохимические, микробиологические, а также технологические аспекты и этапы осуществления процесса выделения биогаза и биоэтанола из биомассы растений.

Во второй главе диссертации **«Характеристика галофитов как источника биоэнергии и методы их исследования»** приводится общая агроклиматическая характеристика района исследования, дается описание некоторых видов галофитов в качестве потенциального источника биоэнергии, этапов проведения исследований. С целью изучения биоэнергетического потенциала галофитов определены урожайность биомассы растений, их теплоемкость, количество и состав углеводов, гидролиз биомассы, оптимальные условия закваски или брожения, состав метаногенной ассоциации и культур микроорганизмов, участвующих в выделении продуктов биотоплива, химический состав выделенного биоэтанола и биогаза; приводятся данные по статистической обработке полученных результатов.

Третья глава диссертации **«Биоэнергетический потенциал некоторых галофитов Узбекистана»** посвящена анализу урожайности и теплоёмкости биомассы сарсазана, соляноколосника, гребенщика, черного саксаула, карелинии, климакоптеры и сведы. Представлены сведения о составе и количестве углеводов, оптимальные условия для брожения, состав метаногенной ассоциации культур микроорганизмов, участвующих в выделении биотоплива, химический анализ полученного биоэтанола и биогаза. Кроме того, на основе полученных результатов исследований приводятся данные по определению потенциала биомассы этих растений в качестве сырья для получения тепла, биоэтанола и биогаза.

Урожайность биомассы некоторых галофитов. Проведенные на территориях с разными агроклиматическими условиями (Карнабчуль и Центральный Кызылкум) полевые исследования позволили определить урожайность галофитов по сезонам года. Из числа галофитов отдельно учитывали биомассу четырех доминантных видов (сарсазан, соляноколосник, гребенщик и черный саксаул), тогда как биомассу видов карелиния, сведа и климакоптера изучали в виде травяной смеси. Установлено, что ежегодный выход сухой биомассы растений сарсазана достигает $0,09 \pm 0,01$ кг/м². Близкие к этому показатели были характерны для трех других доминантных видов растений, а также травяной смеси (карелиния, сведа и климакоптера).

В среднем, урожай сухой биомассы всех изученных галофитов равен $0,37 \pm 0,01$ кг/м² в год. В доленом отношении, урожай сухой биомассы в год на 24,3% представлен сарсазаном, 21,6% - гребенщиком, по 18,9% приходится на черный саксаул и соляноколосник, тогда как остальная часть биомассы (16,3%) приходилась на долю остальных галофитов. По данным литературы, подобное различие в доленом соотношении биомассы объясняется высокими водосборными свойствами годичных стеблей черного саксаула, соляноколосника и гребенщика. Исходя из данных литературы по общей площади произрастания указанных галофитов на территории республики, полученные данные позволили рассчитать теоретически возможный ежегодный

объем биомассы. Из расчета урожайности биомассы указанных видов галофитов в т/га, а также занимаемой ими площади произрастания, в таблице 1 представлен потенциальный объем биомассы, где ее суммарный объем биомассы изученных галофитов может достигать одного миллиона тонн (табл. 1).

Таблица 1

Урожай сухой биомассы некоторых видов галофитов
(2015-2016 гг.*) (n=5)

Вид	Урожай		Площадь, млн. га	Общее количество биомассы, млн. тонн/год
	кг/м ²	т/га		
Сарсазан	0,09±0,01	0,9	0,40	0,360
Соляноколосник	0,07±0,01	0,7	0,18	0,126
Гребенщик	0,08±0,01	0,8	0,22	0,176
Черный саксаул	0,07±0,01	0,7	0,25	0,175
Травяная смесь	0,06±0,01	0,6	0,50	0,300
Всего	0,37±0,01			1,137

**Примечание: на исследуемых территориях среднее годовое количество осадков составило 132-137 мм, средняя годовая температура воздуха равнялась 20-22°C (по данным метеостанций Муборак и Машикудук на 2002 – 2017 годы).*

Теплоемкость биомассы некоторых галофитов. Определение потенциала теплоемкости биомассы галофитов, в качестве источника тепловой энергии, проводили методом сжигания. Выявлено, что показатель теплоемкости биомассы почти всех видов галофитов незначительно отличался друг от друга. Теплоемкость сарсазана равнялась 3530 ккал/кг, соляноколосника, гребенщика и черного саксаула 3630 ккал/кг, 3400 ккал/кг и 3850 ккал/кг, соответственно, а теплоемкость смеси галофитов (карелиния, климакоптера и сведа) составляла 2900 ккал/кг. Показатель теплоемкости биомассы черного саксаула был на 18-20 % выше, чем у других галофитов. Различия в показателе теплоемкости изученных галофитов объясняются разнообразием их жизненной формы и особенностями процесса одревеснения.

Состав углеводов биомассы галофитов. Методом бумажной хроматографии установлено наличие в составе биомассы галофитов сахарозы и фруктозы, общих углеводов в виде глюкозы, ксилозы и галактозы, а также целлюлозы. Химический анализ подтвердил, что состав биомассы галофитов представлен, в основном, спирторастворимыми углеводами (фруктоза, глюкоза, сахароза и фруктоолигосахариды), общими углеводами (водорастворимые гемицеллюлоза и пектин), а также целлюлозой. При этом, на долю спирторастворимых углеводов приходится от 1,2% до 2,8% , общих углеводов - от 6,0% до 22,3%, а также целлюлозы - от 26,4% до 32,4%. Наибольшее количество спирторастворимых углеводов отмечено у гребенщика (2,8%), а меньшее - у сарсазана (1,2%), наибольшее количество растворимых в щелочной среде общих углеводов (пектин и гемицеллюлоза) - у сарсазана (22,3%), а

наименьшее - у черного саксаула (6,0%), наибольшее количество целлюлозы у черного саксаула (32,4%), а наименьшее - у сарсазана (26,4%) (рис.1).

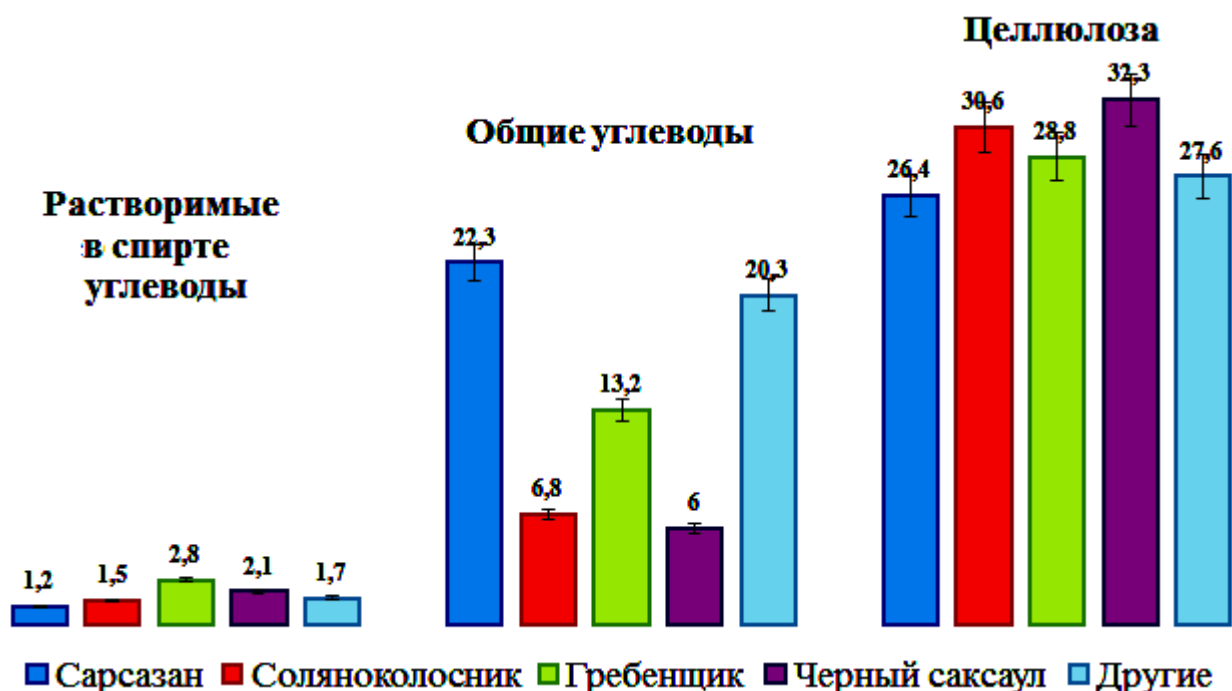


Рисунок 1. Содержание углеводов в биомассе галофитов, % (n=4)

Гидролиз биомассы галофитов. В результате исследований установлены оптимальные условия химического гидролиза биомассы некоторых видов галофитов с применением концентрированного и разбавленного раствора концентрированной H_2SO_4 , а также ферментативного гидролиза с участием гриба *T. reesei*. Определено влияние разных (10%, 15%, 20% и 25%) концентраций H_2SO_4 и времени (2, 4, 6, 8 и 10 часов) на образование гексоз в ходе гидролиза биомассы галофитов. Установлено, что максимальный выход гексоз (6,5-7,1%) при гидролизе биомассы галофитов наблюдается в присутствии 20% раствора концентрированной H_2SO_4 в течение 8 часов. Такая же зависимость накопления количества продуктов брожения в процессе гидролиза от его продолжительности (в течение 1, 2, 3, 4 и 5 часов) при наличии в реакционной смеси разных концентраций (0,1%, 0,3%, 0,5% и 1,0%) установлено и в отношении разбавленной H_2SO_4 . Показано, что максимальное количество (1,8-2,5%) выхода продуктов брожения наблюдается при гидролизе в течение 4 часов в 0,5% растворе H_2SO_4 . Снижение количества гексоз и других продуктов гидролизата в 25%ного концентрированного и 1,0%ного разбавленного растворах H_2SO_4 объясняется дальнейшим расщеплением моно и олигосахаридов до триозы.

Установлено, что выращенные в питательной среде в течение 3-4 дней грибы *T. reesei*, накапливали большое количество белка (рисунок 2), которое можно использовать для ферментативного гидролиза биомассы галофитов в виде суспензии гриба.



Рисунок 2. Изменение содержания общего белка в суспензии гриба *T. reesei* в зависимости от срока выращивания (n = 4)

Изучение количества продуктов брожения в процессе ферментативного гидролиза в течение 1-8 часов ($T=48^{\circ}\text{C}$, в соотношении гидромодуля 1:4) в случае использования суспензии гриба в концентрации 10, 20, 30 и 40 мл/л выявило что при гидролизе биомассы с концентрацией 30 мл/л образуется наибольшее количество продуктов брожения. При ферментативном гидролизе в течение 6 часов, в составе гидролизата количество продуктов брожения, относительно полученного в первые 1-2 часа, превышает в 5,8-6,5 раз, при гидролизе в течение 7-8 часов, относительно гидролиза в течение 6 часов, количество продуктов брожения снизилось на 30-35%. Определено, что при введении в реакционную среду 30 мл/л жидкой культуры гриба *T.reesei*, максимальный выход (6,9-7,2%) продуктов брожения можно получить при ферментативном гидролизе биомассы галофитов в течение 5-6 часов (рис. 3).

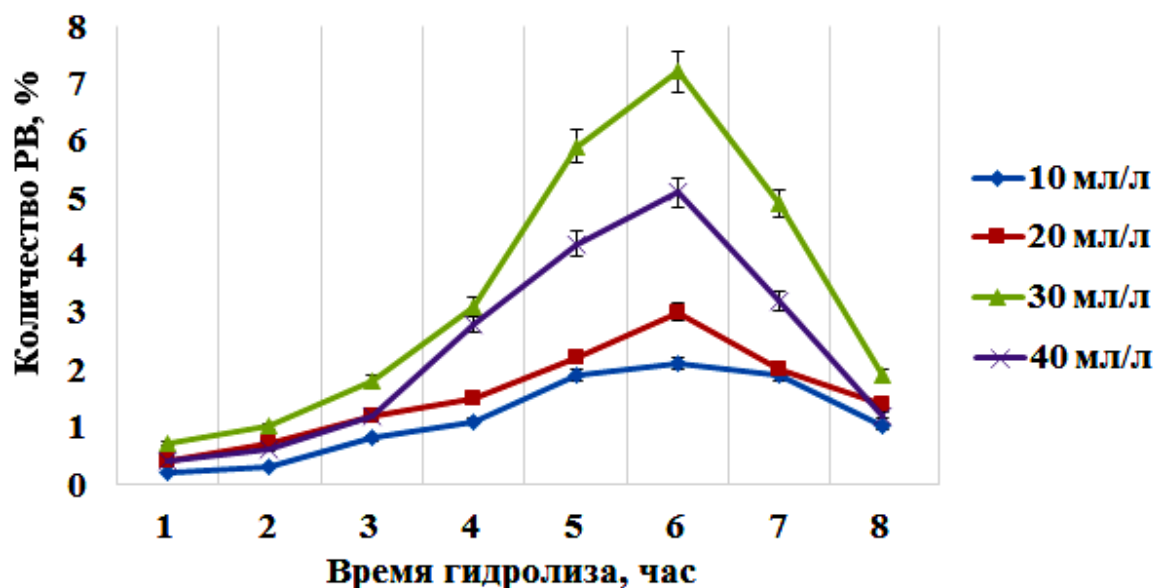


Рисунок 3. Влияние концентрации жидкой культуры гриба *T. reesei* на образование продуктов брожения из биомассы сарсазана (n = 4)

Получение биоэтанола из биомассы галофитов. В лабораторных опытах были подобраны оптимальные условия для процесса ферментации, проанализировано количество выделяемого спирта в процессе брожения в течение 12-98 часов ($T=35^{\circ}\text{C}$) с добавлением дрожжей *S.cerevisiae* в концентрации 10, 15, 20 и 25 мл/л (влажность 75%).

Установлено, что процесс выделения этанола усиливается к 84 часу брожения, а затем этот процесс замедляется, что может быть связано с инактивацией участвующих при ферментации ферментов микроорганизмов. На примере гребенщика выявлено что, при добавлении дрожжей, в зависимости от её концентрации, на 84-й час брожения количество выделяемого этанола возросло от 1,47 % до 3,11%, что в 17-20 раз выше, чем при брожении в течение 12 часов. Максимальное количество этанола отмечено при использовании дрожжей с концентрацией 20 мл/л. Аналогичные результаты были получены и в случае других видов исследуемых галофитов. При брожении гидролизатов биомассы галофитов в течение 3-3,5 суток, в присутствии 20 мл/л *S. cerevisiae* выход максимального количества этанола составил $3,2 \pm 0,1\%$ (рис. 4).

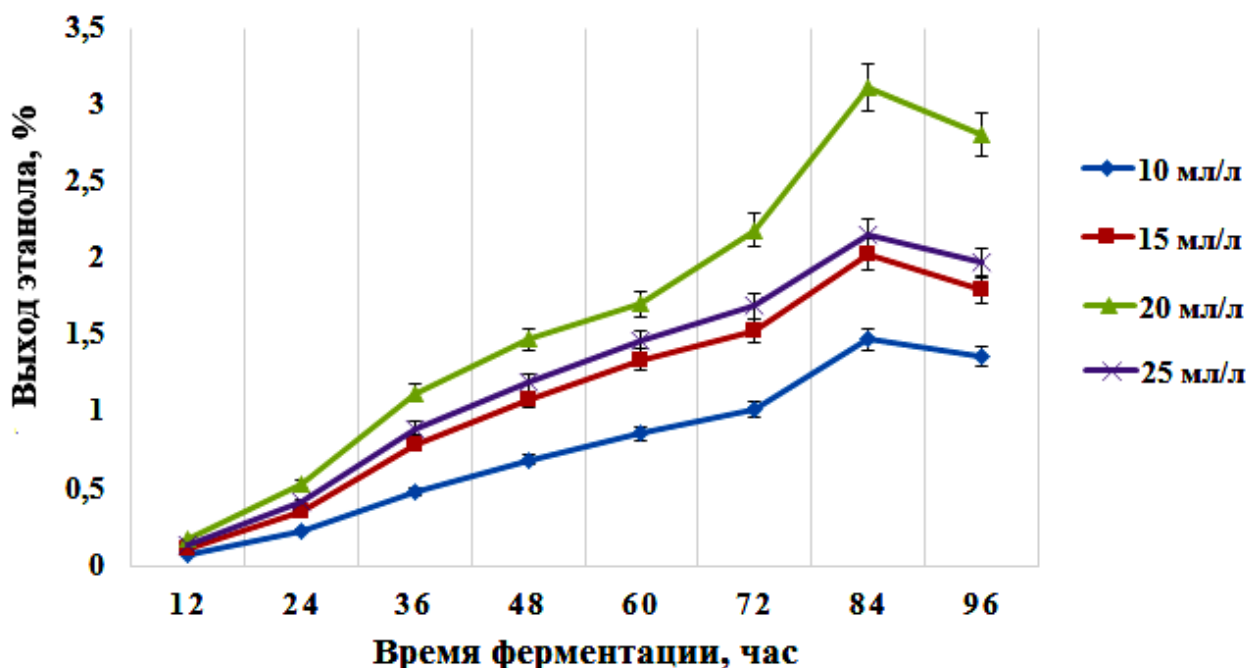


Рисунок 4. Влияние концентрации жидкой культуры дрожжей *S.cerevisiae* на образование спирта из биомассы гребенщика (n = 4)

Получение биогаза из биомассы некоторых галофитов. Исследования проводили с использованием биореактора объемом 5 литров. К размельченной механическим способом биомассе добавляли жидкую питательную среду Баркера в соотношении 1:15, и ассоциацию метаногенных бактерий, выделенных из заиленных водоемов Самаркандской области, в соотношении 20:1. При этом проводили анализ количества и состава микроорганизмов, особенностей

формирования метаногенной ассоциации до метаногенеза и на разных этапах метаногенеза, сроков выделения биогаза и его химический состав.

До метаногенеза, в биомассе исследуемых объектов присутствовали в основном, те группы бактерий, которые в большем количестве проявляются при их выращивании на мясо-пептонном агаре (МПА) – микробиоценоз сапрофитных микроорганизмов ($3,5 \times 10^6$ кое/мл), аммонификаторы ($1,3 \times 10^4$ кое/мл), денитрификаторы ($2,3 \times 10^4$ кое/мл), деструкторы целлюлозы ($3,4 \times 10^4$ кое/мл) и микроскопические грибы ($1,5 \times 10^3$ кое/мл), а также, в меньшем количестве, нитрификаторы и сульфатдеструкторы. Проведенные исследования выявили качественные и количественные изменения микробиоты в зависимости от стадии метаногенеза.

Установлено, что в течение метаногенеза количество сапрофитных микроорганизмов и аммонификаторов резко уменьшалось настолько, что к концу процесса они уже не были обнаружены. На этапе гидролиза метаногенеза, численность денитрификаторов составляло $2,4 \times 10^2$ кое/мл, к концу процесса их количество снижалось до $2,2 \times 10^1$ кое/мл; количество сульфатредуцирующих микроорганизмов уменьшалось с $2,5 \times 10^2$ кое/мл до 24 кое/мл, тогда как количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов увеличивалось с $2,6 \times 10^4$ кое/мл до $1,3 \times 10^5$ кое/мл. На этапе брожения биомассы началось формирование метаногенной ассоциации микроорганизмов, к концу процесса метаногенеза их количество достигло $5,8 \times 10^2$ кое/мл.

Сроки выделения биогаза из биомассы галофитов определяли по показателю изменения давления в биореакторе. Установлено, что на начальной стадии процесса (1-5 сутки) давление газа достигало 2,2 атм., на 6-10 сутки до 3,2 атм. и на 11-17 сутки – до 3,3 атм., а затем, на 17-30 сутки, давление снизилось до 3,0 атм., и на 39 сутки оказалось равным 2,5 атм. Был сделан вывод, что оптимальное состояние для выделения биогаза из биомассы галофитов в мезофильных условиях формируется на 15-30 сутки процесса.

Количественный анализ показал, что из одного килограмма сухой биомассы сарсазана можно получить $0,29 \pm 0,01$ м³ биогаза, соляноколосника - $0,28 \pm 0,01$ м³, гребенщика - $0,27 \pm 0,01$ м³, черного саксаула - $0,30 \pm 0,01$ м³, а из биомассы травяной смеси других галофитов - $0,25 \pm 0,01$ м³. Анализ химического состава биогаза выявил динамику его изменения на 5-е, 10-е и 17 сутки метаногенеза. Методом хроматографического анализа было определено, что выделяющийся из биомассы, например сарсазана, на 5 сутки метаногенеза биогаз представлен на 23% CH₄, 45% CO₂ и 32% другими газами, тогда как на 17 сутки содержание CH₄ увеличивалось до 58%, а количество CO₂ и других газов, соответственно, уменьшалось до 21% (рис. 5). Аналогичная закономерность наблюдалась и в случае другими исследуемыми галофитами.

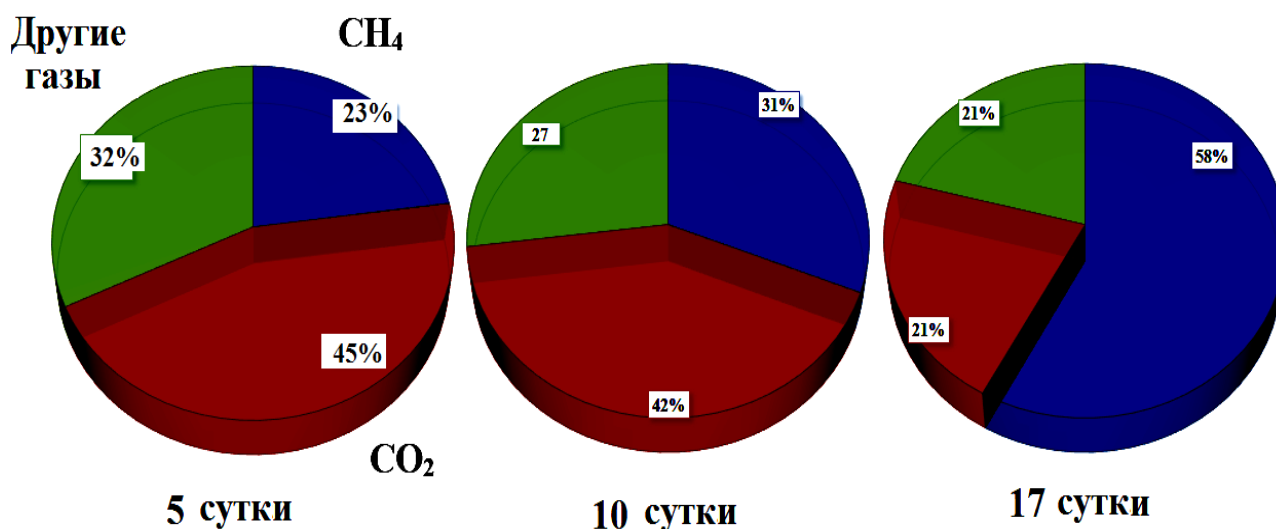


Рисунок 5. Динамика изменения состава биогаза в процессе метаногенеза биомассы сарсазана, %

Биоэнергетический потенциал галофитов. При определении биоэнергетического потенциала галофитов использовали опубликованные в литературе данные ресурсоведов республики относительно общей площади произрастания исследуемых галофитов, а также собственные данные по годовому выходу сухой биомассы, ее теплоемкости и максимальному количеству выхода спирта и газа из биомассы. Определен потенциал некоторых видов галофитов Узбекистана в качестве сырья для производства тепла, биоэтанола и биогаза. При этом мы исходили из существующей эквивалентности единицы выделяемого тепла, биоэтанола и биогаза соответствующим видам природных источников энергии:

	Природный газ, м ³	Нефть, литр	Уголь, кг
Теплота (1 мДж)	0,03	0,024	0,034
Биоэтанол (л)	0,9	0,7	1,1
Биогаз (м ³)	0,7	0,6	1,6

Исходя из теоретически рассчитанной на территории Узбекистана ресурсной площади, например, сарсазана, равного $400 \cdot 10^3$ га, в течение года его сухая биомасса может достигать $360 \cdot 10^3$ тонн. Энергетический потенциал такого количества биомассы в качестве источника тепла равен $5,3 \cdot 10^9$ мДж, что эквивалентно $158,4 \cdot 10^3$ м³ природного газа, $129,6 \cdot 10^3$ л. нефти и $183,6 \cdot 10^3$ т. угля. Из ежегодной биомассы сарсазана, потенциально, можно выделить $72,4 \cdot 10^6$ л. биоэтанола, что эквивалентно $65,2 \cdot 10^6$ м³ природного газа, $50,7 \cdot 10^6$ л. нефти и $79,6 \cdot 10^3$ т. угля. При этом потенциал выделенного биогаза может составлять $104,4 \cdot 10^6$ м³, что эквивалентно $73,1 \cdot 10^6$ м³ природного газа, $62,6 \cdot 10^6$ л. нефти и $167,0 \cdot 10^3$ т. угля. Аналогичным образом был определен биоэнергетический потенциал и его эквивалентность по отношению к природным источникам углеводов биомассы остальных изученных галофитов.

Установленная ресурсная площадь галофитов (сарсазан, соляноколосник, гребенщик, черный саксаул и другие) пустынных зон Узбекистана достигает $1,55 \cdot 10^6$ га, откуда теоретически можно собрать около миллиона тонн сухой биомассы в год. В энергетическом отношении потенциал такого количества биомассы в качестве источника сырья для получения тепла достигает $1,6 \cdot 10^{10}$ МДж, что эквивалентно $481,5 \cdot 10^3$ м³ природного газа, $395,1 \cdot 10^3$ л. нефти и $551,2 \cdot 10^3$ т. угля (табл.2).

Таблица 2

Биоэнергетический потенциал биомассы некоторых галофитов

Показатели	Виды					Всего
	Сарсазан	Соляноколосник	Гребенщик	Черный саксаул	Травяная смесь	
Урожай сухой биомассы, млн. тонн/год	0,360	0,126	0,176	0,175	0,300	1,137
Тепловая энергия						
Теплоемкость, МДж/кг	14,8	15,1	14,2	16,1	12,1	
Количество выделяемой теплоты, *10 ⁹ МДж	5,3	1,8	2,6	2,7	3,6	16,0
Эквивалент: Природный газ, тыс. м ³	158,4	55,1	76,7	83,3	108,0	481,5
Нефть, тыс. литр	129,6	45,3	63,9	66,3	90,0	395,1
Уголь, тыс. тонн	183,6	63,6	87,6	93,5	123,0	551,2
Биоэтанол						
Выход спирта, мл/кг	31,9	30,9	31,1	32,1	25,5	
Общее количество образуемого этанола, млн литр	11,5	3,9	5,5	5,6	7,7	34,2
Эквивалент: Природный газ, млн м ³	10,4	3,5	4,9	5,0	6,9	30,7
Нефть, млн. литр	8,1	2,7	3,9	3,9	5,4	24,0
Уголь, тыс. тонн	12,7	4,3	6,1	6,2	8,5	37,8
Биогаз						
Выделение биогаза, м ³ /кг	0,29	0,28	0,27	0,30	0,25	
Общее количество образуемого этанола, млн литр	104,4	34,3	49,3	51,0	75,0	314,0
Эквивалент: Природный газ, млн м ³	73,1	24,0	34,5	35,7	52,5	219,8
Нефть, млн. литр	62,6	20,5	29,6	30,6	45,0	188,2
Уголь, тыс. тонн	167,0	54,8	78,8	81,6	120,0	502,2

Технология получения биотоплива из биомассы галофитов. На основе полученных результатов составлена схема биотехнологического производства биотоплива из биомассы изученных видов галофитов (рис.6).

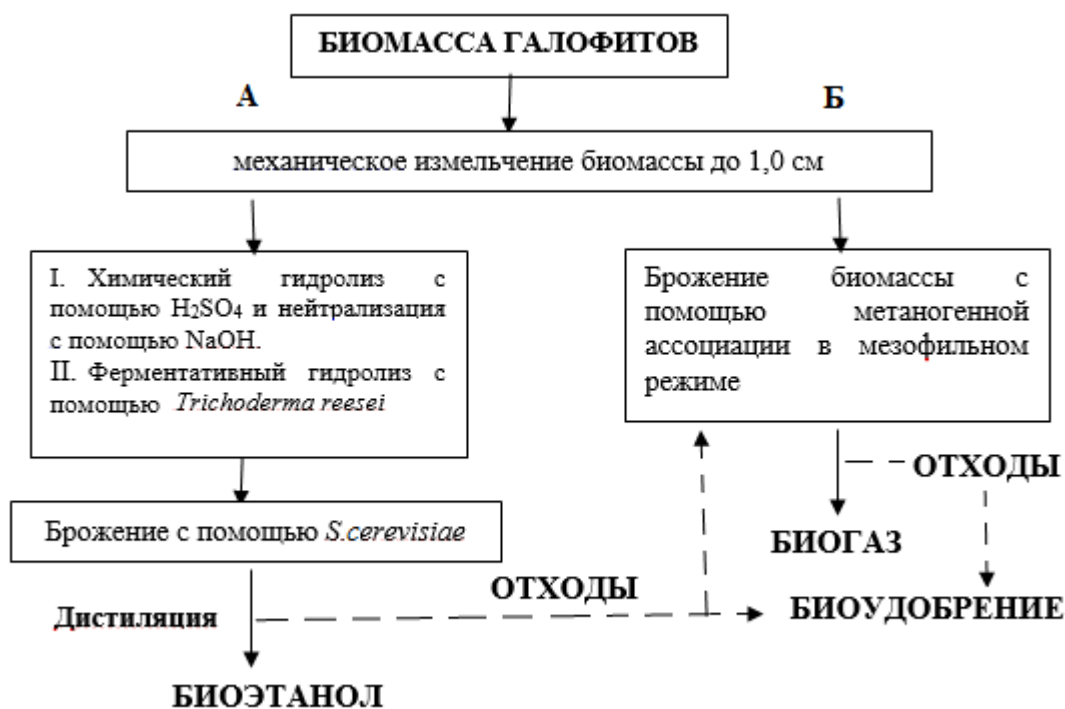


Рисунок 6. Схема производства биотоплива из биомассы галофитов

После механического размельчения биомассы растений до размера 1,0 см, биотехнологический процесс может идти по одному из двух направлений. При производстве биоэтанола (рис. 6, А) процесс связан с гидролизом биомассы растений, который можно проводить, или путем химической обработки (с добавлением 20% раствора концентрированной H_2SO_4 в течение 8 часов; 0,5% раствора разбавленного H_2SO_4 в течение 4 часов), или путем ферментации с помощью гриба *T. reesei* (концентрация 30 мл/л в течение 5-6 часов при $48^\circ C$). Дальнейший процесс связан с брожением гидролизата биомассы с добавлением дрожжей *S. cerevisiae* в концентрации 20 мл/л в течение 3-3,5 суток при температуре $32-36^\circ C$. При температуре $75-81^\circ C$ осуществляется химическая перегонка с целью получения биоэтанола-сырца. Во втором случае (рис. 6, Б) процесс производства биогаза связан с брожением в мезофильных условиях (15-30 дней при температуре $25-35^\circ C$) с добавлением в соотношении 1:15 воды, а также в соотношении 1:20 к сырью метаногенной ассоциации и последовательной очистки и сбора полученного биогаза. При этом полученные от выделения биоэтанола отходы могут быть направлены для дальнейшей переработки для получения биогаза. В обоих случаях, конечная фракция отходов может служить в качестве сырья для производства биоудобрения.

Результаты экспериментов по изучению потенциала биомассы галофитов в качестве сырья для получения биоэтанола и биогаза стали основой изучения практической возможности внедрения технологии. На территории Карнабчуля Нурабадского района Самаркандской области, территория ООО «Tutli qorako‘l zamini»), в хозяйствах населения, в реакторах с объемом $0,2 \text{ м}^3$ из биомассы сарсазана, соляноколосника, гребенщика и других галофитов был получен

биогаз. Полученные данные позволили предварительно оценить экономическую эффективность процесса в случае его практического использования. В результате, из расчета затрат на приобретение газа в течение года каждый домовладелец может сэкономить около 130 тыс сумов, что составило 27% прибыли.

Таким образом, использование биомассы произрастающих в пустынных зонах Узбекистана видов галофитов в качестве источника сырья для получения биоэтанола и биогаза, наряду с экономическим эффектом, даёт возможность улучшить социальные условия жизни населения в труднодоступных для технической реконструкции районах республики.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований в рамках диссертации на тему «Биоэнергетический потенциал биомассы некоторых галофитов Узбекистана», позволили сделать следующие выводы:

1. Годовая урожайность сухой биомассы произрастающих в пустынной зоне территории Узбекистана галофитов, которые целенаправленно не используются в народном хозяйстве, возрастает в следующем порядковом соотношении: травяная смесь растений <соляноколосник, черный саксаул < гребенщик < сарсазан (1:1,16:1,33:1,5).

2. Теплоемкость биомассы галофитов зависит от вида растений, и снижается в следующем порядковом соотношении: черный саксаул > соляноколосник > сарсазан > гребенщик > травяная смесь (1:0,94:0,92:0,88:0,75).

3. Определены оптимальные условия химического (с участием 20%-ного раствора H_2SO_4 в течение 8 часов; с участием 0,5%-ного раствора H_2SO_4 в течение 4 часов) и ферментативного (с участием суспензии гриба *T.reesei* в концентрации 30 мл/л в течение 5-6 часов при 48°C) гидролиза изученной биомассы галофитов. При использовании этих условий, по отношению к сухой биомассе, в гидролизате биомассы галофитов накапливалось до 7,4% бродильных сахаров, а доля спирта, при их брожении, составляла 3,2%. Оптимальный процесс брожения определен с участием дрожжей *S.cerevisiae* при концентрации 20 мл/л в течение 3-3,5 суток при 32-36°C.

4. Отобраны оптимальные условия брожения (количество воды в соотношении 1:15, метаногенная ассоциация в соотношении 20:1, при 25-35°C в течение 15-30 суток) изученной биомассы галофитов в мезофильном режиме с участием метаногенной ассоциации. При использовании этих условий, на основе одного килограмма сухой биомассы галофитов получено 0,25-0,30 м³ газа с долей метана более 55%.

5. Общая площадь произрастания галофитов в пустынной зоне Узбекистана составляет 1,55 млн. га; теоретический объем образующейся здесь сухой биомассы достигает 1,137 млн. тонн в год. Энергетический потенциал указанного объема биомассы составляет, в качестве источника тепла 1,6*10¹⁰ мДж, биоэтанола - 34,2 млн. литров и биогаза - 314,0 млн м³.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.B.38.01 AT INSTITUTE OF MICROBIOLOGY AND
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

SAMARKAND STATE UNIVERSITY

ALIKULOV BEGALI SAYDULLAEVICH

**BIOENERGETIC POTENTIAL OF BIOMASS OF HALOPHYTE PLANTS
OF UZBEKISTAN**

03.00.12 – Biotechnology

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
OF BIOLOGICAL SCIENCES**

Tashkent - 2018

This dissertation of PhD has been registered under the number B2017.3.PhD/B96 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation has been performed at the Samarkand State University.

The abstract of the dissertation is presented in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of the Scientific Council (microbio@academy.uz) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Ismailov Zafar Fayzullaevich
doctor of biological sciences

Official opponents:

Mirzarakhmetova Dilbar Toxtamuratovna
doctor of technical sciences, docent

Khasanov Khasan Tursunovich
PhD of biological sciences, docent

Leading organization:

Urgench State University

The defence of the dissertation will take place on «__» _____ 2018 year __ at the meeting of the Scientific council DSc.27.06.2017.B.38.01 on award of scientific degrees at the Institute of Microbiology and National University of Uzbekistan (Address: 100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str. Conference hall of the Institute of Microbiology. Phone: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, Fax: (+99871) 241-92-71.

The dissertation has been registered under the number at the Informational Resource Centre of Institute of Microbiology. Address (100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str. Phone: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, Fax: (+99871) 241-92-71), e-mail: microbio@academy.uz).

Abstract of dissertation is distributed on «__» _____ 2018.

(The register of protocol distribution is № _____ on «__» _____ 2018).

Aripov Takhir Fatikhovich
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
D.B.Sc., professor, academician

Jurayeva Rokhila Nazarovna
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees, PhD, senior researcher

Gulyamova Tashkhan Gafurovna
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
D.B.Sc., professor

INTRODUCTION (Abstract of the thesis)

The aim of the research work is to determine the biomass potential of some halophyte species widely distributed in desert regions of Uzbekistan.

The object of the research work were species of halophytes, common in the desert zones of Uzbekistan, but not used in the national economy (*Halocnemum strobilaceum* (Pall) Bieb, *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch, *Tamarix hispida* Willd, *Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin, *Karelinia caspia*, *Climacoptera lanata* (Pall) Botsch and *Sueda microphylla* Pall, as well as microorganisms (associations of methanogens, *Trichoderma reesei* and *Saccharomyces cerevisiae*) involved in the formation of biofuels (biogas and bioethanol).

Scientific novelty of the research work is as follows:

for the first time, the energy potential of the biomass of some halophytes of Uzbekistan was determined as raw material for the production of thermal energy, bioethanol and biogas;

the annual yield of biomass of some species of halophyte plants of Karnobchul and Central Kizilkum, not used properly in the sectors of the economy, is determined;

the heat capacity of biomass of halophyte plants is determined;

recommendations are worked out to increase the amount of ethanol produced by the dynamics of fermentation with the help of yeast and fermentable sugars, which are part of the hydrolysates of the biomass of halophytes;

proved the use of biomass halophytes as a raw material in the production of biogas.

Implementation of research results. Based on the obtained data on the bioenergy potential of biomass of some species of halophytes in Uzbekistan:

biogas for use in households of the population of the Nurabad district of the Samarkand region was obtained from the biomass of *H. strobilaceum*, *H. belangeriana*, *T. hispida* and a mixture of other halophytes (Reference No. 02 /22-51 of 12.01.2018 of the Ministry of Agriculture and Water Resources). The results of the carried out in the long term allow to improve the gas supply of the population in the desert zones of the Republic at the expense of alternative energy based on biomass halophytes;

obtained scientific results on the distribution of halophytes were used in the implementation of the scientific project Y-F-5-1-“The study of the ecological-phytocenotic state and the modern floristic composition of the Zarabulak-Zievuddin lowland” was used in determining the floristic composition of plants (Reference No. 32-11/1316 of 18.12.2017 of Science and Technology of the Republic of Uzbekistan), which made it possible to assess the vegetation cover, to determine the ecological and phytocenotic state of the Zirabulak-Zievuddin lowland adjacent to Karnobchul of the territories;

the results obtained for the distribution of halophytes, and the yield of biomass, and the production of bioethanol from their biomass, were used in the implementation of the projects of the International Center for Biosaline agriculture in Central Asia and the South Caucasus “Regional Partnership for Improving Food Security and Food in Adverse Conditions of Central Asia” and “Use of non-traditional agricultural

resources to strengthen water and food security in transboundary waters of the AmuDarya River Basin” to assess the potential of biomass of saline halophytes (Reference No. 0085 of 16.02.2018 of ICARDA). As a result, it made possible to determine the diversity and biomass of promising halophytes of saline territories in Central Asia and the creation of agrophytocenoses based on them.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of the introduction, three chapters, conclusions, list of references and appendixes. The volume of the thesis is 115 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I bo‘lim (часть I; part I)

1. Аликулов Б.С., Исмаилов З.Ф. Зависимость качества биогаза, выделенного из растительных отходов от вида сырья // Вестник ГулГУ. – Гулистан, 2015. - №3. – С. 20-23. (03.00.00; № 3).
2. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. Ayrim galofit o‘simliklar biomassalaridan muqobil energetik manbalar sifatida foydalanish imkoniyatlari // O‘zMU xabarlar. – Toshkent, 2016. - №3/1. – 16-19 B. (03.00.00; № 9).
3. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. Markaziy Qizilqumda tarqalgan ayrim galofit o‘simliklar biomassalarining polisaxaridlari va ularning monosaxaridlar tarkibi // QarDU xabarlar. – Qarshi, 2016. - №2. –30-35 B. (03.00.00; № 11).
4. Аликулов Б.С., Исмаилов З.Ф. Гидролиз биомассы галофитных растений центральный Кызылкумов концентрированной серной кислотой // Вестник НУУз. – Ташкент, 2017. - №3/1. – С. 15-18. (03.00.00; № 9).
5. Xalimov F.Z., Alikulov B.S., Xayitov D.G., Raximov M., Ismailov Z.F. Qarnobcho‘l galofit o‘simliklarining biomassa hosildorligi // O‘zMU xabarlar. - Toshkent, 2017. - №3/2. –198-201 B. (03.00.00; № 9).
6. Халимов Ф.З., Аликулов Б.С., Рузиев Ю.С., Рузиев Ф.А., Хайитов Д.Г., Жиянкулова Ш.К., Исмаилов З.Ф. Продуктивность биомассы галофитных растений Кызылкума // Научное обозрение. Биологические науки Российская Федерация. – Москва (Россия), 2017. - № 4. – С. 28-33. (03.00.00; № 23).
7. Alikulov B.S., Ismailov Z.F., Kasimov D.I. Biomass of some halophyte plants - as raw material for biogas // European science review. – Viena (Austria), 2017. - № 11-12. P. 36-39. (03.00.00; № 6).

II bo‘lim (часть II; part II)

1. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. Biotexnologiya usullari yordamida o‘simliklar organik chiqindilaridan bioenergiya ishlab chiqarish texnologiyasining nazariy asoslari // O‘zbekiston florasi bioxilma-xilligi va undan oqilona foydalanish muammolari: Respublika ilmiy konferensiyasi. – Samarqand, 2011. - 117-119 B.
2. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. O‘simliklar va hayvonlar organik chiqindilaridan biogaz ajratib olish texnologiyasi hamda uning ekologik ahamiyati // Зелёная химия» - в интересах устойчивого развития: Республиканской научно-практической конференция. – Самарканд, 2012. - С. 391-393.
3. Аликулов Б.С. О связи виды и качество сырья на выделение биогазаов из остатков биомассы растений // «Проблемы и перспективы развития науки в начале третьего тысячелетия в странах СНГ»: XII Международной научно-

практической конференция. – Переяслав-Хмельницкий (Украина), 2013. - С. 7-8.

4. Alikulov B.S., Ismailov Z.F. Muqobil energetik manbalar yaratishda cho‘l o‘simliklaridan foydalanish imkoniyatlari // Botanika sohasidagi ilmiy-amaliy yutuqlar va dolzarb muammolar: Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. – Samarqand, 2014. - 71-72 B.

5. Alikulov B.S., Narziyev J., Ismailov Z.F. Biotexnologik usullar asosida galofit o‘simliklar biomassalaridan energetik moddalar olish istiqbollari // Genetika, genomika va biotexnologiyaning zamonaviy muammolari: Respublika ilmiy konferensiyasi. - Toshkent, 2016. - 138-140 B.

6. Аликулов Б., Вахабова Н., Исмаилов З. Гидролиз биомассы галофитных растений растворами серной кислотой // «The modern trends in science and technology»: VIII International conference. – Tashkent, 2016. - P. 182-186.

7. Alikulov B.S., Jiyankulova Sh.K., Rakhmatova D.X. Potential of biomass of some halophyte plants of Uzbekistan as sources of thermal energy // «Advances in Science and Technology»: XI International Scientific-Practical conference. – Moscow (Russia), 2017. - P. 21-23.

Автореферат “ЎзМУ хабарлари” журналида таҳрирдан ўтказилди.

