УДК 57.062:57.063

ГАЛОФИТ ЎСИМЛИКЛАР ЭНДОФИТ БАКТЕРИЯЛАРИНИНГ ХИЛМАХИЛЛИГИ

Б.С. Аликулов, Д.Б. Махаммадиева, И.Б. Акрамов, Ш.У.Аханбаев, З.Ф. Исмаилов

Мақолада Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида кенг тарқалган айрим галофит ўсимликлар эндофит бактерияларининг хилмахиллигини аниқлашга қаратилган тадқиқот натижалари баён этилган. Мазкур маълумотлар ушбу ўсимликлар эндофитлари тўғрисидаги биринчи маълумотлар ҳисобланади. Мақолада келтирилган маълумотлар эндофит бактерияларнинг потенциалини баҳолашга хизмат қилади.

Калит сўзлар: *галофит, эндофит, идентификация, электрофорез, Haloxylon aphyllum, Halostachys belangeriana, Halocnemum strobilaceum*.

В статье представлены результаты исследования, направленного на выявление разнообразия эндофитных бактерий у некоторых галофитных растений, распространенных в пустынных районах Узбекистана. Эти данные являются первыми сведениями об эндофитах названных растений. Информация, представленная в статье, служит для оценки потенциала эндофитных бактерий.

Ключевые слова: *галофит, эндофит, идентификация, электрофорез, Haloxylon aphyllum, Halostachys belangeriana, Halocnemum strobilaceum*.

КИРИШ

Бугунги кунда дунёнинг бир миллиард гектардан камроқ ҳудуди бирламчи, 77 млн. гектардан ортиқ ҳудуди иккиламчи шўрланишга учраган, иккиламчи шўрланган ҳудудларнинг 58 %и суғориладиган майдонлардир [11]. Шўрланишга учраган ҳудудларнинг кенгайиши маданий экинлардан олинадиган ҳосилнинг камайишига, натижада аҳолининг озиқ-овқат маҳсулотларига бўлган талабининг етарли даражада таъминланмаслигига олиб келмоқда. Ҳолат қишлоқ хўжалиги экинларининг стресс омилларга чидамлилигини оширишда, жумладан, шўрланиш шароитларида ўсиб-ривожланишини таъминлашда инновацион тенденциялар асосида самарадор биотехнологияларни ишлаб чиқиш ва қўллашни тақозо этмоқда. Шунга кўра, шўрланган ҳудудларда кенг тарқалган галофит ўсимликларнинг экстремофил эндофит бактерияларининг маданий ўсимликлар ривожланишини рағбатлантирувчи хусусиятларини аниқлаш ва биотехнологик потенциалини баҳолаш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Турли ўсимликларнинг тўқималарида эндофит бактерияларнинг ўзига хос жамоалари учрайди. Улар ўсимликлар ўсишини рағбатлантириш билан бир қаторда, фитопатоген микроорганизмлардан ҳимоя қилишда муҳим аҳамият касб этиши тўғрисида маълумотлар қайд қилинган [6]. Эндофит бактериялар ризосфера бактерияларига нисбатан бир қатор афзалликларга эга. Улар тўқималарга киргач, ўсимлик билан бевосита алоқада бўлади ва натижада ҳужайралар ўртасида осон алоқа ўрнатилади, бу эса хўжайин ўсимликка бевосита фойдали таъсир кўрсатади [7].

Хорижий ва маҳаллий олимлар томонидан бир қатор ўсимликларнинг эндофит бактериялари ва уларнинг ўсимликлар ривожланишини рағбатлантирувчи хусусиятлари ўрганилган. Аммо, илмий манбаларда Ўзбекистоннинг чўл ҳудудларида кенг тарқалган айрим галофит ўсимликлар эндофит бактериялари тўғрисида маълумотлар амалда кам учрайди. Бундай ўсимликлар жумласига қора саксовул – *Haloxylon aphyllum* Minkw., қорабароқ – *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch. ва сарсазан – *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb кабиларни киритиш мумкин.

Қора саксовул – Ўзбекистон, Қозоғистон ва Туркманистон чўлларида кенг тарқалган ўсимликлардан бири. У экотизимда биомасса ҳосил қилиш, қум ҳаракатини барқарорлашти-

риш; тупроқ қатлами ва ўзига хос микроиқлимни сақлаш, боғланган ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишини таъминлаш; ҳайвонлар учун яшаш шароитларини яратиш, илдиз тизимидаги доимий микробиал жамоаларни ва ўсимлик тўқималарида яшовчи эндофит микроорганизмларни қўллаб-қувватлаш каби муҳим вазифаларни бажаради. Саксовул ўрмонлари қишлоқ хўжалиги ҳайвонлари учун озуқа манбаи, маҳаллий аҳоли учун қимматли ёқилғи ҳисобланади [9].

Қорабароқ – Хитой ва Марказий Осиё чўлларининг шўрланган майдонларида кенг тарқалган. У чўл ҳудудида чорва моллари учун яхши озуқавий хусусиятларга эга юқори маҳсулдор озуқа сифатида ишлатилади. Ўсимликнинг антимикробиал ва антиоксидант хусусиятлари мутахассислар томонидан қайд қилинган. Х.Янг ва унинг ҳаммуаллифлари қорабароқ поясидан олинган этанол экстрактининг этил ацетат фракцияси микробларга қарши фаоллик кўрсатганлигини аниқлашган [10].

Сарсазан – шимолий Африка ва ғарбий Осиё чўлларида тарқалган галофит ўсимлик. Ф.Ачеук ва унинг ҳаммуаллифлари бу ўсимлик хом экстрактининг зараркунанда ҳашаротларга қарши инсектицид сифатида потенциали мавжудлигини, ўсимлик таркибининг сапонинлар, танинлар, флавоноидлар, антосианлар ва алкалоидларга бойлигини қайд этишган [1]. Х.Ҳандоусса ва ҳаммуаллифлари сарсазандан олинган табиий антиоксидантлар саратонга қарши фаолликка эга эканлигини исботлашган [5]. Ф.Бобтана ва ҳаммуаллифлари сарсазаннинг ифлосланган тупроқда яшаш учун юқори мослашувчан қобилияти ва уларнинг тўқималарида металларни тўплаш, барқарорлаштириш қобилияти туфайли истиқболли фиторемедиация турлари бўлиши мумкинлигини қайд этишган [2].

Юқоридаги таҳлиллар асосида таъкидлаш жоизки, қора саксовул, қорабароқ ва сарсазан ўсимликларининг эндофит бактерияларини ажратиш ва уларнинг хилмахиллигини баҳолаш муҳим илмий ҳамда амалий аҳамият касб этади.

МАТЕРИАЛЛАР УСУЛЛАР

Галофит ўсимликлар намуналари тўплами Ўзбекистоннинг жануби-ғарбий ҳудудлари, шу жумладан, Қарнобчўлнинг Шўрсой ва Қизилқумнинг Шўркўл ботиқлари ҳудудларида кенг тарқалган қора саксовул – *Haloxylon aphyllum* (Minkw), сарсазан – *Halocnemum strobilaceum* (Pall) Bieb ва қорабароқ – *Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch ўсимликлари илдиз ва пояларидан ажратиб олинган сигментлар асосида шакллантирилган. Намуналар 10 метр масофадан кам бўлмаган оралиқда ўсаётган ўсимликлардан, 2019 ва 2020 йилларнинг баҳорида олинган. Илдиз ва поялар стерил сувда ювиш орқали тупроқ зарраларидан тозаланди.

Бактерияларни ажратиш ва ўстириш усули. Поя ва илдизлар бир-биридан ажратилиб, бўлаклар (15 г) 2 дақиқа давомида 99,9 % этанол билан тўлдирилган стаканларда ва 1 дақиқа давомида 10 % натрий гипохлорит билан стерилизация қилинди. Шундан сўнг улар 2 дақиқа давомида стерил сувли стаканларга солинган [3]. Поя ва илдизларнинг бўлаклари узунасига ингичка бўлакларга кесилган. Кетма-кет суюлтириш учун ҳар бир намунадан 5 г олинди ва 9 мл стерил сув солинган пробиркаларга ўтказилди (10^1–10^5). Ҳар бир суюлтиришдан сўнг 100 µл суспензия олинди ва Tryptic Soy Agar озуқа муҳитига экилди. Петри идишлари термостатда 30°C да инкубация қилинди. 4 кун ичида ранги ва шакли ўзгарган колониялар тозалаш учун *Tryptic Soy Agar*ли петри идишларга кўчирилди. Соф культуралар ДНК ажратиш ва идентификация учун ишлатилган. Шунингдек, илдиз ва поя бўлакларининг ташқи юзасини стериллик учун текшириб кўриш мақсадида улар Tryptic Soy Agar (TSA) муҳитига экилди ва 4 кун давомида 30°C да инкубация қилинди. Инкубациядан кейин колониялар ҳосил бўлмади.

***Бактерияларни идентификациялаш усули*.** Бактерияларни идентификациялаш А.А.Дашти ва ҳаммуаллифлари усулида [4] амалга оширилди. Бактерия колониялари 1 мл Milli-Q сув билан Eppendorf найчаларига ўтказилди. Колониялар 1 дақиқа давомида қўлда силкитиб, сув билан аралаштирилди ва қуруқ блокли иситгичда 20 дақиқа давомида 90 °C да инкубация қилинди. Шундан сўнг улар 5 дақиқа давомида 12000 айланиш тезлигида центрифуга қилинди. Ажратиб олинган ДНК гел электрофорез ёрдамида текширилди.

Экстракция қилинган ДНК 16SrRNK ген анализга қуйидаги праймерлар ёрдамида по-

лимераза занжири реакцияси (ПЗР) орқали текширилди: 27F 5'-GAGTTTGATCCTGGCT-CAG-3' (Sigma-Aldrich, Sent-Luis, MO) ва 1492R 5'-GAAAGGAAGTGATCCAGCC-3` (Sigma-Aldrich, Sent-Louis, MO). ПЗР дастури қуйидагича белгиланди: 94°C да 30 сония давомида бирламчи иситиш босқичи, кейин 94°C да 15 сония давомида денатурациянинг 30 цикли, 55°C да 30 сония давомида совутиш босқичи ва 68°C да 1,5 дақиқа элонгация, сўнгра 20 дақиқа давомида 68°C да якуний босқич. ПЗР маҳсулотлари GelRed ёрдамида электрофорез орқали текширилди.

Секвенирлаш учун ABI PRISM BigDye 3.1 Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems, АҚШ) ишлатилган. Олинган кетма-кетликлар Миллий Биотехнология Ахборот Маркази (NCBI) ГенБанкининг шу турга энг яқин турларининг секвенси билан таққосланди (http://www.ncbi. nlm.nih.gov/).

НАТИЖАЛАР ВА УЛАРНИНГ МУҲОКАМАСИ

Тажрибаларда Ўзбекистоннинг жанубий-ғарбий ҳудудларидаги кенг тарқалган галофитлар, жумладан, қора саксовул, қорабароқ ва сарсазан ўсимлари поя ва илдизларининг 500 дан ортиқ сигментлари тадқиқ этилди. Тоза культурага озуқа муҳит юзасида ўсиб чиққан эндофит бактерияларнинг жами 65 изоляти, шундан 20 та изолят (HAPH1-HAPH20) қора саксовулдан, 25 та изолят (SSU1-SSU25) қорабароқдан ва 20 та изолят (HAST1-HAST20) сарсазандан ажратиб олинди. Ажратиб олинган изолятларнинг ўсимликларни рағбатлантириш хусусиятлари ўрганилди ва улар орасидан самарадор 30 та бактерия штаммлари танлаб олинди.

Танланган штаммлар идентификацияси 16SrRNK ген анализ усулида амалга оширилди ва олинган кетма-кетликлар Миллий Биотехнология Ахборот Маркази (NCBI) ГенБанкига киритилди. ГенкБанкда (http://www.ncbi. nlm.nih.gov/) қора саксовулдан ажратиб олинган бактерия штаммлари MZ443974-MZ443993 рақамларда, қорабароқдан ажратиб олинган бактерия штаммлари OK559720-OK559724 рақамларда ва сарсазандан ажратиб олинган бактерия штаммлари OK594050- OK594054 рақамларда рўйхатдан ўтказилди.

Тадқиқотлар натижасида қора саксовул, қорабароқ ва сарсазан ўсимликлари поя ва илдизларида эндофит бактерияларнинг 3 та синф, 5 та туркум, 8 та оила ҳамда 13 авлодга мансуб 25 та тури мавжудлиги аниқланди (1-жадвал).

Тадқиқ қилинган эндофит бактериялар турлари таксономик бирликлар кесимида таҳлил қилинганда, уларнинг 60 % и (15 та тур) *Bacilli* синфига мансублиги аниқланиб, ушбу синф вакилларининг галофит ўсимликлар эндофитлари орасида доминантлик қилиши маълум бўлди. Шунингдек, аниқланган турларнинг 24 % и (6 та тур) *Proteobacteria* синфига, 16 % и (4 та тур) *Actinobacteria* синфига тегишли экани аниқланди (1-расм).

Тадқиқ қилинган галофит ўсимликлар эндофит бактериялари *Bacillales* (14 та тур), *Pseudomonadales* (4 та тур), *Micrococcales* (4 та тур), *Oceanospirillales* (2 та тур) ва *Lactobacillales* (1 та тур) туркумларига мансублиги аниқланди. Туркумлар орасида *Bacillales* туркуми мутлақ доминант туркум эканлиги қайд этилди.

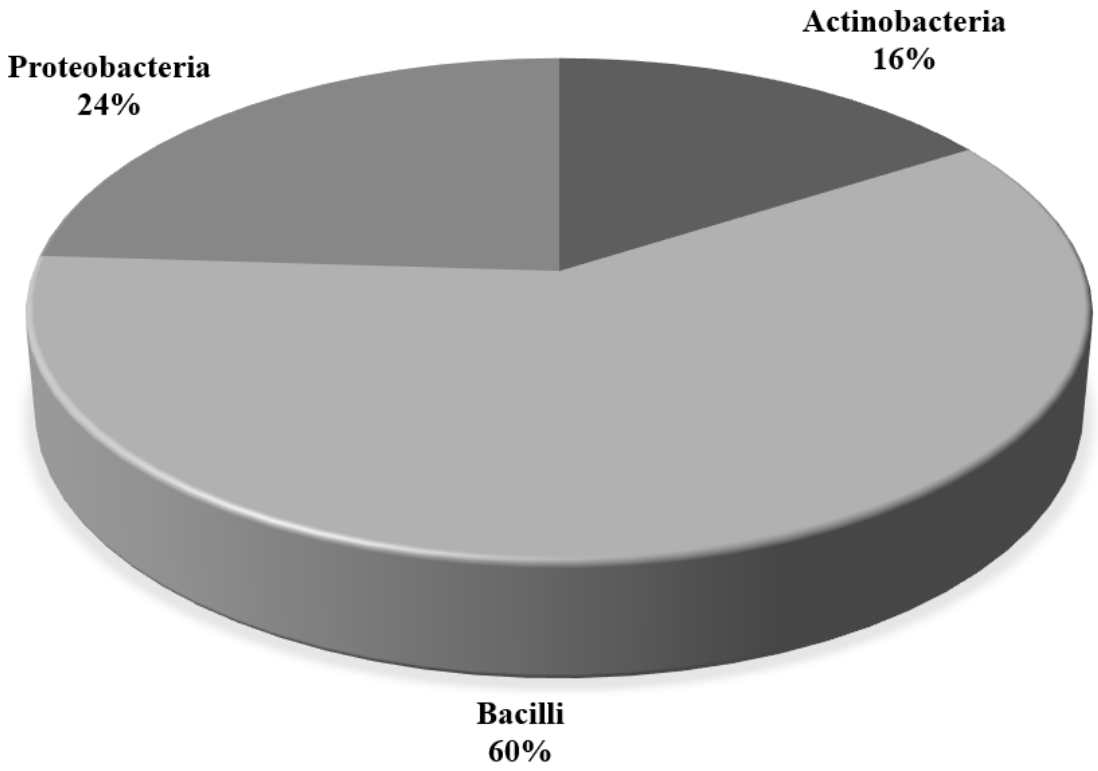
Тадқиқ қилинган қора саксовул, қорабароқ ва сарсазан ўсимликлари эндофит бактериялар турлари оила таксономик бирлиги кесимида таҳлил қилинганда, уларнинг 40 % и (10 та тур) *Bacillacea* оиласига мансублиги аниқланиб, ушбу оила вакилларининг галофит ўсимликлар эндофитлари орасида доминантлик қилиши қайд этилди. Аниқланган турлар яна 7 та оилага тааллуқли бўлиб, улар орасида *Pseudomonadaceae* (16 %), *Micrococcaceae* (12 %) нисбатан устунлик қилиши маълум бўлди. Шунингдек, галофитларда *Staphylococcaceae*, *Planococcaceae* ва *Halomonadaceae* оилаларидан 2 тадан тур, *Promicromonosporaceae* ва *Enterococcaceae* оилаларидан 1 тадан тур учраши кузатилди (2-расм).

1-жадвал

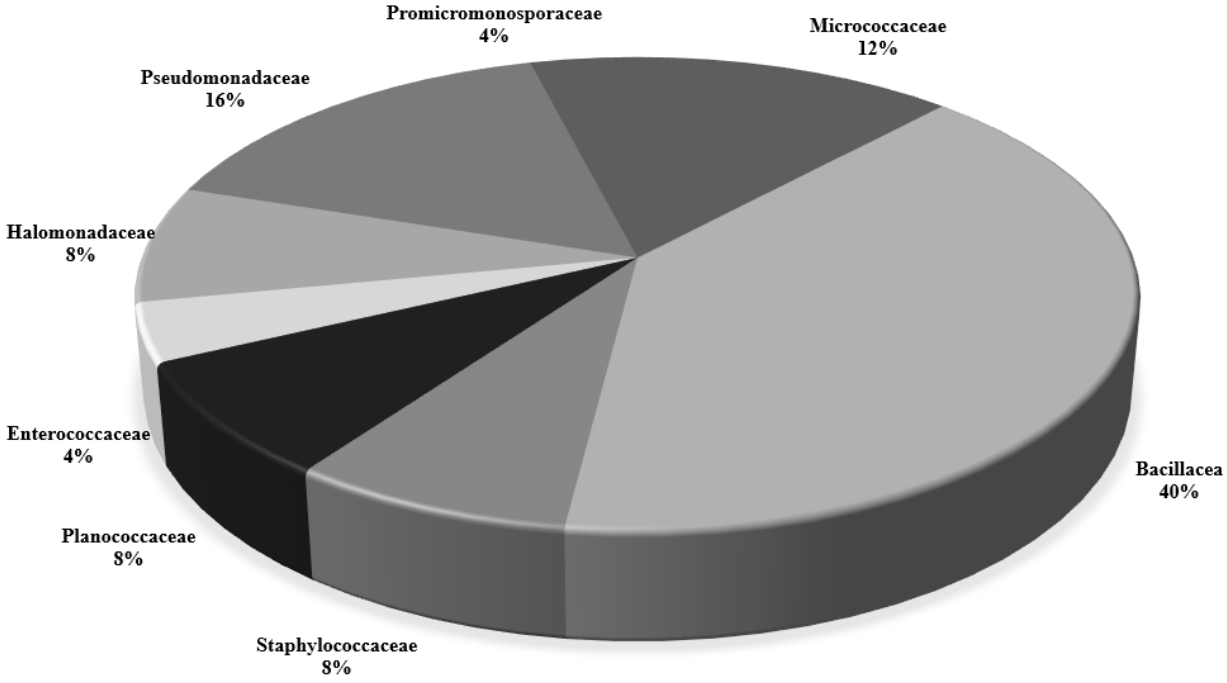
Галофитлар эндофит бактерияларининг хилмахиллиги

Синф	Туркум	Оила	Авлод	Тур	Штамм номи	Ажратиб олинган ўсимлик
Actinobacteria	*Micrococcales*	*Micrococcaceae*	*Arthrobacter*	*Arthrobacter agilis*	HAPH1	*Haloxylon aphyllum*
			Kocuria	*Kocuria polaris*	HAPH13	*Haloxylon aphyllum*
			Rothia	*Rothia terrae*	HAPH17	*Haloxylon aphyllum*
		Promicromonosporaceae	*Isoptericola*	*Isoptericola halotolerans*	HAPH12	*Haloxylon aphyllum*
					SSU-18	*Halostachys belangeriana*
Bacilli	*Bacillales*	*Bacillacea*	*Bacillus*	*Bacillus amyloliquefaciens*	HAPH2	*Haloxylon aphyllum*
				Bacillus cereus	HAPH4	*Haloxylon aphyllum*
				Bacillus endophyticus	SSU-7	*Halostachys belangeriana*
				Bacillus pumilus	HAPH6	*Haloxylon aphyllum*
					SSU-4	*Halostachys belangeriana*
				Bacillus subtilis	HAPH7	*Haloxylon aphyllum*
					SSU-16	*Halostachys belangeriana*
				Bacillus toyonensis	HAPH8	*Haloxylon aphyllum*
				Brevibacterium frigoritolerans	HAPH9	*Haloxylon aphyllum*
			Priestia	*Priestia aryabhattai*	HAPH3	*Haloxylon aphyllum*
					HAST-7	*Halocnemum strobilaceum*
				Priestia endophytica	HAPH5	*Haloxylon aphyllum*

				Priestia megaterium	HAST-2	*Halocnemum strobilaceum*
		Staphylococcaceae	*Staphylococcus*	*Staphylococcus epidermidis*	HAPH19	*Haloxylon aphyllum*
				Staphylococcus warneri	HAPH20	*Haloxylon aphyllum*
		Planococcaceae	*Planococcus*	*Planococcus salinarum*	HAPH14	*Haloxylon aphyllum*
			Planomicrobium	*Planomicrobium soli*	HAPH15	*Haloxylon aphyllum*
	Lactobacillales	*Enterococcaceae*	*Enterococcus*	*Enterococcus faecalis*	HAPH10	*Haloxylon aphyllum*
Proteobacteria	*Oceanospirillales*	*Halomonadaceae*	*Halomonas*	*Halomonas sulfidaeris*	HAPH11	*Haloxylon aphyllum*
			Salinicola	*Salinicola tamaricis*	HAPH18	*Haloxylon aphyllum*
	Pseudomonadales	*Pseudomonadaceae*	*Pseudomonas*	*Pseudomonas chlororaphis*	HAST-17	*Halocnemum strobilaceum*
				Pseudomonas kilonensis	HAPH16	*Haloxylon aphyllum*
					SSU-21	*Halostachys belangeriana*
				Pseudomonas plecoglossicida	HAST-9	*Halocnemum strobilaceum*
				Pseudomonas putida	HAST-10	*Halocnemum strobilaceum*
3	**5**	**8**	**13**	**25**	**30**	



1-расм. Галофит ўсимликлар эндофит бактериялари турларининг синфлар бўйича тақсимланиши.



2-расм. Галофит ўсимликлар эндофит бактериялари турларининг оилалар бўйича тақсимланиши.

Ўрганилган галофит ўсимликларда аниқланган эндофит бактериялар 13 та авлодга мансуб бўлиб, авлодлар орасида *Bacillus* (7 та тур), *Pseudomonas* (4 та тур) ва *Priestia* (3 та тур) авлодлари устунлик қилди. Қолган битта авлоддан 2 та тур, 9 та авлоддан 1 тадан тур учраши аниқланди.

Галофит эндофит бактерияларининг *Isoptericola halotolerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* ва *Pseudomonas kilonensis* турларининг иккита *Haloxylon aphyllum, Halostachys belangeriana* ўсимликларида, *Priestia aryabhattai* турининг иккита *Haloxylon aphyllum, Halocnemum strobilaceum* ўсимликларида, қолган турларнинг битта ўсимликда учраши кузатилди.

ХУЛОСА

Қора саксовул, қорабароқ ва сарсазан ўсимликлари поя ва илдизларида эндофит бактерияларнинг 3 та синф, 5 та туркум, 8 та оила ҳамда 13 авлодга мансуб 25 та тури учрайди. Мазкур ўсимликларда эндофит бактерияларнинг *Bacilli* синфи, *Bacillales* туркуми, *Bacillacea* оиласи, *Bacillus* авлоди вакиллари устунлик қилади.

Адабиётлар:

1. *Acheuk F., Lakhdari W., Dahliz A., Abdellaoui K., Moukadem M., Allili S.* Toxicity, acethylcolinesterase and glutathione s-transferase effects of Halocnemum strobilaceum crude extract against Tribolium castaneum // Agriculture and Forestry, 2018. – Vol. 64. – P. 23-33.

2. *Bobtana F., Elabbar F., Bader N.* Evaluation of Halocnemum strobilaceum and Hammada scoparia plants performance for contaminated soil phytoremediation // Journal of Medicinal and Chemical Sciences, 2019. – Vol. 3. – P. 126-129.

3. *Coombs J.T., Franco C.M.* Isolation and identification of actinobacteriafrom surface-sterilized wheat roots // Applied and Environmental Microbiology, 2003. – Issue 69(9). – P. 5603–5608.

4. *Dashti A.A., Jadaon M.M., Abdulsamad A.M., Dashti H.M.* Heat treatment of bacteria: a simple method of DNA extraction for molecular techniques // Kuwait Medical Journal, 2009. – Issue 41. – P. 117–122.

5. *Handoussaa H., AbdAllahb W., AbdelMohsenb M.* UPLC–ESI-PDA–Msn profiling of phenolics involved in biological activities of the medicinal plant Halocnemum strobilaceum (Pall.) // Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 2019. – Vol. 18. – P. 422-429.

6. *Hassan S.E.-D.* Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of Teucrium polium L. // Journal of advanced research, 2017. – Issue 8(6). – P. 687–695;

7. *Jayakumar A., Kumar V.P., Joseph M., Nair I.C., Remakanthan A., Radhakrishnan E.K.* Plant growth-promoting mechanisms of endophytes. In: Microbial Endophytes: Functional Biology and Applications. Editor(s): A.Kumar, E.K.Radhakrishnan. Woodhead Publishing, 2020. – P. 57-74,

8. *Lane D.J.* 16S/23S rRNA sequencing. In: Stackebrandt E, Goodfellow M (eds.). Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematic, John Wiley and Sons, New York, NY, 1991. – P. 115–75,

9. *Shuyskaya E.V., Gismatullina L.G., Toderich K.H., Voronin P.Yu., Soldatova N.V.* Genetic Differentiation of Black Saxaul, Haloxylon aphyllum (Chenopodiaceae), along a Soil Salinity Gradient in the Kyzylkum Desert. Russian Journal of Ecology, 2012. – Vol. 43. – No. 4. – P. 302–306.

10. *Yang H., Zhou Y., Liu H., Du H., Ma Z., Li C.*, et al. Inhibitory activity of extracts and fractions from six chenopodiaceous plants on plant pathogens // Natural Product Research and Development, 2009. – Vol. 21. – P. 744-747.

11. World Atlas of Desertification [Online]. URL: https://wad.jrc.ec.europa.eu/soilsalinization#:~:text=-Saline%20soils%20Classified%20as%20Solonchaks

VARIETIES OF ENDOPHITIC BACTERIA OF HALOPHYTIC PLANTS

Begali S. Alikulov[1], Dilnoza B. Makhammadieva[1], Ixtiyor B. Akramov[1], Shakhzod U. Akhanbayev[1], Zafar F. Ismailov[1]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Biologik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Biological Research. 2022. 4(64). 89-97.

[1]Samarkand State University, 140104, Samarkand city, University avenue, 15 (Uzbekistan). E-mail: sammu@sammu.uz

Keywords: halophyte, endophyte, identification, electrophoresis, *Haloxylon aphyllum, Halostachys belangeriana, Halocnemum strobilaceum*.

The article presents the results of a study aimed at identifying the diversity of endophytic bacteria in some halophyte plants common in the desert regions of Uzbekistan.

The aim of the study was to isolate the endophytic bacteria of black saxaul, black saxaul, and sarsaparilla plants and to evaluate their diversity. The experiments were carried out using modern microbiological and biotechnological methods, using the method of genetic analysis to identify species.

As a result of research, 25 classes of endophytic bacteria of 3 classes, 5 genera, 8 families and 13 genera were found in the stems and roots of halophytic plants.

When analyzing the endophytic bacterial species studied in terms of taxonomic units, it was found that 60% (15 species) of the identified species belonged to the *Bacilli* class, showing that the representatives of this class dominate among the endophytes of halophyte plants. Also, 24% of the identified species (6 species) belonged to the class *Proteobacteria*, 16% (4 species) to the class *Actinobacteria*.

The studied halophyte plants were found to belong to the families of endophytic bacteria *Bacillales* (14 species), *Pseudomonadales* (4 species), *Micrococcales* (4 species), *Oceanospirillales* (2 species) and *Lactobacillales* (1 species). Among the categories, the *Bacillales* family is shown to be the absolute dominant family.

When the cross-section of endophytic bacterial species of *Haloxylon aphyllum, Halostachys belangeriana, Halocnemum strobilaceum* analyzed in the family taxonomic unit, it was found that 40% (10 species) of the identified species belong to the *Bacillacea* family, with representatives of this family dominating among halophytic plant endophytes. The identified species belonged to 7 more families, among which *Pseudomonadaceae* (16%) and *Microco-ccaceae* (12%) were found to be predominant. Two species from the families *Staphylococcaceae, Planococcaceae* and *Halomonadaceae*, and one species from the families *Promicromonosporaceae* and *Enterococcaceae* were also studied in halophytes.

These data are the first data on endophytes of halophyte plants. These data serve to assess the potential of endophytic bacteria.

References:

1. Acheuk, F., Lakhdari, W., Dahliz, A., Abdellaoui, K., Moukadem, M., Allili, S. (2018). Toxicity, acethylcolinesterase and glutathione s-transferase effects of Halocnemum strobilaceum crude extract against Tribolium castaneum. *Agriculture and Forestry.* Vol. 64. Pp. 23-33.

2. Bobtana, F., Elabbar, F., Bader, N. (2019). Evaluation of Halocnemum strobilaceum and Hammada scoparia plants performance for contaminated soil phytoremediation. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences.* Vol. 3. Pp. 126-129.

3. Coombs, J.T., Franco, C.M. (2003). Isolation and identification of actinobacteriafrom surface-sterilized wheat roots. *Applied and Environmental Microbiology*. Issue 69(9). Pp. 5603–5608.

4. Dashti, A.A., Jadaon, M.M., Abdulsamad, A.M., Dashti, H.M. (2009). Heat treatment of bacteria: a simple method of DNA extraction for molecular techniques. *Kuwait Medical Journal*. Issue 41. Pp. 117-122.

5. Handoussaa, H., AbdAllahb, W., AbdelMohsenb, M. (2019). UPLC–ESI-PDA–Msn profiling of phenolics involved in biological activities of the medicinal plant Halocnemum strobilaceum (Pall.). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research.* Vol. 18. Pp. 422-429.

6. Hassan, S.E.-D. (2017). Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of Teucrium polium L. *Journal of advanced research*. Issue 8(6). Pp. 687–695;

7. Jayakumar, A., Kumar, V.P., Joseph M., Nair I.C., Remakanthan A., Radhakrishnan E.K. (2020). Plant growth-promoting mechanisms of endophytes. In: *Microbial Endophytes: Functional Biology and Applications*. Editor(s): A.Kumar, E.K.Radhakrishnan. Woodhead Publishing. Pp. 57-74.

8. Lane, D.J. (1991). 16S/23S rRNA sequencing. In: Stackebrandt E., Goodfellow M. (eds.). *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematic*, John Wiley and Sons, New York, NY. Pp. 115-175.

9. Shuyskaya, E.V., Gismatullina, L.G., Toderich, K.H., Voronin, P.Yu., Soldatova, N.V. (2012). Genetic Differentiation of Black Saxaul, Haloxylon aphyllum (Chenopodiaceae), along a Soil Salinity Gradient in the Kyzylkum Desert. *Russian Journal of Ecology*. Vol. 43. No. 4. Pp. 302-306.

10. Yang, H., Zhou, Y., Liu, H., Du, H., Ma, Z., Li, C., et al. (2009). Inhibitory activity of extracts and fractions from six chenopodiaceous plants on plant pathogens. *Natural Product Research and Development*. Vol. 21. Pp. 744-747.

11. World Atlas of Desertification [Online]. URL: https://wad.jrc.ec.europa.eu/soilsalinization#:~:text=-Saline%20soils%20Classified%20as%20Solonchaks

Муаллифлар ҳақида маълумот:

АЛИКУЛОВ Бегали Сайдуллаевич – PhD, Самарқанд давлат университети, Генетика ва биотехнология кафедраси докторанти, доцент. E-mail: balikulov87@gmail.com

МАХАММАДИЕВА Дилноза – Самарқанд давлат университети Биология факультети талабаси. E-mail: dilnozmakhammadiyeva3007@gmail.com

АКРАМОВ Ихтиёр – Самарқанд давлат университети Генетика ва биотехнология кафедраси ўқитувчиси. E-mail: ixtiyor.akramov@mail.ru

АХАНБАЕВ Шаҳзод Улуғбек ўғли – Самарқанд давлат университети, Генетика ва биотехнология кафедраси таянч докторанти. E-mail: shahzodaxanbayev@gmail.com

ИСМАИЛОВ Зафар Файзуллаевич – биология фанлари доктори, Самарқанд давлат университети Генетика ва биотехнология кафедраси профессори. E-mail: 02040608@mail.ru