

TOPRAGYŇ ŞORLAŞMAGYNYŇ ÖŇÜNI ALMAKDA BIOTEHNOLOGIK USULLAR*

Peýzulla Hydyrow,

*Seyitnazar Seýdi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň
ylmy işleri boýunça prorektory, biologýa ylymlarynyň doktry*

Hudaýberdi Saparmuradow,

*Seyitnazar Seýdi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň
Biologýa we ony okatmagyň usulyýeti kafedrasynyň mugallymy*

Gadam Amanow,

Türkmenistanyň Ylymlar akademiyasynyň Himiýa institutynyň aspiranty

Gysgaça beýan

Topragyň şorlaşmagynyň öňüni almak boýunça 2022–2023-nji ýyllarda geçirilen tejribeleriň netijesinde ösümlik galyndylarynyň adsorbentlik häsiyetleriniň esasynda duzlaryň adsorbsiya geçyändigi ýüze çykaryldy. Şorlaşan toprakda duzlaryň saklanyşy 12,55–15,04% derejede bolup, buýan köküniň galyndysy sepilende 5,56–1,31% aralygynda we pagta galyndysy topraga sepilende 3,56–0,97% aralygynda duzlulygyň kemelyändigi ýüze çykaryldy. Ösümlik galyndylarynyň çüýremegine galofil bakteriyalarynyň mikromiset we aktinomiset kömelekleriniň, toprak amýobalarynyň, toprak sakyrtgalarynyň, kollembolalarynyň we beýleki oñurgasylaryň gatnaşmagynda basganchaklayýyn dargamagyň bolup geçyändigi hem-de madda çalşygynyň hasabyna duzlaryň hem özleşdirilip, olaryň toprakda saklanyş derejesiniň azalyandygy anyklanyldy. Mikroorganizmleriň Halobabacillus sp., Salinicola sp., Trichoderma sp. toparlaryna degişli görnüşlerini emeli usulda köpeltmegiň biotehnologiyasyny işläp düzmegiň hem-de olary adsorbentlik häsiyetli ösümlik galyndylarynda çüýremäni çaltlaşdyrmak üçin peýdalanmagyň şorlaşmanyň öňüni almakda möhüm ähmiýete eyedigi belli edildi.

Esasy sözler: toprak, duzlulyk, adsorbsiya, bakteriyá, kömelek, galofiller, dargama.

Giriş

Suwarymly ekerançylykda topragyň ikilenji şorlaşmagynyň döremegi we onuň öňüni almak bilen bagly meseleler XXI asyrda hem wajyplygyny ýitirmän gelýär. Oba hojalyk ekinlerinden bol hasyl almagyň esasy çeşmesi bolan toprak we onuň şorlaşmagy baradaky meseleleri öwrenmek ähli ýurtlarda, şol sanda gadymy ekerançylygyň möhüm merkezi bolan Orta Aziýada aýratyn ähmiýete eyedir. Soňky ýyllarda alymlar bu ugurdan ençeme ylmy işleri çap etdiler (N. F. Glazowskiý, 1987; D. G. Zwýaginsew, I. P. Babýewa, G. M. Zenowa, 2005; T. A. Kloçko, 2010; Ý. I. Pankow, I. P. Aýdarow, I. A. Yamnowa, 1996; Ý. I. Pankowa, 2016 we beýl.). Topragy öwreniş ylmynda bu meseleler dürlü jähtden seljerilýär. (S. B. Astapow, W. W. Spengler, 1996; W. A. Kowda, 2021; N. G. Minaşina, 1995; Ý. I. Pankowa, M. W. Konýuskowa, 2013; Egamberdiýewa, Kuçarowa, 2009). Ýurdumyzda topragyň şorlaşmagynyň öňüni almakda meliorasiýanyň orny, şeýle hem galofil ösümlikleri ösdürüp yetişdirmek bilen bagly barlaglar alnyp baryldy (Babaýew, Rahimowa, Arzýamowa, Ýollybaýew, 2018; Ýollybaýew, Gurbanow, 2018; Lawrow, Orlowskiý, 1985; Muratowa, 1976; Pankowa, 1992; Raboçew, 1964; Agakişíýew, 1989). Házırkı günlere çenli geçirilen ylmy barlaglarda topragyň şorlaşmagynyň öňüni almakda ösümlik galyndylarynyň adsorbentlik häsiyetlerini peýdalanmak we

* Amanow G.G. e-mail: gadamamanov@gmail.com

bu ugurda biotehnologiýalary işläp düzmegi biologiya ylmynyň nukdaýnazaryndan esaslandyrmak bilen bagly meseleleriň içgin öwrenilmänligi mälimdir.

Barlagyň usullary. Topragyň şorlaşmagynyň öňüni almak boýunça tejribeler 2022–2023-nji ýyllarda Seýitnazar Seýdi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň ylmy önumçilik tejribehanasynda geçirildi. Tejribelerde şorlaşma garşı göreşde ösümlik galyndylarynyň adsorbentlik häsiyetlerini barlamak göz öňünde tutuldy. Ylmy-barlag işinde adsorbent häsiyetli önümler hökmünde Lebap welaýatyndaky «Buýan» oba senagat toplumynda çig malyň işlenilmeginden galan ösümlik galyndysy we Türkmenabadyň pagta egriji fabriginde pagtanyň işlenilmeginden galan soňky galyndylar peýdalanyldy. Tejribeler 0,10 ga möçberdäki şorlaşan meýdançada geçirildi. Tejribe meýdançasy, öz gezeginde, baş sany kiçi kölçelere bölündi we oňa 70 sm inililikde joyalar çekildi. Adsorbent häsiyetli buýan we pagta galyndylary aýratyn kölçelerde tejribe meýdanlaryna dekabr aýynyň ikinji ongönlüğinde her bir inedördül metr ýere 2,0–2,5 kg möçberde topragyň ýokarsyna ýerleşdirildi. Şeýlelikde 30 günden soň, ýagny galyndylar tebigy ýagdaýda çyglanyp çýüräp başlan halatynda 15–20 sm çuňlukda topraga garyşdyryldy, ýanwar aýynyň ahyrynda toprak ýene-de agdarylda we hatar aralaryna birinji gezek suw tutuldy, fewral aýynyň üçünji ongönlüğinde kölçelerdäki toprak ýumşadılyp oňa arpa tohumlary sepildi we ikinji suwy berildi, may aýynyň birinji ongönlüğinde arpa bişmäňkä orlup alyndy we toprak ýumşadılydy. Soňra yzgarly topraga mekgejöwen tohumlary sepildi. Topragyň şorlaşmagynyň hil görkezijileri her 15 günden ýokarky 10 sm gatlakdan toprak nusgalyklaryny almak we himiki seljerişleri geçirmek ýoly bilen barlanyllyp duruldy. Topragyň şorlaşmagynyň derejelerini barlamakda topragy sunda eretmek hem-de erginiň düzümindäki kationlaryň we anionlaryň m/mol-daky mukdaryny titrlemek arkaly anyklamak usullaryndan peýdalanyldy (N. I. Bazileviç, Ý. I. Pankowa, 1972; S. A. Manžina, 2021; R. Wargas, Ý. I. Pankowa we beýl., 2017). Himiki derňewler Türkmenistanyň Ylymlar akademiyasyň Tehnologiyalar merkeziniň Biotehnologiyalar barlaghanasynda amala aşyryldy. Barlaghanada häzirki zaman enjamlary arkaly topragyň suw erginindäki duzlaryň, kationlaryň we anionlaryň düzümi kesgitlenildi we wodorod ionlarynyň derejeleri (pH) ölçenildi, şeýle hem gury toprakda saklanylýan oksidleriň we elementleriň massa paýlary XRF enjamynyň kömegini bilen anyklanyldy.

Ara alnyp maslahatlaşmalar. Alnan maglumatlar 1–9-njy tablisalarda ýerleşdirildi. Tablisalardaky maglumatlardan görünüşi ýaly, ösümlik galyndylarynyň topraga ýerleşdirilmegi, onuň kem-kemden duzlary özüne sormagy netijesinde topragyň düzümindäki duzlaryň möçberiniň kemelmegine we topragyň ekin üçin ýaramlylygynyň artmagyna getirýär. Biziň pikirimizçe, bu ýerde topraga çalt dargama we adsorbentlik häsiyetli ýeňil maddalar sepilende olar aşakdaky duzlary çalt özüne çekýärler. Çüýremegiň gidişinde oňa kem-kemden galofil bakteriyalar, aktinomisetler, mikromiset kömelekleri aralaşyalar we ol ýerde yerli ojaklary emele getirip köpelýärler. Mikroorganizmler topragyň temperaturasy 5°C–25°C aralagynda, çyglylygy 65–70% bolanda kadaly osýärler. Toprakdan ösümlik galyndylarynyň düzümine aralaşyp, olary iýmit çeşmesi hökmünde ullanýan janly bedenleriň 3 sany ekologik topary tapawutlandyrylyar. Olar: *detritofaglar, misetobakterifaglar we saprofaglar*.

Detritofag mikroorganizmlere toprak bakteriyalary, mikromiset kömelekleri we aktinomisetler degişlidirler. Pagta egriji fabrikleriň önumçilik galyndylarynda sellýuloza agdyklyk edýär. Şol sebäpli-de olar meýdan şartlarında çalt dargama sezewar bolýarlar, sebäbi sellýuloza dargadyjy aerob mikroorganizmleriň ýasaýýış işjeňliginiň netijesinde ilkibada goňur gumus maddasyna öwrülýär, onuň düzümünde gumus we ölen mikroorganizmler saklanýar. Biziň gözegçiliklerimizde süýümleriň ählisi dargamada goňur reňki alýar (L. N. Grigorýan, Ý. W. Bataýewa, L. W. Ýakowlewa, W. A. Šlyahowa, 2018; T. G. Dobrowolskaýa, D. G. Zwýaginsew, I. Ý. Černow, A. W. Golowčenko, G. M. Zenowa, L. W. Lysak, N. A. Manuçarowa, O. Ý. Marfenina, L. M. Polýanskaýa, A. L. Stepanow, M. M. Umarow, 2015). Buýan köküniň we gowaçanyň kletçatkasynyň toprak gatlaklarynda dargamagyna anaerob ýag bakteriyalary işjeň gatnaşyalar. Çüýrüntginiň düzümindäki toplanan duzlar toprakdaky galofil

mikroorganizmler tarapyndan öwrülişige girizilýär. Çemenlik suwarymly topraklarda ösümlik galyndylarynda galofil bakteriyalardan *Salinicola*, *Marinobacter*, *Microbacterium*, *Salinibacterium*, *Bacillus*, *Planomicrobium*, *Halobacillus*, *Salegentibacter*, *Microbispora*, *Alcaligenes*, *Sallimicrobium* uruglarynyň görünüşleri ýygy-ýygydan duş gelýärler (Halilowa, Kotenko, Islammagomedowa, Gasanow, Abakarowa, Aliwerdiýewa, 2017; Hadjimuradowa, Hakimowa, Turaýewa, 2021). Olar kletçatkanyň dargadylmagynyň hasabyna öz ýasaýyş işjeňligini amala aşyrýarlar.

Mikromiset we aktinomiset kömeleklerinden *Aspergilla sp.*, *Fusarium sp.*, *Trichoderma sp.* we beýlekiler ösümlik galyndylarynda ýygy-ýygydan duş gelýärler. Olaryň köpelen ojaklarynda buýan we gowaça galyndylary gara reňke geçýärler. Aktinomiset kömelekleri aşgarly gurşawda çyglylygyň pes derejesinde ýasaýarlar. Olar aeroblardyr we topragyň ýokarky gatlaklarynda ýygy-ýygydan duş gelýärler. Aktinomiseteriň ýasaýyş işjeňliginiň esasynda ösümlik galyndylary toprakdaky madda öwrülişigine girişyärler (*I-nji surat*).

Çüýremegiň ikinji tapgyrynda substrata miseto-bakteriofag galofil oñurgasylar: amýobalar, toprak nematodlary, enhitredler, eşekýassyklar, toprak sakyrtgalary, ýygnanýarlar. Miseto-bakteriofag toprak oñurgasylarynyň görünüşleri kömelek miseliýalary, bakteriyalaryň koloniýalary bilen iýmitlenip önüp-ösüp başlayarlar. Biziň barlaglarymyzyň görkezişine görä, toprak sakyrtgalarynyň *Pavania*, *Premicrodispus*, *Tarsonemus*, *Scutacarus* uruglarynyň görünüşleri toprakda dominirlenýärler we olar çýürüntgileriň düzümindäki kömelekleriň miseliýalary bilen iýmitlenýärler. Fewral-mart aylarynda substratyň sepilen her bir 10 sm kwadrat meýdanynda sakyrtgalaryň sany 300–500 osoba çenli ýetip bilyär.

I-nji tablisa

Toprak nusgalyklarynyň şorlulygynyň, pH-derejesiniň we gumusynyň ortaça mukdary

	Guýlan suwuň mukdary (ml)	Alnan topragyň agramy (g)	Şorlulyk % (m.mol)	pH	Gumus (g)
Barlag üçin zona	150	30,0085	12,55	6,61	2,875280
Barlag üçin zona	150	30,0081	15,04	6,30	1,763945
I nusgalyk 1-10	150	30,0029	3,73	6,67	6,560176
I nusgalyk 11-20	150	30,0033	3,34	6,74	6,385456
I nusgalyk 21-30	150	30,0030	4,35	6,88	6,295496
I nusgalyk 31-40	150	30,0046	4,66	7,05	6,069576
I nusgalyk 41-50	150	30,0023	5,56	7,04	5,124967
I nusgalyk 51-60	150	30,0037	4,74	7,22	6,074128
I nusgalyk 61-70	150	30,0016	3,33	7,33	6,438927
I nusgalyk 71-80	150	30,0034	1,31	7,35	6,441106
I nusgalyk 81-90	150	30,0010	1,93	7,25	6,384521
I nusgalyk 91-100	150	30,0012	1,85	7,63	6,124362
II nusgalyk 1-10	150	30,0027	1,03	7,54	6,943207
II nusgalyk 11-20	150	30,0051	2,72	7,60	7,79277
II nusgalyk 21-30	150	30,0072	3,56	7,78	7,23211
II nusgalyk 31-40	150	30,0095	0,97	8,00	8,039398
II nusgalyk 41-50	150	30,0075	3,38	7,60	7,993961
II nusgalyk 51-60	150	30,0057	3,20	8,04	7,403952

I-nji tablisanyň dowamy

II nusgalyk 61-70	150	30,0069	3,00	8,14	8,022360
II nusgalyk 71-80	150	30,0082	3,36	8,16	6,544378
II nusgalyk 81-90	150	30,0048	3,05	8,21	6,765543
II nusgalyk 91-100	150	30,0073	2,79	7,99	6,889349

Bellik. I belgili nusgalyklar buýan köküniň galyndysynyň peýdalanylmaçyndan alınan toprak nusgalyklary; II belgili nusgalyklar pagtanyň galyndysynyň peýdalanylmaçyndan alınan toprak nusgalyklary.

1-nji tablisadaky maglumatlardan görünüşi ýaly, barlag üçin goýlan meýdançada duzlar 12,55–15,04% ýokary derejede saklanýar. Soňra ösümlik galyndylarynyň çüýremegi netijesinde buýan köküniň galyndysy sepilende duzluluk 1,31–5,56%, möçberde üýtgeýär. Pagta galyndysy topraga sepilende duzluluk 0,97–3,56%-e čenli kemelýär. pH görkezijileri az-kem kadadan ýokarlanýar. Topragyň şorunyň aýrylmagy bilen bir hatarda ondaky gumusyň saklanyş derejesi 2,875280-den 8,039398-e čenli artýär.

Toprakdaky duzlarda saklanýan ionlaryň ortaça mukdary 2-nji tablisada berlendir.

2-nji tablisa

**Topragyň düzümindäki duz emele getiriji ionlaryň saklanyşynyň ortaça mukdary
(m.mol/100 g topragyň suw ergininde) (2022–2023 ýý.)**

I barlag üçin zona 1-10	Mg²⁺	Cl⁻	SO₄²⁻	K⁺	Ca²⁺	PO₄³⁻
	±2,308	±2,341	±3,053	±3,699	±23,082	±0,762
I nusgalyk 1-100	±2,160	±1,344	±1,788	±3,562	±20,897	±0,819
II nusgalyk 1-100	±1,773	±1,042	±1,477	±3,265	±20,312	±0,898

2-nji tablisadan görünüşi ýaly, barlag geçirilen meýdançada Mg²⁺ ionlarynyň mukdary ±2,308 den ±1,773-e čenli azalýar. Cl⁻ ionlarynyň mukdary ±2,341 den ±1,042-e čenli kemelýär. Alnan maglumatlar topragyň ikilenji şorlaşmagynyň kemelmeginiň hlorid ionlarynyň täsirinde bolup geçendigini subut edýär.

Barlaglar geçirilen döwründe toprak nusgalyklarynyň düzümindäki minerallaryň dürli oksidleriniň saklanyş derejesini seljermek boýunça XRF enjamynnda derňew işi geçirildi. Alnan maglumatlar 3–5-nji tablisalarda ýerleşdirilendir.

3-nji tablisa

Barlag üçin goýlan meýdançadan 100 g möçberde alınan toprak nusgalyklarynyň (1–10) düzümindäki oksidleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Ga₂O₃	Al₂O₃	SiO₂	Fe₂O₃	MnO	NiO	CuO	TiO₂	V₂O₅	Cr₂O₃	PbO
40,1 ppm	8,278 %	34,085 %	10,531 %	0,191 %	105,4 ppm	150,7 ppm	1,064 %	294,6 ppm	290,5 ppm	41,9 ppm
ZnO	Br	As₂O₃	Rb₂O	SrO	Y₂O₃	ZrO₂	In₂O₃	BaO	Eu₂O₃	L,O,I
219,2 ppm	21,1 ppm	38,9 ppm	218,4 ppm	0,137 %	63,0 ppm	454,0 ppm	0,288 %	641,5 ppm	593,8 ppm	14,76 %

4-nji tablisa

Buýan kökünüň galyndysyny peýdalanmagyň netijeleri boýunça 100 g möçberde alınan toprak nusgalyklaryndaky (1–30) duz emele getiriji oksidleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	MnO	NiO	CuO	Ga_2O_3	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3	PbO
10,266 %	8,451 %	34,229 %	0,180 %	115,8 ppm	170,8 ppm	43,1 ppm	1,019 %	279,7 ppm	261,5 ppm	39,9 ppm
ZnO	Br	As_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2	In_2O_3	BaO	Eu_2O_3	L,O,I
212,5 ppm	24,6 ppm	51,0 ppm	215,8 ppm	0,113 %	54,3 ppm	421,8 ppm	0,282 %	643,4 ppm	559,0 ppm	14,02 %

5-nji tablisa

Pagtanyň işlenilmeginden galan galyndynы peýdalanmagyň netijeleri boýunça 100 g möçberde alınan toprak nusgalyklaryndaky (1–30) oksidleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Ga_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	MnO	NiO	CuO	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3	PbO
35,1 ppm	6,852 %	31,324 %	7,494 %	0,146 %	68,9 ppm	120,3 ppm	0,860 %	220,7 ppm	221,3 ppm	31,3 ppm
ZnO	Br	As_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2	In_2O_3	BaO	Eu_2O_3	L,O,I
210,9 ppm	27,6 ppm	27,4 ppm	157,8 ppm	0,145 %	45,1 ppm	357,0 ppm	0,336 %	702,2 ppm	371,1 ppm	19,47 %

3–5-nji tablisalardaky maglumatlardan görnüşi ýaly, dürli toprakda Al_2O_3 mukdary 8,278–6,852%; Fe_2O_3 mukdary 10,531–7,494%; MnO mukdary 0,191–0,146% çäklerde üýtgeýär.

6-njy tablisa

Barlag üçin goýlan meýdançadaky toprak nusgalyklarynyň (1–10) 100 g düzümindäki dürli elementleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,899 %	6,176 %	23,608 %	0,529 %	0,953 %	2,212 %	5,072 %	27,038 %	1,256 %	330,6 ppm	392,1 ppm	0,299 %	15,001 %	187,2 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
258,9 ppm	378,7 ppm	64,2 ppm	63,5 ppm	45,5 ppm	432,5 ppm	0,251 %	107,7 ppm	728,8 ppm	0,421 %	0,115 %	0,103 %	84,1 ppm	14,76 %

7-nji tablisa

Buýan kökünüň galyndysyny peýdalanmagyň netijeleri boýunça alınan 100 g toprak nusgalyklaryndaky (1–30) dürli elementleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca
1,769%	6,274%	23,617%	0,567%	1,150%	3,842%	5,276%	26,287%
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	As	Rb
1,200%	313,0 ppm	352,0 ppm	0,300%	14,571%	203,9 ppm	82,9 ppm	425,4 ppm
Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
0,205%	109,3 ppm	673,6 ppm	0,413%	0,114%	963,1 ppm	79,7 ppm	14,02%

8-nji tablisa

Pagtanyň işlenilmeginden galan galyndynyň ulanylmaçyndan soňra alınan 100 g toprak nusgalyklarynda (1–30) dürlü elementleriň saklanyşynyň ortaça mukdary (2022–2023 ýý.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,448 %	5,072 %	21,544 %	0,622 %	1,967 %	1,721 %	4,668 %	30,18 %	1,037 ppm	252,5 ppm	305,3 ppm	0,232 %	10,838 %	123,0 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
207,7 ppm	366,1 ppm	56,4 ppm	44,9 ppm	60,0 ppm	314,2 ppm	0,268 %	77,6 ppm	575,9 ppm	0,496 %	0,128 %	652,8 %	63,1 ppm	19,47 %

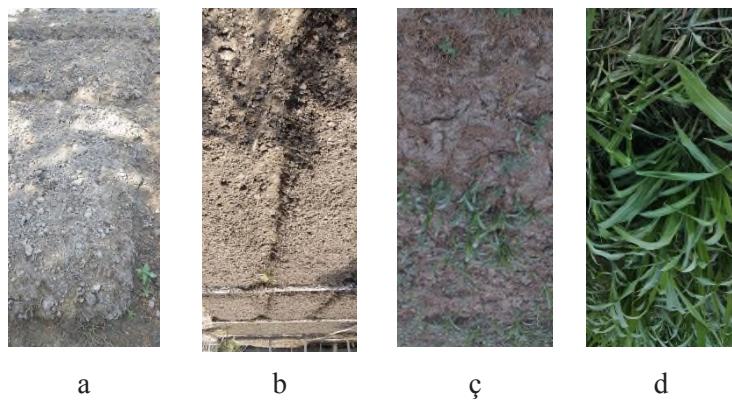
6–8-nji tablisadaky maglumatlardan görnüşi ýaly ösümlik galyndlarynyň dargamagynyň gidişinde toprakda misiň we sinkiň möçberleri endigan däl ýagdaýda üýtgeýär.

9-njy tablisa

Şorlulygyň umumy kemelişiniň ortaça bahasynyň deňeşdirmesi (2022–2023 ýý.)

Görkezijiler	1-nji barlag	2-nji buýan galyndysy sepilen	3-nji pagta galyndysy sepilen
pH	8,89	7,65	7,56
Conductivity, $\mu\text{s}/\text{sm}$	5510,4	3170,6	1742,0
Duzlaryň möçberi (%)	2,618	2,012	1,604

9-njy tablisadaky maglumatlar barlag üçin alınan topragyň duzlarynyň möçberiniň 2,618% eletrik togunuň geçirijiligininiň derejesiniň 5510,4 $\mu\text{s}/\text{sm}$ ýokarydygyny, duzlaryň kemelmegi netijesinde 3170,6–1742,0 $\mu\text{s}/\text{sm}$ we 2,012–1,604% azalýandygyny subut edýär.



1-nji surat: a – şorlaşan toprak; b – pagta süyümi sepilen toprak; c – şor meydana sepilen mekgejöwen; d – pagta süyümi sepilen ýerde yetişdirilen mekgejöwen

Ösümlik galyndlarynyň dargamagynyň soňky üçünji tapgyrynda oligohetleriň, kollembolalaryň we mör-möjekleriň liçinkalarynyň saprofaglyk arkaly iýmitlenmegi netijesinde çüyrüntgi doly dargadylýar.

Netijede, toprakdaky bakteriyalar, kömelekler, dürlü oñurgasız jandarlar özara trofiki gatnaşyklara girişmek arkaly adsorbentlik häsiyetli ösümlik galyndlarynyň ýygنان duzlaryny öz bedenlerine geçirýärler. Olar toprakda dikligine we keseligine hereket etmek arkaly topragy ýumşadýarlar, onuň aerasiýasyny gowulandyryýarlar.

Toprak mikroorganizmleriniň *Halobacillus sp.*, *Salinicola sp.*, *Trichoderma sp.* toparlaryny emeli usulda ösdürmegiň biotehnologiyasyny işläp düzmetk we olary adsorbent ösümlik

galyndylarynda çüýremäni çaltlaşdyrmak üçin peýdalanmak topragyň şorlaşmagynyň öňüni almakda möhüm ähmiyetli ugurdyr.

Barlaglarda synag meýdanlaryna adsorbent galyndylarynyň çüýremeginiň gidişinde ilkibada şorlulyga çydamly arpa we soňra mekgejöwen ekmek arkaly toprakda goşmaça duzluluk aýryldy. Netijede, topragyň şorlulygy aýrylyp, onda dürli danelileriň we tehniki ekinleriň ösdürilip yetişdirilmegine ýaramly şertler emele gelýär.

Netije

1. Topragyň şorlaşmagyny döredýän duzlaryň möçberini topragyň üstki hasyl beriji böleginde ýörite ýerleşdirilen ösümlük galyndylary bilen sordurmak we soňra olaryň dürli galofil mikroorganizmler tarapyndan özleşdirilmegini üpjün etmek arkaly azaldyp bolýandygy anyklanyldy.

2. Topragyň üstki böleginiň her bir 1m² meýdanyna ortaça 200–250 g mukdarda ösümlük galyndylary sepilende, ondaky duzlaryň saklanyş derejesini kemeldýändigi belli edildi.

3. Tejribeler arkaly şorlaşan toprakda barlag üçin goýlan meýdançada duzlaryň saklanyşynyň 12,55–15,04% derejededigi hasaba alnyp, buýan köküniň galyndysy sepilenden soňra 1,31–5,56%-e çenli, şeýle hem pagta galyndysy topraga sepilende duzlulugyň 0,97–3,56%-e çenli kemelýändigi ýüze çykaryldy.

4. Gyş möwsümünde ygallaryň ýagmagy bilen ösümlük galyndylaryna topragyň ýokarky üstüne toplanan duzlaryň adsorbinlenmegi netijesinde hem-de çüýremäniň hasabyna galofil bakteriyalaryň, mikromisetleriň we aktinomisetleriň, toprak amýobalarynyň, toprak nematodlarynyň, oligohetleriň, enhitreibleriň, eşekýassyklaryň, toprak sakyrtgalarynyň, kollembolalarynyň, mör-möjekleriň liçinkalarynyň gatnaşmagynda doly dargamagynyň bolup geçýändigi we madda çalşygynyň gidişinde duzlaryň hem özleşdirilip, toprakda olaryň saklanyş derejesiniň kemelýändigi anyklanyldy.

EDEBIÝAT

1. Agakişiyew D. Gowaçanyň şora çydamlylygyny ýokarlandyrmagyň ýollary.–A.: Ylym, 1989, – 170 s.
2. Egamberdieva D., Kucharova Z. Selection for root colonising bacteria stimulating wheat growth in saline soils. Biology and fertility of soils. – №6 (45), 2009, – P. 563-571.
3. Астапов С.В., Спенглер В.В. Предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием орашаемых земель. – М.: Сельхозгиз, 1996, – 157 стр.
4. Бабаев Д., Рахимова Н., Арзякова О., Ёллыбаев А. Влияние удобрений на физиологобиохимические показатели развития хлопчатника на засоленных почвах – А.: Наука, 2018б – 33 стр.
5. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 5, 1972. – С. 36-40.
6. Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. –М.: Наука, 1987б –192 стр.
7. Григорян Л.Н., Батаева Ю.В., Яковleva Л.В., Шляхов В.А. Микробиологический состав засоленных почв аридных территорий // Общая биология. Серия: Естественные и технические науки Астрахан,– №12, 2018. – С. 6-13
8. Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Манучарова Н.А., Марфенина О.Е., Полянская Л.М., Степанов А.Л., Умаров М.М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почвы //Почвоведение. – № 9, 2015. – С.1087-1096.
9. Ёллыбаев А., Гурбанов А. Выращивание джугары и суданской травы на засоленных территориях // – А.: Наука, 2018, – 52 стр.
10. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005, – 445 стр.
11. Ключко Т.А. Исследование современного состояния проблем выявления засоленных почв по данным космических съемок. // «Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского». Серия: География, – Том 23 (62). – № 2, 2010. – С. 156-166.

12. Ковда В.А. Проблема опустынивания и засоления почв аридных регионов мира – М.: Наука, 2008. – 415 стр.
13. И. В. Пахоруков, О. З. Еремченко Свойства вторично засоленных аллювиальных почв в таежно-лесной зоне Прикамья //Сибирский лесной журнал. – № 3, 2021. – С. 76–86.
14. Лавров А.П., Орловский Н.С. Почвенно-климатическое районирование равнинного Туркменистана. – А.: Ылым, 1985, – 129 стр.
15. Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв. Российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. – Т. 11, – № 3, 2021. – С. 163–181.
16. Минашина Н.Г. Почвенно-экологические изменения и проблемы мелиорации почв в бассейне Аракса // Почтоведение. – №9, 1995. – С. 1141-1149.
17. Муратова В.С. Засоление почв Туркмении. // Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино: Изд-во: АН СССР, 1976. – С. 106-107.
18. Панкова Е.И. Засоление почв пустынь в связи с аридностью и континентальностью климата // Проблемы освоения пустынь.– № 3, 1992. – С. 54–61,
19. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И. А. и др. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). – М. 1996, – 187 стр.
20. Панкова Е.И., Конюшкова М.В. Влияние глобального потепления климата на засоленность почв аридных регионов // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – Вып. 71, 2013. – С. 3-15.
21. Панкова Е.И. Засоление орошаемых почв Среднеазиатского региона: старые и новые проблемы. // Аридные экосистемы. – Том 22. – № 4 (69), 2016.– С. 21-29,
22. Рабочев И. С. Мелиорация засолённых почв среднего течение Амудары. – А.: Туркмениздат, 1964, – 255 стр.
23. Руководство по управлению засоленными почвами (Под редакцией Р. Варгаса, Е.И. Панковой и др.) – Рим, 2017, – 141 стр.
Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Гасанов Р.З., Абакарова А.А., Аливердиева Д.А. Экстремофильные микробные сообщества засоленных почв и их разнообразие в регионе Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы. – Том 23. – № 2 (71), 2017, – С. 52-56,
24. Ходжимуродова Н.Р., Хакимова Н.Х., Тураева Н.Н. Микроорганизмы орошаемых почв Бухарского оазиса // Innovative technologies. – №1 (41), 2021, – С. 72-76.

BIOTECHNOLOGICAL METHODS TO PREVENT SOIL POLLUTION*

Peyzulla Hydyrov,

Doctor of Sciences in Biology, Vice Rector for Science of the Turkmen State Pedagogical Institute named after Seyitnazar Seydi

Hudayberdi Saparmuradov,

Lecturer, Turkmen State Pedagogical Institute named after Seyitnazar Seydi

Gadam Amanov,

Graduate student, Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of Turkmenistan

Abstract

*As a result of experiments conducted in 2022–2023 to prevent soil salinization, it was found that salts are adsorbed based on the adsorbent properties of plant residues. Salinity content in the saline soil was 12,55–15,04%, and it was found that salinity reduction changes from 5,56–1,31% when treated with licorice root residue and 3,56–0,97% with cotton residue. It was identified that decomposition of plant residues involves halophilic bacteria, micromycete and actinomycete fungi, soil amoebae, soil grasshoppers, collembola and other invertebrates, and salts are assimilated due to metabolism and their level of retention in the soil decreases. It was found that the development of biotechnology for the artificial propagation of species belonging to the microorganism groups *Halobacillus* sp., *Salinicola* sp., *Trichoderma* sp., and their use to accelerate decomposition in adsorbent plant waste is of great importance in preventing salinization.*

Keywords: soil, salinity, adsorption, bacteria, fungi, halophylls, dispersion.

Introduction

The problems related to the occurrence of secondary salinization of the soil in irrigated agriculture and its prevention have not lost their importance even in the 21st century. Studying the problems of soil, which is the main source of abundant harvests from agricultural crops, and its salinization is of particular importance in all countries, including Central Asia, which is an important center of ancient agriculture. In recent years, scientists have published many scientific works in this field (Глазовский, 1987; Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005; Ключко, 2010; Панкова, Айдаров, Ямнова и др., 1996; Панкова, 2016). In soil science, these problems are analyzed in different contexts (Астапов, Спенглер, 1996; Ковда, 2021; Минашина, 1995; Панкова, Конюшкова, 2013; Egamberdieva, Kucharova, 2009). In our country, the role of land reclamation by preventing soil salinization, as well as studies related to the cultivation of halophilic plants have been conducted (Бабаев, Рахимова, Арзякова, Ёллыбаев, 2018; Ёллыбаев, Гурбанов, 2018; Лавров, Орловский, 1985; Муратова, 1976; Панкова, 1992; Рабочев, 1964; Agakışiyew, 1989). It is known that until now the problems related to the use of adsorbent properties of plant residues in the prevention of soil salinization and the development of biotechnologies in this field have not been thoroughly studied.

* Amanov G.G. e-mail: gadamamanov@gmail.com

Test methods. In 2022-2023, experiments on the prevention of soil salinization were carried out at the scientific production laboratory of the Turkmen State Pedagogical Institute named after S. Seydi. The experiments were intended to test the adsorbent properties of plant residues to control salinity. As adsorbent products in the scientific research work, plant residues from the processing of raw materials were used in Buyan village industrial complex in Lebap, as well as residues from the cotton spinning factory in Turkmenabad were used. Experiments were Region conducted in a 0,10 ha saline field. In turn, the experimental field was divided into five small ponds, and 70-cm-high ponds were drawn into them. Adsorbent manure and cotton residues were placed on top of the soil in the amount of 2,0–2,5 kg per square meter of the experimental fields in the second decade of December. Thus, after 30 days, that is, when the wastes started to rot naturally, they were mixed into the soil at a depth of 15–20 cm. At the end of January, the soil was turned again and watered between the rows for the first time. On the third day of February, the soil in the ponds was softened, barley seeds were sown in it, and the second water was given. In the first decade of May, the barley was harvested before ripening and the soil was softened. Maize seeds were then sown in the fertile soil. Indicators of soil salinity were checked every 15 days by taking soil samples from the top 10 cm layer and conducting chemical analyses. Soil salinization was tested by dissolving the soil in water and titrating the amount of cations and anions in the solution in m/mol. (Базилевич, Панкова, 1972; Манжина, 2021; Баргаса, Панковой и др., 2017). Chemical analyzes were carried out at the Biotechnologies Laboratory of the Technology Center of the Academy of Sciences of Turkmenistan. The content of salts, cations and anions in the soil – water solution was determined using modern equipment in the laboratory, and hydrogen ion concentration (pH) was measured. Mass ratios of oxides and elements stored in dry soil were also determined using XRF equipment.

Discussions of the results. The obtained data are presented in Tables 1–9. As can be seen from the data in the tables, the placement of plant residues in the soil, due to its gradual absorption of salts, leads to a decrease in the amount of salts in the soil and an increase in the suitability of the soil for cultivation. In our opinion, when light substances with fast dispersing and adsorbent properties are sprinkled on the soil, they quickly absorb the salts. In the course of decomposition, halophilic bacteria, actinomycetes, and micromycete fungi mix with it and multiply there by forming local foci. Microorganisms grow best when soil temperature is between 50 C and 250 C and humidity is 65–70%. There are 3 ecological groups of living organisms that use plant residues from the soil as a food source: detritophages, mycetobacteriphages and saprophages.

Detritophagous microorganisms include soil bacteria, micromycete fungi, and actinomycetes. The industrial waste of cotton spinning mills is dominated by cellulose. Therefore, they are subject to rapid decomposition in field conditions, as under the biological activity of cellulose-decomposing aerobic microorganisms initially turns into a brown sandy substance, which contains sand and dead microorganisms. In our observations, all the fibers take on a brown color in the distribution (Григорян, Батаева, Яковлева, Шляхов, 2018; Добровольская, Звягинцев, Чернов, Головченко, Зенова, Лысак, Манучарова, Марфенина, Полянская, Степанов, Умаров, 2015). Anaerobic oil bacteria are actively involved in the decomposition of licorice root and cotton fiber in the soil layers. The accumulated salts in the soil are converted by halophilic microorganisms in the soil. *Salinicola*, *Marinobacter*, *Microbacterium*, *Salinibacterium*, *Bacillus*, *Planomicrobium*, *Halobabacillus*, *Salegentibacter*, *Microbispora*, *Alcaligenes*, *Sallimicrobium* genera are frequently found in plant residues in meadow irrigated soils (Халилова, Котенко, Исламмагомедова, Гасанов, Абакарова, Аливердиева, 2017; Ходжимуродова, Хакимова, Тураева, 2021). They carry out their vital activity through cell breakdown.

Aspergilla sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. related to micromycete and actinomycete fungi and others are frequently found in plant remains. In their increasing places, licorice and cotton wastes turn

to black. Actinomycetes fungi thrive in alkaline environments with low humidity. They are aerobes often found in the upper layers of the soil. Based on the biological activity of actinomycetes, plant residues are converted into substances in the soil. (*Figure 1*).

At the second stage of decomposition, myceto-bacteriophage halophilic invertebrates: amoebae, soil nematodes, prothracheonicus orientalis, wasps, soil grasshoppers accumulate on the substrate. Myceto-bacteriophagous soil invertebrate species feed on fungal mycelia, bacterial colonies, and begin to grow. According to our studies, species of grasshoppers of the genera Pavania, Premicrodispus, Tarsonemus, Scutacarus nest in the soil and feed on the mycelia of fungi contained in the decay. In February-March, the number of locusts can reach 300–500 individuals per 10 cm square area of the substrate.

Table 1

Average salinity, pH, and sand content of soil samples

	Amount of water poured, ml	Weight of soil, g	Salinity, % (m,mol)	pH	Humus, g
Zone for testing	150	30,0085	12,55	6,61	2,875280
Zone for testing	150	30,0081	15,04	6,30	1,763945
I sample 1-10	150	30,0029	3,73	6,67	6,560176
I sample 11-20	150	30,0033	3,34	6,74	6,385456
I sample 21-30	150	30,0030	4,35	6,88	6,295496
I sample 31-40	150	30,0046	4,66	7,05	6,069576
I sample 41-50	150	30,0023	5,56	7,04	5,124967
I sample 51-60	150	30,0037	4,74	7,22	6,074128
I sample 61-70	150	30,0016	3,33	7,33	6,438927
I sample 71-80	150	30,0034	1,31	7,35	6,441106
I sample 81-90	150	30,0010	1,93	7,25	6,384521
I sample 91-100	150	30,0012	1,85	7,63	6,124362
II sample 1-10	150	30,0027	1,03	7,54	6,943207
II sample 11-20	150	30,0051	2,72	7,60	7,79277
II sample 21-30	150	30,0072	3,56	7,78	7,23211
II sample 31-40	150	30,0095	0,97	8,00	8,039398
II sample 41-50	150	30,0075	3,38	7,60	7,993961
II sample 51-60	150	30,0057	3,20	8,04	7,403952
II sample 61-70	150	30,0069	3,00	8,14	8,022360
II sample 71-80	150	30,0082	3,36	8,16	6,544378
II sample 81-90	150	30,0048	3,05	8,21	6,765543
II sample 91-100	150	30,0073	2,79	7,99	6,889349

Note: Samples I are soil samples obtained from the use of rootstock residues; Samples II are soil samples obtained from cotton waste utilization

As can be seen from the data in Table 1, salts are stored at a high level of 12,55–15,04% in the field set for testing. Then, the salinity changes from 1,31 to 5,56% when the root residue is sprinkled as a result of the decomposition of plant residues. Salinity is reduced to 0,97–3,56% when cotton residue is sprinkled on the soil. The pH values gradually increase. Along with the removal of soil salt, the retention rate of sand in it increases from 2,875280 to 8,039398.

The average amount of ions stored in soil salts is given in Table 2.

Table 2

Average concentration of salt-forming ions in soil (m.mol/100 g soil – water solution) (2022–2023)

I zone for testing 1-10	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	PO ₄ ³⁻
	±2,308	±2,341	±3,053	±3,699	±23,082	±0,762
I sample 1-100	±2,160	±1,344	±1,788	±3,562	±20,897	±0,819
II sample 1-100	±1,773	±1,042	±1,477	±3,265	±20,312	±0,898

As is shown in Table 2, the amount of Mg²⁺ ions decreases from ±2,308 to ±1,773. The amount of Cl⁻ ions decreases from ±2,341 to ±1,042. The obtained data prove that the secondary salinization of the soil occurs under the effect of chloride ions.

During the investigation, XRF analysis was carried out to analyze the preservation level of various oxides of minerals in the soil samples. The obtained data are presented in Tables 3–5.

Table 3

Average concentration of oxides in 100 g of soil samples (1–10) taken from the test site (2022–2023)

Ga ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CuO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
40,1 ppm	8,278 %	34,085 %	10,531 %	0,191 %	105,4 ppm	150,7 ppm	1,064 %	294,6 ppm	290,5 ppm	41,9 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L,O,I
219,2 ppm	21,1 ppm	38,9 ppm	218,4 ppm	0,137 %	63,0 ppm	454,0 ppm	0,288 %	641,5 ppm	593,8 ppm	14,76 %

Table 4

Average content of salt-forming oxides (1–30) in 100 g of soil samples (2022–2023) according to the results of the use of licorice root residue

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	NiO	CuO	Ga ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
10,266 %	8,451 %	34,229 %	0,180 %	115,8 ppm	170,8 ppm	43,1 ppm	1,019 %	279,7 ppm	261,5 ppm	39,9 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L,O,I
212,5 ppm	24,6 ppm	51,0 ppm	215,8 ppm	0,113 %	54,3 ppm	421,8 ppm	0,282 %	643,4 ppm	559,0 ppm	14,02 %

Table 5

Average content of oxides (1–30) in 100 g of soil samples (2022–2023) based on the results of using cotton processing residues

Ga ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CuO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
35,1 ppm	6,852 %	31,324 %	7,494 %	0,146 %	68,9 ppm	120,3 ppm	0,860 %	220,7 ppm	221,3 ppm	31,3 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L,O,I
210,9 ppm	27,6 ppm	27,4 ppm	157,8 ppm	0,145 %	45,1 ppm	357,0 ppm	0,336 %	702,2 ppm	371,1 ppm	19,47 %

As can be seen from the data in Tables 3-5, the amount of Al₂O₃ in different soils is 8,278–6,852%; Fe₂O₃ content is 10,531–7,494%; The MnO content varies in the range of 0.191–0.146%.

Table 6

Average retention of various elements in 100 g of soil samples (1–10) at the test site (2022–2023)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,899 %	6,176 %	23,608 %	0,529 %	0,953 %	2,212 %	5,072 %	27,038 %	1,256 ppm	330,6 ppm	392,1 ppm	0,299 %	15,001 %	187,2 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
258,9 ppm	378,7 ppm	64,2 ppm	63,5 ppm	45,5 ppm	432,5 ppm	0,251 %	107,7 ppm	728,8 ppm	0,421 %	0,115 %	0,103 %	84,1 ppm	14,76 %

Table 7

Average storage of various elements in 100 g of soil samples obtained by the results of application of the rootstock residue (1–30) (2022–2023)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca
1,769 %	6,274 %	23,617 %	0,567%	1,150%	3,842%	5,276%	26,287%
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	As	Rb
1,200%	313,0ppm	352,0ppm	0,300%	14,571%	203,9ppm	82,9ppm	425,4ppm
Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
0,205%	109,3ppm	673,6ppm	0,413%	0,114%	963,1ppm	79,7ppm	14,02%

Table 8

Average retention of various elements in 100 g of soil samples (1–30) after application of cotton processing residue (2022–2023)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,448 %	5,072 %	21,544 %	0,622 %	1,967 %	1,721 %	4,668 %	30,18 %	1,037 ppm	252,5 ppm	305,3 ppm	0,232 %	10,838 %	123,0 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
207,7 ppm	366,1 ppm	56,4 ppm	44,9 ppm	60,0 ppm	314,2 ppm	0,268 %	77,6 ppm	575,9 ppm	0,496 %	0,128 %	652,8 %	63,1 ppm	19,47 %

As can be seen from the data in Table 6-8, the amount of copper and zinc in the soil varies with the decomposition of plant residues.

Table 9

Comparison of mean value of overall salinity decline (2022–2023)

Indicators	№1 Test	№2 Sprayed Fertilizer residue	№3 Sprinkled cotton residue
pH	8,89	7,65	7,56
Conductivity, $\mu\text{s}/\text{sm}$	5510,4	3170,6	1742,0
Amount of salts %	2,618	2,012	1,604

The data in Table 9 prove that the level of electrical current conductivity of 2,618% of the amount of salts of the soil taken for testing is 5510,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$, and as a result of the decrease in salts, it decreases by 3170,6–1742,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ and 2,012–1,604%.

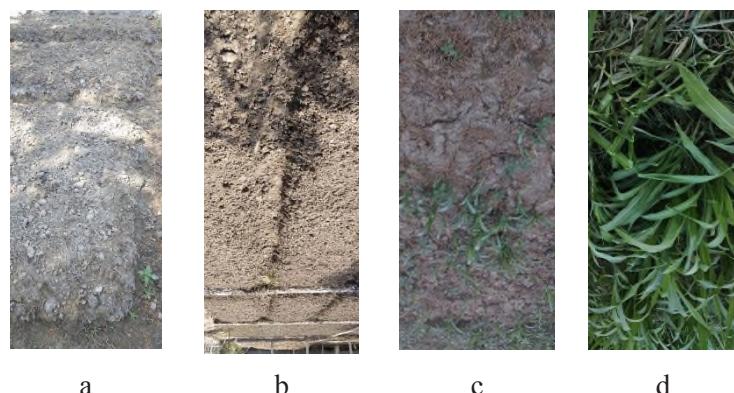


Figure 1: a – saline, b – soil sprinkled with cotton fiber; c – corn planted in saline field, d – corn planted in cotton fiber field

At the last third stage of decomposition of plant residues, decay is completely destroyed by saprophagous feeding of oligochaetes, collembola and insect larvae.

As a result, bacteria, fungi, and various invertebrates in the soil transfer the accumulated salts of adsorbent plant residues to their bodies by engaging in mutual trophic relations. They soften the soil by moving it vertically and horizontally, improving its aeration.

The development of biotechnology to artificially soil microorganisms Halobacillus sp., Salinicola sp., Trichoderma sp. groups and use them to accelerate decomposition in adsorbent plant residues is an important area in the prevention of soil salinization.

In the experimental plots, additional salinity was removed by first planting salinity-tolerant barley and then maize during the decomposition of adsorbent residues. As a result, the salinity of the soil is removed, and suitable conditions are created for the cultivation of various cereals and technical crops.

Results

1. It has been found that the amount of salts that cause soil salinization can be reduced by absorbing plant residues specially placed in the upper fertile part of the soil and then ensuring their assimilation by various halophilic microorganisms.

2. It was found that when the average amount of 200-250 g of plant residues is sprinkled per 1m² of the topsoil, the degree of retention of salts in it is reduced.

3. Based on experiments, it was recorded that the concentration of salts was 12,55–15,04% in the field of saline soil, and it was found that salinity decreased to 1,31–5,56% after placing the residue of sorghum root, as well as to 0,97–3,56% when cotton residue was sprinkled on the soil.

4. Due to the adsorption of salts accumulated on the top of the soil during the winter season, due to the adsorption of salts collected on the top of the soil during the winter season, the complete disintegration of halophilic bacteria, micromycetes and actinomycetes, soil amoebae, soil nematodes, oligochaetes, enhydrids, wasps, soil beetles, collembola, and insect larvae occurs. It was found that during the process of metabolism, salts are assimilated and their retention rate in the soil decreases.

EDEBIÝAT

- Agakışiyew D. Gowaçanyň şora çydamlylygyny ýokarlandyrmagyň ýollary.–A.: Ylym, 1989.–170s.

2. Egamberdieva D., Kucharova Z. Selection for root colonising bacteria stimulating wheat growth in saline soils. *Biology and fertility of soils*. 2009. – №6 (45). – P. 563-571.
3. Астапов С.В., Спенглер В.В. Предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель. – М.: Сельхозгиз, 1996. – 157 с.
4. Бабаев Д., Рахимова Н., Арзякова О., Ёллыбаев А. Влияние удобрений на физиологобиохимические показатели развития хлопчатника на засоленных почвах – А.: Наука, 2018. – 33 с.
5. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1972. – Вып. 5. – С.36-40.
6. Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. –М.: Наука, 1987. –192 с.
7. Григорян Л.Н., Батаева Ю.В., Яковleva Л.В., Шляхов В.А. Микробиологический состав засоленных почв аридных территорий // Общая биология. Серия: Естественные и технические науки Астрахан, 2018. – №12. – С. 6-13
8. Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Манучарова Н.А., Марфенина О.Е., Полянская Л.М., Степанов А.Л., Умаров М.М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почвы //Почвоведение, 2015.–№ 9.–С.1087-1096
9. Ёллыбаев А., Гурбанов А. Выращивание джугары и суданской травы на засоленных территориях // – А.: Наука, 2018. – 52 с.
10. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
11. Клочко Т.А. Исследование современного состояния проблем выявления засоленных почв по данным космических съемок. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия География, 2010. – Том 23 (62). – № 2. – С. 156-166.
12. Ковда В.А. Проблема опустынивания и засоления почв аридных регионов мира – М.:Наука, 2008. – 415 стр И. В. Паходуков, О. З. Еремченко Свойства вторично засоленных аллювиальных почв в таежно-лесной зоне Прикамья //Сибирский лесной журнал, 2021. – № 3. – С. 76–86
13. Лавров А.П., Орловский Н.С. Почвенно-климатическое районирование равнинного Туркменистана. – А.: Ылым, 1985. – 129 с.
14. Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв. Российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника, 2021. – Т. 11, – № 3. – С. 163–181.
15. Минашина Н.Г. Почвенно-экологические изменения и проблемы мелиорации почв в бассейне Аракса // Почвоведение. 1995. – №9. – С. 1141-1149.
16. Муратова В.С. Засоление почв Туркмении. // Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино: Изд-во: АН СССР. 1976. – С. 106-107.
17. Панкова Е.И. Засоление почв пустынь в связи с аридностью и континентальностью климата // Проблемы освоения пустынь. 1992. – № 3. – С. 54–61
18. Панкова Е. И., Айдаров И. П., Ямнова И. А. и др. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция) – М. 1996. – 187 с.
19. Панкова Е.И., Конюшкова М.В. Влияние глобального потепления климата на засоленность почв аридных регионов // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. – Вып. 71. – С. 3-15
20. Панкова Е.И. Засоление орошаемых почв Среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные экосистемы, 2016. – Том 22. – № 4 (69). – С.21-29
21. Рабочев И.С. Мелиорация засолённых почв среднего течение Амудары – А.: Туркмениздат. 1964 . – 255 с.
22. Руководство по управлению засоленными почвами Под редакцией Р. Варгаса, Е.И. Панковой и др. – Рим, 2017. – 141 с.
23. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Гасанов Р.З., Абакарова А.А., Аливердиева Д.А. Экстремофильные микробные сообщества засоленных почв и их разнообразие в регионе Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы, 2017. – Том 23. – № 2 (71). – С.52-56
24. Ходжимуродова Н.Р., Хакимова Н.Х., Тураева Н.Н. Микроорганизмы орошаемых почв Бухарского оазиса // Innovative technologies, 2021. – №1 (41). – С.72-76

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БОРЬБЕ С ЗАСОЛЕНИЕМ ПОЧВ*

Пейзулла Хыдыров,
проректор по научной работе Туркменского Государственного педагогического института имени Сейитназара Сейди, доктор биологических наук

Худайберди Сапармурадов,
*преподаватель кафедры биологии с методикой их преподавания
Туркменского Государственного педагогического института имени Сейитназара Сейди*

Гадам Аманов,
аспирант Института химии Академии наук Туркменистана

Аннотация

*В результате экспериментов, проведенных в 2022–2023 годах по предотвращению засоления почв, установлено, что адсорбция солей основана на адсорбирующими свойствах растительных остатков. Установлено, что содержание засоления в засоленной почве составляет 12,55-15,04%, при внесении остатков солодковых корней наблюдалось снижение засоления на 5,56-1,31%, при внесении хлопковых остатков – 3,56-0,97%. Установлено, что в разложении растительных остатков участвуют галофильные бактерии, грибы-микромицеты и актиномицеты, почвенные клещи, почвенные кузнечики, коллемболы и другие беспозвоночные, а соли ассимилируются за счет обмена веществ и снижается уровень их содержания в почве. Микроорганизмы *Halobacillus sp.*, *Salinicola sp.*, *Trichoderma sp.* Установлено, что большое значение в предотвращении засоления имеют микроорганизмы и развитие биотехнологии воспроизведения видов, принадлежащих к группам *Halobacillus sp.*, *Salinicola sp.*, *Trichoderma sp.* и использование их для ускорения разложения адсорбирующих растительных отходов.*

Ключевые слова: почва, засоление, адсорбция, бактерии, грибы, галофиллы, дисперсия.

Введение

Проблемы, связанные с возникновением вторичного засоления почв в орошаемом земледелии и его предотвращением, не потеряли своей актуальности даже в XXI веке. Изучение проблем почвы и ее засоления, являющегося основным источником обильных урожаев сельскохозяйственных культур, имеет особое значение во всех странах, в том числе и в Средней Азии, являющейся важным центром древнего земледелия. За последние годы учеными опубликовано множество научных работ в этой области (Глазовский, 1987; Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005; Клочко, 2010; Панкова, Айдаров, Ямнова и др., 1996; Панкова, 2016). В почвоведении эти проблемы анализируются в разных контекстах (Астапов, Спенглер, 1996; Ковда, 2021; Минашина, 1995; Панкова, Конюшкова, 2013; Egamberdieva, Kucharova, 2009). В нашей стране проведены исследования о роли мелиорации земель в предотвращении засоления почв, а также исследования, связанные с выращиванием галофильных растений (Бабаев, Рахимова, Арзякова, Ёллыбаев, 2018; Ёллыбаев, Гурбанов, 2018; Лавров, Орловский, 1985;

* Amanov G.G. e-mail: gadamatamanov@gmail.com

Муратова, 1976; Панкова, 1992; Рабочев, 1964; Agakışiyew, 1989). Известно, что в проведенных до сих пор научных исследованиях не до конца изучены проблемы, связанные с использованием адсорбирующих свойств растительных остатков в профилактике засоления почв и развитии биотехнологий в этой области.

Методы испытаний. 2022-2023 годах в научно-производственной лаборатории Туркменского государственного педагогического института имени С.Сейди проводились эксперименты по предотвращению засоления почв. Целью экспериментов была проверка адсорбирующих свойств растительных остатков в борьбе с засолением. В качестве адсорбентов в научно-исследовательской работе использовались растительные остатки переработки сырья комбината Буян в Лебапском велаяте и отходы хлопкопрядильной фабрики г. Туркменабат. Эксперименты проводились на засоленном поле площадью 0,10 га. В свою очередь опытное поле было разделено на пять небольших прудов, в которые были втянуты пруды высотой 70 см. Адсорбент навоза и остатки хлопчатника вносили в верхнюю часть почвы в количестве 2,0-2,5 кг на квадратный метр опытных полей во второй декаде декабря. Таким образом, через 30 дней, то есть когда отходы начали гнить естественным путем, их подмешивали в почву на глубину 15-20 см. В конце января почву снова перевернули и впервые выпустили воду между рядами. В третьей декаде февраля почву в прудах размягчили, высевали в нее семена ячменя и дали вторую воду. В первой декаде мая ячмень убирали до созревания и размягчали почву. Затем семена кукурузы были посажены в плодородную почву. Качественные показатели засоления почвы проверяли каждые 15 дней путем отбора проб почвы из верхнего 10-санитметрового слоя и проведением химических анализов. Тестирование засоления почвы проводилось путем растворения почвы в воде и титрования количества катионов и анионов в растворе в м/моль. (Базилевич, Панкова, 1972; Манжина, 2021; Варгаса, Панковой и др., 2017). Химические анализы проводились в лаборатории биотехнологий Центра технологий Академии наук Туркменистана. С помощью современного оборудования в лаборатории определяли содержание солей, катионов и анионов в водном растворе почвы, измеряли уровень ионов водорода (рН). Массовое распределение оксидов и элементов, содержащихся в сухой почве, также определялось с помощью рентгенофлуоресцентного оборудования.

Обсуждения результатов. Полученные данные представлены в таблицах 1-9. Как видно из данных таблиц, размещение растительных остатков в почве за счет постепенного поглощения ею солей приводит к уменьшению количества солей в почве и повышению пригодности почвы для выращивание растений. По нашему мнению, при рассыпании в почву легких веществ, обладающих быстродиспергирующими и адсорбирующими свойствами, они быстро поглощают соли. В процессе разложения участвуют галофильные бактерии, актиномицеты и грибы-микромицеты, которые размножаются там, образуя локальные очаги. Микроорганизмы лучше всего растут при температуре почвы от 5°C до 25°C и влажности 65-70%. Выделяют 3 экологические группы живых организмов, использующих растительные остатки почвы в качестве источника питания: детритофаги, мицетобактерифаги и сапропаги.

К детритофагам относятся почвенные бактерии, грибы-микромицеты и актиномицеты. В промышленных отходах хлопкопрядильных фабрик преобладает целлюлоза. Из-за этого они подвержены быстрому разложению в полевых условиях, так как в результате биологической активности целлюлозоразлагающих аэробных микроорганизмов первоначально превращается в бурого цвета вещество – гумус, содержащее гумус и мертвые микроорганизмы. В наших наблюдениях все волокна при разложении приобретают коричневую окраску (Григорян, Батаева, Яковлева, Шляхов, 2018; Добровольская, Звягинцев, Чернов, Головченко, Зенова, Лысак, Манучарова, Марфенина, Полянская, Степанов, Умаров, 2015). Анаэробные маслянистые бактерии активно участвуют в разложении корней солодки и хлопкового волокна

в слоях почвы. Накопленные в почве соли преобразуются галофильными микроорганизмами почвы. В растительных остатках луговых орошаемых почв часто встречаются виды родов *Salinicola*, *Marinobacter*, *Microbacterium*, *Salinibacterium*, *Bacillus*, *Plannomicrobium*, *Halobabacillus*, *Salegentibacter*, *Microbispora*, *Alcaligenes*, *Sallimicrobium* (Халилова, Котенко, Исламмагомедова, Гасанов, Абакарова, Аливердиева, 2017; Ходжимуродова, Хакимова, Тураева, 2021). Свою жизнедеятельность они осуществляют посредством энергии, полученной при распаде клетчатки тканей.

Виды *Aspergilla* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. из микромицетов и актиномицеты часто встречаются в растительных остатках. В местах их размножения, корни солодки и хлопковые отходы чернеют. Актиномицеты произрастают в щелочной среде с низкой влажностью. Они аэробы, часто встречающиеся в верхних слоях почвы. За счет биологической активности актиномицетов растительные остатки преобразуются в гумусовое вещество почвы. [Рис. 1].

На второй стадии разложения на субстрате накапливаются мицетобактериофаги-галофильные беспозвоночные: амебы, почвенные нематоды, ангириды, осы, почвенные кузнечики. Мицетобактериофаги почвенных беспозвоночных питаются мицелием грибов, колониями бактерий и начинают расти. По нашим исследованиям, виды родов *Pavania*, *Premicrodispus*, *Tarsonemus*, *Scutacarus* живут в почве. В феврале-марте численность клещей может достигать 300-500 особей на 10 квадратных см площади субстрата.

Таблица 1

Среднее количества, гумуса и степени pH в засоленности в образцах почвенных проб

	Количество воды, ml	Вес почвы, g	Соленость, % (m,mol)	pH	Гумус, g
Контрольная зона	150	30,0085	12,55	6,61	2,875280
Контрольная зона	150	30,0081	15,04	6,30	1,763945
I проба 1-10	150	30,0029	3,73	6,67	6,560176
I проба 11-20	150	30,0033	3,34	6,74	6,385456
I проба 21-30	150	30,0030	4,35	6,88	6,295496
I проба 31-40	150	30,0046	4,66	7,05	6,069576
I проба 41-50	150	30,0023	5,56	7,04	5,124967
I проба 51-60	150	30,0037	4,74	7,22	6,074128
I проба 61-70	150	30,0016	3,33	7,33	6,438927
I проба 71-80	150	30,0034	1,31	7,35	6,441106
I проба 81-90	150	30,0010	1,93	7,25	6,384521
I проба 91-100	150	30,0012	1,85	7,63	6,124362
II проба 1-10	150	30,0027	1,03	7,54	6,943207
II проба 11-20	150	30,0051	2,72	7,60	7,79277
II проба 21-30	150	30,0072	3,56	7,78	7,23211
II проба 31-40	150	30,0095	0,97	8,00	8,039398
II проба 41-50	150	30,0075	3,38	7,60	7,993961
II проба 51-60	150	30,0057	3,20	8,04	7,403952
II проба 61-70	150	30,0069	3,00	8,14	8,022360
II проба 71-80	150	30,0082	3,36	8,16	6,544378
II проба 81-90	150	30,0048	3,05	8,21	6,765543
II проба 91-100	150	30,0073	2,79	7,99	6,889349

Примечание: Образцы № I – образцы почвы, полученные при использовании остатков солодового корня; Пробы II – пробы почвы, полученные в результате использования хлопковых отходов.

Как видно из данных таблицы 1, в полевом контрольном участке испытаний соли сохраняются на высоком уровне 12,55–15,04%. Затем засоление изменяется от 1,31 до 5,56% при присыпании корневых остатков в результате разложения растительных остатков. Засоленность снижается до 0,97–3,56% при присыпании почвы хлопковыми остатками. Значения pH постепенно повышаются. По мере выноса почвенной соли коэффициент содержания в ней гумуса увеличивается с 2,875280 до 8,039398.

Среднее количество ионов, запасенных в почвенных солях, приведено в табл. 2.

Таблица 2

**Среднее количество содержания солеобразующих ионов с составе почвы
(m.mol / 100 g в водном растворе почвы (2022–2023 гг.)**

I Контрольная зона 1-10	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	PO ₄ ³⁻
±2,308	±2,341	±3,053	±3,699	±23,082	±0,762	
I проба 1-100	±2,160	±1,344	±1,788	±3,562	±20,897	±0,819
II проба 1-100	±1,773	±1,042	±1,477	±3,265	±20,312	±0,898

Как показано в таблице 2, Mg²⁺ количество ионов на исследуемой территории уменьшается от ±2,308 до ±1,773. Cl⁻ ионов уменьшается с ±2,341 до ±1,042. Полученные данные доказывают, что вторичное засоление почвы происходит под воздействием хлорид-ионов.

В ходе исследования был проведен рентгенофлуоресцентный анализ для уровня сохранности различных оксидов минералов в образцах почвы. Полученные данные представлены в таблицах 3-5.

Таблица 3

**Среднее количество содержания оксидов солей пробах почвы на контролльном участке,
взятой в объеме по 100 г. в (1–10) (2022–2023 гг.)**

Ga ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CuO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
40,1 ppm	8,278 %	34,085 %	10,531 %	0,191 %	105,4 ppm	150,7 ppm	1,064 %	294,6 ppm	290,5 ppm	41,9 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L ₂ O ₃
219,2 ppm	21,1 ppm	38,9 ppm	218,4 ppm	0,137 %	63,0 ppm	454,0 ppm	0,288 %	641,5 ppm	593,8 ppm	14,76 %

Таблица 4

**Среднее количество содержания оксидов солей пробах почвы на участке с использованными
остатками солодкового корня взятой в объеме по 100 г. в (1–30) (2022–2023 гг.)**

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	NiO	CuO	Ga ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
10,266 %	8,451 %	34,229 %	0,180 %	115,8 ppm	170,8 ppm	43,1 ppm	1,019 %	279,7 ppm	261,5 ppm	39,9 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L ₂ O ₃
212,5 ppm	24,6 ppm	51,0 ppm	215,8 ppm	0,113 %	54,3 ppm	421,8 ppm	0,282 %	643,4 ppm	559,0 ppm	14,02 %

Таблица 5

Среднее количество содержания оксидов солей в пробах почвы на участке с использованными остатками хлопковых отходов, взятой в объеме по 100 г. (1–30) (2022–2023 гг.)

Ga ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CuO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	PbO
35,1 ppm	6,852 %	31,324 %	7,494 %	0,146 %	68,9 ppm	120,3 ppm	0,860 %	220,7 ppm	221,3 ppm	31,3 ppm
ZnO	Br	As ₂ O ₃	Rb2O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	In ₂ O ₃	BaO	Eu ₂ O ₃	L,O,I
210,9 ppm	27,6 ppm	27,4 ppm	157,8 ppm	0,145 %	45,1 ppm	357,0 ppm	0,336 %	702,2 ppm	371,1 ppm	19,47 %

Как видно из данных таблиц 3–5, количество Al₂O₃ в разных почвах составляет 8,278–6,852%; Содержание Fe₂O₃ 10,531–7,494%; количество MnO варьируется в пределах 0,191–0,146%.

Таблица 6

Среднее количество содержания химических элементов в пробах почвы на контрольном участке, взятой в объеме по 100 г. (1–10) (2022–2023 гг.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,899 %	6,176 %	23,608 %	0,529 %	0,953 %	2,212 %	5,072 %	27,038 %	1,256 %	330,6 ppm	392,1 ppm	0,299 %	15,001 %	187,2 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
258,9 ppm	378,7 ppm	64,2 ppm	63,5 ppm	45,5 ppm	432,5 ppm	0,251 %	107,7 ppm	728,8 ppm	0,421 %	0,115 %	0,103 %	84,1 ppm	14,76 %

Таблица 7

Среднее количество содержания химических элементов в пробах почвы на участке с использованными остатками солодкового корня взятой в объеме по 100 г. (1–30) (2022–2023 гг.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca
1,769 %	6,274 %	23,617 %	0,567%	1,150%	3,842%	5,276%	26,287%
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	As	Rb
1,200%	313,0 ppm	352,0 ppm	0,300%	14,571%	203,9 ppm	82,9 ppm	425,4 ppm
Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
0,205%	109,3 ppm	673,6 ppm	0,413%	0,114%	963,1 ppm	79,7 ppm	14,02%

Таблица 8

Среднее количество содержания химических элементов в пробах почвы на участке с использованными остатками хлопковых отходов взятой в объеме по 100 г. (1–30) (2022–2023 гг.)

Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni
1,448 %	5,072 %	21,544 %	0,622 %	1,967 %	1,721 %	4,668 %	30,18 %	1,037 %	252,5 ppm	305,3 ppm	0,232 %	10,838 %	123,0 ppm
Cu	Zn	Ga	As	Br	Rb	Sr	Y	Zr	In	Ba	Eu	Pb	L,O,I
207,7 ppm	366,1 ppm	56,4 ppm	44,9 ppm	60,0 ppm	314,2 ppm	0,268 %	77,6 ppm	575,9 ppm	0,496 %	0,128 %	652,8 %	63,1 ppm	19,47 %

Как видно из данных табл. 6-8, количество меди и цинка в почве меняется в зависимости от разложения растительных остатков.

Таблица 9

Сравнение общего снижения средней оценки уровня засоленности в пробах почвы (2022–2023 г.)

Показатели	№1 Контроль	№2 При внесении солодкового корня	№3 При внесении отходов хлопка
pH	8,89	7,65	7,56
Conductivity, $\mu\text{s}/\text{sm}$	5510,4	3170,6	1742,0
Количество солей %	2,618	2,012	1,604

Данные, приведенные в таблице 9, доказывают снижение электропроводности солей в почве при ее содержании 2,012–1,604% до 3170,6–1,742,0 $\mu\text{s}/\text{sm}$ по сравнению его уровня с начальным содержанием солей в почве от 2,618% и степени электропроводности 5510,4 $\mu\text{s}/\text{sm}$.



Рисунок 1: а – засоленная почва; б – процесс внесения отходов хлопка в почву;
в – засеянная в засоленную почву кукуруза без обработки на контрольный участок;
г – кукуруза, выращенная в почве после снижение уровня засоленности с внесением отходов хлопка

На последней третьей стадии разложения растительных остатков гниль полностью уничтожается за счет сапрофагического питания олигохет, коллемболов и личинок насекомых.

В результате бактерии, грибы и различные беспозвоночные в почве переносят в свой организм накопленные соли адсорбирующих растительных остатков, вступая во взаимные трофические связи. Они смягчают почву, перемещая ее по вертикали и горизонтали, улучшая ее аэрацию.

Развитие биотехнологии искусственного выращивания почвенных микроорганизмов *Halobacillus* sp., *Salinicola* sp., *Trichoderma* sp., использования их для ускорения разложения растительных остатков, адсорбентов является важным направлением профилактики засоления почв.

Дополнительную засоленность почвы удаляли путем посева засоленного ячменя, а затем адсорбента на опытных делянках. В результате значительно уменьшается засоление почвы и создаются подходящие условия для выращивания различных зерновых и технических культур.

Выводы

1. Установлено, что количество солей, вызывающих засоление почвы, можно уменьшить путем внесения растительных остатков, специально помещенных в верхнюю плодородную часть почвы, и последующего обеспечения их усвоения различными галофильными микроорганизмами.

2. Доказано, что при внесении в поверхностный слой почвы на каждый 1 м² участка в среднем 200-250 г растительных остатков в нём значительно снижается степень содержания солей.

3. Экспериментами зафиксировано, что на контролльном поле засоленной почвы концентрация солей составляла 12,55-15,04 %, а при внесении: остатков корней солодки засоление снижалось до 1,31-5,56 %, а при внесении - 0,97-3,56 %; остатков хлопка засоление снижалось до 0,97-3,56 %.

4. Выявлено, что после адсорбции солей тканями растительных остатков, накопившихся на поверхности почвы, происходит их полный распад при участии галофильных бактерий, микромицетов и актиномицетов, почвенных амеб, нематод, олигохет, энхитреидов, мокриц, почвенных клещей, коллембол, личинок насекомых и в процессе обмена веществ микроорганизмов соли ими ассимилируются и снижается степень их содержания в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Agakişiyew D. Gowaçanyň şora çydamlylygyny ýokarlandyrmagyň ýollary.–A.: Ylym, 1989.–170s.
2. Egamberdieva D., Kucharova Z. Selection for root colonising bacteria stimulating wheat growth in saline soils. Biology and fertility of soils. 2009. – №6 (45). – P. 563-571.
3. Астапов С.В., Спенглер В.В. Предупреждение и борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель. – М.: Сельхозгиз, 1996. – 157 с.
4. Бабаев Д., Рахимова Н., Арзякова О., Ёллыбаев А. Влияние удобрений на физиологобиохимические показатели развития хлопчатника на засоленных почвах – А.: Наука, 2018. – 33 с.
5. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1972. – Вып. 5. – С.36-40.
6. Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. –М.: Наука, 1987. –192 с.
7. Григорян Л.Н., Батаева Ю.В., Яковleva Л.В., Шляхов В.А. Микробиологический состав засоленных почв аридных территорий // Общая биология. Серия: Естественные и технические науки Астрахан, 2018. – №12. – С. 6-13
8. Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Манучарова Н.А., Марфенина О.Е., Полянская Л.М., Степанов А.Л., Умаров М.М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почвы //Почвоведение, 2015.–№ 9.–С.1087-1096
9. Ёллыбаев А., Гурбанов А. Выращивание джугары и суданской травы на засоленных территориях // – А.: Наука, 2018. – 52 с.
10. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
11. Клочко Т.А. Исследование современного состояния проблем выявления засоленных почв по данным космических съемок. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия География, 2010. – Том 23 (62). – № 2. – С. 156-166.
12. Ковда В.А. Проблема опустынивания и засоления почв аридных регионов мира – М.:Наука, 2008. – 415 стр И.В. Пахоруков, О.З. Еремченко Свойства вторично засоленных аллювиальных почв в таежно-лесной зоне Прикамья //Сибирский лесной журнал, 2021. – № 3. – С. 76–86
13. Лавров А.П., Орловский Н.С. Почвенно-климатическое районирование равнинного Туркменистана. – А.: Ылым, 1985. – 129 с.
14. Манжикина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв. Российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника, 2021. – Т. 11, – № 3. – С. 163–181.

15. Минашина Н.Г. Почвенно-экологические изменения и проблемы мелиорации почв в бассейне Арала // Почвоведение. 1995. – №9. – С. 1141-1149.
16. Муратова В.С. Засоление почв Туркмении. // Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана. Пущино: Изд-во: АН СССР. 1976. – С. 106-107.
17. Панкова Е.И. Засоление почв пустынь в связи с аридностью и континентальностью климата // Проблемы освоения пустынь. 1992. – № 3. – С. 54–61
18. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А. и др. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция) – М. 1996. – 187 с.
19. Панкова Е.И., Конюшкова М.В. Влияние глобального потепления климата на засоленность почв аридных регионов // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. – Вып. 71. – С. 3-15
20. Панкова Е.И. Засоление орошаемых почв Среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные экосистемы, 2016. – Том 22. – № 4 (69). – С.21-29
21. Рабочев И. С. Мелиорация засолённых почв среднего течение Амудары – А.: Туркмениздат. 1964 . – 255 с.
22. Руководство по управлению засоленными почвами Под редакцией Р. Варгаса, Е.И. Панковой и др. – Рим, 2017. – 141 с.
23. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Гасанов Р.З., Абакарова А.А., Аливердиева Д.А. Экстремофильные микробные сообщества засоленных почв и их разнообразие в регионе Прикаспийской низменности // Аридные экосистемы, 2017. – Том 23. – № 2 (71). – С.52-56
24. Ходжимуродова Н.Р., Хакимова Н.Х., Тураева Н.Н. Микроорганизмы орошаемых почв Бухарского оазиса // Innovative technologies, 2021. – №1 (41). – С.72-76
- 25.