

UOT 632.122.2:581.52:631.46 (470.21)

N.A.Sadıqova¹, S.İ.Nəcəfova², L.A.Quliyeva³, N.M.İsmaylov⁴
Bakı Dövlət Universiteti¹, ARETN Mikrobiologiya İnstitutu^{2,3,4}
lemanezizli2016@gmail.com

XƏZƏR DƏNİZİNİN SAHİL ZOLAĞININ TEXNOGEN ÇİRLƏNMİŞ TORPAQLARININ FİTOREMEDIASİYASINDA MEDICAGO L. (YONCA) NÖVÜNÜN BİORESURS POTENSİALI

DOI: 10.30546/2520-2049.72.1.2024.011

Açar sözlər: Xəzər dənizinin sahil zolağının torpaqları; çirklənmə; yonca; rizosfer effekti; rizosferin və rizoplanın mikrobiotası; fitoremediasiyada istifadə

Çirkləndiricilərə münasibətdə landşaftların assimilyasiya potensialında bitkilərin rolu mühüm və kifayət qədər həlledicidir. Xəzər dənizinin sahil zolağında texnogen çirklənmiş torpaqların özünütəmizləmə proseslərində yonca bitkisinin bioloji potensialının müəyyən edilməsi məqsədilə tədqiqatlar aparılıb. Yoncanın boz-qonur və boz torpaq-çəmən torpaqların mikrobiotasına stimullaşdırıcı təsiri aşkar edilib. Yoncanın torpaqda karbohidrogenlərin müəyyən konsentrasiyasına qarşı davamlılığı eyni zamanda, mikroorqanizmlərin müxtəlif fizioloji qruplarının, o cümlədən rizoplan və rizosfer zonasında karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin aktivliyi, aktiv vahid biosistemin – torpağın çirklənmədən özünütəmizləmə proseslərini həyata keçirən bitki + mikroorqanizmlərin formalaşmasına qatqı göstərir. Xəzər dənizinin sahil zonasında geniş yayılmış şoran boz-qəhvəyi və çəmən-boz torpaqlara davamlı bitki olan yoncanın üzvi çirkləndiricilərlə çirklənmiş torpaqların bioremediasiya texnologiyalarında fitomeliativ mərhələdə istifadəsi perspektivli ola bilər.

Н.А.Садыгова, С.И.Наджафова, Л.А.Гулиева, Н.М.Исмаилов

БИОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВИДОВ MEDICAGO L. (ЛЮЦЕРНА) В ФИТОРЕМЕДИЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Ключевые слова: почвы побережья Каспийского моря; загрязнение; люцерна; ризосферный эффект; микробиота ризосферы и ризопланы; использование в фиторемедиации

Роль растений в ассимиляционном потенциале ландшафтов по отношению к загрязняющим веществам важна и весьма определяющая. Проведены исследования по определению биологического потенциала растения люцерны в процессах самоочищения техногенно загрязненных почв побережья

Каспийского моря. Установлено стимулирующее влияние люцерны на микробиоту серо-бурых и серо-луговых почв. В то же время устойчивость люцерны к определенной концентрации углеводов в почве способствует формированию различных физиологических групп микроорганизмов, в том числе активности углеводородокисляющих микроорганизмов в ризоплане и ризосферной зоне, а также формированию активного единого биосистема – растения + микроорганизмы, осуществляющие процессы самоочистки почвы без загрязнения. Люцерна - растение, устойчивое к засоленным серо-бурым и травяно-серым почвам, широко распространенное в прибрежной зоне Каспийского моря, может быть использовано на этапе фиторемедиации в технологиях биоремедиации почв, загрязненных органическими загрязнителями.

N.A.Sadygova, S.I.Najafova, L.A.Guliyeva, N.M.Ismayilov

BIORESOURCE POTENTIAL OF MEDICAGO L. (LUCERNE) SPECIES IN PHYTOREMEDIATION OF TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED SOILS OF THE CASPIAN SEA COASTLINE

Keywords: *soils of the Caspian Sea coastline; pollution; lucerne; rhizosphere effect; microbiota of rhizosphere and rhizoplane; use in phytoremediation*

The role of plants in the assimilation potential of landscapes with respect to pollutants is important and quite decisive. Studies were conducted to determine the biological potential of the lucerne plant in self-cleaning processes of man-made polluted soils on the coastline of the Caspian Sea. A stimulating effect of lucerne on the microbiota of gray-brown and gray soil-meadow soils was found. At the same time, the resistance of lucerne to a certain concentration of hydrocarbons in the soil contributes to the formation of various physiological groups of microorganisms, including the activity of hydrocarbon oxidizing microorganisms in the rhizoplane and rhizosphere zone, and the formation of an active single biosystem - plants + microorganisms that carry out self-cleaning processes of the soil without pollution. Lucerne, which is a plant resistant to saline gray-brown and grass-gray soils, which is widespread in the coastal zone of the Caspian Sea, can be used in the phytoremediation stage in the bioremediation technologies of soils contaminated with organic pollutants.

Giriş

Fitotəmizləmə - texnogen yolla çirklənmiş torpaqların bioremediasiyası prosesinin son mərhələsidir. Fitosenozlar və rizosfer mikrobiosenozlarının istifadəsi ilə bioloji təmizləməni özündə təmsil edir [9; 16; 23, s.134-179]. Bununla əlaqədar olaraq, bir sıra işlərdə torpaq örtüyünün karbohidrogen çirklənməsindən təmizlənməsi üçün bu texnologiyanın ekoloji təhlükəsizliyi, iqtisadi rentabelliği və yüksək istehsal qabiliyyəti göstərilmişdir [9; 21; 32; 22, s.20-30]. Fitoremediasiya biotexnologiyaları işlənilib hazırlanmış və uğurla istifadə olunur [11; 8; 14; 19; 33; 25; 31; 28; 29; 34, s.122-128].

Bu biotexnologiyaların istifadəsi təbii landşaftları həm üzvi, həm də qeyri-üzvi çirkləndiricilərdən təmizləməyə imkan verir.

Karbohidrogenlərlə çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi üçün bitki və mikroorqanizmlərin iştirakı ilə bio və fitoremediasiya texnologiyaları inkişaf etdirilir [16; 11; 20, s. 109-122]. Ən cəlbedici metodlar ali bitkilərin və mikroorqanizmlərin təbii assosiasiyalarının birgə istifadəsinə əsaslanır [4, <http://www.findpatent.ru>].

Məlumdur ki, bitkilərin kök zonasında mikroorqanizmlərin sayı onların torpağın əsas hissəsindəki tərkibini üstələyir: bu, sözdə “rizosfer effekti” adlanan ilk dəfə 1904-cü ildə Hiltner tərəfindən təsvir edilmişdir [27, s.59-78]. Köklərə bitişik torpaq zonasında taksonomik tərkibinə və struktur-funksional quruluşuna görə mürəkkəb olan, bitkilərə çoxfunksiyalı təsir göstərən bitki kökləri üzərində biosistemlər təşkil edən “assosiativ mikroorqanizmlər” fəaliyyət göstərir [3; 2, s.81-84].

Beləliklə, rizosfer mikroorqanizmlərinin assosiasiyaları torpağın təbii münbitliyinin qorunması və bitki icmalarının müxtəlifliyinin saxlanması üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir [24; 25, s.1-18]. Bitkilər və mikroblar arasında simbiotik və müsbət rizosfer qarşılıqlı əlaqə potensialı texnogen təzyiq altında torpaqların bioekoloji funksiyalarının bərpası üçün biotexnologiyanın işlənilməsində geniş istifadə oluna bilər [8, s.184-188].

Çirkləndiricilərə münasibətdə landşaftların assimilyasiya potensialında bitkilərin rolunu nəzərə alaraq, Xəzər dənizinin sahil zolağında texnogen çirklənmiş torpaqların özünütəmizləmə proseslərində yonca bitkisinin bioloji potensialını aşkar etmək məqsədilə tərəfimizdən tədqiqat aparılıb [18; 7, s.123].

Tədqiqat obyektləri və metodları

Tədqiqat obyekti Xəzər dənizinin sahil zolağının – Şimali Abşeronun Rusiya ilə sərhədlərinə qədər olan torpaq örtüyüdür. Əsas torpaq növü: boz-qəhvəyi, boz-çəmən və çəmən-meşə. Bu regionun torpaqları texnogen təsirə – xam neftlə (Siyəzənneft-Dəvəçi neft-qazçıxarma idarəsinin yerləşdiyi rayonda) və neft məhsulları (Sumqayıt şəhəri, neft emalı zavodları) ilə çirklənməyə məruz qalır.

Torpaq nümunələri bu ərazidə əsas torpaq növlərindən: çəmən-meşə, boz-çəmən və boz-qəhvəyi torpaqlardan götürülüb. Torpaq nümunələrinin götürülməsi [6, s.104], 0-20 sm horizontlar metodikası ilə aparılıb, konvert metodu istifadə olunub. Torpaq nümunələri ayrı-ayrı steril torbalara yerləşdirilmiş, laboratoriyaya daşınmış və analiz edilənə qədər soyuducuda saxlanılmışdır. Bioloji analizlər nümunə götürüldükdən sonra 2 gün ərzində aparılmışdır.

Mikroorqanizmlərin, eləcə də karbohidrogen substratlarını parçalamağa qadir mikroorqanizmlərin ümumi sayı məlum metod üzrə müəyyən edilmişdir [12, s.234]. Tədqiq olunan mikroorqanizmlərin mədəni və fizioloji-biokimyəvi

xassələri metodu üzrə öyrənilmişdir. Mikroorqanizmlərin üzvi karbohidrogen çirkləndiricilərinə münasibətdə destruktiv qabiliyyəti KΦK-2 cihazında fotokalorimetriya metodu ilə aşkar edilmişdir.

Torpaq nümunələrində bioloji aktivlik – nəfəsalma qabiliyyəti, azot fiksasiyası, denitrifikasiya, torpaq fermentlərinin aktivliyi [6, s.145] metodları üzrə müəyyən edilmişdir.

Karbohidrogenlərin minerallaşma əmsalı (KM) karbon qazı hasilatı intensivliyinin (A) oksigen udma intensivliyinə (B) nəzərən müəyyən edilmişdir: $KM = A/B$. [5, s.76-85].

Torpağın nəfəsalma aktivliyi əsas mikrobioloji və biokimyəvi metodlar üzrə müəyyən edilmişdir [15, s.121].

Tədqiq olunan ərazidəki bitki icmalarının karbohidrogenlərə münasibətdə assimilyasiya potensialı [17, s.122]-ya əsasən müəyyən edilmişdir.

Torpağın neftlə çirklənməsinin toxumun cücərməsinə təsirinin hərtərəfli qiymətləndirilməsi üçün toxumçuluqda qəbul edilmiş bir sıra göstəricilər hesaba alınmışdır: cücərtmə, cücərmə enerjisi və harmoniyası, cücərmə sürəti [15, s.121].

Nəticələrin statik emalı Windows üçün Statistica V6.0, Excel – 2003 proqramını tətbiq etməklə həyata keçirilib. Alınan orta verilənlərin statik etibarlılığının qiymətləndirilməsi zamanı СТЬЮДЕНТ (Student) *t*-meyarından istifadə edilib. Cədvəllərdə təqdim olunan nəticələr orta standart sapmadır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Xəzər dənizinin sahil zolağının müxtəlif zonalarında aparılmış bitki icmalarının monitorinqi göstərmişdir ki, bu ərazilərin texnogen yolla çirklənmiş torpaqlarında bitən bitki assosiasiyalarının tərkibində müxtəlif növ yonca yetişir – təxminən 0,5-0,7%. Botanik tədqiqat göstərmişdir ki, Siyəzən neftçixarma müəsisələrinin yerləşdiyi zonalardakı texnogen torpaqlarda yabani halda bitən əsas yonca növü *M.meyeri*-dir.

Texnogen çirklənmiş torpaqlarda bitən yonca bitkilərinin rizosferində və rizoplanındakı mikroorqanizmlərin sayı çirklənməmiş torpaqlara nisbətən nəzərəcarpacaq dərəcədə yüksək olmuşdur (Cədvəl 1).

Cədvəl 1

Neftlə çirklənmiş torpaqda bitkilərin olması və olmaması halında heterotrof mikroorqanizmlərin sayına təsiri

Variant	Heterotrof mikroorqanizmlərin sayı, torpaqda KOE/r	
	Təmiz torpaq	Çirklənmiş torpaq
Bitkisiz (nəzarət)	$6,6 \pm 0,6 \cdot 10^6$	$5,6 \pm 0,3 \cdot 10^6$
Bitkili (yoncalı)		
• Rizosferli	$4,6 \pm 0,4 \cdot 10^7$	$3,6 \pm 0,2 \cdot 10^7$
• Rizoplanlı	$2,2 \pm 0,3 \cdot 10^7$	$1,8 \pm 0,2 \cdot 10^7$

Çox güman ki, texnogen, o cümlədən karbohidrogen maddələri ilə çirklənmə şəraitində rizosfer və rizoplan zonalarında mikroorqanizmlər üçün daha əlverişli şərait yaradılır, bu da çirklənməmiş torpaqla müqayisədə daha aydın “rizosfer effekti” – yoncanın kök zonasında mikroorqanizmlərin ümumi sayının böyüklük sırası üzrə artması ilə sübut olunur və bu Aldonin V.N., Kireva N.A., və başqaları, Muratova F.Yu. tərəfindən qeyd edilmişdir.

Cədvəl 2
Neftlə çirklənmiş torpaqda nəfəsalma qabiliyyəti və karbohidrogen mineralaşmasının göstəriciləri

Variantlar	Göstəricilər				
	Heterotrof mikroorqanizmlərin sayı, torpaq KOE/γ	Torpaqda YOM, KOE/γ sayı	Minerallaşma əmsalı, Km CO ² , 24 saatda mq/100 q torpaq	Mikroorqanizmlərin tənəffüsü, saatda CO ² /qr	
Bitkisiz neftlə çirklənmiş torpaq (boz-qəhvəyi)	5,3 ±0,3 · 10 ⁶	4,1 ±0,3 · 10 ³	53± 0,03	0,4±0,001	
Bitkisiz neftlə çirklənmiş torpaq (boz torpaq-çəmən)	5,5 ±0,3 · 10 ⁶	4,3 ±0,3 · 10 ³	55± 0,03	0,5±0,001	
Bitkili neftlə çirklənmiş torpaq (boz-qəhvəyi) (yoncalı)	- rizosferli	3,6 ±0,2 · 10 ⁷	3,2 ±0,2 · 10 ⁵	78± 0,03	0,95±0,001
	- rizoplanlı	1,8 ±0,2 · 10 ⁷	1,6 ±0,2 · 10 ⁵	69± 0,03	0,75±0,001
Bitkili neftlə çirklənmiş torpaq (boz torpaq-çəmən) (yoncalı)	-rizosferli	3,9 ±0,2 · 10 ⁷	3,4 ±0,2 · 10 ⁵	80± 0,03	0,99±0,001
	- rizoplanlı	1,9 ±0,2 · 10 ⁷	1,8 ±0,2 · 10 ⁵	70± 0,03	0,77±0,001

Torpağın karbohidrogenlərlə çirklənməsi deqradasiyaya məruz qalan mikroorqanizmlərin populyasiyalarının inkişafını stimullaşdırır. Yonca bitkilərinin rizosferində və rizoplanında karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlərin sayı bitkisiz texnogen yolla çirklənmiş torpaqla müqayisədə nəzərəcarpacaq dərəcədə yüksək olmuşdur. Eyni zamanda, müqayisəli ifadədə yonca rizoplanında karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin sayı rizosferdəkindən yüksək

olmuşdur. Heterotrof mikroorqanizmlərin ümumi sayının və karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin sayının artması fonunda bu, çirklənmiş torpağın bitki (yonca) + mikroorqanizmlər sisteminin köməyi ilə özünütəmizləməsinin təsdiqi ola bilər. Bunu bitkisiz torpaqda və yonca bitkilərinin yayılma zonasında ümumi karbohidrogenlərin tərkibinin təhlil nəticələri də təsdiq edir (Cədvəl 3). Göründüyü kimi, yonca rizosfer zonasında ümumi karbohidrogenlərin miqdarı torpaqda cəmi 1,3 q/100 q təşkil etdiyi halda, bitkilərin bilavasitə yaxınlığında, 20-30 sm-dən çox olmayan məsafədə ümumi karbohidrogenlərin miqdarı artıq təxminən 8,7 q/100 q torpaq təşkil etmişdir. Beləliklə, qeyd etmək olar ki, yonca bitkilərinin neftlə çirklənmiş torpaqda funksional fəaliyyəti nəticəsində torpaqda karbohidrogenlərin tərkibinin azalmasına qatqı göstərən özünütəmizləmə prosesləri gedir [33, s.125].

Cədvəl 3

Bitumlaşdırılmış torpaqda karbohidrogen tərkibi (bitkili və bitkisiz)

Variant	Karbohidrogenlərin tərkibi, q/100 q torpaq	
	Təmiz torpaq (fon)	Çirklənmiş torpaq
Bitkisiz (nəzarət)	0,1	8,8
Bitkili (yoncalı) rizosferli	0,06	1,2

Aşkar edilmişdir ki, yonca bitkisi formasıyalı neftlə çirklənmiş torpaqda, bitkilərin rizosfer və rizoplanında denitrifikatorların sayı istisna olmaqla, azot fiksatorlarının, aktinomisetlərin, sellüloz parçalayanların, nitrifikatorların, ammonifikatorların sayı bitki örtüyü olmayan neftlə çirklənmiş torpaqla müqayisədə nisbətən daha yüksək olmuşdur (Cədvəl 4). Yonca rizosferində demək olar ki, bütün təhlil edilən mikroorqanizm qruplarının sıxlığı bitkisiz torpaqda müvafiq mikrob populyasiyalarının sayını üstələyir ki, bu da “rizosfer effekti”nin mövcudluğunu təsdiqləyir. Beləliklə, bu bitki növü torpaq mikrobiotasının ümumi metabolik fəaliyyətini stimullaşdırıb.

Cədvəl 4

Neftlə çirklənmiş boz-qonur torpaqda torpaq mikroorqanizmlərinin mühüm fizioloji qruplarının sayı (KƏV, /q torpaqda) (bitkili və bitkisiz)

Variant	Azot fiksasiyası	Nitrifikatorlar	Ammonifikasiya	Aktinomisetlər	Sellüloz parçalayan
Bitkisiz (nəzarət)	$4,6 \pm 0,3 \cdot 10^6$	$3,6 \pm 0,3 \cdot 10^3$	$3,5 \pm 0,3 \cdot 10^6$	$4,4 \pm 0,1 \cdot 10^6$	$2,3 \pm 0,3 \cdot 10^5$
Rizosfer bitkisi	$5,4 \pm 0,2 \cdot 10^7$	$2,6 \pm 0,4 \cdot 10^4$	$4,6 \pm 0,3 \cdot 10^7$	$5,9 \pm 0,3 \cdot 10^7$	$5,9 \pm 0,3 \cdot 10^6$

Yoncalı və yoncasız variantlarda torpaq fermentlərinin fəaliyyətinin tədqiqi göstərmiş ki, yoncanın iştirakı ilə bütün tədqiq olunan fermentlər bitkisiz torpaqla müqayisədə daha çox aktivlik nümayiş etdirir (Cədvəl 5). Bu onu

təsdiqləyir ki, neftlə çirklənmiş torpaqda bitkilərin rizoplanında və rizosferində bir çox mikroorqanizm qruplarının, o cümlədən destruktur mikroorqanizmlərin həyati fəaliyyəti üçün daha əlverişli şərait yaranır ki, bu da torpağın ferment sisteminin daha böyük aktivliyinin təzahüründə öz əksini tapır [33, s.135].

Cədvəl 5

Neftlə çirklənmiş torpaqda torpaq fermentlərinin aktivliyi (bitkili və bitkisiz)

Variant	Katalaza, ml O ₂ /dəq 1 q torpaq	ΠΦO, 100q torpağa 30 san. mq purpurqalin	İnvertaz, 24 saatda q torpaqda mq qlükoza	Ureaz, mq NH ₃ / 24 saatda 10 q torpaq	Dehidrogenaz, mq, 24 saatda TFF/q torpaq
Bitkisiz (nəzarət)	0,63 ± 0,03	12,2 ± 0,88	5,8 ± 0,02	3,1 ± 0,09	6,8
Bitkili (yoncalı) - rizosferli	0,92 ± 0,03	16,6 ± 0,88	8,9 ± 0,02	4,9 ± 0,09	9,7

Laboratoriya modelləşdirmə şəraitində boz-qəhvəyi torpaqdan n-heksadekan, kerosin, toluol, p-ksilen və fenantrenin ayrılmış deqradasiya ştammları tərəfindən deqradasiyasının təhlili göstərmişdir ki, yonca rizosferindən ayrılmış ştammların orta destruktiv aktivliyi bitkisiz torpaqdan ayrılmış mikroorqanizmlərin destruktiv aktivliyi ilə praktiki olaraq üst-üstə düşür. Bununla belə, tədqiq edilmiş karbohidrogenlərə münasibətdə ən aktiv bəhrələr yoncanın rizosferində və rizoplanında deqradatorlar arasından ayrılmışdır. Mikroorqanizmlərin bütün ayrılmış bəhrələri bu və ya digər dərəcədə strukturuna görə müxtəlif olan karbohidrogenlərdən – parafin və aromatlardan – yeganə karbon və enerji mənbəyi qismində istifadə etməyə qadir olmuşdur. Beləliklə, yoncanın rizosferində mikroorqanizm-deqradatorların böyük müxtəlifliyi və yüksək aktivliyi tədqiq edilən ərazidə neftlə çirklənmiş torpaqlar şəraitində torpağın karbohidrogenlərdən təmizlənməsində bu çoxillik bitkilərin müsbət effektini şərtləndirə bilər.

Cədvəl 6

Yoncanın çirklənmiş torpaq və rizosfer mikroorqanizmlərindən ayrılmış mikroorqanizmlərin destruktiv aktivliyi

Variant	Ayrılmış ştammların sayı	Orta destruktiv aktivlik, %				
		Kerosin	n- heksadekan	Toluol	p-ksilen	Fenantren
Bitkisiz (nəzarət)	5	56,1	77,3	65,4	59,1	31,3
Bitkili (yoncalı) rizosferli	9	59,2	82,3	69,9	63,2	38,8

Yoncanın neftlə çirklənmiş torpaqlarda böyümə və inkişaf qabiliyyətinə dair əldə edilmiş verilənlərin işığında Xəzər dənizinin sahil zolağında Siyəzən şəhərində neftçıxarma müəssisələrin yerləşdiyi sahədə 800 m²-dən çox ərazidə neftlə çirklənmiş torpaqların bu tip bitki ilə örtülmə dərəcəsini müəyyən etmək məqsədilə texnogen çirklənmiş torpaqların bitki örtüyünün mozaika nümunəsini göstərən biomonitorinq aparılmışdır. Torpaq örtüyünün mozaiklik səbəbini aşkar etmək üçün yonca yetişdirilən zonalarda tərəfimizdən bu sahələrdən torpaq nümunələri seçilmişdir. Yonca yetişdirilməsinin mümkün olduğu torpaqda karbohidrogen tərkibinin maksimum intensivliyini aşkar etmək vəzifəsi qoyulmuşdur. Nümunə götürərkən bitkinin inkişafının intensivliyi nəzərə alınmışdır ki, bu da kol(lar)ın tutduğu kvadratmetrlərlə ifadə edilmişdir. Ümumilikdə, 15 torpaq nümunəsi götürülmüş və karbohidrogen tərkibi müəyyən edilmişdir. Paralel olaraq, yonca böyüməsi aşkar olunmayan eyni yerlərdən eyni miqdarda neftlə çirklənmiş torpaqlar seçilmişdir. Təhlil nəticələri onu deməyə əsas verib ki, tərkibində karbohidrogen qalıqları 1-1,5%-i aşmayan torpaqda yoncanın normal inkişafı mümkündür. Kolun sahəsi ilə torpağın neft karbohidrogenləri ilə çirklənmə dərəcəsi arasında korrelyasiya aşkar edilmişdir: çirklənmə dərəcəsi nə qədər aşağı olarsa, kol bir o qədər güclüdür və daha geniş sahəni tutur.

Cədvəl 7

*Torpağın çirklənmə dərəcəsindən asılı olaraq yonca böyüməsinin asılılığı, %
(NQÇİ, Siyəzən-neft ərazisi)*

Torpaq nümunələrinin sayı, №	Çirklənmə dərəcəsi / sahə, m ²
1	2,0/0,3
2	1,5/0,4
3	1,1/0,45
4	1,5/0,5
5	1,6/0,7
6	1,7/0,75
7	1,1/0,6
8	0,59/0,2
9	1,9/0,7

Beləliklə, yonca texnogen çirklənməyə qarşı müəyyən tolerantlığa malikdir və artıq torpaqda karbohidrogen miqdarı 1,5%-dən az olduqda neftlə çirklənmiş torpağı kolonizasiya etməyə başlayır. Çox güman ki, bu növ, əsasən çirklənmiş torpaqlarda tumurcuqlar və rizomlarla çoxalır.

Laborator tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, yonca toxumlarının cücərmə qabiliyyəti boz-qəhvəyi torpağın çirklənmə dərəcəsi ilə müəyyən edilir. (Cədvəl 8). Orta hesabla torpağın çirklənmə dərəcəsi 1,0%-i aşmadığı təqdirdə 70% toxum cücərmə qabiliyyəti aşkar edilmişdir. Torpaqda neft konsentrasiyasının artması yonca toxumunun cücərməsinin maneə törədilməsi ilə müşayiət olunur, bu, çirklənmə dərəcəsi 2-3% və ya daha çox olduqda daha güclü təzahür edir. Beləliklə, yonca toxumları neft çirklənməsinə yüksək həssaslıqla xarakterizə olunur.

Cədvəl 8
Müxtəlif konsentrasiyalarda xam neftlə çirklənmiş boz-qəhvəyi torpaqda yonca toxumlarının cücərmə dərəcəsi

Çirklənmə dərəcəsi, %	Cücərmiş toxumların sayı	%, cücərmiş toxum
Təmiz torpaq (nəzarət)	30	100
0,2	29	93
0,5	28	83
1,0	25	50
2,0	7	23
3,0	6	20
4,0	4	13
5,0	2	6
6,0	-	0

Bu növ bitkinin karbohidrogen çirkləndiricilərinin tərkibini bu növün böyüməsinə və inkişafına mənfi təsir göstərməyən miqdarda – 1,0-1,5% azaldıqdan sonra boz-qəhvəyi torpağı kolonizasiya edə bilən ruderal bitkilərin nümayəndələrinə aid olduğunu ehtimal etmək mümkündür. Yoncanı texnogen yolla çirklənmiş torpaqları aktiv şəkildə kolonizasiya etməyə qadir olan r-strateqə (“opportunistic” populyasiyalar) aid etmək olar. Məhz texnogen çirklənmiş torpaqda 1,5% və ya daha az neft karbohidrogenləri olduqda bu bitkilər digər bitki növləri ilə müqayisədə rəqabətə davamlı ola bilər. Bu, onların müəyyən artım sürətinə və həm vegetativ şəkildə, həm də çoxsaylı toxumlarla çoxalma qabiliyyətinə malik olması, çirklənmiş əraziləri örtmək və fitosenozlar silsiləsinin əsasını qoymaq qabiliyyəti ilə bağlıdır. Yoncanın torpağın neft karbohidrogenləri ilə çirklənməsinə müəyyən dərəcədə tolerantlığı Siyəzən şəhərində neft və qaz hasilatı müəssisələrinin yerləşdiyi ərazilərdə bitki örtüyünün ləkəli xarakterini müəyyən edə bilər. Bu bitki növü üzvi çirkləndiricilərlə çirklənmiş boz-qəhvəyi torpaqlar üçün bircə pioner bitkini

özündə təmsil edir. Ekstremal qidalanma mühitini – torpaqların qələvi reaksiyasını, zəif redoks potensialını, şoranlığını, aşağı K_y göstəricilərini, texnogen çirklənməni və s. nəzərə almaqla xam neftə davamlı yonca növlərinin əhəmiyyətinin yüksək olduğunu söyləmək olar, çünki pioner kolonizasiya əhəmiyyətlidir, ilk mərhələlərdə bitki örtüyünün ləkəli xarakterinin aşkar edilməsinə baxmayaraq, bu da torpağın çirklənməsinin mozaiklik dərəcəsi ilə müəyyən edilir.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində yoncanın heterotrof mikroorqanizmlərin sayına, müxtəlif fizioloji qrupların mikrobiotasının, həmçinin karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin aktivliyinə stimullaşdırıcı təsiri göstərilib. Müəyyən dərəcədə çirklənmiş bitkilər neftlə çirklənmiş torpaqlarda heterotrof mikroorqanizmlərin ümumi sayının azalmasının qarşısını alır. Əldə edilən nəticələr göstərir ki, bitkilər torpaq mikrobiotasının normal fəaliyyətinin bərpasına qatqı göstərir və bu da rizosferdə onların mütləq sayını saxlayarkən mikrob icmasında karbohidrogen deqradatorlarının populyasiyaların nisbətini azalması ilə ifadə edilir.

Fitoremediasiya texnologiyalarında istifadə üçün bitkilər çirkləndiricilərə və mümkün temperatur dəyişikliklərinə qarşı tolerantlığa, halofilliyyə, toksikantların və s. parçalanmasını təmin etməyə qadir ferment sistemlərinin mövcudluğuna malik olmalıdır [7, s.123]. Bu bioproseslərdə müstəsna rol kök sistemə, onların quruluşuna aiddir: çubuqvari, lifli, şaxələnmə dərəcəsi və onların əhatə etdiyi torpağın həcmi. Bu baxımdan, yaxşı inkişaf etmiş yan köklərə malik çubuqvari kökü olan yoncada bu köklər həyatın ilk ilində 2-3 m, sonrakı illərdə 10 m-ə qədər dərinliyə nüfuz edir, bu zaman bitkinin kök sistemi kütləsinin yarısı torpağın yuxarı əkinə yararlı təbəqəsində yayılır. Yonca böyük biokütlə əmələ gətirir ki, bu da fitoekstraksiya prosesində çirkləndiricilərin utilizasiya imkanlarını yüksəldir. Yonca lifli budaqlanan kök növünə malikdir, bunun nəticəsində o, böyük həcmdə torpağı əhatə edir ki, bu da ona yüksək fitoremediasiya potensialı – rizodeqradasiya qabiliyyəti, vegetativ orqanların çirkləndiricilərin tərkibinə yüksək müqavimət verir. Bütün bu keyfiyyətlər bu növ bitkini həm bilavasitə, həm də fitoremediasiya mərhələsində çirklənmə dərəcəsiindən asılı olaraq *in situ* texnogen yolla çirklənmiş torpaqların bioremediasiya texnologiyalarında istifadə üçün ən effektiv və perspektivli növlərdən biri kimi fərqləndirir.

Beləliklə, yoncanın torpaqda müəyyən bir karbohidrogen konsentrasiyasına qarşı davamlılığı və eyni zamanda mikroorqanizmlərin müxtəlif fizioloji qruplarının, o cümlədən rizoplan və rizosfer zonasında karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin aktivliyi torpağın çirklənmədən

özünütəmizləməsi proseslərini həyata keçirən aktiv vahid biosistemin – bitki + mikroorqanizmlərin formalaşmasına qatqı göstərir [2, s.81].

Neft hasilatı müəssisələrinin yerləşdiyi rayonda neftlə çirklənmiş boz-qəhvəyi torpaqda yoncanın yaxşı inkişafı belə qənaətə gəlməyə əsas verir ki, Xəzər dənizinin sahil zonasında geniş yayılmış, şoran boz-qəhvəyi və çəmən-boz torpaqlara davamlı, nisbətən neftə davamlı halofitik bitki növünün istifadəsi üzvi çirkləndiricilərlə çirklənmiş torpaqların bioremediasiya texnologiyalarında fitomeliyativ mərhələdə perspektivli ola bilər. Tədqiq olunan ərazidə texnogen çirklənmiş torpaqların fitoremediasiyası üçün integrativ texnologiyaların işlənilməsində müxtəlif növ yonca növlərindən istifadə etmək mümkündür: bu növün nümayəndələri qalın çirklənmə dərəcəsi 1-1,5%-dən çox olmayan texnogen çirkləndiricilərin əsas hissəsindən ilkin təmizləndikdən sonra torpaqları kolonizasiya edə bilərlər.

Çox güman ki, kolonizasiyanın optimal yolu vegetativdir. Eyni zamanda, çirklənmə dərəcəsi 1% və ya daha az olduqda toxum səpilməsindən istifadə mümkündür. Bu mərhələdə əsas vəzifə ən əlçatmaz üzvi birləşmələrin bitki + mikrobiota biosistemi tərəfindən kometabolik parçalanmanın torpaq-bioloji proseslərinin sürətləndirilməsi prosesində çirklənmiş torpaqların reklamasiyasının son mərhələsinə nail olmaqdır.

Müxtəlif bitki növlərinin toksikantları metabolizə etmək qabiliyyətinə dair elmi verilənlərin işığında yonca ilə yanaşı [17; 7, s.132], bu regionun texnogen yolla çirklənmiş torpaqları üçün xarakterik olan digər bitki assosiasiyalarının – donuz otu, biyan kökü və s. kimi nümayəndələri vasitəsilə çirkləndiricilərin detoksifikasiyası prosesini və bu prosesin kəmiyyət aspektlərini həyata keçirmək üçün tədqiqat aparılması aktualdır.

ƏDƏBİYYAT

1. *Алдонин В.Н.* Очистка почв от загрязнения ПАУ на основе применения активных микроорганизмов ризосферы растений// Автореф. дисс. на соискание уч.степени канд.биол.наук.-Пушино, 2004.- 22с.
2. *Артамонова М.Н., Потатуркина-Нестерова Н.И., Беззубенкова О.Е.* Роль бактериальных симбионтов в растительно-микробных ассоциациях //Вестник Башкирского Университета. 2014. т.19.-№1.-С. 81-84.
3. *Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Немцева Н.В., Черкасов С.В.* Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург: УрО РАН.- 2007. -264 с.
4. *Голубев С.Н. и др.* Способ фиторемедиации грунта, загрязненного углеводородами (<http://www.findpatent.ru/patent/240/2403102.html>)
5. *Исмаилов Н.М., Гаджиева В.И., Гасанова М.Г.* Коэффициент минерализации углеводов как показатель самоочищающей способности нефтезагрязненных почв и эффективности применяемых

- методов их рекультивации // Изв. АН АзССР. Сер. биол. н. -1984. № 6. -с. 76-85.
6. *Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф.* Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. Ун-та, 2003. -204с.
 7. *Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садуншвили Т.А., Евстигнеева З.Г.* Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях – М.: Наука, 2005. – 199 с.
 8. *Киреева Н.А., и др.* Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязненных нефтяными углеводородами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5(2).-С.184-187.
 9. *Ларионова Н.Л.* Устойчивость растений к загрязнению почвы углеводородами и эффект фиторемедиации // Автореф. дисс... к.б.н. Казань, 2005.-16с.
 10. *Логинов О.Н. и др.* Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. – 100 с.
 11. *Муратова А.Ю.* Растительно-микробные ассоциации в условиях углеводородного загрязнения // Автореф. дис. ... д-ра. биол. Наук. – Саратов, 2013. – 47 с.
 12. *Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л.М.* Практикум по микробиологии. Учеб. пособие для студ. ВУЗов., 2005. М.: Изд. центр «Академия», 608с.
 13. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы : (Метод. рекомендации) / ВАСХНИЛ, ВНИИ с.-х. микробиологии; [Сост. Поповой Ж. П. и др.]. - Л.: Б. и., 1987. - 47 с
 14. *Пахарькова Н. В. и др.* Оптимизация выбора растений для биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами в условиях Южной Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 8. - С. 28-33.
 15. *Синдирева А.В., Ловинецкая С.Б.* Оценка фитотоксичности почвы, загрязненной нефтепродуктами // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2017. – №1. – С. 116–121.
 16. *Турковская О.В., Муратова А.Ю.* Биодegradация органических поллютантов в корневой зоне растений // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциированных микроорганизмов с растениями. М.: Наука, 2005. С. 180-208.
 17. *Угрехелидзе Д.Ш.* Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. Тбилиси: Мецниереба, 1976.- 222с.
 18. *Унру Е.А.* Экономическая оценка ассимиляционного потенциала лесов Челябинской области по поглощению углекислого газа. // V Международная студенческая электронная научная конференция. 15февраля-31 марта 2013г. (Электронный ресурс <http://www.scienceforum.ru/2013/212/6146>).

19. *Шаббаев В.П.* Применение ростстимулирующих ризосферных бактерий для стимуляции роста растений при загрязнении почвы нефтью, свинцом и кадмием // *Агрохимия*. - 2016. - № 8. - С. 82-87 .
20. *Arthur E.L., Rice P.J., Rice P.J., Anderson T.A., Baladi S.M., Henderson K.L. D., Coats J.R.* Phytoremediation—An Overview // *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2005. - Vol. 24. - P. 109-122.
21. *Chaudhry Q., Blom-Zandstra M., Gupta S., Joner E.J.* Utilising the synergy between plants and rhizosphere microorganisms to enhance breakdown of organic pollutants in the environment // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2005. - Vol. 12, N 5. - P. 34-48.
22. *Gerhardt K.E., Huang X.-D., Glick B.R., Greenberg B.M.* Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: potential and challenges // *Plant Sci.*-2009.-Vol. 176, N1.-P. 20-30.
23. *Glick B.R., Patten C.L., Holguin G., Penrose D.M.* Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. — London: Imperial College press, 1999. - P. 134 - 179.
24. *Hardarson G.* Methods for enhancing symbiotic nitrogen fixation. *Plant and Soil*. 1993. 152. –P.1-18.
25. *Hutchinson S.L., Banks M.K., Schwab A.P.* Phytoremediation of aged petroleum sludge: effect of inorganic fertilizer // *J. Environ. Qual.* 2001. - Vol. 30, N 2. -P. 395-403.
26. *Heijden van der M.G.A., Klironomas J.N., Ursic M. e.a.* Mycorrhizal fungi diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*. 396. 1998. –P. 69-72.
27. *Hiltner L.* Über neuere Erfahrungen und Problem auf dem Gebeit der Bodenbakteriologie und unter besonderer Berücksichtigung der Grundungung und Brache // *Arb Dtsch. Landwirt. Ges.* -1904. -Vol. 98. -P. 59-78.
28. *Karthikeyan R., Kulakow P.A., Leven B.A., Erickson L.E.* Remediation of Vehicle wash sediments contaminated with hydrocarbons: a field demonstration // *Environ. Prog. Sustainable Energy*. -2012. Vol. 31, N 1. - P. 139-146.
29. *Kechavarzi C., Pettersson K., Leeds-Harrison P., Ritchie L., Ledin S.* Root establishment of perennial ryegrass (*L. perenne*) in diesel contaminated subsurface soil layers // *Environ. Pollut.* 2007. - Vol. 145, N 1. - P. 68-74.
30. *Meagher R.B.* Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants // *Current Opinion in Plant Biology*. 2000. - Vol. 3. - P. 153-162;
31. *Merkel N., Schultze-Kraft R., Infante C.* Assessment of tropical grasses and legumes for phytoremediation of petroleum-contaminated soils // *Water Air Soil Pollut.* 2005. - Vol. 165, N 1-4. - P. 195-209.
32. *Pilon-Smits E.* Phytoremediation // *Annu. Rev. Plant. Biol.* 2005. - Vol. 56. -P. 15-39.
33. *Reynolds C.M., Wolf D.C.* Microbial based strategies for assessing rhizosphere enhanced phytoremediation // *Proc. of the Phytoremediation Technical Seminar, Calgary, May 31-June 1 1999.-Ottawa, 1999.-P. 125-135.*

34. Wang Y., Cang T., Zhao X., Yu R., Chen L., Wu C., Wang Q. Comparative acute toxicity of twenty-four insecticides to earthworm, *Eisenia foetida* // *Ecotoxicology and environmental safety*. 2012. T. 79. -P. 122-128.

Redaksiyaya daxil olub 17.10.2023