TESTAREA CAPACITĂȚII PLANTELOR DE SOIA DE A STIMULA DEGRADAREA POLIETILENEI DE DENSITATE SCĂZUTĂ ÎN SOL

TESTING THE ABILITY OF SOYBEAN PLANTS TO STIMULATE THE DEGRADATION OF LOW DENSITY POLYETHYLENE IN SOIL

Vasile TODIRAȘ, ORCID: 0000-0002-3554-0512
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, or. Chișinău, RM
Serghei CORCIMARU, ORCID: 0000-0002-0099-8590
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, or. Chișinău, RM
Svetlana PRISACARI, ORCID: 0000-0002-3554-0512
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, or. Chișinău, RM

CZU: 633.34:632.9(478)

e-mail: todiras.v@mail.ru
e-mail: sergheicorcimaru@hotmail.com
e-mail:prisacarisvetlana@rambler.ru

În cadrul experimentelor vegetaționale în condiții de laborator a fost testată capacitatea plantelor de soia de a stimula degradarea polietilenei de densitate scăzută (low-density polyethylene – LDPE) în sol. S-a demonstrat că prezența benzilor de LDPE în sol nu a avut efecte toxice pentru plante.Plantele de soia au fost mai eficiente în condițiile solului poluat, colectat din gunoiștea de lângă Slobozia-Dușca, și au cauzat cea mai mare degradare a LDPE(2.3% în 39 zile) – în varianta cu bacterizarea semințelor cu Rhizobium japonicum RB-06. Capacitatea de a asigura degradarea semnificativă a LDPE în condițiile toxice reale ale solului poluat a evidențiat un avantaj semnificativ al plantelor de soia, ce ține de elaborarea procedeelor de fitoremedierea terenurilor poluate cu plastic nereciclabil și alți contaminanți.

***Cuvinte cheie**: polietilena de densitate scăzută, LDPE, plastic nereciclabil, bacterii de nodozități. poluarea solului, soia.*

The ability of soybean plants to stimulate the degradation of low-density polyethylene (LDPE) in the soil was tested in the vegetation experiments under laboratory conditions. The presence of LDPE strips in the soil was shown to have no toxic effects on plants. Soybean plants were more efficient in the conditions of the polluted soil, collected from the garbage near Slobozia-Dușca, and caused the greatest degradation of LDPE (2.3% in 39 days) - in the variant with the bacterization of the seeds with Rhizobium japonicum RB-06. Capacity to ensure the significant degradation of LDPE in the real toxic conditions of the polluted soil highlighted a significant advantage of soybean plants, related to the development of phytoremediation procedures for land polluted with non-recyclable plastic and other contaminants.

***Keywords**: low density polyethylene, LDPE, non-recyclable plastic, nodule bacteria, soil pollution, soybean.*

ÎNTRODUCERE

Pe parcursul ultimului deceniu, în majoritatea țărilor cât și în Republica Moldova a apărut problema poluării mediului ambiant cu produse plastice, inclusiv cu polietilenă de densitate scăzută (LDPE).Deoarece produsele plastice sub acțiunea factorilor biotici și abiotici se descompun în particule mai mici, nimerind în sol, apă și aer exercită un impact negativ asupra sănătății solului, dezvoltării plantelor și productivității lor și ca rezultat, pune sub pericol securitatea alimentară și dezvoltarea durabilă a agriculturii [1-4], [5,p.1066], [6, p.755]. Consecințele negative ale poluării mediului ambiant cu reziduuri plastice, inclusiv cu polietilenă de densitate scăzută (LDPE) impun necesitatea elaborării măsurilor de remediere. Din lipsa metodelor chimice și fizice de distrugere eficientă a poluanților din sol, în ultimul timp atenția este îndreptată spre elaborarea procedeelor de degradare biologică [7], [8,p.4146],[9],[10], inclusiv cu aplicarea fitoremedierii [11, p.15].

Fitoremedierea este utilizarea plantelor, microorganismelor de rizosferă asociate cu aceste plante, adausurilor pentru sol și procedeelor agronomice pentru înlăturarea, detoxicarea și distrugerea poluanțiilor nocivi din mediul înconjurător. Fitoremedierea este tot mai activ studiată ca mijloc de restabilire a solurilor poluate cu diverse substanțe organice și neorganice(poluanți organici persistenți, metale grele, etc). Fitoremedierea deja este cu succes utilizată în practica purificării terenurilor agricole și apelor subterane, orășănești,agricole și industriale[12,p.232],[4], [13, p.54].Totodată,la momentul dat practic nimic nu se știe despre posibilități practice de utilizare a fitoremedierii pentru soluri poluate cu materiale plastice.

Reieșind din cele expuse scopul lucrării a fost de a testa capacitatea plantelor de soia de a stimula degradarea peliculei cu densitate scăzută (LDPE) în sol. În calitate de fitoremediatori au fost testate plantele de soia bacterizate și nebacterizate cu tulpinile Rhizobium japonicum RD2.

MATERIAL ȘI METODE

În calitate de obiecte pentru cercetare au servit bacteriile simbiotrof fixatoare de azot *Rhizobium japonicum* RD2, semințele de soia,polietilena cu densitate scăzută (LDPE); solul contaminat cu diverse impurități de la gunoiștea de la Slobozia Dușca,r-nul Criuleni și sol virgin din pădurea raionului Orhei.Experiențele vegetaționale au fost efectuate în condiții de laborator, conform următoarei scheme: (1) „Martor – sol însemânțat cu semințe nebacterizate; (2) "RZ" – sol însemânțat cu semințe bacterizate cu rizobii specifici din Colecția Națională de Microorganisme Nepatogene – *Rhizobium japonicum* RB-06 ; (3) "LDPE" – sol cu LDPE (întrodus sub forma de 2 benzi tăiate longitudinal și 2 benzi tăiate transversal pentru fiecare variantă-repetare) însemânțat cu semințe nebacterizate; (4) „RZ+LDPE„ – sol cu LDPE însemânțat cu semințe bacterizate.

Testarea capacității plantelor de soia de a stimula degradarea LDPE în sol a fost efectuată conform metodelor aprobate [14-16] în condiții de laborator în cadrul experimentelor vegetaționale.

Plantele au fost crescute până la fazele de îmbobocire-înflorire, după care s-au făcut măsurările respective, luîndu-se în calcul următorii indici: capacitatea germinativă a semințelor, lungimea rădăcinilor, înălțimea plantelor (părții aeriene), masa uscată a plantelor (împreună cu rădăcinile), numărul și masa uscată a nodozităților de rădăcină, gradul degradării a LDPE (diminuarea masei la sfârșitul experimentului).

Rezultate și discuții

Întroducerea peliculei cu densitate scăzută(LDPE) în ambele soluri în majoritatea variantelor nu a cauzat schimbări semnificative asupra creșterii plantelor de soia și formării nodozităților pe rădăcinile lor în condițiile ambelor soluri investigate. Scimbările semnificative au fost observate doar în varianta cu soia bacterizată în solul poluat din Slobozia-Dușca, unde lungimea rădăcinii și masa uscată a plantelor s-a majorat față de martorul absolut cu 56,4% și respectiv 47,7% (tab.1).

Tabelul 1

Influența LDPE asupra proceselor de creștere a plantelor de soia și de formare a nodozităților pe rădăcinile lor în condițiile solului poluat și nepoluat cu plastic nereciclabil și alți contaminanți

Varianta*	Capacitatea germinativă a semințelor, %	Lungimea rădăcinii, cm	Înălțimea plantei, cm	Masa uscată a plantelor, g	Numărul nodozităților, buc.	Masa uscată a nodozităților, mg
Sol de pădure din raionul Orhei (nepoluat)						
Martor	66,67±24,66	19,70±3,75	85,72±6,91	3,97±0,38	0,00	0,00
RZ	80,93±24,72	22,37±4,92	96,83±16,19	5,45±2,25	23,67±7,95	16,37±5,07
LDPE	66,67±24,66	18,96±4,24	80,56±14,70	4,21±1,17	0,00	0,00
RZ+LDPE	71,40±16,18	19,37±1,53	95,89±13,43	4,95±1,12	14,67±6,91	8,70±3,43
Sol din gunoiștea de lângă Slobozia-Dușca (poluat)						
Martor	71,43±27,99	15,66±1,39	35,78±4,52	3,10±0,53	0,00	0,00
RZ	90,47±18,68	19,82±1,57	39,90±4,42	3,75±0,33	9,33±2,85	18,03±3,37
LDPE	66,67±24,66	21,81±1,32	36,49±5,87	3,25±0,28	0,00	0,00
RZ+LDPE	80,93±24,72	24,49±5,81	38,90±6,66	4,58±0,96	6,67±2,36	13,63±2,09

Notă: Martor" – sol (fără LDPE) însămânțat cu soia nebacterizată; „RZ" – sol însămânțat cu semințe bacterizate cu tulpina *Rhizobium japonicum*RD2(CNMN-*Rhizobium japonicum*RB-06); „LDPE" – sol tratat cu LDPE și ulterior însămânțat cu semințe nebacterizate; „RZ+LDPE" – sol tratat cu LDPE și ulterior însămânțat cu semințe bacterizate. Statisticile sunt arătate prin intervalul de încredere la P=0,95.

Deasemenea, soia s-a manifestat prin rezistența relativ sporită față de toxicitatea solului poluat: 3 din 6 parametri de dezvoltare a plantei nu se deosebesc statistic de variantele paralele cu solul virgin de pădure (tab. 1). S-a schimbat semnificativ doar înălțimea plantei și numărul nodozităților. Nodozitățile din solul poluat au fost mai puține la număr, însă, mai mare în volum față de cele din solul virgin.

Estimarea gradului de degradare a LDPE a evidențiat în diferită măsură potențialul fitoremedia tor al plantelor de soia. Conform rezultatelor obținute, în experimentele vegetaționale, degradarea LDPE a avut loc în ambele soluri și în toate variantele cu plante. Cea mai mare diminuare a masei LDPE (2,917 mg) a fost stabilită în solul poluat din Slobozia-Dușca, unde a fost cultivată soia bacterizată cu tulpina specifică de rizobii (*Rhizobium japonicum* RD2). Această diminuare a fost semnificativ mai mare față de restul variantelor cu soia (inclusiv și față de variantele cu sol virgin de pădure, unde diminuarea LDPE a fost de 3,5-6,5 ori mai mică(tab.2).

Tabelul 2

Influența plantelor de soia bacterizate cu *R. japonicum* RD2 la degradarea LDPE în solurile nepoluate și poluate cu diverse impurități (Exp. vegetațională, soia, soi Aura)

Varianta	Masa inițială a benzilor de LDPE aplicate, g	Diminuarea masei benzilor de LDPE, mg	Gradul degradării LDPE, %
Sol de pădure din raionul Orhei			
LDPE	0,254±0,003	0,450±0,148	0,353±0,114
RZ+LDPE	0,256±0,009	0,608±0,318	0,476±0,246
Sol din gunoiștea de lângă Slobozia-Dușca			
LDPE	0,256±0,008	1,208±0,865	0,934±0,665
RZ+LDPE	0,256±0,006	2,917±0,757	2,261±0,551

Astfel s-a stabilit că soia bacterizată cu tulpina specifică Rh.japonicumRD2 are capacitatea de a spori degradarea peliculei cu densitate scăzută (LDPE), care poate fi un factor cu un potențial promițător al acestei culturi față de fitoremrdierea terenurilor poluate cu plastic.

CONCLUZII

1. Plantele de soia în comun cu bacteriile azotofixatoare Rhizobium japonicumRD2 pot stimula biodegradarea peliculei cu densitate scăzută(LDPE), ceea ce ar putea fi folosite la fitoremedierea terenurilor poluate cu plastic nereciclabil.

2. Intensitatea de biodegradare depinde în mare măsură de tipul plasticului, de planta fitoremediatoare și alți factori.

Referințe:

1. ASWALE, P., ADE, A. Assessment of the biodegradation of polythene. In:Bioinfolet. 2008, nr.5, p.239. ISSN 0796-4755
2. http://ecofm.md/2020/06/29/ experiment – microplasticul – poate -distruge-agricultura/#respond
3 https://hightech.fm/2020/07/14/microplastics-in-plants
4. LIANZHEN, L. et al. Effective uptake of submicrometre plastics by crop plants via a crack-entry mode. In: Nature Sustainability. 2020, vol. 3, p. 929-937. ISSN (Oline): 2398-9629
5. RILLING, M. et al. Microplastic effects on plants. In: New Phytologist. 2019, nr.223,p. 1066. ISSN 14698137, 0028646X
6. XIAO-DONG, S. et al. Differentially charged nanopastics demonstrate distinct accumulation in Arabidopsis thaliana. In: Nature Nanotechnology. 2020, vol. 15, pp. 755-760. ISSN 1748-3387
7. RAJENDRAN, S. et al. The role of microbes in plastic degradation. Environmental Waste Management, chapter 12. Editors: Ram Chandra. 2015. ISBN 978-0429-08-348-8
8. TRIBEDI, P., SIL, A. Low-density polyethylene degradation by Pseudomonas sp. AKS2 biofilm. In: Environmental Science and Pollution Research. 2013 vol.20, nr. 6, p.4146. ISSN 0944-134
9. DAS, M., KUMAR, S. An approach to low-density polyethylene biodegradation by Bacillus amyloliquefaciens. In: 3 Biotech. 2014, vol. 5,nr. 1, p.81-86. doi: 10.1007/s13205-014-0205-1
10. DEEPIKA, S., MADHURI, J. Biodegradation of low-density polyethylene by microorganisms from Garbage soil. In: Journal of Experimental Biology and Agriculture Sciences. 2015,vol.3,p 15-21 ISSN 2320-8694 (Oline).
11. PILON-SMITS, E. *Phytoremediation.* In: Annual Review of Plant Biology. 2005, nr. 56, p. 15. ISSN 15452123, 15435008
12. AFZAL, M., KHAN,Q., SESSITSCH, A. Endophytic bacteria: prospects and applications for the Phytoremediation of organic pollutants. In:Chemosphere. 2014, 117C, p.232. ISSN 456535
13. НАЗАРОВ, А., ИЛАРИОНОВ, С . Потенциал использования микробно-

растительного взаимодействия для биоремедиации. В: Биотехнология. 2005, № 5. с.54 ISSN 0234-2758
14. СЭГИ, И. Методы почвенной микробиологии. Москва.: Колос, 1983, с. 268.
15. ОНОФРАШ, Л., ЯКИМОВА, М., КОВАЛЬЖИУ, А., ВОЛОСКОВА, М. Биопрепараты клубеньковых бактерий для активизации процесса фиксации атмосферного азота. В: Симбиотическая азотфиксация и пути ее повышения. Кишинев.: Штиинца, 1992, с. 121. ISBN 5-376-01402-9
16. VOLOSCOV, M. et al. Tulpini de bacterii fixatoare de azot la soia. În: Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Științe Biologice și Chimice, 1995, 1(274), p. 36-38. ISSN 0568-5192.

Notă: *Datele prezentate în articol au fost obținute în cadrul proiectului de cercetare „Potențialul microbiologic pentru degradarea deșeurilor plastice nereciclabile”, înregistrat sub numărul 20.80009.7007.03 în cadrul Programului de stat pentru 2020-2023, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare Științifică și Dezvoltare a Republicii Moldova.*