

Milena RUSIN<sup>1</sup> i Janina GOSPODAREK<sup>1</sup>

## WPLYW ZWIĄZKÓW ROPOPOCHODNYCH NA ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH MAKROELEMENTÓW W ROŚLINACH BOBU (*Vicia faba* L.)

### EFFECT OF OIL DERIVATIVES ON THE CONTENT OF SELECTED MACROELEMENTS IN PLANTS OF *Vicia faba* L.

**Abstrakt:** W dobie silnego rozwoju przemysłu, motoryzacji, rozbudowy szlaków komunikacyjnych i sieci dystrybutorów paliw coraz częściej dochodzi do skażenia środowiska substancjami ropopochodnymi. Związki te, przedostając się do gleby, niszczą jej strukturę, zaburzają gospodarkę powietrzno-wodną, modyfikują właściwości fizykochemiczne, naruszają równowagę biologiczną oraz negatywnie oddziałują na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Celem przeprowadzonych badań było określenie oddziaływania benzyny, przepalowanego oleju silnikowego oraz oleju napędowego na zawartość wybranych składników pokarmowych (azotu, fosforu i potasu) w liściach i korzeniach bobu (*Vicia faba* L.). Dodatkowo określono oddziaływanie procesu bioremediacji na wyżej wymienione cechy. Doświadczenie polowe zostało przeprowadzone w 2013 roku na obszarze nieużytków rolnych w Mydlnikach, położonych niedaleko Krakowa. Jest to obszar, który w 2010 roku został sztucznie zanieczyszczony substancjami ropopochodnymi w ilości 6000 mg na kg s.m. gleby. Połowa z obiektów została poddana procesowi bioremediacji. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wszystkie zastosowane substancje ropopochodne przyczyniły się do spadku zawartości azotu w liściach i korzeniach, ale z drugiej strony spowodowały wzrost zawartości potasu i fosforu w liściach roślin. Zastosowanie biopreparatu powodowało najczęściej wzrost zawartości wszystkich analizowanych składników pokarmowych w liściach roślin, z kolei w przypadku korzeni bioremediacja wykazywała zmienne oddziaływanie.

**Słowa kluczowe:** substancje ropopochodne, bioremediacja, składniki pokarmowe

Intensywny rozwój urbanizacji i mechanizacji jest jedną z głównych przyczyn zanieczyszczenia środowiska produktami ropopochodnymi, które oddziałują niekorzystnie na wszystkie elementy środowiska przyrodniczego [1]. Przedostając się do gleby powodują zaburzenie gospodarki powietrzno-wodnej [2], modyfikują właściwości fizykochemiczne [3], naruszają równowagę biologiczną [4, 5] oraz negatywnie oddziałują na aktywność enzymatyczną gleby [6-8]. Mają także niekorzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin [9, 10]. Zanieczyszczenie gleby ropą i substancjami ropopochodnymi może doprowadzić do całkowitego zaniku roślin i wyłączenia gruntów z użytkowania rolniczego na wiele lat [11, 12]. Zmiany składu chemicznego gleb, spowodowane obecnością substancji ropopochodnych, mogą doprowadzić do deficytu wody i tlenu, przyswajalnych form azotu i fosforu [13] oraz innych makro- i mikroelementów, a także mieć wpływ na absorpcję poszczególnych składników pokarmowych przez rośliny i ich zawartość w organach roślinnych [14]. Ponadto w glebie zanieczyszczonej związkami ropopochodnymi następuje rozwój bakterii i grzybów, dla których stanowią one główne źródło energii. Pobierają one wówczas znaczne ilości makroelementów, głównie azotu, co doprowadza do zmniejszenia dostępności tego składnika dla roślin [15].

<sup>1</sup> Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, tel. 12 662 44 00, email: milena\_rusin@wp.pl

\* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole' 14, Jarnołtówek, 15-17.10.2014

Celem przeprowadzonych badań było określenie następczego wpływu benzyny, przepracowanego oleju silnikowego oraz oleju napędowego na zawartość wybranych składników pokarmowych w liściach i korzeniach bobu.

### **Materiał i metody**

Materiał roślinny wykorzystany do analizy pochodził z obszaru Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego w Mydlnikach, znajdujących się niedaleko Krakowa. W 2010 roku gleba umieszczona w specjalnych kontenerach o pojemności 1 m<sup>3</sup> została sztucznie zanieczyszczona benzyną, przepracowanym olejem silnikowym i olejem napędowym w ilości 6000 mg substancji ropopochodnej na 1 kg s.m. gleby, a następnie połowa z kontenerów została poddana procesowi bioremediacji przy użyciu preparatu, zawierającego w swym składzie wyselekcjonowane organizmy prokariotyczne. Kontrolę stanowiła gleba umieszczona w takich samych kontenerach, ale niezanieczyszczona. Doświadczenie zostało założone w czterech powtórzeniach. Dokładny opis doświadczenia przedstawiono we wcześniejszej publikacji [16].

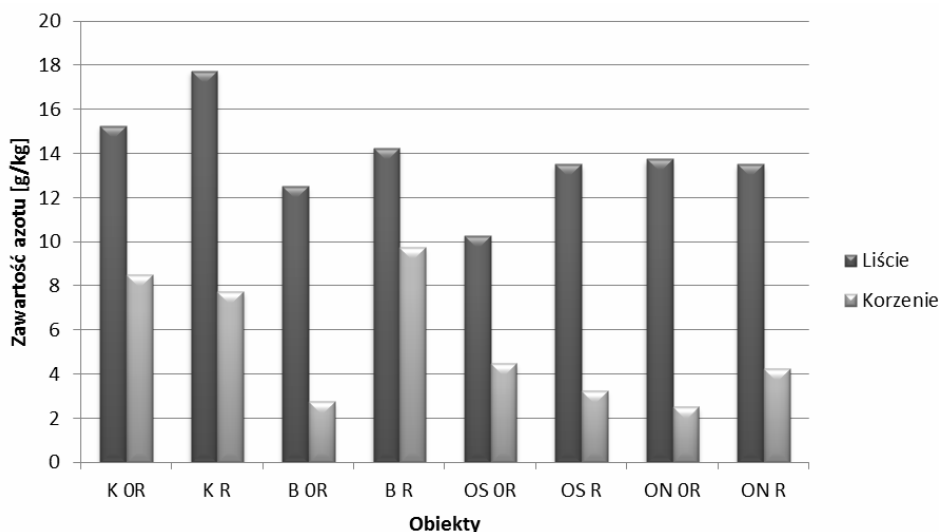
Przez kolejne lata, aż do 2013 roku, gleba w kontenerach była pozostawiona bez ingerencji. Nasiona bobu odmiany Windsor Biały zostały wysiane na początku kwietnia 2013 roku, a liście i korzenie przeznaczone do analiz pobrano w lipcu. Próbkę roślin zostały dokładnie rozdrobione, wysuszone i zmielone, a następnie oznaczano w nich zawartość azotu, fosforu i potasu po mineralizacji na sucho w piecu muflowym (500°C przez 3 godziny) i roztworzeniu popiołu w kwasie azotowym(V) (1:2). Próbkę materiału roślinnego przeznaczoną do mineralizacji stanowiła średnią próbę z wszystkich czterech powtórzeń. Wybrane składniki pokarmowe zostały oznaczone z użyciem spektrofotometru Spectroquant Pharo 300. Urządzenie to umożliwia szybkie ilościowe oznaczenie mikro- i makroelementów w szerokim zakresie stężeń, dzięki możliwości stosowania gotowych testów analitycznych. W doświadczeniu wykorzystano kuwetowe testy zawartości azotu ogólnego, potasu i fosforanów firmy Merck. Oznaczenie spektrofotometryczne polegało na pomiarze absorpcji promieniowania widzialnego i w bliskim nadfiolecie barwnych związków, w które przeprowadza się oznaczane substancje.

### **Wyniki i dyskusja**

Zawartość makro- i mikroelementów w roślinach zależy od wielu czynników. Do najważniejszych z nich zalicza się: gatunek rośliny, a także warunki klimatyczne i glebowe, w których roślina rośnie i rozwija się. Jakikolwiek zmiany w tym środowisku, spowodowane przez różne czynniki, mogą przyczynić się do zmiany zawartości składników pokarmowych w organach roślinnych [17]. W przeprowadzonym doświadczeniu czynnikiem takim było skażenie gleby substancjami ropopochodnymi, które doprowadziło do zmiany zawartości azotu, fosforu i potasu zarówno w liściach, jak i korzeniach roślin bobu, rosnących w warunkach zanieczyszczonych.

Zawartość azotu w liściach roślin mieściła się w granicach 10,25-17,75 g/kg suchej masy, z kolei w korzeniach 2,50-9,75 g/kg suchej masy (rys. 1). Wszystkie zastosowane substancje ropopochodne przyczyniły się do zmniejszenia zawartości azotu zarówno w liściach, jak i korzeniach roślin. Najbardziej niekorzystnie na analizowaną cechę w przypadku liści oddziaływał olej silnikowy, z kolei w przypadku korzeni olej napędowy,

który spowodował prawie trzykrotne obniżenie zawartości azotu w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zastosowany proces bioremediacji we wszystkich obiektach, z wyjątkiem zanieczyszczonego olejem napędowym, przyczynił się do zwiększenia zawartości azotu w liściach roślin, co najbardziej widoczne jest w obiekcie zanieczyszczonym olejem silnikowym, w którym użycie biopreparatu doprowadziło do zwiększenia zawartości tego makroskładnika o blisko 4 g na 1 kg suchej masy liści. W przypadku korzeni korzystne działanie procesu bioremediacji odnotowano w obiekcie zanieczyszczonym benzyną, gdzie zawartość azotu zwiększyła się niemal trzykrotnie, oraz w obiekcie zanieczyszczonym olejem napędowym.

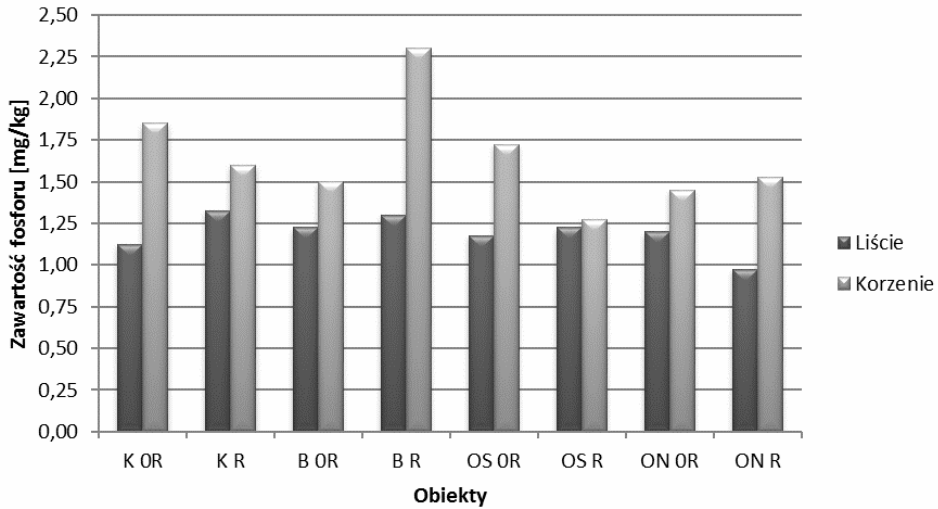


Rys. 1. Wpływ związków ropopochodnych na zawartość azotu w liściach i korzeniach roślin  
 Fig. 1. Effect of oil derivatives on the nitrogen content in the leaves and roots of plants

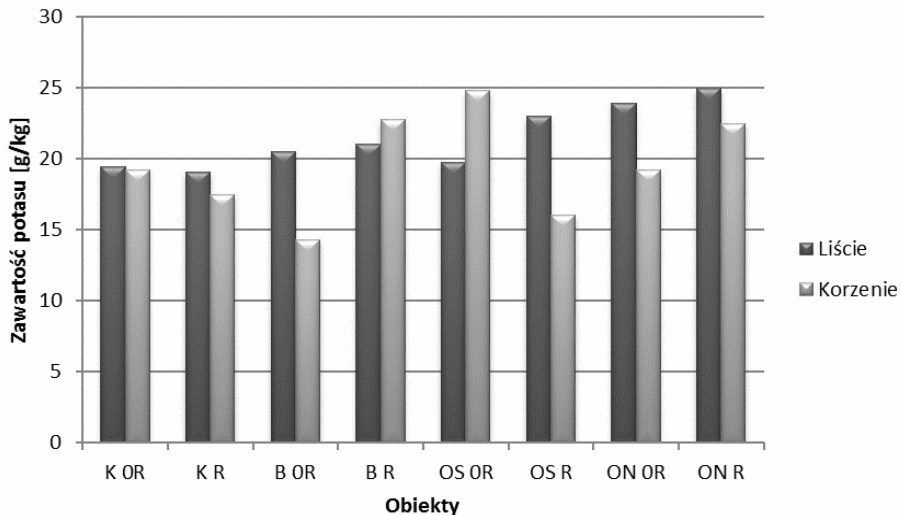
Zawartość fosforu we wszystkich obiektach była wyższa w korzeniach niż w liściach roślin bobu (rys. 2). Podobnie jak w poprzednim analizowanym przypadku, wszystkie zastosowane związki spowodowały obniżenie zawartości fosforu w korzeniach bobu, jednak tylko olej napędowy doprowadził do spadku zawartości tego pierwiastka w liściach roślin. W przypadku liści odnotowano niewielkie, lecz korzystne oddziaływanie biopreparatu w obiekcie kontrolnym, zanieczyszczonym benzyną i olejem silnikowym oraz negatywne w obiekcie zanieczyszczonym olejem napędowym. Zastosowana bioremediacja doprowadziła do wzrostu zawartości fosforu w korzeniach roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej benzyną i olejem napędowym, z kolei do spadku - w obiekcie kontrolnym i zanieczyszczonym olejem silnikowym.

Wszystkie zastosowane polutanty spowodowały wzrost zawartości potasu w liściach roślin (rys. 3). Największe różnice w odniesieniu do kontroli odnotowano w obiekcie zanieczyszczonym olejem napędowym, w którym zawartość analizowanego składnika wzrosła o prawie 5 g na 1 kg suchej masy liści. Benzyna i olej napędowy przyczyniły się do zmniejszenia zawartości potasu w korzeniach, z kolei olej silnikowy do jej wzrostu.

Zastosowany biopreparat we wszystkich obiektach z wyjątkiem kontrolnego spowodował zwiększenie zawartości potasu w liściach roślin. W odniesieniu do korzeni wykazywał takie samo oddziaływanie jak w przypadku fosforu.



Rys. 2. Wpływ związków ropopochodnych na zawartość fosforu w liściach i korzeniach roślin  
Fig. 2. Effect of oil derivatives on the phosphorus content in the leaves and roots of plants



Rys. 3. Wpływ związków ropopochodnych na zawartość potasu w liściach i korzeniach roślin  
Fig. 3. Effect of oil derivatives on the potassium content in the leaves and roots of plants

Wyszkowski i Wyszkowska [18] wykazali w swych badaniach, że olej napędowy i benzyna przyczyniają się do zmniejszenia zawartości azotu w roślinach, co pokrywa się z wynikami niniejszego doświadczenia. Autorzy podkreślili także, że intensywność oddziaływania związków ropopochodnych w dużej mierze zależy od ich rodzaju, dawki, a także od gatunku testowanej rośliny. Ci sami autorzy na podstawie innego eksperymentu stwierdzili, że olej napędowy w dawce 9 g/kg suchej masy gleby przyczynia się do ponad 2-krotnego obniżenia zawartości azotu, ale także do niewielkiego wzrostu zawartości fosforu w nadziemnych częściach owsa zwyczajnego [17]. W tych samych badaniach wykazano, że olej napędowy w dawce 6 g/kg suchej masy gleby powoduje wzrost zawartości potasu w roślinach, jednak w wyższych dawkach doprowadza do silnego obniżenia zawartości tego makroskładnika. Autorzy zaznaczają także, że dodatek azotu do gleby zanieczyszczonej przyczynia się do wzrostu zawartości magnezu i wapnia w roślinach, jednak z drugiej strony także do spadku zawartości potasu i fosforu.

Wyszkowski i in. [14] wykazali, że dawka oleju napędowego wyższa niż 6 g/kg suchej masy gleby przyczynia się do niemal trzykrotnego obniżenia azotu w nadziemnych częściach łubinu żółtego i tylko do niewielkiego spadku zawartości tego pierwiastka w korzeniach. W niniejszym doświadczeniu substancja ta przyczyniła się do większego obniżenia zawartości azotu w korzeniach bobu niż w liściach. Rozbieżności wynikają prawdopodobnie z innego gatunku rośliny użytego w obu eksperymentach. Należy także podkreślić, że zanieczyszczenie gleby w niniejszym eksperymencie zostało przeprowadzone trzy lata wcześniej, podczas gdy w badaniach Wyszkowskiego i in. miało to miejsce jedynie 18 dni przed wysiewem roślin. Zależności między zawartością potasu i fosforu w obu eksperymentach kształtowały się podobnie.

## **Wnioski**

1. Wszystkie zastosowane związki ropopochodne przyczyniły się do spadku zawartości azotu zarówno w liściach, jak i korzeniach bobu.
2. Zanieczyszczenie gleby benzyną, olejem silnikowym i olejem napędowym przyczyniło się do spadku zawartości fosforu w korzeniach rośliny testowej, lecz tylko olej napędowy doprowadził do spadku zawartości tego składnika w liściach roślin.
3. Benzyna spowodowała spadek zawartości potasu w korzeniach roślin, z kolei olej silnikowy jego wzrost, jednak wszystkie zastosowane związki przyczyniły się do zwiększenia zawartości tego pierwiastka w liściach roślin.
4. Zastosowana bioremediacja najczęściej przyczyniała się do zwiększenia zawartości wszystkich analizowanych makroelementów w liściach roślin, z kolei w przypadku korzeni wykazywała zmienne oddziaływanie, zależne od zastosowanej substancji i rodzaju składnika pokarmowego.

## **Podziękowania**

Projekt realizowany w ramach dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich UR finansowanych w trybie konkursowym w 2014 roku. Nr tematu 5455.

## Literatura

- [1] Chi YF, Krishnamurthy M. Enzymes for enhancing bioremediation of petroleum-contaminated soils. A brief review. *Air Waste Manage Assoc.* 1995;45:453-460. DOI: 10.1080/10473289.1995.10467375.
- [2] Iturbe R, Flores C, Castro A, Torres LG. Sub-soil contamination due to oil spills in zones surrounding oil pipeline-pump stations and oil pipeline right-of-ways in Southwest-Mexico. *Environ Monit Assess.* 2007;133(1-3):387-398. DOI: 10.1007/s10661-006-9593-y.
- [3] Caravaca F, Rodán A. Assessing changes in physical and biological properties in soil contaminated by oil sludges under semiarid Mediterranean conditions. *Geoderma.* 2003;117:53-61. DOI: 10.1016/s0016-7061(03)00118-6.
- [4] Bundy JG, Panton GI, Campbell CD. Microbial communities in different soil types do not converge after diesel contamination. *J Appl Microbiol.* 2002;92(2):276-288. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2002.01528.x.
- [5] Baran S, Bielińska EJ, Oleszczuk P. Enzymatic activity in an airfield soil polluted with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Geoderma.* 2004;118(3-4):221-232. DOI: 10.1016/s0016-7061(03)00205-2.
- [6] Kucharski J, Jastrzębska E. Effect of heating oil on the activity of soil enzymes and the yield of yellow lupine. *Plant Soil Environ.* 2006;52(5):220-226. <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50724.pdf>.
- [7] Wyszowska J, Kucharski M, Kucharski J. Application of the activity of soil enzymes in the evaluation of soil contamination by diesel oil. *Polish J Environ Stud.* 2006;15(3):499-504. <http://www.pjoes.com/pdf/15.3/501-506.pdf>.
- [8] Wyszowska J, Kucharski J, Waldowska A. The influence of diesel oil contamination on soil enzymes activity. *Rostl Vyr.* 2002;48(2):58-62. [http://www.cazv.cz/2003/2002/rv2\\_02/Wyszowska2.pdf](http://www.cazv.cz/2003/2002/rv2_02/Wyszowska2.pdf)
- [9] Liste H, Felgentreu D. Crop growth, culturable bacteria and degradation of petrol hydrocarbons (PHCs) in a long-term contaminated field soil. *Appl Soil Ecol.* 2006;31:43-52. DOI: 10.1016/j.apsoil.2005.04.006.
- [10] Małuszyński MJ, Małuszyńska I. Odporność wybranych gatunków roślin na zanieczyszczenie gleby przeprowadzonym olejem silnikowym. *Inż Ekolog.* 2009;21:40-47. <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPW9-0012-0019>.
- [11] Ogboghodo IA, Erebor EB, Osemwota IO, Isitekhale HH. The effects of application of poultry manure to crude oil polluted soils on maize (*Zea mays*) growth and soil properties. *Environ Monit Assess.* 2004;96(1-3):153-161. DOI: 10.1023/b:emas.0000031724.22352.af.
- [12] Ogboghodo IA, Iruaga EK, Osemwota IO, Chokor JU. An assessment of the effect of crude oil pollution on soil properties, germination and growth of maize (*Zea mays*) using two crude types - Forcados Light and Escravos Light. *Environ Monit Assess.* 2004;96(1-3):143-152. DOI: 10.1023/b:emas.0000031723.62736.24.
- [13] Obire O, Nwabuetu O. Effects of refined petroleum hydrocarbon on soil physico-chemical and bacteriological characteristics. *JASEM.* 2002;6(1):39-44. DOI: 10.4314/jasem.v6i1.17193.
- [14] Wyszowski M, Wyszowska J, Ziółkowska A. Effect of soil contamination with diesel oil on yellow lupine yield and macroelements content. *Plant Soil Environ.* 2004;50(5):218-226. <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/52751.pdf>.
- [15] Margesin R, Schinner R. Laboratory bioremediation experiments with soil from a diesel-oil contaminated site - significant role of cold-adapted microorganisms and fertilizers. *J Chem Tech Biotechnol.* 1997;70:92-98. DOI: 10.1002/(sici)1097-4660(199709)70:1<92::aid-jctb683>3.0.co;2-m.
- [16] Gospodarek J, Kołoczek H, Pietryszak P, Rusin M. Effect of bioremediation of oil derivatives in soil on *Pterostichus* sp. (Coleoptera, Carabidae) occurrence. *Ecol Chem Eng A.* 2013;20(4-5):545-554. DOI: 10.2428/ecea.2013.20(04)051.
- [17] Wyszowski M, Wyszowska J. Effect of enzymatic activity of diesel oil contaminated soil on the chemical composition of oat (*Avena sativa* L.) and maize (*Zea mays* L.). *Plant Soil Environ.* 2005;51(8):360-367. <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50994.pdf>.
- [18] Wyszowski M, Ziółkowska A. Effect of compost, bentonite and calcium oxide on content of some macroelements in plants from soil contaminated by petrol and diesel oil. *J Elementol.* 2009;14(2):405-418. DOI: 10.5601/jelem.2009.14.2.21.

## **EFFECT OF OIL DERIVATIVES ON THE CONTENT OF SELECTED MACROELEMENTS IN PLANTS OF *Vicia faba* L.**

Department of Agricultural Environment Protection, University of Agriculture, Kraków

**Abstract:** In the era of fast growth of industry, automotive, transport routes and the development of a network of fuel distributors environmental contamination with oil derivatives is more frequent. These compounds getting into the soil destroy its structure, cause air-water management disruption, modify the physico-chemical properties, affect the biological balance and have a negative impact on the growth and development of crops. The aim of this study was to determine the effect of petrol, engine oil and diesel oil on the content of selected nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in the leaves and roots of broad bean (*Vicia faba* L.). In addition, the effect of bioremediation in the above-mentioned characteristics was determined. The field experiment was carried out in the wastelands in Mydlniki, near Krakow in 2013. It is the area that was artificially contaminated with oil derivatives in amount of 6000 mg/kg of dry soil in 2010. Half of the objects have undergone a process of bioremediation. The results of the experiment showed that all used oil derivatives contributed to the decrease of nitrogen content in the leaves and roots, but on the other hand, caused an increase of potassium and phosphorus content in the leaves of plants. The use of biopreparation most often caused an increase in the content of all analyzed nutrients in the leaves of plants while in the case of roots bioremediation showed a variable effect.

**Keywords:** oil derivatives, bioremediation, nutrients