

# Agronomický prínos ÚOP zameraných na sanáciu PCB látok na poľnohospodárskej pôde

Z vedecko-technického hľadiska najzložitejšou, podobne z agro-ekologického a finančného hľadiska najvýznamnejšou, resp. vôbec najrozsiahlejšou rezortnou (MPRV SR) úlohou odbornej pomoci (ÚOP), ktorá v potransformačnom období na NPPC – VÚA Michalovce bol doposiaľ riešená, je vlastne séria ÚOP „Založenie – Kontinuita – Terminácia in-situ poloprevádzkových pokusov pre skoncipovanie fytotechnického opatrenia na imobilizáciu/dekontamináciu PCB látok na poľnohospodársky využívanú pôdu“.

Trojročná séria ÚOP bola uskutočnená v rokoch 2021 až 2023, impulzom pre jej zadanie (MPRV SR) boli environmentálne povzbudivé výsledky, ktoré sa dosiahli pri riešení predchádzajúcej ÚOP č. 79/2020 zameranej na „Preverenie imobilizačného efektu diferencovane aktivovaných humínových kyselín na vybrané kongenéry PCB látok ex-situ, s opciou následného riešenia in-situ“. Ide o „najagroekologickejší“ počin ústavu agroekológie,



Aplikácia preparátu, sypkkej konzistencie v jemnej frakcii od firmy ZEOCEM, realizovaná návesným rozmetadlom priemyselných hnojív, hlavný pokus, 20. apríl 2021.

ktorý ako séria zadaní ÚOP je ekvivalentom historicky najvýznamnejšieho vedecko-technického projektu v koordinácii NPPC – VÚA Michalovce, EÚ/FLAGSHIP projektu BIOSKOH, riešeného v období 2016 až 2022.

## Vysoká hladina PCB

Je zrejmé, že k prioritám rozvinutej spoločnosti (kam Slovensko patrí, podobne ako väčšina Európskych kra-

jín) sa čoraz častejšie prisudzuje rozvoj tzv. multifunkčného poľnohospodárstva, z agroekologického hľadiska takého, ktoré nielen vyrába, ale podieľa sa aj na ochrane životného prostredia a udržiavaní prirodzeného charakteru krajiny. Aby sa takto stručne zadefinované ciele, no sú o to obsiahlejšie, podarilo naplniť, je nevyhnutné riešenie aj problémov súvisiacich so starými ekologickými záťažami, ktoré zne-



Aplikácia preparátu, sypkkej konzistencie v jemnej frakcii od firmy HUMAC, realizovaná návesným rozmetadlom priemyselných hnojív, hlavný pokus, 20. apríl 2021.

čisťujú životné prostredie a hlavne poľnohospodársku pôdu. Jednou z takýchto lokalít je oblasť Zemplína, ktorá je považovaná za jednu z najviac zatažených oblastí polychlórovanými bifenyli (PCB) v celej Európe. Na Zemplíne sú PCB považované za všadeprítomné, čo obzvlášť platí pre okolie mesta Strážske. Riešenie tejto závažnej problematiky, hlavne pre ľudí okresov Michalovce, Sobrance a z časti aj Trebišova, je vysoko aktuálne aj štyri desaťročia od ukončenia výroby výrobkov založených na báze PCB (1984). Priemerné hladiny PCB v obyvateľstve Slovenska patria medzi najvyššie v porovnaní s publikovanými údajmi z iných krajín, pričom priemerná hladina v telách obyvateľov okresu Michalovce bola ešte štyrikrát vyššia oproti porovnávacjej skupine z okresu Stropkov. Aj táto skutočnosť poukazuje na stav, že životné prostredie okresu Michalovce je výrazne kontaminované. Keďže PCB do ľudského organizmu vstupujú hlavne cez potravinový reťazec, riešenie načrtnutého problému je orientované prevažne pre poľnohospodársku prvovýrobu s cieľom chrániť zdravie ľudskej populácie.

## Ciele a úlohy ÚOP

Ako to z úvodu a názvov série ÚOP vyplýva, syntetickým cieľom v celku štvorročnej série ÚOP bolo skoncipovanie fytotechnického opatrenia sanačného charakteru pre imobilizáciu, prípadne aj dekontamináciu PCB látok na poľnohospodársky využívanú pôdu. Takéto fytotechnické opatrenie doposiaľ vypracované nie je, preto syntetický výstup nášho riešenia má potenciál strategického významu. Riešenie pre dosiahnutie syntetického cieľa bolo v in-situ podmienkach zostavené na strednodobý horizont, resp. trojročné obdobie. Pri

poloprevádzkový pokus mal byť polyfaktoriálneho charakteru, ktorý sa vyznačuje širšími agroekologickými súvislosťami mimo-produkčného aj produkčného významu. Paralelne, ručne, resp. s využitím maloplošnej techniky, bol založený aj menší, tzv. „zrkadlový pokus“ v lesnej obore o čistej výmere 1 470 metrov štvorcových a to 5. mája 2021. Pri zakladaní nadobudli obidva pokusy multifaktoriálny charakter, kde bolo 50 pokusných členov na hlavnom a 30 na zrkadlovom pokuse, ďalšie faktory, ako napr. rôzne profily pôdy to celé umocňovali. V roku 2022 boli pokusy udržané v plnej kontinuite, a v roku 2023 boli ukončené, samozrejme s určitým drobným časovým sklzom z agronomických dôvodov, čo však z hľadiska technologickej disciplíny je pozitívum navyše.

## Stanovenie obsahu PCB

Pre aktuálnu rizikovú látku, sumu indikatívnych kongenérovaných PCB, v poľnohospodárskej pôde v zmysle zákona č. 220/2004 Z. z. je limitná hodnota na úrovni 0,05 mg.kg<sup>-1</sup>.

Pokračovanie na 11. strane

## Farmet nepodceňuje prípravu pod oziminy

Rok 2024, z pohľadu výsledkov zberu ozimín, je jedným z tých rokov, kedy veľa poľnohospodárov premýšľa, ako zefektívniť ich pestovanie. Mesiac júl a august rozhodujú, ako sa k pôde zachovať, akú formu technologického postupu zvoliť, aby tá budúročná úroda nebola vystavená veľkým stresom a hektickému vplyvu počasia.

Produkty českého výrobcu strojov Farmet Česká Skalica, ponúkajú široký rozsah možností, ako vhodne skombinovať stroje na predsejbové spracovanie pôdy práve pod oziminy. Zákazník si môže vybrať z dlátových, tanierových alebo kombinovaných kypričov, prípadne aj osvedčený kombinovaný stroj Kompaktomat. **Novinkou** pre slovenský trh, je kombinovaný kyprič **Triton HEAVY**. Kombinuje výhody práce tanierových podmietáčov a dlátových kypričov jedným prejazdom. Jeho označením HEAVY, výrobca zúročil dlhoročné skúsenosti z doteraz vyrábaného kombinovaného kypriča



Triton a hĺbkového kypriča Digger. Robustné vyhotovenie rámu, osadenie veľkými taniermi v dvoch radoch (620 alebo 680 mm) a masívnymi radlicami (rovnaké ako u Digger), je tento stroj určený pre extrémne ťažké podmienky s veľkým podielom rastlinných zvyškov. Tanierie pôdu celoplošne spracujú do hĺbky 18, event. 21 cm a následne dva rady mohutných dlát pôdu zónovo prekypria až do hĺbky 40 cm. Dláta si zákazník môže vybrať z 8 typov možností „obutia“, plus doplnenie o podrezávacie krídla radlic. Za sekciou dlát je ešte rad usmerňovacích tanierov a zadný valec. Zadný valec je možné zvoliť v 6 variantoch ako jednoradový: TRS rúrkový, LTX gume-

ný, SDR ťažký diskový, „V“ rezací VR valec, alebo dvojradový: tandem DVR valec, prípadne dvojité ring DRR valec. Variantne je možné stroj vybaviť aj systémom zónového prihnojovania. Pracovné zábery sú 3 m; 4,1 m; 4,9 m; 5,8 m a 6,6 m. Nastavovanie hlavných pracovných orgánov, ako aj ich istenie, je plno hydraulické a tak komfort obsluhy stroja umocňuje aj jednoduchosť pri údržbe a servise stroja.

Ak máte záujem novinku vyskúšať, pokojne nás kontaktujte a budeme radi, ak sa o kvalitách stroja presvedčíte sami.

Ing. DALIBOR CHROPEŇ  
Product manager  
Land Technologies, s. r. o.  
Lužianky  
chropen@landtechnologies.sk



Aplikácia tekutého preparátu nízkoprietokovým aplikátorom od firmy Azoter, realizovaná na povrch pôdy s bezprostredným zapravením do pôdy, hlavný pokus, 21. apríl 2021.



Aplikácia tekutého preparátu firmy CE Invest vo vysokej dávke veľkoplošným postrekovačom na povrch pôdy s bezprostredným zapravením do pôdy, hlavný pokus, 21. apríl 2021.



# Agronomický prínos ÚOP zameraných na sanáciu PCB...



Manuálna aplikácia preparátov sypkej konzistencie na povrch pôdy v hrubej brázde, zrkadlový pokus, 12. máj 2021.



Preparáty sypkej konzistencie na povrchu pôdy v hrubej brázde pred ich zapravením, zrkadlový pokus, 12. máj 2021.



Pohľad na porast sóje fazuľovej, pestovanej v roku 2021, hlavný pokus, 25. jún 2021.

## Pokračovanie z 10. strany

Uvedená hraničná hodnota znamená potrebu fyto-technicky imobilizovať, prípadne dekontaminovať PCB látky rozptýlené v obrovskom objeme pôdnej matrice, pričom s maximom pri ich hraničnej koncentrácii, čo exponenciálne zvyšuje nároky na systém/účinnosť sanácie, resp. kvalitu odvedených prác, ako aj samotnú originalitu/invenciu výskumu. Na stanovenie kľúčového parametra, obsahu PCB látok, bolo počas trvania pokusu odobratých spolu 1 444 rastlinných a pôdných

vzoriek, tým pri počte šiestich sledovaných kongenénov sa vytvoril súbor 8 664 základných údajov. Počet údajov pri sprievodných ukazovateľoch je rádovo vyšší, sledované parametre boli rastlinné i pôdne, pričom ide o biometrické a kvalitatívne ukazovatele úrody, penetrometrické a pôdno-klimatické charakteristiky pôdy, a samozrejme, aj hlavné chemické a mikrobiologické vlastnosti pôdy. Vzhľadom na melioratívne dávkovanie a interakcie rôznych pôdných preparátov, preto aj očakávané vylepšenie pôd-

nych vlastností v sanačnom pokuse, za obzvlášť cenný považujeme doposiaľ u nás málo skúmanú agronomic-kú vlastnosť pôdy, vodo-odolnosť pôdných agregátov (VOA), z ktorých sme nadobudli tiež veľmi slušných 520 pôvodných údajov. Iba pre zaujímavosť, pôdne vzorky na stanovenie VOA boli odobraté 18 a 30 mesiacov po melioratívnom ošetrovaní pôdy, výsledky potvrdzujú niekoľko obzvlášť zaujímavých zistení. Odhliadnuc od akýchkoľvek výsledkov imobilizačno/dekontaminačného charakteru, ktorých uplatnenie je zrejme viac lokálneho ako všeobecného charakteru, samotné zistenia o zmenách pri VOA sú výnimočne cenným agronomic-kým prínosom.

## Výsledky

Z hľadiska účinnosti testovaných sorbentov, v sprievodných subfaktoriálnych laboratórnych pokusoch pri testovaní rôznych koncentráciách podľa ich typu a druhu, sme dosiahli pokles v obsahu PCB látok v modelovom zásobnom roztoke Deloru 106 (výrobok na báze PCB látok) v rozmedzí 60,64 percenta až 1,08 percenta, resp. ide o sorbciu s účinnosťou 39,36 percenta až 98,92 percenta, pričom špeciálne analýzy boli nastavené na sledovanie všetkých prítomných z 209 teoreticky možných kongenénov PCB. V poľných in-situ podmienkach je účinnosť podmienená väčším počtom vplyvujúcich faktorov environmentálneho i technologického pôvodu. Navyše vyznačujú aj značnou premenlivosťou, čo potrebu vytvorenia trojročnej časovej rady, resp. časovo krátkodobého horizontu potvrdilo z hľadiska spätného zhodnotenia. Pri kľúčovom parametri, t. j. pri obsahu PCB látok, boli v „in-situ vzorkách“ sledované štandardné indikatívne kongenény (PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, a PCB-180), pričom v roku 2023 bolo uskutočnených spolu 530 analýz, resp.

3 180 podľa jednotlivých kongenénov. Počet 530 tvorilo 350 vzoriek, odobratých na „hlavnom pokuse“ a 180 vzoriek, odobratých na „zrkadlovom pokuse“. Z hľadiska podielu druhov vzoriek, 320 boli rastlinné vzorky (z toho 200 odobratých na hlavnom a 120 na zrkadlovom pokuse), 210 boli pôdne vzorky (z toho 150 odobratých na hlavnom a 60 na zrkadlovom pokuse). V roku 2023, z celkového počtu 1 920 exaktných údajov, získaných o obsahu PCB látok v rastlinných vzorkách, bolo pod kvantifikačným limitom

46 percent a pri celkovom počte 1 260 exaktných údajov, získaných o obsahu PCB látok v pôdných vzorkách, bolo pod kvantifikačným limitom 95 percent. Pre porovnanie s východiskovým stavom daných parciel, keď pre výber parciel v roku 2021 boli odobraté len pôdne vzorky, bolo pod kvantifikačným limitom iba 21 percent údajov.

## Prístupy k sanácii PCB

K samotnému pozadiu, ÚOP najmä v minulosti zahŕňovali aktivity NPPC –

VÚA Michalovce, súvisiace aj s monitoringom PCB látok. Vzhľadom k svojmu náročnejšiemu charakteru, aktuálna séria ÚOP, na úrovni technologických pokusov, nadviazala skôr na predchádzajúci agronomický výskum v oblasti parametrizácie rizikových vlastností a pedotransferu rezíduí pesticídnych látok a testovanie účinnosti pôdných preparátov. Návrh sanačného opatrenia bolo preto možné sformulovať pre dva prístupy, resp. dva vecne zdôvodniteľné a realizovateľné riešenia.

Pokračovanie na 12. strane



Pohľad na porast pšenice ozimnej, pestovanej v roku 2022, hlavný pokus, 4. júl 2022.



Pohľad na porast kukurice siatej, pestovanej v roku 2023, hlavný pokus, 13. september 2023.

inzercia



# Agronomický prínos ÚOP zameraných na sanáciu PCB...



Meranie penetrometrickeho odporu pôdy na variantoch pokusu v poraste sóje fazuľovej, hlavný pokus, 14. september 2021.



Ukončený odber vzoriek pôdy v roku 2022, hlavný pokus, 29. september 2022.



Meracia koncovka niektorých interných analýz, NPPC – VÚA Michalovce, 15. marec 2021.

## Dokončenie z 11. strany

Môže ísť o balík určitých základných opatrení, prípadne optimálny balík. Pri oboch prístupoch je cieľom dosiahnuť čo najvyšší možný synergický efekt na imobilizáciu PCB látok, resp. aj ich degradáciu a to využitím rôznych pôdnych preparátov, buď už existujúcich a komerčne dostupných, a/alebo s využitím zatiaľ aj nedostupných prototypov. Do určitej miery, sanačný postup je možné založiť na už existujúcich a dostupných preparátoch. Pri náročnejšom

prístupe, ktorý predpokladá potrebu investícií do nových výrobných kapacít, je možné prijať optimálnejšie riešenie s vyššou synergickou účinnosťou. Realizácia oboch prístupov/riešení je náročná z hľadiska logistiky, pričom optimálne riešenie je zrejme viac a tiež z hľadiska nutnosti dodržať prísnejšiu ako agronomicky bežnú technologickú disciplínu.

## Pod'akovanie

Pri riešení ÚOP sme využili poznatky nadobudnuté

inzercia

pri riešení predchádzajúcich vedecko-technických projektov, vlastných, avšak aj mnoho z tzv. „hraničných“ pracovných skúseností a zistení kolegov z iných analytických a výskumných pracovísk, vrátane zahraničných. Preto by sme radi z tohto miesta vyjadrili poďakovanie za špičkovú spoluprácu pri externých analýzách RNDr. Líviu Muchovej a Ing. Mariane Gubovej z ŠVPÚ v Košiciach, RNDr. Lubošovi Vozárovi a Mgr. Monike Dobošovej z EL Labs v Spišskej Novej

Vsi. V rámci špeciálnej analýzy doc. Ing. Ladislavovi Štibrányimu, CSc. z TU v Bratislave, MVDr. Štefánii Pirčovej, MVDr. Martinovi Oravcovi a MVDr. Gabriele Gadusovej z ŠVPÚ v Košiciach a Ing. Barbore Badalíkovej, PhD. z VÚPT v Troubsko u Brna. Poďakovanie za vecnú podporu a cenné rady patrí tiež technologickým partnerom Ing. Martinovi Dživákovi zo ZEOCEMu, a. s., Ing. Gejzovi Szanyimu z HUMAC-u, s. r. o., Ing. Danielovi Ratajovi,

PhD. z AZOTER-u, s. r. o., a Mgr. Martinovi Meliškovi, MBA z CE Invest, s. r. o., v rámci realizátorskej spolupráce za ústretový prístup Ing. Zdenkovi Janičkovičovi a Ing. Štefanovi Radikovi z PD Voľa, a Ing. Jozefovi Adamíkovi z CRW, s. r. o. Z najbližších spolupracovníkov (NPPC – VÚA Michalovce) patrí poďakovanie za zvýšené pracovné nasadenie Ludmile Zausonovej a Ing. Božene Šoltysovej, PhD., pri interných analýzách, kým pri terénnych prácach za kolegiálnu

a plnú spoľahlivosť, ktorou vynikali RNDr. Lubica Šutoová a Mgr. Peter Džačko, žiaľ iba sezónne, a dlhodobo Ing. Pavol Porvaz, PhD. a Ing. Štefan Duplák, PhD. Nakoniec, avšak v prvom rade, poďakovanie za celkovo zdarný priebeh tohto nášho nevedného, no predsa len agronomického snaženia, za silu a tvorivý prístup k prácam, patrí „Najvyššiemu agronómovi“.

Ing. ŠTEFAN TÓTH, PhD.  
NPPC – VÚA Michalovce  
FOTO – AUTOR



Opakované začisťovanie manipulačných chodníkov v poraste kukurice sietej pri skoršej a neskoršej fenofáze (vľavo, resp. vpravo) v roku 2023, hlavný pokus, 5. jún 2023 a 15. jún 2023.



Detail na lúčny porast s lucernou sietou (vľavo) a odobraté vzorky rastlín (vpravo), zrkadlový pokus, 22. máj 2023.