

Efekt pôdneho kondicionéra na báze humínových kyselín HUMAC Agro na pôdu a úrodu i cukornatosť buliev repy cukrovej v kontexte vybraných indikátorov udržateľnosti poľnohospodárskej sústavy

EFFECT OF SOIL CONDITIONER BASED ON HUMIC ACIDS HUMAC AGRO ON SOIL AND YIELD AND SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET IN
CONTEXT OF SELECTED INDICATORS OF AGRICULTURE SYSTEM SUSTAINABILITY

Štefan Tóth¹, Wojciech Rysak², Božena Šoltysová¹, Jaroslav Karahuta³

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Slovensko

²LODR – Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli, Końskowola, Poľsko

³Humaccon, s. r. o., Košice, Slovensko

Systémová analýza súčasného stavu poľnohospodárskych sústav Slovenska i Českej republiky, ako aj ich dlhodobého vývoja, nás vedú k hľadaniu dostupných alternatív regenerácie pôdnej úrodnosti. To bolo aj dôvodom zaradenia perspektívneho pôdneho kondicionéra uhľikového typu a domáceho pôvodu na báze humínových kyselín HUMAC Agro do testovania v rámci poľných stacionárnych pokusov so siedmymi hlavnými poľnými plodinami na NPPC – VÚA Michalovce (2010–2012), ktorých dosiahnuté výsledky v následnej vlne vygenerovali potrebu otestovať uplatnenie daného kondicionéra aj v ďalších plodinách ako aj realizáciu v medzinárodnom meradle. Predkladaný príspevok dokumentuje oficiálne poloprevádzkové výsledky priameho efektu HUMAC Agro na úrodu a cukornatosť buliev repy cukrovej i sledované pôdne vlastnosti, ktoré sa dosiahli v poľných podmienkach na akreditovanom skúšobnom pracovisku LODR Końskowola (štátna poľnohospodárska poradenská firma) v roku 2013.

Materiál a metóda

Pokus s aplikáciou prírodného stimulátora pôdnej úrodnosti HUMAC Agro v poraste repy cukrovej bol založený v roku

2013 na experimentálno-prevádzkovom pracovisku LODR (Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli) v meste Końskowola v Poľsku. Końskowola sa nachádza v juho-východnom Poľsku, v Lubelskom vojvodstve medzi mestami Puławy a Lublin, asi 50 km severozápadne od Lublinu (súradnice: N 51,40861, E 22,05639). Na monitorovanom pracovisku bola v rokoch 2004–2013 priemerná teplota vzduchu za rok 8,4 °C, za vegetačné obdobie 15,3 °C a úhrn zrážok za rok 588,9 mm, za vegetačné obdobie 370,3 mm.

Pokusy boli realizované na pôde stredne ťažkej pseudo-podzolovej, vytvorenej na spraši. Predplodinou repy cukrovej bola repka jarná pestovaná po vymrznutéj repke olejke ozimnej.

Poľný pokus s repou cukrovou odrody Alegra bol realizovaný v bezzávlahových podmienkach pri troch rozdielnych variantoch hnojenia (tab. I.):

- V1 – 500 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro + NPKS,
- V2 – 250 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro + NPKS,
- V3 – kontrola bez hnojenia HUMAC Agro + NPKS.

Veľkosť pokusnej parcely bola 1 ha. Veľkosť každého pokusného variantu bola 3 300 m², pričom pokus bol založený metódou dlhých pásov. Na jeseň (13. 11. 2012) pred hlbokou

Obr. 1. Porast cukrovej repy v jednotlivých variantoch hnojenia poľného pokusu (foto 13. 6. 2013)



Tab. I. Aplikované dávky základných živín pre repu cukrovú

Variant	HUMAC Agro (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	P (kg.ha ⁻¹)	K (kg.ha ⁻¹)	S (kg.ha ⁻¹)
V1	500	60,3	34,9	100,0	28,0
V2	250	94,8	34,9	100,0	28,0
V3	0	94,8	34,9	100,0	28,0

jesennou orbou boli všetky sledované varianty hnojené hnojivom Polifoska 6 v dávke 400 kg.ha⁻¹. Polifoska 6 je NPK(S) hnojivo obsahujúce 6 % N, 20 % P₂O₅, 30 % K₂O a 7 % S.

V jari (16. 4. 2013) pred sejbou repy cukrovej bol na variantoch V1 a V2 aplikovaný HUMAC Agro, a to v dávke 500 kg.ha⁻¹ na variante V1, resp. 250 kg.ha⁻¹ na variante V2. Súčasne bol 1. variant (500 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro) hnojený dávkou 34,5 kg.ha⁻¹ N vo forme močoviny a 2. (250 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro) a 3. variant (kontrola) dávkou 69,0 kg.ha⁻¹ N vo forme močoviny. V priebehu vegetácie repy cukrovej boli aplikované listové hnojivá Basfoliar 36 Extra v dávke 5 l.ha⁻¹ a Adob Bor v dávke 3 l.ha⁻¹. Aplikované dávky základných živín na jednotlivých variantoch hnojenia sú uvedené v tab. I.

Z dôvodu veľmi neskorej jari a teda nízkej teploty pôdy, bol výsev repy cukrovej realizovaný až 22. apríla. Sejba obaľovaných semien repy cukrovej bola uskutočnená do hĺbky 1,5–2,0 cm v spone 0,45 × 0,18 m. V čase výsevu semien bola vlhkosť pôdy optimálna a semená boli zasiate do požadovanej pôdnej hĺbky. Počiatok klíčenia rastlín bol zaznamenaný 2. mája, teda 11 dní po výseve.

Odburinenie repy cukrovej na všetkých troch sledovaných variantoch bolo vykonané v štyroch termínoch: 2. 5. 2013 boli aplikované Betanal Elite v dávke 0,8 l.ha⁻¹ a Betanal Maxx Pro v dávke 0,3 l.ha⁻¹, 14. 5. 2013 bol aplikovaný Betanal Maxx Pro v dávke 1,3 l.ha⁻¹, 20. 5. 2013 Betanal Maxx Pro v dávke 1,25 l.ha⁻¹ s prídavkom Azotop New v dávke 0,5 kg.ha⁻¹ a 8. 6. 2013 bol aplikovaný preparát Fusilade Forte v dávke 1,0 l.ha⁻¹. Uvedené herbicidy účinkovali na väčšinu jednolistových i dvojlistových burín a nemali nepriaznivé účinky na rastliny repy cukrovej. Jednotlivé ohniská letného výskytu pichliača roľného a horčička broskyňolistého boli likvidované ručne.

Na variantoch hnojenia bola sledovaná úroda buliev repy cukrovej a z parametrov kvality obsah cukru v koreňoch repy cukrovej. Cukornatosť bola stanovená polarimetricky. Výpočtom na základe úrod buliev repy cukrovej a cukornatosti boli vypočítané úrody polarizačného cukru. Pred sejbou repy cukrovej

z celej plochy a po zbere z variantov s aplikovaným HUMAC Agro v dávke na 500 kg.ha⁻¹ (V1) a bez aplikácie HUMAC Agro, teda z kontrolného variantu (V3) boli odobrané vzorky pôdy, v ktorých boli stanovené makro a mikroelementy, obsah humusu a hodnoty pôdnej reakcie. Laboratórne analýzy boli vykonané na pracovisku OSCHR v Lubline.

Radi by sme tiež načrtli dôvody vedúce k potrebe testovať pôdne kondicionéry uhlíkového typu. Pri tomto zdôvodnení sme sa uchýlili k modifikácii pomerne staršej metódy uhlíkovej bilancie českého pôvodu, ktorá na rozdiel od novších umožňuje systémový prístup, najmä však hodnotenie a interpretáciu jej dlhodobého vývoja. Základný metodický postup, ktorý sme v systémovej analýze uplatnili, sme odvodili z teórie vývoja poľnohospodárskej sústavy akademika KUDRNU (1). Vlastnou analýzou hodnotíme hospodárenie poľnohospodárskych subjektov na Slovensku i v Českej republike počas rokov 1934–2008, zahŕňajúc tak predvojnové, ako aj predtransformačné i potransformačné obdobie. Podkladové údaje predvojnového obdobia boli dostupné ako priemer za roky 1934–1938. Dosahované charakteristiky konfrontujeme s optimálnymi hodnotami. Základné údaje pre účely analýzy sme použili z oficiálnych štatistických ročeniek, ktoré v predkladanom príspevku necitujeme. Systémovou analýzou hodnotíme predovšetkým súhrnné parametre vývoja poľnohospodárskej sústavy, pričom sme vypracovali a predkladáme tiež dlhodobú bilanciu hlavných živín, kde zahŕňame živiny dodávané v priemyselných aj organických hnojivách. V prípade dusíka kalkulujeme osobitne tiež s alternatívou zvýšeného vkladu N o 1,5 kg.ha⁻¹ na každé percento zastúpenia leguminóz v celkovej štruktúre rastlinnej výroby a vkladom N z atmosférických zrážok na primeranej úrovni 30 kg.ha⁻¹. V bilancii nekalkulujeme so živinami vnášanými rozkladom pozberových zvyškov ani s ťažko vyčísľateľnými stratami spôsobovanými rôznymi formami erózie a vyplavovaním do spodnej vody (orientačne napr. v prípade N ide pri stratách vyplavovaním do spodných vrstiev o hodnoty podobné vkladom atmosférickými zrážkami).

Výsledky a diskusia

Poveternostné podmienky v roku 2013 na sledovanej lokalite sú uvedené v tab. II. Pomerne teplé a slnečné počasie v prvej dekáde mája spôsobilo, že porasty repy cukrovej boli vyrovnané a prvá fáza vývoja rastlín prebiehala normálne. Po vyklíčení semien (od polovice mája) sa v dôsledku dažďových zrážok zvýšila vlhkosť pôdy a tento stav bol až do tretej dekády júna. Zrážky počas tohto obdobia podstatne prekročili mesačný priemer a boli

Tab. II. Poveternostné podmienky v roku 2013 a ich dlhodobý priemer (1871–2008) na sledovanej lokalite

Faktor	Rok, dlhodobý priemer	Mesiac												Suma, priemer za rok	Suma, priemer za vegetáciu
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
Zrážky (mm)	2013	39	30	34	34	85	85	31	7	48	5	44	11	453	261
	1871–2008	31	30	34	40	57	70	84	75	51	47	39	37	587	384
Teplota (°C)	2013	-3,4	-0,6	-1,5	8,7	15,6	18,7	19,8	19,7	21,1	10,3	5,8	2,1	8,9	16,0
	1871–2008	-3,3	-2,3	1,6	7,8	13,5	16,8	18,5	17,4	13,3	8,0	2,8	-1,3	7,7	14,6

príčinou vzniku hubových chorôb na mladých porastoch. Malá časť rastlín repy cukrovej zhnila v pôde a bolo pozorované odumieranie koreňov pod bulvami a následne vyvrátenie zvädnutých rastlín. Neskôr z dôvodu nedostatku zrážok a stvrdnutia povrchu pôdy bol pozorovaný slabší rast koreňov rastlín. Počas leta rast rastlín repy cukrovej prebiehal správne, čo spôsobilo slnečné počasie a obmedzené množstvo zrážok v uvedenom období.

Vzhľadom k vysokému riziku infekcie hubovými chorobami (cerkosporiôza repy cukrovej, *Cerкосpora beticola*) bol 1. 7. realizovaný postrek prípravkom Alerto Solo v dávke 0,5 l.ha⁻¹ a 17. 7. prípravkom Yamato v dávke 1,5 l.ha⁻¹. Ošetrovanie uvedenými prípravkami bolo efektívne a na reepe sa až do polovice septembra neprejavilo žiadne poškodenie listov. V septembri bolo zaregistrované mierne vypuknutie hnejdej škvrnitosti listov a tiež mierne poškodenie listov hmyzom, predovšetkým morou gama *Autographa gamma*.

Z dôvodu priaznivých poveternostných podmienok bol zber repy cukrovej vykonaný až 22. novembra. Z jednotlivých sledovaných variantov výživy boli zistené úrody buliev a boli odobraté priemerné vzorky buliev na stanovenie cukrnatosti. Dosiahnuté úrody buliev na variantoch s aplikáciou stimulantu HUMAC Agro a porovnanie s kontrolou sú uvedené v tab. III.

Aplikácia prírodných stimulantov pôdnej úrodnosti HUMAC Agro mala pozitívny vplyv na úrody repy cukrovej. Po aplikácii 500 kg.ha⁻¹ stimulantu HUMAC Agro sa úrody buliev zvýšili až o 31,8 % v porovnaní s kontrolou bez stimulantu. Podobne aj nižšia aplikovaná dávka stimulantu HUMAC Agro sa prejavila na zvýšení úrod buliev repy cukrovej o 18,7 % v porovnaní s kontrolou.

Kvalita buliev bola hodnotená na základe cukrnatosti. Najvyšší obsah cukru v bulvách (18,43 %) bol zistený na kontrolnom variante, čo súvisí s menšími bulvami a teda nižším zriedčiacim efektom cukrnatosti v koreni repy cukrovej (tab. IV.). Na monitorovaných variantoch výživy bol rovnaký počet jedincov a väčšie korene repy cukrovej na variantoch s aplikáciou stimulantu HUMAC Agro (obr. 1., obr. 2.) boli dôvodom dosiahnutia vyšších úrod a poklesu cukrnatosti.

V tab. IV. sú uvedené aj úrody polarizačného cukru, ktoré boli po aplikácii stimulantu HUMAC Agro vyššie v porovnaní s kontrolou. Vypočítané úrody polarizačného cukru boli po použití 500 kg.ha⁻¹ stimulantu HUMAC Agro 17,39 t.ha⁻¹, po použití 250 kg.ha⁻¹ stimulantu HUMAC Agro 15,25 t.ha⁻¹ a na kontrolnom variante 13,42 t.ha⁻¹. Vyššia aplikovaná dávka stimulantu HUMAC Agro sa prejavila na zvýšení úrod polarizačného cukru o 29,6 % a nižšia dávka na zvýšení o 13,6 % v porovnaní s kontrolou bez stimulantu.

Prírodný stimulant HUMAC Agro ovplyvnil aj hodnoty pôdnej úrodnosti. Po aplikácii 500 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro sa zvýšil obsah humusu v pôde, zvýšila sa tiež hodnota pH (pufrovací efekt) a zvýšil sa aj obsah prístupných foriem sledovaných makro a mikro živín. Vyšší obsah humusu zvyčajne koreluje s vyššou úrodou z dôvodu bohatšej tvorby koreňovej hmoty, ktorá po zbere plodiny v pôde ostáva. Naopak vyšší obsah prístupných foriem živín v pôde zvyčajne koreluje s ich nižším odberom pri nižšej úrode. Vyšší odber živín pri vyššej úrode a napriek tomu na výslednom stave pôdy vyšší obsah živín je žiadateľným efektom pôdnych kondicionérov, ktoré zamedzujú vyplavovanie mobilných foriem živín a zvyšujú prístupnosť živín z ich neprístupných foriem v pôde. Takýto všeobecne žiadateľný efekt nie je samozrejmosťou v akýchkoľvek pôdno-klimatických podmienkach, preto je nevyhnutné efekt aplikácie

Tab. III. Vplyv aplikácie stimulantu HUMAC Agro na úrodu buliev repy cukrovej

Variant hnojenia	Úroda buliev (t.ha ⁻¹)	Úroda ku kontrole (% rel.)
HUMAC Agro v dávke 500 kg.ha ⁻¹	95,97	131,8
HUMAC Agro v dávke 250 kg.ha ⁻¹	86,39	118,7
Kontrola	72,81	100,0

Tab. IV. Vplyv aplikácie stimulantu HUMAC Agro na obsah cukru a úrodu polarizačného cukru

Variant hnojenia	Obsah cukru (%)	Úroda polar. cukru	
		(t.ha ⁻¹)	(% rel.)
HUMAC Agro v dávke 500 kg.ha ⁻¹	18,12	17,39	129,6
HUMAC Agro v dávke 250 kg.ha ⁻¹	17,65	15,25	113,6
Kontrola	18,43	13,42	100,0

pôdnych kondicionérov na zmeny pôdy sledovať a kvantifikovať laboratórnymi analýzami (najmä pre prípady zvýšenia úrod a pokles stavu živín, ktorým sa treba vyhnúť). Na kontrolnom variante sme nezaznamenali zmeny obsahu humusu v pôde (tab. V.), resp. ďalšie sledované zmeny znamenali pokles alebo boli iba nevýrazné. Zistené zmeny boli celkovo v značnom rozptyle (zmeny obsahu humusu ako aj obsahov živín v pôde a pôdnej reakcie), čo pravdepodobne súvisí aj s väčšou prevádzkovou plochou pokusov a teda väčšou pôdnou heterogenitou. V pokuse založenom s repou cukrovou sa bude pokračovať aj v ďalších rokoch, čo umožní presnejšie stanoviť reziduálne zmeny pri jednotlivých parametroch úrodnosti pôdy.

Vplyv pôdneho kondicionéra HUMAC Agro na parametre pôdnej úrodnosti a úrody plodín sme v rokoch 2010–2012 začali sledovať na pokuse pilotného charakteru, ktorý bol založený na experimentálnej báze NPPC – VÚA Michalovce v Millhostove na ťažkej fluvizemi glejovej v porastoch pšenice ozimnej, jačmeňa jarného, kukurice na zno, sóji fazulovej, bôbe obyčajnom, ciroku zrnovom a slnečnici ročnej (2), pričom sme zistili diferencovaný efekt podľa plodín, ročníka, ako aj paralelne sledovaných spôsobov obrábania pôdy (konvenčný, redukovaný, minimálny, bezorbový). Pre pilotný charakter študovanej problematiky bolo v ďalšom období dôležitým primerané časové a priestorové rozloženie vedecko-výskumného riešenia. Ak doceníme skutočnosť, že napr. KAŠ ET AL. (3) pre koncipovanie zásad obohacovania pôd humusom využíva len pri hnojení zemiakov priemyselnými hnojivami a maštaľným hnojom výsledky z 501 poľných pokusov (KAŠ ET AL. (3), s. 59), alebo pri efektívnosti hnojenia priemyselnými hnojivami zhodnocuje výsledky z 30 000 poľných výživárskych pokusov len z Nemecka (KAŠ ET AL. (3), s. 64), musíme objektívne uznať, že potrebu vedecko-výskumného riešenia problematiky vplyvu kondicionérov uhlíkového typu, resp. na báze humínových kyselín, na úrody a kvalitu plodín a regeneráciu pôdnej úrodnosti v poľných podmienkach nie je možné relevantne uzatvoriť. Nazdávame sa skôr, že svojimi obmedzenými možnosťami stále iba prispievame k otvoreniu tejto problematiky.

Tab. V. Stav půdných vlastností pred a po aplikácii pôdneho kondicionéra HUMAC Agro

Parameter	Pred sejbou	Po zbere	
		HUMAC Agro 500 kg.ha ⁻¹	Kontrola
Obsah humusu (%)	1,18	1,59	1,14
pH/KCl	6,19	7,26	4,93
P (mg.kg ⁻¹)	113,7	165,9	89,1
K (mg.kg ⁻¹)	216,7	212,5	210,0
Mg (mg.kg ⁻¹)	71,0	100,0	58,0
B (mg.kg ⁻¹)	1,08	2,00	0,62
Mn (mg.kg ⁻¹)	150,0	237,0	184,0
Cu (mg.kg ⁻¹)	3,2	4,5	2,5
Zn (mg.kg ⁻¹)	8,5	10,3	7,1
Fe (mg.kg ⁻¹)	1 002	1 198	1 142

Pôdny kondicionér HUMAC Agro je oxihumulit (istý druh zoxidovaného hnedého uhlia) s vysokým obsahom humínových kyselín. Aplikáciu ďalších prípravkov na báze hnedého zoxidovaného uhlia na zlepšenie pôdných vlastností a zvýšenie úrody sledovali napr. KIREJČEVA A CHOCHLOVA (4), KIBIREV (5), NADTOČJ (6) a iní, na základe prác ktorých je efekt humínových kyselín spájaný najmä s fyzikálnym a chemickým, čiastočne tiež s biologickým pôsobením. Fyzikálny vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny sa podieľajú na fyzikálnej úprave štruktúry pôdy, zamedzujú vzniku pôdných prasklín a pôdnej erózii schopnosťou zlučovať koloidy. Napomáhajú prevzdušňovaniu pôdy a zlepšeniu pôdnej spracovateľnosti. Chemický vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny regulujú hodnoty pôdnej reakcie, zlepšujú a optimalizujú príjem živín a vody rastlinami. Udržujú vo vode rozpustné minerálne hnojivá v oblasti koreňovej zóny, zabraňujú ich vyplavovaniu a zvyšujú využívanie dusíka rastlinami. Za chemický vplyv sa tiež považuje imobilizácia

Obr. 5. Repa v jednotlivých variantoch hnojenia (foto 13. 6. 2013)



xenobiotických látok v pôde, ktorých miera fyto toxického pôsobenia (najmä rezíduí pesticídov) na pestované plodiny sa týmto spôsobom znižuje. Biologický vplyv sa prejavuje tým, že humínové kyseliny biologicky stimulujú rastliny i činnosť mikroorganizmov, pôsobia ako organické katalyzátory v mnohých biologických procesoch, vrátane ich v súčasnosti zoširoka diskutovanej hormonálnej aktivity (7, 8).

V aplikácii melioratívnych dávok pôdných kondicionérov uhlíkového typu vidíme, zo systémového hľadiska, pre regeneráciu pôdnej úrodnosti riešenie sekundárnej povahy, t.j. jednu z dostupnejších alternatív eliminácie nepriaznivých dôsledkov nevhodnej poľnohospodárskej sústavy (PS) (prvotného významu je zladenie prvkov vnútornej štruktúry rastlinnej výroby, ktorá sa v potransformačnom období zvyčajne nedosahuje). I keď život poukázal na rôzne nerealizovateľné konštrukcie a predstavy bývalých poľnohospodárskych systémov, aktuálne realizované PS Slovenska i Čiech ťažko nazvať udržateľnými (obr. 5.). Pre súčasné hospodárenie je charakteristická negatívna bilancia vstupov, za vyčerpávania menších rezerv vytvorených v predtransformačnom období. Zachovanie súčasného trendu vo výžive rastlín (obr. 4.) i časového vývoja parametrov transformácie uhlíkatej hmoty (obr. 3.), sa ako príčiny znižovania úrod pestovaných plodín môžu prejavovať ešte výraznejšie. Fungovanie poľnohospodárstva na účet bioenergetického potenciálu degradovanej pôdy je časovo limitované.

Časový priebeh analyzovaných parametrov transformácie uhlíkatej hmoty a bilancie živín (obr. 3. a 4.) vysvetľuje znižovanie bioenergetického potenciálu pôdy ζP (dzeta P), ktorého optimálna hodnota (34) ako aj stav a vývoj za sledované obdobie je znázornená graficky (obr. 5.). Stúpajúce hodnoty parametra ζP v potransformačnom období svedčia o zvyšujúcej sa únave pôdy na Slovensku i v ČR (ζP by sa matematicky korektnejšie vyjadriť limitou, rešpektujeme ale pôvodnú formuláciu). Táto korešponduje so znižovaním výkonnosti a stability PS vyjadrenej v celkovej sume suchej hmoty dorobenej produkcie (Y_s). Negatívna bilancia pôdnej úrodnosti v potransformačnom období je v PS Slovenska výraznejšia ako v ČR, avšak prekvapivo rezervy pôdnej úrodnosti počas predtransformačného obdobia boli tiež výraznejšie na Slovensku. Bez náležitého riešenia uhlíka existuje na základe uskutočnenej dlhodobej analýzy predpoklad ďalšieho znižovania stability a výkonnosti celej poľnohospodárskej sústavy Slovenska i Čiech. Tento stav definuje potrebu všeobecne potrebnej rekuperácie, resp. zvýšenia pôdnej úrodnosti, čoho základom je uhlík. Obsah uhlíka v pôde je v súčasnosti považovaný za jeden z rozhodujúcich indikátorov pôdnej úrodnosti (TOBIÁŠOVÁ ET AL. (9) a iní) a zadržiavanie, resp. sekvestrácia uhlíka v pôde sa tiež pokladá za jednu z nosných agronomických možností ako čeliť niektorým globálnym výzvam vrátane rôznych výkyvov extrémneho charakteru.

Záver

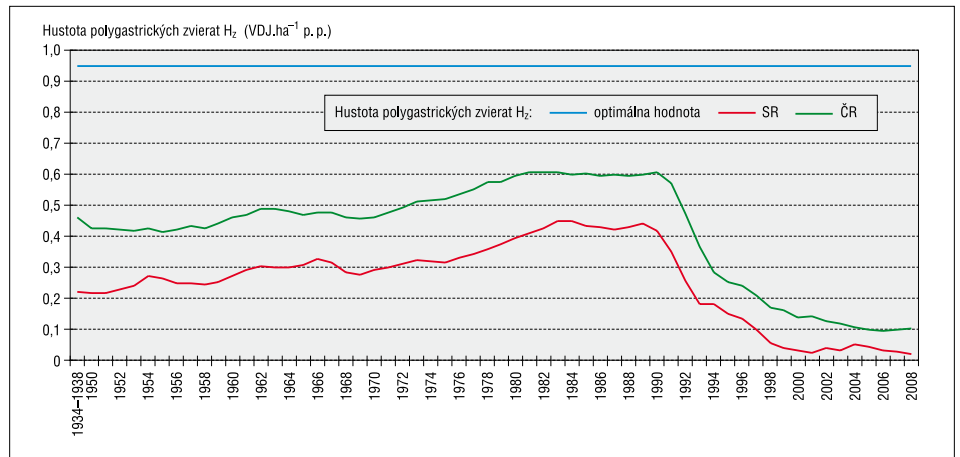
Predkladaná práca dokumentuje priamy efekt prípravku na báze humínových kyselín HUMAC Agro na úrodu a cukratosť buliev repy cukrovej, ako aj na vybrané pôdne vlastnosti v poloprevádzkových podmienkach. V práci je zahrnuté jednoročné obdobie (2013) a pokus bol založený na stredne ťažkej pôde, ktorá je voči agronomickým zásahom menej ústojčivá ako sú ťažšie pôdy, prípadne i pôdy ľahšie. Pozitívny úrodový efekt pôdneho kondicionéra HUMAC Agro spájame s priaznivým

vplyvom tohto pôdneho kondicionéra na samotnú plodinu ako i na komplex fyzikálno-chemických vlastností pôdy, ktorých vyššiu mieru premenlivosti pri konkrétnych hodnotách sledovaných pôdnych parametrov predpokladáme aj z dôvodu samotných poloprevádzkových podmienok, pričom pozitívny vplyv HUMAC Agro na úrody pestovaných plodín, a tým aj vyššie čerpanie živín z pôdy, je evidentné.

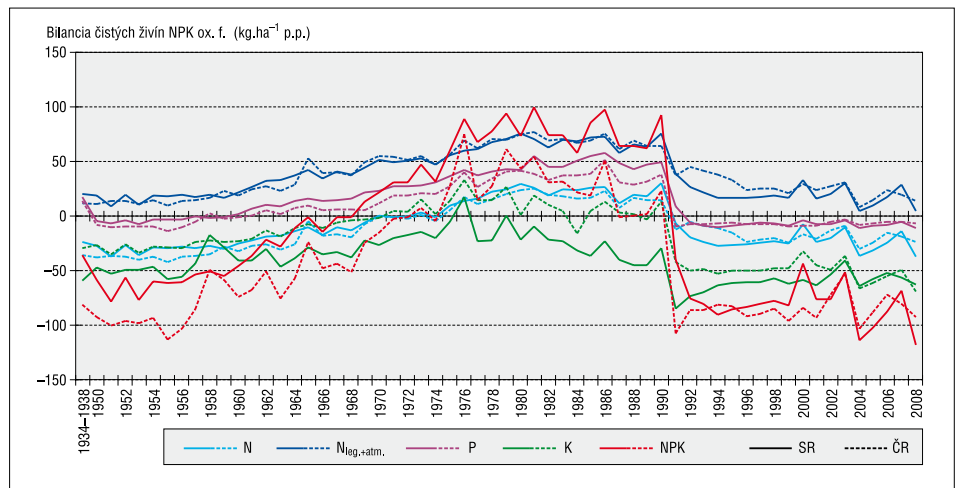
Pre pilotný charakter predkladaných výsledkov pre užívateľskú verejnosť odporúčame vykonávať dôslednú evidenciu agronomických úkonov, a to za účelom rozlíšenia vplyvu paralelne prebiehajúcich agronomicky neovládnuteľných činiteľov. V rámci evidencie je vhodné podľa možností sledovať najvýznamnejšie biologické, fyzikálne, hydrofyzikálne a chemické vlastnosti pôdy, pričom sa pozorovania časom spravidla sústreďujú na úrodu limitujúce parametre. Pri odberoch pôdnych vzoriek je nevyhnutné metodologicky správne vzorkovanie pozemku, kedy priemerizovaná vzorka je vzhľadom k veľkosti a heterogenite parciel dostatočne reprezentatívna. Pôdne zmeny prebiehajú zvyčajne pozvoľne, výrazné zmeny môžu súvisieť s heterogenitou pôdy, nepoctivým odberom, prípadne vypovedajú o neželanom efekte – práve tomu sa treba vyhnúť. Obzvlášť dôležité je sledovať vývoj obsahu prístupných živín v pôde, a to hlavne ak je zmena úrod i niektorých ďalších pôdnych vlastností pozitívna. Aby zvýšená úroda plodín svojou negatívnou bilanciou živín nevedla k stavu vyčerpania pôdnych zásob, musí byť v súlade so zvyšovaním, prípadne zachovaním obsahu živín v pôde.

Pri používaní pôdneho kondicionéra HUMAC Agro odporúčame zabezpečiť požadovanú technologickú disciplínu a tým zároveň i podmienky pre jeho optimálny úrodový efekt. Za dôležité z tohto hľadiska považujeme primeraný časový odstup aplikácie kondicionéra od sejby plodín, a to hlavne v suchom roku (kým sa pelety v pôde rozložia a rozptýlia), čo sa dá dosiahnuť rôznym spôsobom, napr. jesennou aplikáciou (nie však zaoraním do väčšej hĺbky), prípadne aplikáciou na urovnanú a ešte zamrznutú pôdu v predjarnom období atď.

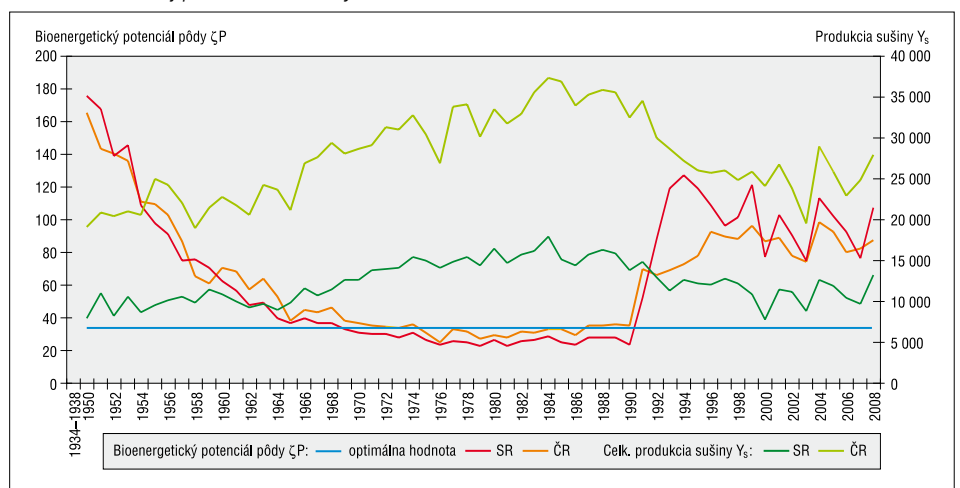
Obr. 3. Optimálna hodnota a časový vývoj hustoty polygastrických zvierat – SR a ČR



Obr. 4. Časová bilancia čistých živín NPK – SR a ČR



Obr. 5. Optimálna hodnota a časový vývoj bioenergetického potenciálu pôdy a časový vývoj celkovej produkcie sušiny – SR a ČR



Práca vznikla vďaka podpore rezortného (MPRV SR) projektu „Výskum agroekologických aspektov udržateľných poľnohospodárskych systémov z hľadiska socioekonomického vývoja a klimatickej zmeny“, projektu V4 „V4 platforma pre zdieľanie inovatívnych výstupov produkčnej agroekológie“ a vzorovej realizácii firmy MIRPOL Sp. Z o.o. Strzyżewice, Poľsko.

Súhrn

Predkladaná práca hodnotí výsledky priameho efektu prípravku HUMAC Agro na úrodu a cukornatosť buliev repy cukrovej ako aj vybrané pôdne vlastnosti v pokuse založenom v pôdno-klimatických podmienkach južného Poľska počas roku 2013 (vegetačná sezóna: priemerná teplota vzduchu 16,0 °C, suma zrážok 261 mm). Pôdny kondicionér HUMAC Agro bol aplikovaný na stredne ťažkú podzolovú pôdu skoro na jar 2013 v dvoch úrovniach: 500 kg.ha⁻¹ v rámci variantu 1 (V1) a 250 kg.ha⁻¹ na variante 2 (V2), resp. nebol aplikovaný na kontrolnom variante (V3). Dávky dusíka podľa variantov: 60,3 kg.ha⁻¹ N na V1, resp. 94,8 kg.ha⁻¹ N na V2 a V3. Dávky fosforu, draslíka a síry boli rovnaké na všetkých troch variantoch. Na V1 sme dosiahli najvyššiu úrodu buliev repy 95,97 t.ha⁻¹ s cukornatosťou 18,12 % čo znamenalo najvyššiu úrodu polarizačného cukru 17,39 t.ha⁻¹ (+29,6 % ku kontrole). Na V2 sme dosiahli úrodu buliev 86,39 t.ha⁻¹ s najnižšou cukornatosťou 17,65 % a úrodou cukru 15,25 t.ha⁻¹ (+13,6 % ku kontrole). Na kontrolnom variante sme dosiahli najnižšiu úrodu buliev 72,81 t.ha⁻¹ s najvyššou cukornatosťou 18,43 % a najnižšou úrodou cukru 13,42 t.ha⁻¹. Pôdny kondicionér HUMAC Agro tiež ovplyvnil hodnoty sledovaných pôdnych ukazovateľov. Po aplikácii 500 kg ha⁻¹ HUMAC Agro sme zaznamenali zvýšený obsah humusu v pôde a tiež zvýšené hodnoty pôdnej reakcie (pufrovací efekt na pH) a boli zvýšené i obsahy dostupných foriem všetkých sledovaných živín (P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn a Fe), a to napriek ich zvýšenému odberu vyššou úrodou buliev v porovnaní s kontrolným variantom. Zmienené zvýšenie hodnôt sme zaznamenali aj v porovnaní s východiskovým stavom stanoveným na začiatku pokusu. Vyšší obsah humusu môže byť spôsobený zvýšenou úrodou (okrem vkladu humusu samotným kondicionérom) pre zvýšenú tvorbu koreňovej hmoty, ktorá po zbere plodiny ostáva v pôde. Naopak vyšší obsah dostupných foriem živín v pôde zvyčajne koreluje s ich zníženým odberom pri nižšej úrode. Vyšší odber živín zvýšenou úrodou a napriek tomu vyšší obsah živín v pôde je železným efektom pôdnych kondicionérov, ktoré znižujú vyplavovanie mobilných foriem živín a zvyšujú sprístupňovanie živín z ich neprístupných foriem v pôde. Zmienovaný železný efekt nie je samozrejímavý v akýchkoľvek pôdno-klimatických podmienkach, preto je nevyhnutné sledovať pôdne zmeny laboratórnymi analýzami, obzvlášť z potreby vyhnúť sa zníženiu obsahu živín v pôde pre ich zvýšený odber pri náraste úrody. Hodnoty sledovaných pôdnych ukazovateľov na kontrolnom variante v porovnaní s ich východiskovým stavom predstavovali zníženie s výnimkou pri obsahu Mn a Fe.

Kľúčové slová: humínové kyseliny, HUMAC Agro, repa cukrová, úroda buliev, cukornatosť, pôdne ukazovatele, uhlíková bilancia.

Literatúra

1. KUDRNA, K.: *Zemědělské soustavy*. 1. vyd., Praha: SZN, 1979, 708 s.
2. TÓTH, Š. ET AL.: *Význam a efekt pôdnych zlepšovateľov rôzneho typu pri ich použití v podmienkach diferencovanej intenzity obrábania pôdy*. 1. vyd., Piešťany: CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2013, 112 s., ISBN 978-80-89417-46-9.
3. KAŠ, V. ET AL.: *Obobacování půd humusem*. Praha: ČSAZV, 1961, 203 s.
4. KIREJČEVA, L. V.; CHOCHLOVA, O. B.: Ispol'zovanie sapropel'ev v kačestve kondicionerov osadkov stočnych vod. *Agrochimičeskij vestnik*, 2002 (4), s. 33–35.
5. KIBIREV, K. V.: *Formirovanije urožajnosti zerna kukuruzy pri ispol'zovaniji organo-mineralnych udobrenij v uslovijach Zejsko-Bureinskoj revniny*. Dissert. rabota na soiskanje učennoj stepeni kandidata seľ.-choz. nauk po VAK 6. 1. 2004, Barnaul, 2004.
6. NADTOČIJ, I. A.: *Agroekologičeskaja effektivnost' primenenija sapropel'ja v kačestve malioranta zagrjaznennoj kadmiem dernovo-podzolistoj počty*. Diss. rabota na soiskanje učennoj stepeni kandidata seľ.-choz. nauk po VAK 6. 1. 2004, Velikie Luki, 2005, 153 s.
7. NARDI, S. ET AL.: Biological Activities of Humic Substances. In *Bio-physico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems*. 2009, s. 305–339.

8. MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; NARDI, S.: 2013. Humic substance: Relationship between structure and activity, deeper information suggests univocal findings. *Journal of Geochemical Exploration*, 129, 2013 (June), s. 57–63.
9. TOBIAŠOVÁ, E. ET AL.: Soil structure and soil organic matter of selected soil types in different ecosystems. *Agriculture*, 59, 2013 (1), s. 1–8.

Tóth Š., Rysak W., Šoltysová B., Karahuta J.: Effect of Soil Conditioner Based on Humic Acids HUMAC Agro on Soil and Yield and Sugar Content of Sugar Beet in Context of Selected Indicators of Agriculture System Sustainability

This work evaluates the results of direct effect of HUMAC Agro on yield and sugar content of sugar beet as well as on selected soil properties in a field trial established in soil-climatic conditions of south Poland in 2013 (vegetation season: average air temperature 16.0 °C, total precipitations 261 mm). Soil conditioner HUMAC Agro was applied to middle heavy pseudopodzolic soil in early spring of 2013 in two dosages: 500 kg ha⁻¹ in case of Variant 1 (V1) and 250 kg ha⁻¹ in case of Variant 2 (V2); it was not applied in case of Variant 3 (V3). Nitrogen fertilization according to Variants: 60.3 kg ha⁻¹ N for V1, 94.8 kg ha⁻¹ N for both V2 and V3. Doses of phosphorus, potassium and sulphur were the same for all Variants. V1 achieved the highest sugar beet yield 95.97 t ha⁻¹ with sugar content 18.12 % which meant the highest sugar yield 17.39 t ha⁻¹ (+29.6 % more than control treatment). V2 achieved sugar beet yield 86.39 t ha⁻¹ with the lowest sugar content 17.65 % and sugar yield 15.25 t ha⁻¹ (+13.6 % more than control treatment). The control treatment achieved the lowest sugar beet yield 72.81 t ha⁻¹ with the highest sugar content 18.43 % and the lowest sugar yield 13.42 t ha⁻¹. Soil conditioner HUMAC Agro also influenced soil properties. After the application of 500 kg ha⁻¹ HUMAC Agro the humus content in soil and its pH increased (due to buffering effect) as well as contents of the available forms of all observed nutrients (P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn and Fe) in spite of higher sugar beet yield and thus higher nutrient uptake compared to the control treatment. The mentioned soil properties increase applied also when compared to the state in the beginning. The higher humus content may be caused by the increased yields (besides the conditioner humic acids input), due to higher formation of root mass, which remains in the soil after harvesting the crop. Conversely, higher content of available forms of solved nutrients in the soil usually correlates with their lower consumption and lower harvest. Higher nutrient uptake by higher yields and higher soil nutrients content at the same time is a desirable effect of soil conditioners that prevent leaching of mobile nutrients and increase the accessibility of nutrients from their unavailable forms in the soil. The mentioned desirable effect is not obvious in any soil and climatic conditions, so it is therefore necessary to quantify the effect of soil conditioners on the soil properties by laboratory analyses especially to prevent a decline in nutrients due to increased yields. The values of monitored soil parameters for the control variant compared to their initial state showed decrease with the exception of Mn and Fe contents.

Key words: humic acids, HUMAC Agro, sugar beet, yield, sugar content, soil properties, carbon balance.

Kontaktná adresa – Contact address:

Ing. Štefan Tóth, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovensko, e-mail: toth@minet.sk