

Pôdna reakcia a cukrová repa

Vplyv vápnenia a rýchlej účinnosti kompozitných humino-vápenatých pôdnych preparátov na zmenu pH pôdy

SOIL REACTION AND SUGAR BEET

Influence of Soil Liming and Rapid Effectiveness of Composite Humino-Calcium Soil Preparations on Soil pH Change

Štefan Tóth, Božena Šoltysová, Pavol Porvaz

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce

Pôda vo vzťahu k cukrovej repe vystupuje ako prostredie zabezpečujúce zakoreňovanie rastlín, prísun vody a minerálnych látok k jej koreňom. Preto je pôda aj s jej úrodnosťou jedným z faktorov získania dobrých a kvalitných úrod cukrovej repy. Dôležitým ukazovateľom úrodnosti pôdy je pôdna reakcia, ktorá vplýva na rast a vývoj pestovaných plodín, na činnosť mikroorganizmov v pôde a má veľký význam v pôdotvornom procese. Kyslosť pôdy vplýva na mobilitu a prístupnosť najdôležitejších rastlinných živín, najmä fosforu a draslíka. Nepriaznivý vplyv pôdnej reakcie je spojený aj s pohyblivosťou kationov hliníka a železa. V kyslých pôdach sa vytvárajú ťažko rozpustné fosforečnany hliníka a železa, v ktorých je fosfor pre rastliny prakticky neprístupný (1). Podľa HRAŠKA ET AL. (2) je jednou z príčin

okysľovania pôd vylúhovanie bázických kationov. IVANIČ, HAVELKA A KNOP (3) zistili, že rovnaký stupeň kyslosti pôdy znášajú rastliny lepšie v pôdnom roztoku bohatom na kationy v porovnaní s roztokom chudobným na kationy.

Je známe, že cukrová repa vyžaduje neutrálnu až mierne alkalickú pôdnu reakciu. Krajné rozpätie pôdnej reakcie je širšie, ale nemalo by klesnúť pod pH 6,0 a prekročiť hodnotu pH 7,5. Pri extrémnych hodnotách pôdnej reakcie pri cukrovej repe podľa WANGA ET AL. (4) dochádza k ultraštruktúrálnym a anatomickým zmenám a následne k výraznému zníženiu dopestovanej úrody. Ovplyvňuje sa predovšetkým koreňový systém, prísun živín a vody do rastliny a narušajú sa základné biochemické funkcie plodiny.

Obr. 1. Vzorky pôd: a – piesočnatá pôda, M. Horeš; b – ílovito-hlinitá pôda, Pozdišovce; c – hlinitá pôda, Oborín; d – hlinitá pôda, Vysoká

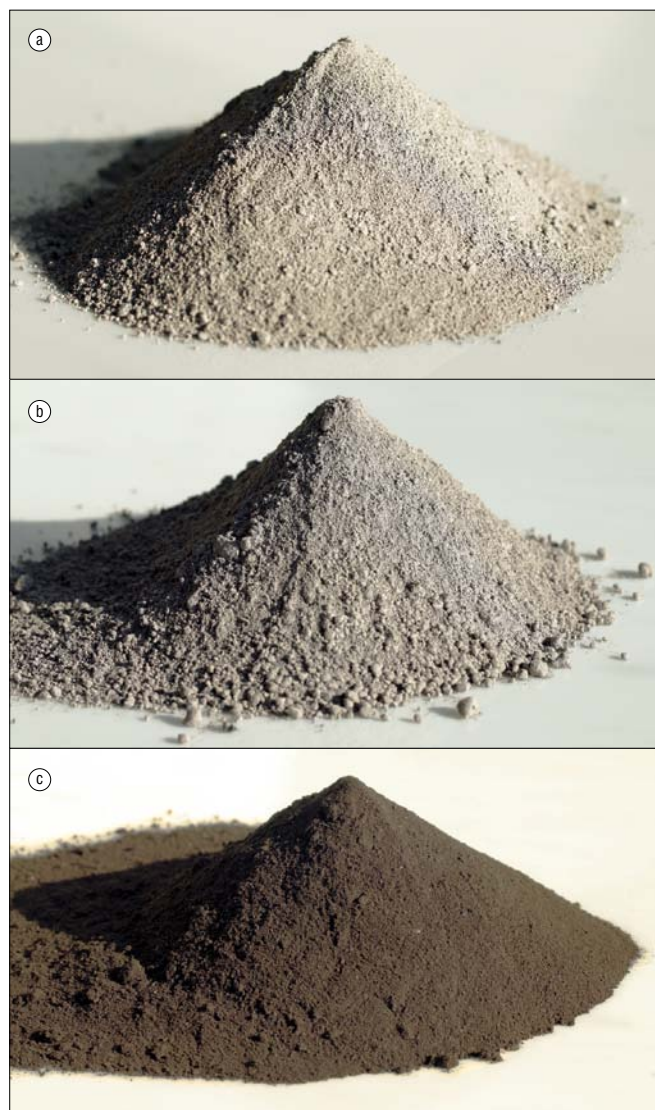


Tab. I.a Původ a typologie půdních vzoriek

Lokalita odberu	Půdní druh	Zrnitostná kategorie
Vysoká nad Uhom	stredne ťažká pôda	hlinitá
Malý Horeš	ľahká pôda	piesočnatá
Pozdišovce	ťažká pôda	ilovito-hlinitá
Oborín	stredne ťažká pôda	hlinitá

Cukrová repa patrí k plodinám, pod ktoré je vhodné realizovať vápnenie, pokiaľ si to vyžaduje stanovená hodnota pôdnej reakcie. Vápnit by sa malo na jeseň po zbere predplodiny, pred organickým hnojením, alebo k predplodine. Na vápnenie je vhodné využívať nielen vápenaté a dolomitické vápence, ale aj saturačné kaly, ktoré sú zdrojom živín, či rôzne pôdne pomocné látky obsahujúce vápnik. K takýmto pôdnym pomocným látkam,

Obr. 2. Testované materiály: a – humino-vápenatý kompozit Calcium Carbo Forte 10 v použitej frakcii; b – humino-vápenatý kompozit Calcium Carbo Ultra 30 v použitej frakcii; c – humínový preparát HUMAC Agro v použitej frakcii



Tab. I.b Zrnitostné zloženie pôdy

Parameter	Vysoká nad Uhom	Malý Horeš	Pozdišovce	Oborín
	Obsah frakcií (%)			
1. frakcia: <0,001 mm	17,15	3,67	23,14	20,92
2. frakcia: 0,001–0,01 mm	25,58	4,56	23,01	18,50
3. frakcia: 0,01–0,05 mm	37,93	8,79	39,00	44,37
4. frakcia: 0,05–0,25 mm	18,52	67,66	13,18	15,20
5. frakcia: 0,25–2,0 mm	0,82	15,32	1,67	1,01
Obsah častíc I. kategórie	42,73	8,23	46,15	39,42

Zrnitostné zloženie pôdy, klasifikácia pôdneho druhu na základe percentuálneho obsahu častíc I. kategórie (< 0,01 mm) podľa Novákovej klasifikačnej stupnice, 1. frakcia – il, 2. frakcia – jemný a stredný prach, 3. frakcia – hrubý prach, 4. frakcia – jemný piesok, 5. frakcia – stredný piesok.

certifikovaným aj pre ekologické hospodárenie na pôde, patria rôzne preparáty využívané k urýchleniu rozkladu pozberových zvyškov, k regenerácii pôdy, na zlepšenie pôdnej štruktúry a zvýšenie využiteľnosti disponibilných zásob živín v pôde. BALLA ET AL. (5) po aplikácii pôdných pomocných látok zaznamenali zvýšenie hodnôt pôdnej reakcie v rozmedzí od 0,14 do 0,65.

Vápnenním pôdy saturačnými kalmi v dávkach 15 a 30 t·ha⁻¹ ANTUNOVIĆ ET AL. (6) zaznamenali zvýšenie pôdnej reakcie z pH (v KCl) 4,2 na 5,8, resp. 7,3. Zároveň v prvom roku po vápnení pôdy bolo zistené zvýšenie úrod kukurice z 3,97 t·ha⁻¹ (0 t·ha⁻¹ saturačných kalov) na 4,47 t·ha⁻¹ (15 t·ha⁻¹), resp. na 7,98 t·ha⁻¹ (30 t·ha⁻¹). V druhom roku po vápnení saturačnými kalmi bolo zistené aj zvýšenie úrod cukrovej repy z 39,6 t·ha⁻¹ (0 t·ha⁻¹) na 49,2 t·ha⁻¹ (15 t·ha⁻¹), resp. na 60,9 t·ha⁻¹ (30 t·ha⁻¹). Vyššie úrody cukrovej repy po aplikácii humínových kyselín a priemyselných hnojív než na variantoch len s použitím priemyselných hnojív zaznamenali aj WILCZEWSKI ET AL. (7). Autori potvrdili skutočnosť, že vápnením, resp. humínovými preparátmi sa zvyšuje efektívnosť hnojenia priemyselnými hnojivami.

ČUMAKOV (8) zistil, že pri aktívnom pH nad 7,2 boli získané najvyššie úrody cukrovej repy. Zníženie pôdnej reakcie pod uvedenú hranicu spôsobilo zníženie úrod buliev cukrovej repy.

Pridaním vápenatých hnojív FENN, TAYLOR A BURKS (9) zistili zvýšenie úrod buliev cukrovej repy o 26 % oproti kontrole bez aplikácie vápenatých hnojív. V pokusoch na ľahkej piesočnatej pôde GUTMAŇSKI (10) sledoval vplyv vápnenia, aplikácie maštalného hnoja a termínu zberu na účinnosť dávok dusíka aplikovaných pod cukrovú repu. Najväčší vplyv na úrodu a kvalitu cukrovej repy malo predĺženie vegetácie na 200 dní, potom maštalný hnoj a vápnenie.

Vápnik stimuluje translokáciu asimilátov z listov do koreňov a urýchľuje dozrievanie cukrovej repy. Priamym výsledkom aplikácie vápenatých hmôt do pôdy je úprava pôdnej reakcie (11) a nepriamym výsledkom sú následné zmeny ďalších pôdných vlastností, ktoré s hodnotou pôdnej reakcie korelujú.

Úlohou vápnenia je dosiahnuť a udržať optimálnu hodnotu pôdnej reakcie, teda predmetom vápnenia je pôda. Vápenaté hnojivá sú alkalicky pôsobiace látky, ktoré majú pokryť ročné straty vápnika cez jeho vymývanie z pôdy, odber plodinami, pôsobenie priemyselných hnojív a vplyv mokrého atmosférického

spadu, ktoré podľa BÍZIKA A KOL. (12) sú na úrovni 350 kg·ha⁻¹ CaO. Pre zamedzenie acidifikácie pôdy je nevyhnutné celkové straty vápnika doplniť pomocou pravidelného udržiavacieho vápnenia pôdy. Dosiahnuť optimálnu hodnotu pôdnej reakcie umožní vápnenie pôdy využívajúce ročné normatívny dávok vápenatých hnojív (v t·ha⁻¹ CaO), ktoré závisia od druhu pôdy a pôdnej reakcie. Na potrebu pravidelného vápnenia pôdy upozorňujú aj VIGOVSKIS ET AL. (13).

Vápnik zohráva významnú úlohu nielen vo výžive rastlín, ale hlavne pri tvorbe pôdnej úrodnosti. Ovplyvňuje prístupnosť ostatných makro a mikroelementov v pôde, čo sa prejavuje na úrodách a kvalitatívnych parametroch produkcie. Vápnik neutralizuje pôdnu kyslosť a tým inhibuje príjem ťažkých kovov (14). Po vápnení pôd sa menia v celom komplexe pôdne vlastnosti a vytvárajú sa priaznivejšie podmienky pre rozvoj pôdnej mikrobiológie.

Ex-situ pokus

Pre vyhodnotenie vplyvu (účinnosti) kompozitných humino-vápenatých pôdnych preparátov na zmenu pôdnej reakcie pH/KCl diferencovaných pôdnych druhov, sme v roku 2021 založili polyfaktoriálny ex-situ nádobový pokus.

Hlavný parameter, výmenná pôdna reakcia – pH/KCl bol sledovaný podľa metodického predpisu ISO 2.11 (STN ISO 10390). Testovaným materiálom boli:

- 4 pôdne druhy, resp. pôdna matrica odobratá z orníckej vrstvy typologicky rozličných parciel na VSN. Vlastnosti pôdnych vzoriek sú uvedené v tab. I. až III., príslušnosť k pôdnemu druhu je určená na základe podielu častíc I. kategórie (tab. I.a,b).

- 3 pôdne preparáty, z toho 2 kompozitné humino-vápenaté a 1 kontrolný, pôvodný preparát na báze humínových kyselín. Vápenatú zložku kompozitných preparátov tvorí krieda, usadená hornina – drobný, pórovitý a slabo spevnený ekvivalent vápenca, vyznačujúci sa vysokým stupňom čistoty s obsahom uhličitanu vápenatého až 90 %. Humínové kyseliny, prírodný stimulant úrodnosti pôdy sú prídavnou látkou zamiešanou v množstve 10 %, resp. 30 %. Ide o pôdnu pomocnú látku, ktorá sa získava úpravou leonarditu, podrobnejší popis použitého humínového preparátu a jeho vplyv na cukrovú repu sme uviedli v predchádzajúcej práci (15).

V rámci testovania účinnosti bolo z metodologického a legislatívneho hľadiska potrebné riešiť variantné dávkovanie preparátov a zároveň pre ciele zmenu pôdnej reakcie v pôdnom profile 0–20 cm, v zmysle Zákona o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy Zákon č. 220/2004 Z.z. (16). Preverený rozsah, resp. dávky testovaných preparátov sú súčasťou hodnotiacich grafov (obr. 3. až 5.).

Tab. II. Stanovené agrochemické parametre pôdy

Parameter	Vysoká nad Uhom	Malý Horeš	Pozdišovce	Oborín
Celkový dusík – Nt (%)	0,197	0,082	0,168	0,184
Prístupný fosfor – P (mg·kg ⁻¹)	17,3	114,9	19,8	135,8
Prístupný draslík – K (mg·kg ⁻¹)	149,8	463,8	313,8	299,2
Prístupný horčík – Mg (mg·kg ⁻¹)	371,5	82,0	284,1	277,5
Prístupný vápnik – Ca (mg·kg ⁻¹)	3 106	929	2 628	2 541
Výmenná pôdna reakcia – pH/KCl	6,22	5,36	4,67	5,45
Pôdny organický uhlík – C (%)	1,59	0,77	1,32	1,55
Humus (%)	2,74	1,33	2,27	2,67

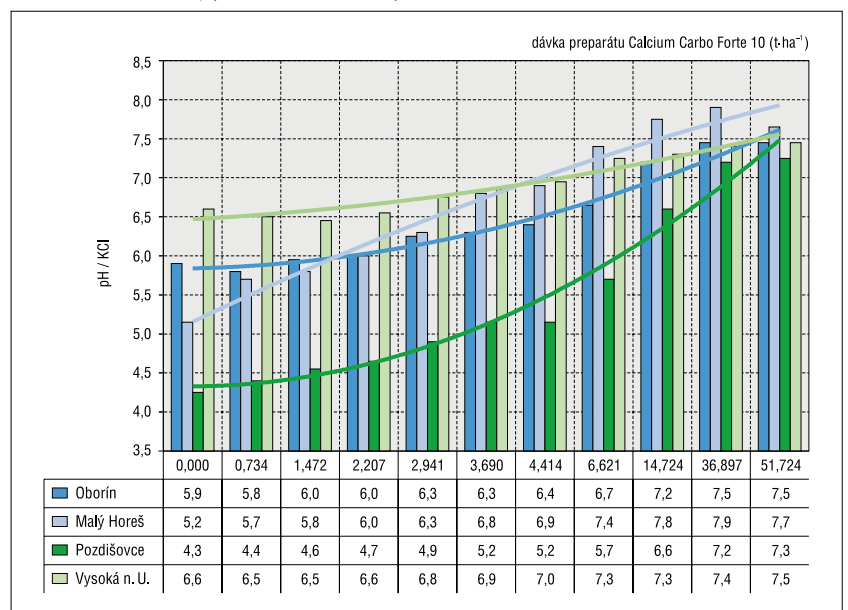
Obsah celkového dusíka bol stanovený podľa Kjeldalha (17), obsah prístupných živín (P, K, Mg, Ca) stanovený podľa metódy Mehlich III (18), obsah výmennej pôdnej reakcie stanovený potenciometricky (19), pôdny organický uhlík a humus stanovený metódou podľa Tjurina (20).

Pôdne vzorky boli odobraté 2. augusta 2021 z pôdneho profilu 0–20 cm. Po odbere boli vzorky voľne sušené pri izbovej teplote 20–25 °C po dobu 7 dní, po sušení boli preosiate sitom s otvormi 2 × 2 mm, čím boli zároveň homogenizované.

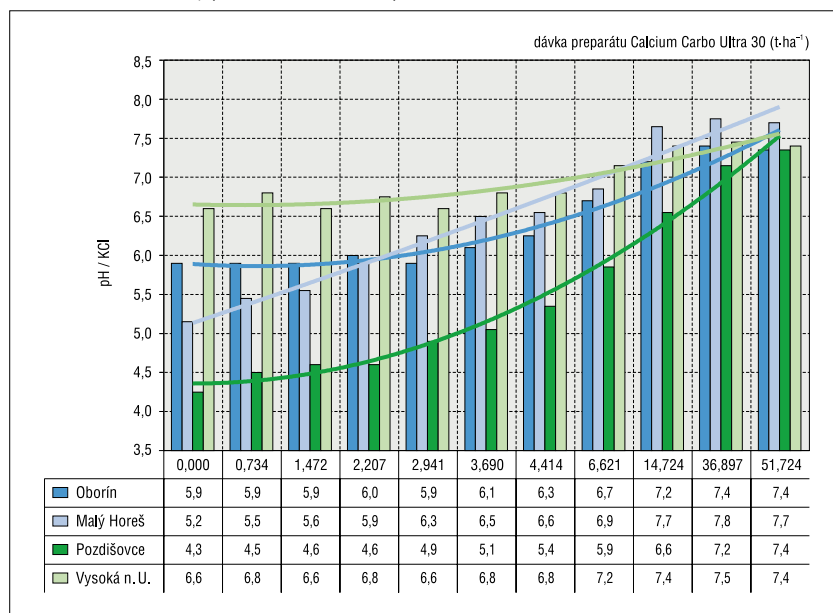
Granule testovaných preparátov boli pred použitím rozdrvené v laboratórnom mazači, následne boli preosiate sitom s otvormi 0,5 × 0,5 mm, čím boli zároveň homogenizované.

Polyfaktoriálny ex-situ nádobový pokus bol založený 12. augusta 2021 a ukončený 11. septembra 2021. Zostavený bol z 3 faktorov (pôdny druh – pôdny preparát – dávka pôdneho preparátu) a mal 248 členov, z toho 240 ošetrených členov (4 pôdne druhy × 3 preparáty × 10 ošetrení/dávok × 2 opakovania), 8 neošetrených kontrolných členov (4 pôdne druhy × 2 opakovania).

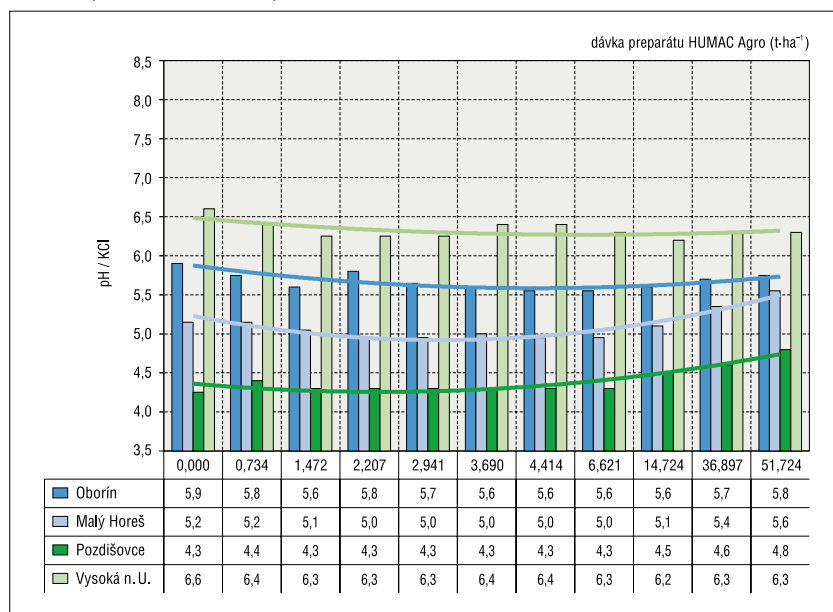
Obr. 3. Vplyv dávky preparátu Calcium Carbo Forte 10 na zmenu pH pôdy rozdielnych pôdnych vzoriek (lokality Oborín – Malý Horeš – Pozdišovce – Vysoká nad Uhom) po 30 dňoch od aplikácie



Obr. 4. Vplyv dávky preparátu Calcium Carbo Ultra 30 na zmenu pH pôdy rozdielnych pôdnych vzoriek (lokality Oborín – Malý Horeš – Pozdišovce – Vysoká nad Uhom) po 30 dňoch od aplikácie



Obr. 5. Vplyv dávky preparátu HUMAC Agro na zmenu pH pôdy rozdielnych pôdnych vzoriek (lokality Oborín – Malý Horeš – Pozdišovce – Vysoká nad Uhom) po 30 dňoch od aplikácie



Ošetrenie pokusných členov spočívalo v dôkladnom premiešaní navážky pôdnej vzorky s navážkou preparátu, pričom navážka vzorky pre každý pokusný člen bola 87,0 g suchej pôdy, navážky preparátov (v rozsahu 0,021–1,500 g) boli adekvátne dávkam 0,734 – 1,472 – 2,207 – 2,941 – 3,690 – 4,414 – 6,621 – 14,724 – 36,897 – 51,724 t·ha⁻¹. V prepočte na kilogram suchej pôdy ide o dávky preparátov v rozmedzí 0,245–17,241 g·kg⁻¹. S ohľadom na 90% obsah CaCO₃ v kriede a podľa preparátu tiež na 10%, resp. 30% obsah kompozitnej humínovej zložky ide o dávky CaO v rozmedzí 0,333–23,471 t·ha⁻¹ pri Calcium Carbo Forte 10 a 0,259–18,255 t·ha⁻¹ pri Calcium Carbo Ultra 30.

Každý pokusný člen bol vložený utlačením do samostatnej nádoby o objeme 96 cm³, po vložení a opätovnom utlačení bol každý pokusný člen zaliaty vodou o objeme 20 cm³.

Pokus trval 30 dní, bol udržiavaný pri izbovej teplote 20–25 °C, z toho prvých 21 dní v zavlažovacom režime a posledných 9 dní bez zavlažovania. Spolu bolo použitých 6 zálievok s celkovým objemom použitej vody 50 cm³ na každý pokusný člen.

Účinnosť kompozitných preparátov

Ako to znázorňuje syntetický graf (obr. 6.), účinnosť oboch testovaných kompozitných humino-vápenatých preparátov na zmenu pôdnej reakcie po 30 dňoch je vysoká, pričom vzájomný rozdiel v sledovanej „rýchlej účinnosti“ je minimálny až takmer zanedbateľný.

Pri vápnení uhličitanovými formami vápenatých hmôt podľa dávok a jemnosti mletia je účinok vápnenia najvyšší v 2. až 4. roku, potom postupne doznieva. „Rýchla účinnosť“ vápenatých hmôt je spájaná s najjemnejšou frakciou, pri frakcii o veľkosti do 1 mm sa najvyšší účinok vápnenia dostavuje už po 3–4 týždňoch od aplikácie.

Pôvodná formulácia testovaných pôdnych preparátov sú granule o veľkosti do 8 mm, čo z hľadiska rýchlosti nástupu účinnosti na pôdnu reakciu znamená pozvoľnejší priebeh. Zároveň to znamená zníženie strát úletom, z hľadiska aplikačného.

Z hľadiska zloženia testovaných kompozitných humino-vápenatých preparátov, podstatný rozdiel je v pridanom množstve humínových kyselín, ktoré sú všeobecne známe svojím priaznivým efektom na celý rad chemických, fyzikálnych a fyzikálno-chemických vlastností pôdy, ako aj podporou mikrobiálneho života v pôde. Priaznivý účinok humínových kyselín a vápnika je vzájomne komplementárny až synergický, napr. priaznivý vplyv humínových kyselín na tvorbu vodoodolných štruktúrnych pôdnych agregátov je podmienený Ca²⁺. A opačne, humínové kyseliny zvyšujú sorpčnú kapacitu pôdy, ktorá bráni stratám CaO z pôdy. Priemerné ročné straty CaO, len dôsledkom vyplavovania činia v podmienkach Slovenska

160 kg·ha⁻¹. Ďalšie merné straty CaO sú spôsobené priemyselnými hnojivami (eliminácia fyziologicky kyslých hnojív) a vodnými atmosférickými zrážkami, predstavujú ročne zhruba 70 kg·ha⁻¹. Odber samotnou úrodou plodín predstavuje ročne v priemere 30 kg·ha⁻¹, t.j. priemerná intenzita udržiavacieho vápnenia v SR činí 260 kg·ha⁻¹ CaO. To pri systéme jednorazového vápnenia za osevný postup, pri 8ročnej rotácii činí potrebu 2,1 t·ha⁻¹ CaO, resp. 3,7 t·ha⁻¹ CaCO₃ (prepočítavací koeficient 1,785).

S odlišným dôrazom, oba testované kompozitné pôdne preparáty poskytujú komplementárne vylepšené vlastnosti humínových kyselín a vápenatých hmôt, pričom vplyv na pôdnu reakciu

Tab. III. Vybrané parametre pôdnych vzoriek pred ošetrovaním

Lokalita	Vlhkosť (%)	Teplota (°C)	Vodivosť (mS·cm ⁻¹)
Vysoká nad Uhom	6,8	24,5	0,015
Malý Horeš	4,2	25,0	0,004
Pozdišovce	3,5	24,0	0,009
Oborín	2,6	24,8	0,006

Tab. IV. Identita a zloženie pôdnych preparátov

Preparát	Krieda (%)	Humínový preparát (%)	pH/H ₂ O
Calcium Carbo Forte 10	90	10	8,4
Calcium Carbo Ultra 30	70	30	8,2
HUMAC Agro	0	100	7,5

je vysoký a sú vhodné pre úpravu pôdnej reakcie. Výsledné grafy (obr. 3. až 5.) sú skoncipované spôsobom, ktorý umožňuje stanoviť požadovanú dávku oboch preparátov pre cieľnú zmenu pôdnej reakcie v pôdnom profile 0–20 cm, podľa pôdnych druhov. Preto pri dávkovaní oboch testovaných preparátov odporúčame postupovať v nezmenenej podobe podľa systému dávkovania vápenatých hmôt (CaO v t·ha⁻¹), ktorý je stanovený citovaným Zákonom o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, Zákon č. 220/2004 Z. z., kde v bode 4. „Vápnenie poľnohospodárskej pôdy“ prílohy č. 1 sú uvedené „Dávky vápenatých hmôt (CaO v t·ha⁻¹) pre ornú pôdu, ovocné sady, chmeľnice a vinice na dosiahnutie cieľového pH vo vrstve 0–0,2 m“ a „Dávky vápenatých hmôt (CaO v t·ha⁻¹) pre trvalé trávne porasty na dosiahnutie cieľového pH vo vrstve 0–0,2 m“. Dávky stanovené v tabuľkách citovaného zákona je možné (potrebné) korigovať:

- s ohľadom na čistotu samotnej kriedy, tzn. zvýšenie o 10 % (pri čistote 90 %),
- s ohľadom na obsah zmesného partnera, tzn. zvýšenie o ďalších 10 %, resp. 30 %.
- prepočtom CaO na CaCO₃, prepočítavacím koeficientom 1,785.

Maximálna dávka CaO je 1,5 – 3,0 – 5,0 t·ha⁻¹ ročne, podľa pôdneho druhu na ľahkej – strednej – ťažkej pôde. Preto, pokiaľ pri zanedbanej čistote kriedy potreba vápnenia prekročí 2,9 – 5,9 – 9,8 t·ha⁻¹ pri Calcium Carbo Forte 10, resp. 3,5 – 6,9 – 11,6 t·ha⁻¹ pri Calcium Carbo Ultra 30, zvyšnú dávku je potrebné aplikovať až na ďalší rok.

Súhrn

Predkladaná práca je zameraná na zhrnutie vplyvu pôdnej reakcie na porasty cukrovej repy vrátane zásad vápnenia pôdy a zároveň aj na zhrnutie účinnosti kompozitných humino-vápenatých pôdnych preparátov na zmenu pH pôdy.

Účinnosť kompozitných preparátov bola testovaná v polyfaktoriálnom ex-situ nádobovom pokuse, založenom na štyroch typoch/druhoch pôd a využitím odľahlého rozsahu pri variantnosti dávok. Testované boli 3 pôdne preparáty, z toho 2 humino-vápenaté a 1 preparát na báze humínových kyselín. Vápenatú zložku kompozitných

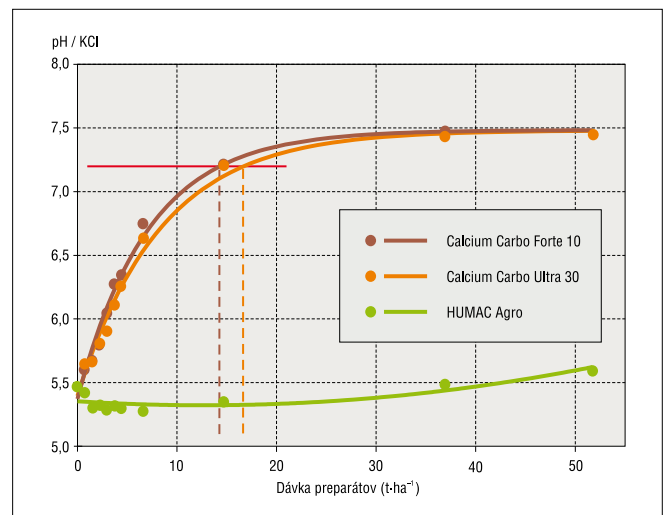
Tab. V. Prepočet odporúčaných dávok pre ornú pôdu, ovocné sady, chmeľnice a vinice na dosiahnutie cieľového pH vo vrstve 0–0,2 m, pri zanedbanej čistote kriedy

Hodnota pH/KCl pôdy	Druh pôdy					
	ľahká	str. ťažká	ťažká	ľahká	str. ťažká	ťažká
	Odporúčaná dávka (t·ha ⁻¹)					
	Calcium Carbo Forte 10			Calcium Carbo Ultra 30		
4,0 – 4,1	5,9	12,2	15,1	7,0	14,4	17,9
4,2 – 4,3	5,3	11,2	14,1	6,3	13,2	16,7
4,4 – 4,5	4,7	10,2	13,0	5,6	12,1	15,3
4,6 – 4,7	4,1	9,2	12,0	4,9	10,9	14,2
4,8 – 4,9	3,5	8,2	10,8	4,2	9,7	12,8
5,0 – 5,1	2,9	7,3	9,8	3,5	8,6	11,6
5,2 – 5,3	2,4	6,3	8,6	2,8	7,4	10,2
5,4 – 5,5	1,8	5,3	7,7	2,1	6,3	9,0
5,6 – 5,7	1,2	4,3	6,5	1,4	5,1	7,7
5,8 – 5,9	0,6	3,3	5,5	0,7	3,9	6,5
6,0 – 6,1		2,4	4,3		2,8	5,1
6,2 – 6,3		1,4	3,3		1,6	3,9
6,4 – 6,5		0,4	2,2		0,5	2,6
6,6 – 6,7			1,2			1,4
6,8 – 6,9						
7,0 <						

preparátov tvorí krieda, prírodný ekvivalent vápenca vyznačujúci sa vysokým stupňom čistoty a až 90 % obsahom uhličitanu vápenatého. Humínové kyseliny, prírodný stimulant úrodnosti pôdy sú prídavnou látkou zamiešanou v množstve 10 %, resp. 30 %. Výsledky pokusu, ktorý pri štandardných podmienkach trval 30 dní, potvrdzujú vysokú účinnosť humino-vápenatých preparátov na zmenu pôdnej reakcie.

Kľúčové slová: cukrová repa, pôdna reakcia, humino-vápenatý kompozit, pôdny preparát.

Obr. 6. Vplyv dávky preparátov Calcium Carbo Forte 10, Calcium Carbo Ultra 30 a HUMAC Agro na zmenu pôdnej reakcie po uplynutí 30 dní od aplikácie preparátov



Obr. 7. Laboratorný pH-meter HI 2210



Literatúra

1. REPKA, J.; JURÁŇOVÁ, L.: Agrochemická účinnosť fosforečných hnojív. *Agrochémia*, 18, 1978 (1), s. 9–12.
2. HRAŠKO, J. ET AL.: *Pôda v poľnohospodárskej výrobe*. Bratislava: VÚRV, 1984, 141 s.
3. IVANIČ, J.; HAVELKA, B.; KNOP, K.: *Výživa a bnojenie rastlín*. Bratislava: Príroda, 1984, 432 s.
4. WANG, G. ET AL.: Growth status and physiological changes of sugar beet seedlings in response to acidic pH environments. *Journal of Plant Physiology*, DOI 10.1016/j.jplph.2022.153771.
5. BALLA, P. ET AL.: Effect of soil utilization modes on the water circulation in Gleyic Fluvisol. In *Examination of the effect of land utilization systems on water and nutrient circulation of soil*. Debrecen, 2012, s. 66–84, ISBN 978-963-473-594-6.
6. ANTUNOVIĆ, M. ET AL.: Vliv vápnění saturačními kaly na výnos cukrovky a kukuřice. *Listy cukrov. řepař.*, 118, 2002 (9–10), s. 214–216.
7. WILCZEWSKI, E.; SZCZEPANEK, M.; WENDA-PIESIK, A.: Response of sugar beet to humic substances and foliar fertilization with potassium. Reakcja buraka cukrowego na substancje humusowe i dolistne nawożenie potasem. *Journal of Central European Agriculture*, 19, 2018 (1), s. 153–165, DOI: /10.5513/JCEA01/19.1.2033
8. ČUMAKOV, A.: Pestujeme cukrovú repu správne? *Úroda*, 37, 1989 (5), s. 218–220.
9. FENN, L. B.; TAYLOR, R. M.; BURKS, C. M.: Calcium stimulation of ammonia absorption in beets. *Amer. Soc. Agron. Annu. Meet.*, 1991, s. 286–287.

Obr. 8. Vápnenie pôdy – pH je dôležité pri pestovaní repy cukrovej



10. GUTMAŇSKI, I.: Dzielanie wapna, obornika i terminu zbioru na efektywność dawek azotu stosowanych pod buraki cukrowe. *Biuletyn instytutu Hodowli i aklimatyzacji roślin*, 1990 (176), s. 58–82.
11. CAPUANI, S. ET AL.: Combination between Acidity Amendments and Sewage Sludge with Phosphorus on Soil Chemical Characteristics and on Development of Castor Bean. *Communications in soil science and plant analysis*, 22, 2015 (22), s. 2901–2912.
12. BIZÍK, J. ET AL.: *Metodika bnojenia a výživy rastlín*. 1. vyd. Bratislava: AT Publishing Bratislava, 1998, 112 s., ISBN 80-967812-1-9.
13. VIGOVSKIS, J. ET AL.: The changes of soil acidity in long-term fertilizer experiments. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103, 2016 (2), s. 129–134.
14. SOBOCKÁ, J. ET AL.: *Klimatická zmena a jej možné dopady na pôdny fond Slovenska*. 1. vyd. Bratislava: VÚPOP, 2005, 46 s.
15. TOTH S. ET AL.: Wplyw Humacu Agro na plon, zawartość cukru w burakach cukrowych i właściwości gleby w warunkach zrównoważonego systemu rozwoju rolnictwa. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio E. Agricultura*, 71, 2016 (1), s. 77–86.
16. *Zákon č. 220/2004 Z. z.: Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov*.
17. HRIVŇÁKOVÁ, K. ET AL.: *A uniform workflows analysis of soils*. Bratislava: Soil Science and Conservation Research Institute, 2011, 136 s., ISBN 978-80-89128-89-1.
18. MEHLICH, A.: Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 15, 1984, s. 1409–1416.
19. *ISO 10390 2005. Soil quality – Determination of pH*. IOS, Geneva. 7 s.
20. *ISO 14235 1998. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfachromic oxidation*. IOS, Geneva. 5 s.
21. TÓTH, Š. ET AL.: *Význam a efekt pôdnych zlepšovčov rôzneho typu pri ich použití v podmienkach diferencovanej intenzity obrábania pôd*. 1. vyd. Michalovce: Centrum výskumu rastlinnej výroby (Piešťany, Slovensko), 2013, 112 s., ISBN 978-80-89417-46-9.

Tóth Š., Šoltysová B., Porvaz P.: Soil Reaction and Sugar Beet (Influence of Soil Liming and Rapid Effectiveness of Composite Humino-Calcium Soil Preparations on Soil pH Change)

The presented work focuses on summarizing the effect of soil reaction on sugar beet stands, including the principles of soil liming, and also on summarizing the effectiveness of composite humic-calcined soil preparations on soil pH change.

The efficacy of the composite preparations was tested in a polyfactorial *ex-situ* experiment, based on four soil types and using a remote range with dose variability. Three soil preparations were tested, of which 2 humic-calcium and 1 soil conditioner based on humic acids. The calcium component of the composite preparations consists of chalk, the natural equivalent of limestone characterized by a high degree of purity and a calcium carbonate content of up to 90%. Humic acids, a natural stimulator of soil fertility, are an additive mixed in an amount of 10% or 30%. The results of the experiment, which lasted 30 days under standard conditions, confirm the high effectiveness of those preparations in changing the soil pH.

Key words: sugar beet, soil reaction, humino-calcium composite, soil preparation.

Kontaktná adresa – Contact address:

Ing. Štefan Tóth, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273/12, 071 01 Michalovce, Slovenská republika, e-mail: stefan.toth@nppc.sk