

## EXPERIMENTÁLNY PRÍSPEVOK K BIOLOGICKÉMU ÚČINKU NIEKTORÝCH STOPOVÝCH PRVKOV

E. PASTÝRIK, O. LEŠKOVÁ

*Ústav fyziológie a biológie rastlín SU v Bratislave*

Na Ústave fyziológie a biológie rastlín Slovenskej univerzity venovala sa sústavná pozornosť účinku smesí mikroelementov na rast, vegetatívny vývin, plodnosť a produktivitu kultúrnych rastlín a najmä zeleninových rastlín, dôležitých pre konzum. Doteraz dosiahnuté výsledky potvrdili, že mikroelementy, poskytnuté rastlinám vo vhodnej forme a vo vhodnom vývinovom období, podmieňujú zlepšený vývin a produktivitu, resp. chemické složenie rastlín čo do obsahu výživných látok a vitamínov. V tejto práci predkladáme výsledky experimentov pri kultivácii redkovky (*Raphanus sativus* L.). Hoci výsledky dosiahnuté s touto rastlinou neboly také nápadné ako s inými rastlinami, predsa považujeme za potrebné reprodukovať ich, aby sa mohol urobiť celkový obraz o hĺbke účinku použitých smesí mikroelementov.

Ako aktívne látky účinkujúce na mladé rastliny redkovky sme použili smesi ME-49 a ME-50 a ich kontrolné superfosfáty. Údaje o chemickom složení, príprave a doteraz zistenom účinku sú podané v literatúre [1, 2, 3, 4].

Odborná literatúra podáva nerovnaký obraz o hladine výživných a vitamínových látok v redkovke. Pre konzum človekom sa používajú masívne hypokotylové hľuzy (v ďalšom texte uvádzame pre stručnosť korene), kým listy možno upotrebiť ako krmivo pre domáce zvieratstvo. Redkovka ako koreňová zelenina je zdrojom zdravej a biologicky účinnej výživy, najmä v časných jarných mesiacoch. Hoci jej kalorická hodnota nie je vysoká (22 kal/100 g), celkový obraz výživnosti a účinnosti vzhľadom na obsah 1,2 g/100 g bielkovín, 0,2 g/100 g tukov, 3,8 g/100 g uhľohydrátov je pre ľahko stravitelnú výživu priaznivý. Z popolovín sa udáva priemerný obsah 72 mg/100 g CaO, 1,3 mg/100 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a 53 mg/100 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Z vitamínov sa udáva prítomnosť B<sub>1</sub> (55 γ/100 g) a C (20 000/100 g) [5].

### *Metodika*

Pre pokusné výsevy sme použili semeno redkovky sorty „Non plus ultra“ a vysievali sme ho jednak v debničkách a jednak vo voľnej prírode

v prirodzenom záhradnom prostredí v Botanickej záhrade v Bratislave a v mlyňanskom Arborete. Pri pokusných výsevoch vo voľnej prírode sme vychádzali z tesnej spojitosti rastlín s ich prirodzeným prostredím, preto sme výsevy uskutočňovali v záhradníckej pôde pripravenej pre zeleninu. Používali sme bežnú pokusnícku kultiváciu na menších parcelkách s presnou výmerou pôdy a presným váhovým alebo absolútnym množstvom semien. Po predchádzajúcej zeleninárskej agrotechnike sme pridali do pôdy smesi mikroelementov alebo ich kontrolné superfosfáty a po dozretí rastlín sme brali do ohľadu rôzne ohodnocovacie kritériá, ktoré uvádzame pri jednotlivých výsevoch.

### Výsev 1

Pokus sme založili v Botanickej záhrade SU 17. IV. a rastliny rástly v bežných kultivačných debničkách. Do každej debničky sa vysialo po 35 semien, ktoré sa predtým dobre pretrepaly s použitou smesou, aby na semenách ostalo zachytené práškovité doplnkové hnojivo, ktoré v prvých vývinových fázach, veľmi citlivých oproti vonkajším vplyvom, malo účinkovať na kľúčiacie semeno a vyvíjajúcu sa rastlinu, lebo sme sa pridržiavali zásady, že čím je organizmus mladší, tým sú prenikavejšie účinky zmeneného vonkajšieho prostredia. Na 1 g semien sa použilo 0,01 g prídavných smesí. Po zasiatí boli debničky v parenisku. Pokus sme ukončili 11. VI. Pri ohodnocovaní účinku prihnojovania na vývin rastlín sme brali do ohľadu počet vyrastených rastlín, váhu koreňa a listov, objem koreňa a obsah vitamínu C (priemerné hodnoty):

	počet rastlín	váha koreňa g	objem koreňa cm <sup>3</sup>	váha listov g	sušina koreňov g	vitamín C mg/100 g
0	32	4,53	4,37	1,90	6,75	30,4
ME-50	28	3,75	3,92	1,50	5,64	3,05
ME-49	25	2,20	2,40	1,32	3,73	20,7
Spf-50	31	3,96	4,19	1,51	5,03	16,8
Spf-49	29	3,96	4,13	1,58	5,19	27,5

### Výsev 1a

V tejto druhej modifikácii výsevu aktivovaných semien sme vysievali aktivované semená do záhradníckej pôdy vo voľnej prírode v mlyňanskom Arborete. Semená sme zasiai 19. IV. do poličok o ploche 1 m<sup>2</sup> a do každého polička sa vysialo 4 g semien aktivovaných 0,04 g smesi. Pokus sa skončil 6. V. s týmto výsledkom (priemerné hodnoty):

	počet rastlín	váha listov g	váha koreňov g	objem koreňov cm <sup>3</sup>
0	91	11,11	12,79	12,91
Spf-49	97	15,05	16,47	17,16
Spf-50	103	14,94	15,92	16,31
ME-49	103	12,87	14,59	15,14
ME-50	107	15,80	16,70	17,33

V porovnaní s absolútnou kontrolou priemerná váha koreňov sa po aktívácii smesou ME-50 zvýšila o 31,3%, váha listov ako dôležitého činiteľa pri fotoasimilácii o 43,6% a objem koreňov o 34,3%. Tieto vysoké hodnoty nemožno však považovať za smerodajné, ale výsledok účinku smesi treba konfrontovať s príslušnou superfosfátovou kontrolou, v tomto prípade s Spf-50, a potom je takéto zvýšenie: priemernej váhy koreňov o 5,0%, priemernej váhy listov o 6,0%, objem koreňov o 6,3%. Použitá smes ME-50 priaznivo vplývala aj na počet vyrastených rastlín.

U redkovky je dôležitý aj obsah vitamínu C v koreni, prípadne v listoch, a v tomto výseve smes ME-50 priaznivo vplývala na jeho hladinu:

	vitamín C mg/100 g	
	korene	listy
0	10,5	53,0
Spf-49	7,7	46,5
Spf-50	7,6	27,1
ME-49	4,6	39,4
ME-50	19,0	46,5

Hoci spomenuté priaznivé výsledky váhy a objemu koreňov a váhy listov, ako aj vitamínu C nie sú veľmi podstatné a pre produkciu zeleniny rozhodujúce, predsa nemožno si nevšimnúť, že v predchádzajúcom výseve do debničiek najlepšie priemerné hodnoty poskytla absolútna kontrola, neprihnojovaná ani smesami mikroelementov ani kontrolnými superfosfátovými smesami. Za dôležitý moment treba, prirodzene, považovať súbor faktorov, v ktorom rastliny rástly. Kým v prirodzenom záhradnom prostredí hodnoty vlhkosti a teploty nie sú vysoké a teda výsledkom toho je aj normálny priebeh klíčenia, rastu a prijímania živných látok z pôdy, zatiaľ v prostredí pareniskovom a v pôde prilepšenej humusom z kompostu sa rast uskutočňoval veľmi intenzívne a chemizmus najbližšieho prostredia okolo klíčiaceho semena — mikroelementami aktivovaná testa — pôsobil retardačne, snižujúc normálny vývin.

v dôsledku zvýšenej koncentrácie mikroelementov, t. j. mikroelementy, nachádzajúce sa na povrchu semien, v dôsledku optimálnych podmienok rýchlo prechádzali do roztoku, ktorý — ako vyššie koncentrácie mikroelementov vôbec — pôsobil na mladú rastlinu škodlivo. Týmto sa potvrdzuje všeobecne získaná skutočnosť, že účinok mikroelementov je funkciou ich koncentrácie.

### Výsev 2

Pokus sme založili v mlyňanskom Arborete 19. IV. Semená (4 g) sme zasiali do poličok po 1 m<sup>2</sup>. Pôdu sme aktivovali použitými smesami, a to tak, že sme ich dobre rozmiešali s malým množstvom pôdy a potom rovnomerne rozsypali po povrchu polička. Z každej smesi sme použili dávku 5 g a 10 g/m<sup>2</sup>. Potom sme ich hrablami vpravili do pôdy. Koniec pokusu bol 6. VI. s týmto výsledkom (priemerné hodnoty):

	počet rastlín	váha listov g	váha koreňov g	objem koreňov cm <sup>3</sup>
0	91	11,11	12,79	12,91
Spf-49- 5 g	75	19,62	18,22	18,45
Spf-49-10 g	82	16,34	12,95	12,74
Spf-50- 5 g	91	11,71	10,47	10,10
Spf-50-10 g	91	18,57	16,21	15,82
ME-49- 5 g	118	13,40	12,49	11,82
ME-49-10 g	112	13,31	13,33	12,36
ME-50- 5 g	104	12,59	13,23	13,07
ME-50-10 g	96	16,48	13,23	13,17

Tabuľka sušín a hladiny vitamínov (priemerné hodnoty):

	sušina čerstvých		vitamín C mg/100 g	
	listov g	koreňov g	v koreňoch	v listoch
0	13,17	6,04	10,5	53,0
Spf-49- 5 g	9,05	5,84	19,8	44,3
Spf-50- 5 g	8,57	6,05	19,0	41,3
Spf-50-10 g	11,32	6,08	16,0	28,8
Spf-49-10 g	10,72	6,00	14,0	41,4
ME-49- 5 g	8,87	6,24	19,8	44,3
ME-49-10 g	10,30	6,82	13,2	45,4
ME-50- 5 g	9,42	5,97	18,0	32,6
ME-50-10 g	7,32	5,73	12,1	42,7

## Výsev 2a

Druhú paralelu výsevu vo voľnej prírode sme vykonali v bratislavskej botanickej záhrade 27. IV. Tu bola pôda po zrigolovaní, nehnojená a nie najvhodnejšia pre výsev zeleniny. Na políčko 1 × 0,5 m sa vysialo 100 semien, keď sa povrch pôdy predtým aktivoval 2,5 a 5,0 g doplnkových hnojív. Pokus sme skončili 16. VI. s týmto výsledkom (priemerné hodnoty):

	počet rastlín	váha koreňov g	objem koreňov cm <sup>3</sup>	váha listov
0	83	16,06	17,59	9,08
ME-49- 5 g	89	17,55	16,51	9,49
ME-49-10 g	81	16,92	17,40	9,56
Spf-49- 5 g	91	9,39	10,32	4,94
Spf-49-10 g	92	10,52	10,65	5,27
ME-50-10 g	85	14,68	14,47	8,00
ME-50-10 g	87	12,85	12,29	6,20
Spf-50- 5 g	77	10,72	11,92	6,23
Spf-50-10 g	78	10,19	11,66	6,66

Zisťovanie váhy sušiny a obsahu vitamínu C poskytlo takéto hodnoty:

	sušina g/100 g		vitamín mg/100 g
	koreňov	listov	
0	5,82	11,77	12,4
ME-49- 5 g	5,95	11,05	10,0
ME-49-10 g	6,01	12,95	10,9
Spf-49- 5 g	6,29	14,70	12,7
Spf-49-10 g	5,95	12,65	8,8
ME-50- 5 g	5,55	11,85	10,3
ME-50-10 g	5,88	13,16	6,8
Spf-50- 5 g	6,09	13,00	19,0
Spf-50-10 g	5,48	13,09	9,4

Pri prvej paralele výsevu počtom vyrastených rastlín vyniká smes ME-49, avšak objemom a váhou koreňov a váhou listov najvyššie stojí superfosfátová kontrola Spf-49-5g. Nemenej zaujímavé sú údaje sušiny listov. Tu predstavuje najvyššiu hodnotu absolútna kontrola a po nej vysoké dávky smesi 10 g/m<sup>2</sup>. Hladinu vitamínu C zasa priaznivo ovplyvňujú nižšie dávky 5 g/m<sup>2</sup>. Výsledky druhej paralely, vysadenej v Botanickej záhrade v Bratislave, silne ovplyvňuje nerovnomernosť pôdy zavinená zrigolovaním, ako aj

horšia kvalita pôdy vôbec (štrkovito-piesočnatá pôda dunajského nánosu).. V dôsledku ľahkej priepustnosti pôdy roztoky solí boli ľahko splavené do spodiny.

### Diskusia

Hoci o mikroelementoch a ich fyziologických účinkoch na rastliny existuje veľmi obsiahla literatúra, predsa špecifické účinky jednotlivých prvkov nie sú definitívne známe a nové práce v tomto odbore prinášajú stále nové príspevky k celkovému obrazu ich účinku. Je nesporné, že mikroelementy pôsobia na látkový metabolizmus v rastline. Nielen naše vlastné práce, ale aj práce iných autorov potvrdzujú tento náhľad. Napr. Školnik [6] predpokladá, že mikroelementy hlboko vplývajú na tvorbu a premenu uhľohydrátov, pôsobiac priaznivo na ich hladinu v rastlinných orgánoch, zvyšujú obsah škrobu a rozpustných uhľohydrátov v listoch a osiach. Podobne mikroelementy vplývajú aj na proteogénu a metabolizmus bielkovín, ako dosvedčujú pozorovania účinku Cu na vývin vegetačných orgánov. Za nedostatku medi v listoch sa spomaľuje tvorba bielkovín a dochádza k vývinu rudimentárnych reprodukčných orgánov, resp. k ich degenerácii [Mosolov, 7].

Tvorba uhľohydrátov a bielkovín je, pravda, výsledkom fotoasimilačnej činnosti zelených rastlinných orgánov a keď po účinku mikroelementov pozorujeme zvýšenie fotoasimilačných produktov, musíme túto skutočnosť postaviť do súvislosti s fotoasimiláciou, resp. s účinkom mikroelementov na fotoasimiláciu [Okuncov, 8]. Na vlastných pokusoch s uhorkami sme dokázali, že mikroelementy vplývajú na tvorbu chlorofylu. Keďže tvorba chlorofylu je v tesnej súvislosti s výživou rastlín — napr. chloróza je symptómom nedostatku železa — ovplyvnenie výživy a tým teda i tvorby chlorofylu mikroelementami je ľahko pochopiteľné. Niektorí autori zamerali pozornosť na Cu [Loustalot a spol., 9] a experimentálne zistili, že nedostatok Cu v pôde má za následok pokles intenzity fotoasimilácie a následné hladovanie rastlín, prípadne pri hlbokjej deficiencii aj príznaky nekrózy. Deficienčné príznaky medi sa dajú včasnou dodávkou Cu či už cez pôdu alebo povrchovo postrekom alebo poprašovaním odstrániť [Gasner, 10]. Okuncov [11] uvádza priaznivý účinok Cu na hladinu chlorofylu, na predĺženie funkčného obdobia chloroplastov a tým aj na predĺženie fotoasimilačnej funkcie asimilačných listov. Naše pokusy s *Prunus insititia* [1, 2] tieto údaje v plnej miere potvrdily. Avšak na druhej strane nemožno účinkom mikroelementov považovať metafyzicky za všemohúci a jedine ovplyvňujúci tvorbu chlorofylu, uhľohydrátov a bielkovín. Mikroelementy — ako všetky prvky látkového metabolizmu rastlín — účinkujú v spojitosti s prostredím rastliny, s faktormi, ktoré rastlinu obklopujú, a s faktormi podmienenými dedičnosťou.

## Súhrn

V tomto experimentálnom príspevku sa pre vysvetlenie funkcie mikroelementov vo výžive rastlín podávajú výsledky kultivačných výsevov redkovky (*Raphanus sativus* L.).

Mikroelementy sa rastlinám podávaly pôdou, a to v rozpustných smesiach ich solí ME-49 a ME-50 a za kontrolu slúžily kontrolné smesi superfosfátové. Podávanie smesí rozpustných solí mikroelementov sa uskutočňovalo jednak aktiváciou semien pred ich vysiatím a jednak povrchovou aktiváciou kultivačnej pôdy.

Po vypestovaní rastlín sa ohodnocovala úroda čo do váhy hypokotylových hlúz, listov, ich sušín i obsahu vitamínu C. Dosiahnuté výsledky potvrdzujú priaznivý stimulačný vplyv nižších koncentrácií solí mikroelementov na vegetatívny vývin rastlín a najmä konzumnej hluzu, zatiaľ čo vyššie dávky pôsobia retardačne, avšak výsledky biometrického ohodnocovania nie sú také nápadné a presvedčivé ako u iných rastlín.

## О БИОЛОГИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Л. ПАСТИРИК, О. ЛЕШКОВА

*Кафедра физиологии и биологии растений, Братислава*

### Выводы

В настоящей опытной статье для объяснения функции микроэлементов в пропитании растений даны результаты культивационных посевов редьки.

Микроэлементы растением подавались почвой, именно в растворимых смесях их солей МЭ-49 и МЭ-50. В качестве контроля служили контрольные смеси суперфосфата. Смеси растворимых солей микроэлементов подавались частью активацией семян до посева, частью поверхностной активацией культивированной почвы.

После выращивания растений оценивался урожай, что касается гипокотилых клубней, листьев, их сухих веществ и содержания витамина С. Достигнутые результаты подтверждают благоприятное стимуляционное влияние малых концентраций солей микроэлементов на вегетативное развитие растений, именно потребительных клубней, между тем, как большие дозы действуют замедлительно. Результаты биометрической оценки не являются такими убедительными как у других растений.

*Получено в редакции 29-го января 1953 г.*

## EIN EXPERIMENTELLER BEITRAG ZUR BIOLOGISCHEN WIRKUNG EINIGER SPURENELEMENTE

E. PASTÝRIK, O. LEŠKOVÁ

*Institut für Pflanzenphysiologie und Pflanzenbiologie in Bratislava*

### Zusammenfassung

In diesem experimentellen Beitrag werden zur Erklärung der Mikroelementenfunktion in der Pflanzenernährung die Ergebnisse von Kultivierungsaussaaten von Rettichen (*Raphanus sativus* L.) gegeben.

Die Mikroelemente wurden den Pflanzen in löslichen Gemischen der Salze ME-49 und ME-50 durch den Boden zugeführt. Zur Kontrolle dienten Superphosphatgemische. Die Zuführung der löslichen Mikroelementengemische wurde einesteils durch Samenaktivierung vor der Aussaat, einesteils durch oberflächliche Aktivierung des Kultivierungsbodens realisiert.

Die geernteten Pflanzen wurden auf das Gewicht der hypokotylen Knollen, der Blätter, der Trockensubstanz und auf C-Vitamingehalt gewertet. Die erzielten Ergebnisse bestätigen den günstigen Stimulierungseinfluss von schwächeren Konzentrationen der Mikroelementensalze auf die vegetative Pflanzenentwicklung, besonders auf die Konsumknollen. Höhere Dosen wirken retardierend, doch sind die Ergebnisse biometrischer Wertung nicht so auffällig und überzeugend wie bei anderen Pflanzen.

In die Redaktion eingelangt den 29. I. 1953.

#### LITERATÚRA

1. Chem zvesti 4, 149 (1950).
2. Chem. zvesti 5, 254 (1951).
3. Chem zvesti 5, 272 (1951).
4. Biolog. sborník VII, 5—6, 13—32 (1952).‡
5. Kavinová A., *Účelná výživa člověka*, Praha 1947.
6. Školnik M. J., *Značeniye mikroelementov v žizni rastenij i v zemledelii*, Moskva 1950.
7. Sov. agronomija 6, 84 (1938).
8. Doklady AN SSSR 2, 116 (1945).
9. Plant Physiol. 20, 2 (1945).
10. Ber. 44, 241 (1926).
11. Doklady AN SSSR 54, 8 (1946).

Došlo do redakcie 29. I. 1953: