

Porovnanie vplyvu rýchlo a pomaly pôsobiacich hnojív na úrodu zeleninovej papriky a jej distribúciu do jednotlivých zberov

Comparison of slowly and quickly releasing fertilizers effect on the yield of green pepper and its distribution to the respective harvests

Pavol Slamka, Otto Ložek

Two-year experiment with green pepper (variety of Antea) was established in a plastic greenhouse of the Slovak University of Agriculture in Nitra on medium heavy soil with slightly acid soil reaction. Effect of slowly and quickly released fertilizers on green pepper yield and its distribution into respective harvests during growing season was investigated in the experiment. In the 1st experimental year the highest yields were achieved in the treatment fertilized with coated slowly release fertilizer (SRF) Duslocote ($65.21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) and by Duslocote enriched with micronutrients ($56.37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), respectively. Application of only these two fertilizers also caused that the yield was achieved in each partial harvest (ten in total).

In the 2nd year of the experiment the highest yield was gained in the treatment fertilized by Duslocote with micronutrients ($64.66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) what is by 68.2% more in comparison with yield of unfertilized variant ($38.44 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) and about 13.4% more relating to yield achieved in treatment fertilized with soluble quickly acting fertilizer Duslofert Extra ($57.00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). The most even production of green pepper was offered by treatment fertilized by Duslocote with micronutrients in which no yield was observed only in two cases from total 15 partial harvests. At the same time it indirectly shows on the homogenic and appropriate construction of this fertilizer granule because the nutrients of it were released relatively slowly and evenly during the whole growing season.

slow release fertilizers, quick release fertilizers, green pepper, yield, yield distribution,

Hnojenie predstavuje veľmi dôležitý krok v pestovaní rastlín a treba ho chápať ako súčasť celého komplexu faktorov – teda všetkých agrotechnických opatrení a podmienok stanovišťa. Vo výživárskej a hnojárskej praxi majú významné postavenie priemyselné hnojivá, ktoré uvoľňujú živiny postupne (16, 17). Pomaly pôsobiace hnojivá sú vyrábané za účelom postupného uvoľňovania živín a svojím zložením a pomerom živín vyhovujú základným požiadavkám rastlín (18). Tieto hnojivá môžu byť fyzicky pripravované obalovaním granúl konvenčných hnojív s rôznymi materiálmi, ktoré redukujú rýchlosť rozpúšťania. Rýchlosť uvoľňovania a rozpúšťania vo vode rozpustných hnojív závisí od obalového materiálu (1, 11, 12).

Pomaly pôsobiace hnojivá (SRF – slow release fertilizer) a kontrolovane pôsobiace hnojivá (CRF – controlled release fertilizer) sú často používané ako synonymá, ale odlišujú sa rôznymi materiálmi použitými pri konštrukcii granúl hnojiva (3, 4). SRF hnojivá sú neobaľované produkty, ktoré uvoľňujú živiny pomaly, ale nekontrolovane. CRF hnojivá sú všeobecne produkty obaľované polymérom, sírou prípadne ich kombináciou (5, 10). Použitie kontrolovane pôsobiacich hnojív vedie k zvýšeniu ich účinnosti, redukuje pôdnu toxicitu, minimalizuje prípadné negatívne vplyvy spojené s vysokou dávkou hnojív, znižuje frekvenciu aplikácie. Aplikácia kontrolovane pôsobiacich hnojív znižuje straty živín a zlepšuje efektivitu ich využiteľnosti. Pri aplikácii takéhoto hnojiva je možné pri rovnakej úrode predpokladať 20–30% zníženie aplikačnej dávky v porovnaní s konvenčným hnojivom (13).

V roku 2014 plochy papriky stúpili na 1993 ha a z nich 292 ha predstavovali plochy papriky na ornej pôde. Produkcia papriky sa v roku 2014 napriek vyššej výmere znížila z 27 691 t v roku 2012 na 25 801 t, v dôsledku poklesu úrod (9). Na Slovensku spotreba papriky na hlavu predstavuje priemerne približne 6 kg. V Bulharsku je to okolo 20 kg (14).

Úroda papriky je priamo úmerná transpirácii a preto musí byť aktivovaná dostatočným množstvom prístupnej vody, z čoho vyplýva potreba v období sucha papriku zavlažovať. Skúsenosti z komerčnej výroby a výskumu jasne ukazujú, že závlaha patrí medzi základné intenzifikačné faktory (15).

Dávka živín resp. hnojív sa vypočíta na základe potreby živín s prihliadnutím na ich obsah v pôde a využiteľnosť z pôdy. Môže byť podobná pre rôzne odrody papriky, ale závisí od technológie pestovania (rýchlená, poľná, zavlažovaná atď.), vlastností pôdy a počtu jedincov. Hlušek, Richter, Ryant (2) uvádzajú odber živín 1 tonou produkcie plodov papriky nasledovne: 2,70 kg N, 0,40 kg P, 3,00 kg K, 2,25 kg Ca, 0,25 kg Mg, 0,80 kg S. Paprika má vyššie požiadavky na Ca a B, je citlivá na nedostatok týchto prvkov.

Z hľadiska výživy a hnojenia papriky dôležité je hnojenie dusíkom. Dusíkaté zlúčeniny sú súčasťou enzýmov a ovplyvňujú všetky životné procesy v pestovaných plodinách (7, 8).

Dusík je prvok, ktorý spomedzi základných živín ovplyvňuje v najväčšej miere rast a vývin papriky. Správnym dávkovaním dusíka možno urýchliť prechod z rastu vegetatívnych orgánov na generatívne, čiže plody. Má to veľký význam pri rýchlení a skorom poľnom pestovaní papriky. Dusíkatými priemyselnými hnojivami obyčajne nehnojíme do zásoby, ale venujeme pozornosť primeranému priebežnému zásobovaniu dusíkom počas celého vegetačného obdobia (6).

Cieľom predkladanej práce bolo posúdiť a porovnať vplyv pomaly a rýchlo pôsobiacich hnojív z produkcie Duslo Šaľa, a. s. na úrodu plodov zeleninovej papriky a jej distribúciu do jednotlivých zberov počas vegetačnej doby.

Materiál a metódy

Rok 2011: Pokus so zeleninovou paprikou vo foliovníku (stanovište: Koliňany)

Pokus so zeleninovou paprikou (odroda 'Antea') bol uskutočnený vo foliovníku na vysokoškolskom podniku SPU v Koliňanoch (okres Nitra) na stredne ťažkej pôde so slabou kyslou pôdnou reakciou. Keďže sa jednalo o kvalitnú,

Tabuľka 1: Obsah makroživín v pôde pred založením pokusu s paprikou (r. 2011)
Table 1: Content of macronutrients in soil before the experiment establishment (2011)

Hĺbka (Depth)	mg·kg ⁻¹ pôdy (soil)					
	N _{an}	P	K	Ca	Mg	S
0 – 0,30 m	95,0	859	1 650	3 850	1 230	150
Hodnotenie	veľmi vysoký	veľmi vysoký	veľmi vysoký	dobrý	veľmi vysoký	veľmi vysoký
Evaluation	very high	very high	very high	good	very high	very high

Tabuľka 2: Obsah mikroživín, humusu a pH pôdy pred založením pokusu s paprikou (r. 2011)
Table 2: Content of micronutrients, humus and pH in soil before the experiment start (2011)

Hĺbka (Depth)	mg·kg ⁻¹ pôdy (soil)				Humus %	pH/KCl
	Zn	Fe	Mn	Cu		
0 – 0,30 m	8,27	18,01	20,80	7,70	9,60	6,28
Hodnotenie	vysoký	stredný	stredný	veľmi vysoký	veľmi vysoký	slabo kyslá
Evaluation	high	medium	medium	very high	very high	slightly acid

Tabuľka 3: Schéma variantov výživy zeleninovej papriky v roku 2011
Table 3: Design of green pepper fertilization treatments in 2011

Variant (1)	Použitie hnojivo (2)	Dávka N (kg·ha ⁻¹) (3)	Dávka hnojiva na 14 m ² (kg) (4)
K	—	—	—
DE	Duslofert Extra 14–10–20+7S	100	1,001
DC	Duslocote NPK(S) 13–9–18+6S	100	1,078
DC _m	Duslocote NPK(S) 13–9–18+6S+Mikro	100	1,078
DE + DC	20% DE+80% DC	100	0,2002 + 0,8620
SRF–MF	Močovino–formald. hnojivo (13% N)	100	1,078

(1) treatment, (2) applied fertilizer, (3) dose of N, (4) dose of fertilizer per 14 m²

K = kontrolný nehnojovaný variant (control unfertilized treatment), DE – rozpustné hnojivo Duslofert Extra (soluble quickly acting fertilizer Duslofert Extra), DC = obalované hnojivo Duslocote (coated slowly releasing fertilizer Duslocote), DC_m = obalované hnojivo Duslocote s obsahom mikroelementov (coated fertilizer Duslocote with micronutrients), DE + DC = zmes rýchlo a pomaly rozpustného hnojiva (mixture of quickly and slowly soluble fertilizer), SRF–MF = hnojivo s pomalým uvoľňovaním živín na báze močovino–formaldehydového kondenzátu (fertilizer with slow release of nutrients based on urea–formaldehyde condensate)

humóznou skleníkovú pôdu, zodpovedali tomu aj jej agrochemické charakteristiky. Výsledky agrochemickej analýzy pôdy pred založením pokusu sú uvedené v tabuľkách 1 a 2. Z týchto tabuliek vyplýva, že pôda vo foliovníku bola dobre zásobená makro i mikroživínami, mala priaznivú pôdnu reakciu a vysoký obsah humusu.

Výsadba priesad sa uskutočnila 30.4.2011. Spon výsadby bol 0,2 × 0,6 m, priesady sa vysadili do pôdy bez použitia mulčovacej fólie. Pôda pred výsadbou bola upravená kultivátorom, hnojivá boli aplikované do pôdy 10 dní pred výsadbou (20.4.2011). Plocha jedného variantu činila 14 m². Schéma variantov výživy je uvedená v tabuľke 3. Všetky sledované varianty, resp. pôda týchto variantov bola zavlažovaná v pravidelných intervaloch pomocou pôdneho závlahového systému tak, aby mala optimálnu vlhkosť na úrovni 60–65% plnej vodnej kapacity. Úroda plodov papriky bola zberaná počas vegetačnej doby postupne, v nasledovných desiatich parciálnych termínoch zberu: 24.6., 15.7., 2.8., 8.8., 10.8., 16.8., 2.9., 14.9., 24.9. a 15.10.

Rok 2012: Pokus so zeleninovou paprikou vo foliovníku (stanovište: Koliňany)

Rovnaký pokus so zeleninovou paprikou (odroda 'Antea') ako v roku 2011 bol uskutočnený vo foliovníku na vysokoškolskom podniku SPU v Koliňanoch (okres Nitra) na stredne ťažkej pôde so slabo kyslou pôdnou reakciou aj v roku 2012.

Keďže sa jednalo o kvalitnú, humóznou skleníkovú pôdu, zodpovedali tomu aj jej agrochemické charakteristiky. Výsledky agrochemickej analýzy pôdy pred založením pokusu sú uvedené v tabuľkách 4 a 5. Z týchto tabuliek vyplýva, že pôda vo foliovníku mala veľmi vysoký až extrémne vysoký obsah minerálneho dusíka, fosforu, draslíka, horčíka, vápnika a aj síry. Obsah vápnika bol vysoký, čo korešponduje s pôdnou reakciou, ktorá bola slabo alkalická. Obsah humusu bol taktiež extrémne vysoký, v dôsledku čoho bol aj veľmi vysoký obsah medi v pôde, vysoký obsah zinku a stredný obsah železa a nízky obsah mangánu. Celkovo možno konštatovať, že pôda vo foliovníku mala veľmi vysoký až extrémny obsah makro i mikroživín, priaznivú pôdnu reakciu a vysoký až extrémne vysoký obsah humusu.

Výsadba priesad sa uskutočnila 29.4.2012. Spon výsadby bol 0,2 × 0,6 m, priesady sa vysadili do pôdy bez použitia mulčovacej fólie. Pôda pred výsadbou bola upravená kultivátorom, hnojivá boli aplikované do pôdy 7 dní pred výsadbou (22.4.2012). Plocha jedného variantu činila 14 m². Schéma variantov výživy je uvedená v tabuľke 6. Všetky sledované varianty, resp. pôda týchto variantov bola zavlažovaná v pravidelných intervaloch pomocou pôdneho závlahového systému tak, aby mala optimálnu vlhkosť na úrovni 60–65% plnej vodnej kapacity.

Úroda plodov papriky bola zberaná počas vegetačnej doby postupne, v nasledovných 15-tich parciálnych termínoch zberu: 15.6.2012, 28.6.2012, 6.7.2012, 10.7.2012,

Tabuľka 4: Obsah makroživín v pôde pred založením pokusu s paprikou (r. 2012)
Table 4: Content of macronutrients in soil before the experiment establishment (2012)

Hĺbka (Depth)	mg·kg ⁻¹ pôdy (soil)					
0 – 0,30 m	N _{an}	P	K	Ca	Mg	S
	270	855	1175	7450	1262	525
Hodnotenie	veľmi vysoký	veľmi vysoký	veľmi vysoký	vysoký	veľmi vysoký	veľmi vysoký
Evaluation	very high	very high	very high	high	very high	very high

Tabuľka 5: Obsah mikroživín, humusu a pH pôdy pred založením pokusu s paprikou (r. 2012)
Table 5: Content of micronutrients, humus and pH in soil before the experiment start (2012)

Hĺbka	Obsah mikroživín v mg·kg ⁻¹ pôdy				Humus %	pH/KCl
0 – 30	Zn	Fe	Mn	Cu		
	8,77	13,48	5,26	22,86	8,78	6,92
Hodnotenie	vysoký	stredný	nízky	veľmi vysoký	veľmi vysoký	slabo kyslá
Evaluation	high	medium	low	very high	very high	slightly acid

Tabuľka 6: Schéma variantov výživy zeleninovej papriky v roku 2012
Table 6: Design of green pepper fertilization treatments in 2012

Variant (1)	Použitá hnojivo (2)	Dávka N (kg·ha ⁻¹) (3)	Dávka hnojiva na 16 m ² (kg) (4)
K	—	—	—
DE	Duslofert Extra 14–10–20+7S	100	1,143
DC _m	Duslocote NPK(S) 13–9–18+6S+Mikro	100	1,231
SRF–1	NPK s UFC 15–7–13 (4MgO+9S)+ME	100	1,067
SRF–2	NPK s UFC 15–5–15 +(2,5MgO+10S)+ME	100	1,067
SRF–3	NPK s UFC19–15,5–11+(9,5MgO)+ME	100	0,842

(1) treatment, (2) applied fertilizer, (3) dose of N, (4) dose of fertilizer per 14 m²

K= kontrolný nehnojovaný variant (control unfertilized treatment), DE – rozpustné hnojivo Duslofert Extra (soluble quickly acting fertilizer Duslofert Extra), DC_m = obalované hnojivo Duslocote s obsahom mikroelementov (coated fertilizer Duslocote with micronutrients), SRF–1,2,3– NPK hnojivá s pomalým uvoľňovaním živín na báze močovino–formaldehydovej zložky (NPK fertilizers with slow release of nutrients based on urea–formaldehyde component)

19.7.2012, 3.8.2012, 10.8.2012, 16.8.2012, 22.8.2012, 28.8.2012, 6.9.2012, 14.9.2012, 24.9.2012, 12.10.2012, 19.10.2012.

Charakteristika hnojív testovaných v pokusoch

DUSLOFERT EXTRA® NPK(S) 14–10–20(+7S) (ďalej „Duslofert Extra“) je komplexné granulované hnojivo, ktoré obsahuje základné živiny dusík, fosfor, draslík a sekundárne živiny síru, vápnik a horčík.

Dusík je v dusičnanovej a amónnej forme, fosfor je vo forme rozpustnej vo vode a draslík vo forme síranu. Granulát je sivý, prípadne sivohnedej farby, povrchovo upravený. Obsah chloridov je menej ako 2% hmot., obsah celkového dusíka (N) 14%, obsah dusičnanového dusíka 5,7%, obsah amónneho dusíka 8,3%, obsah celkového oxidu fosforečného (P₂O₅) 10%, obsah oxidu fosforečného (P₂O₅) rozpustného v neutrálnom citrane amónnom 9,5%, obsah oxidu fosforečného (P₂O₅), rozpustného vo vode 9,0%, obsah celkového oxidu draselného (K₂O) rozpustného vo vode 20% a obsah síry (S) rozpustnej vo vode 7%. Hnojivo sa používa na základné predsejbové hnojenie plodín citlivých na chlór, ako vinič, tabak, ovocné stromy, chmeľ, väčšina druhov zeleniny, zemiaky a okrasné rastliny. Časť dávky (1/3) možno použiť na prihnojenie v čase vegetácie.

DUSLOCOTE NPK(S) 13–9–18(+6S) (ďalej „Duslocote“) je dlhodobá (pomaly) pôsobiaca univerzálne hnojivo, ktoré tvoria homogénne NPK granule s povrchovým polymérom obalom. Účelom povrchovej úpravy hnojiva je pomalé a postupné uvoľňovanie živín do pôdy tak, aby zásobovalo rastliny živinami po celú dĺžku sezóny. Jadro hnojív

tvorí Duslofert Extra® NPK(S) 14–10–20 (+7S) s nízkym obsahom chloridov. Okrem základných živín obsahuje aj sekundárne živiny vápnik a síru. Obsah chloridov je menší ako 2% hmotnostné. Hmotnosť obalu je cca 8–10%. Obsah celkového dusíka (N_t) 13%, obsah dusičnanového dusíka 5,2%, obsah amónneho dusíka 7,5%, obsah celkového oxidu fosforečného (P₂O₅) 9%, obsah celkového oxidu draselného (K₂O) rozpustného vo vode 18% a obsah síry (S) rozpustnej vo vode 6%.

DUSLOCOTE NPK(S) 13–9–18(+6S) s mikroživinami (ďalej „Duslocote M“). Je v podstate hnojivo DUSLOCOTE NPK(S) 13–9–18(+6S) obohatené mikroživinami potrebnými pre zdravý rast rastlín: bór (B), meď (Cu), železo (Fe), mangán (Mn), molybdén (Mo) a zinok (Zn). Obsah jednotlivých mikroživín je nasledovný: bór 0,015%, meď 0,004%, železo 0,04%, mangán 0,035%, molybdén 0,006% a zinok 0,004%. Zvolený pomer živín vyhovuje väčšine rastlín. Postupné uvoľňovanie všetkých makro a mikroživín z hnojív prebieha 5 a viac mesiacov v závislosti od teploty a vlhkosti pôdy. Hnojivá sú veľmi dobre odolné voči oteru a preto ich je možné použiť pre mechanické miešanie so substrátom. Hnojivo sa odporúča použiť na hnojenie okrasných kvetín, okrasných drevín, ovocných stromov a kríkov, na jahody a zeleninu, pri zakladaní všetkých druhov trávnikov.

SRF–MF (označované aj **SRF NPK_{UFC} 32**) je komplexné NPK extrudované hnojivo s obsahom metylénmočovinovej zložky ako zdroja dusíka a pomaly rozpustnými zložkami P a K (vo forme komplexných, pomaly rozpustných solí). Zložené hnojivo 13–8–14 (+9CaO + 5MgO + 8S).

Tabuľka 7: Úroda plodov papriky a jej distribúcia do jednotlivých zberov – rok 2011
Table 7: Yield of pepper fruits and its distribution in respective harvests ($t \cdot ha^{-1}$) – year 2011

Zber	Var.					
	K	DE	DC	DC _m	DE + DC 20 : 80	SRF–MF
24.6.2011	0,536	1,500	2,500	3,521	2,785	2,250
15.7.2011	1,607	10,928	14,286	11,857	4,500	3,700
2.8.2011	—	—	4,286	3,214	—	—
8.8.2011	—	0,714	1,071	1,071	0,714	—
10.8.2011	—	11,428	4,286	3,714	5,714	—
16.8.2011	5,714	4,286	13,929	15,714	12,857	18,000
2.9.2011	3,214	3,214	6,428	8,214	7,500	6,000
14.9.2011	—	3,571	3,571	0,641	—	—
24.9.2011	—	4,286	3,429	2,714	2,714	—
15.10.2011	1,428	2,142	11,424	5,712	4,284	4,000
Spolu (1)	12,499 a	42,069 b	65,210 c	56,372 d	41,068 b	33,95 e
% ku kontrole (2)	100	336	522	451	329	272
% k DE (3)	30	100	155	134	98	81

LSD = 4,18; $\alpha = 0,05$

Var. = treatment, Zber = harvest

(1) total, (2) % related to control, (3) % related to DE

SRF 1 NPK s UFC 15,5–8–12 (+4MgO+9,5S) + mikroživiny (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) je komplexné NPK hnojivo s obsahom močovino–formaldehvej živice obsahujúcej metylénmočovinu ako zdroj dusíka (pomaly pôsobiaci forma) obohatené o mikroživiny. Aj ďalšie hlavné a sekundárne živiny sa nachádzajú v pomaly rozpustnej forme, t. j. zdrojom draslíka, vápnik a síry je syngenit, zdrojom fosforu a horčíka je struvit.

SRF 2 NPK s UFC 15,5–5–14,5 (+2,5MgO+9S) + mikroživiny (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) je komplexné NPK hnojivo s obsahom metylénmočoviny ako zdroja pomaly pôsobiaco dusíka obohatené o mikroživiny. Zdrojom pomaly pôsobiaco draslíka, vápnika a síry je syngenit. Časť hlavných a sekundárnych živín sa nachádza v rýchlo rozpustnej forme, zdrojom ktorých sú anorganické zložky klasického hnojiva DUSLOFERT® NPK 10–15–15.

SRF 3 NPK s UFC 19,5–17,5–11 (+9,5MgO) + mikroživiny (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) je komplexné NPK hnojivo s obsahom metylénmočoviny ako zdroja pomaly pôsobiaco dusíka obohatené o mikroživiny. Má vyšší obsah dusíka, fosforu a horčíka a tieto zložky sa nachádzajú v pomaly rozpustnej forme, ktorej zdrojom je K–struvit ($KMgPO_4 \cdot 6 H_2O$).

Výsledky a diskusia

Hodnotenie úrody plodov papriky a jej distribúcie počas vegetačnej doby v roku 2011

Dosiahnuté úrody zeleninovej papriky v roku 2011 v jednotlivých zberových termínoch a za celú vegetačnú dobu na stanovišti Kolíňany sú uvedené v tabuľke 7. Tabuľka 7 znázorňuje distribúciu čiastkových úrod v jednotlivých zberových termínoch papriky. Úrodu vo všetkých termínoch zberu (vo všetkých čiastkových zberoch) poskytli len rastliny hnojené pomaly pôsobiacimi hnojivami DC a DC_m. Na týchto variantoch hnojenia boli dosiahnuté aj najvyššie úrody plodov zeleninovej papriky, a to $65,210 t \cdot ha^{-1}$ v prípade, keď bola paprika hnojená obalovaným hnoi-

vom Duslocote (DC) a $56,372 t \cdot ha^{-1}$ pri hnojení hnojivom Duslocote s obsahom mikroelementov (DC_m). Tieto úrody boli o 55 resp. 34% vyššie v porovnaní s rýchlo pôsobiacim hnojivom Duslofert Extra (DE) (úroda $42,069 t \cdot ha^{-1}$) s rovnakým obsahom živín ako vyššie uvedené hnojivá. Pri rýchlo pôsobiacom hnojive DE boli maximálne čiastočné úrody dosiahnuté v 2. termíne zberu (15.7.) a 5. termíne (10.8.), t.j. v prvej polovici vegetačnej doby papriky. Pri pomaly pôsobiacom hnojive DC boli úrodové maximá zistené v 2. termíne (15.7.) a v 6. termíne (16.8.) a v poslednom zberovom termíne 15.10., v ktorom bola dosiahnutá ešte vysoká úroda ($11,424 t \cdot ha^{-1}$) – pozri tab. 7. Pri tomto hnojive sa jeho úrodovotvorný efekt prejavil aj v druhej časti vegetácie a tiež v jej úplnom závere. Ak sa toto hnojivo obohatilo o mikroelementy, jeho účinok bol podobný ako pri alternatíve bez mikroelementov, avšak úroda v poslednom zbere bola nižšia ($5,712 t \cdot ha^{-1}$).

Celkovo bola podľa predpokladu najnižšia úroda papriky dosiahnutá na nehnojenom variante, a to $12,499 t \cdot ha^{-1}$ papriky. Relatívne nízka úroda bola dosiahnutá aj na variante, kde bol aplikovaný močovino–formaldehjdový kondenzát SRF–MF ($33,95 t \cdot ha^{-1}$), čo v porovnaní s variantom hnojeným rýchlorozpustným DE predstavuje pokles úrody o 19%.

Na variante hnojenom zmesou rýchlo a pomaly rozpustného hnojiva v pomere 20 : 80 bola dosiahnutá o 2% nižšia úroda v porovnaní s variantom hnojeným čistým rozpustným hnojivom DE, ale v porovnaní s hnojivami DC a DC_m úroda výrazne zaostávala (o 15 resp. 24 $t \cdot ha^{-1}$).

V porovnaní s nehnojeným kontrolným variantom bola na všetkých hnojených variantoch dosiahnutá 2,72 (močovino–formaldehjdový kondenzát) až 5,22 (obalovaný DC) násobne vyššia úroda plodov papriky.

Na všetkých variantoch bola úroda papriky dosiahnutá v štyroch zberoch 24.6., 15.7., 16.8. a 15.10. Na nehnojenom kontrolnom variante sa pôdna zásoba živín rýchlo vyčerpala a v piatich z desiatich zberov nebola úroda na tomto variante vytvorená (tab. 7). Podobná situácia bola aj

Tabuľka 8: Úroda plodov papriky a jej distribúcia do jednotlivých zberov – rok 2012
Table 8: Yield of pepper fruits and its distribution in respective harvests (t·ha⁻¹) – year 2012

Zber	Var.					
	K	DE	DC _m	SRF-1	SRF-2	SRF-3
15.6.2012	0,438	1,125	0,594	0,625	0,688	1,314
28.6.2012	5,000	5,000	5,813	2,688	4,688	5,250
6.7.2012	▪	▪	▪	4,094	7,438	4,750
10.7.2012	▪	4,625	4,438	▪	▪	▪
19.7.2012	10,000	11,438	5,625	5,125	▪	▪
3.8.2012	▪	▪	4,375	3,125	2,500	8,125
10.8.2012	2,813	4,688	9,375	6,250	3,125	5,938
16.8.2012	▪	6,250	5,000	▪	16,875	▪
22.8.2012	6,250	3,438	▪	7,500	▪	5,938
28.8.2012	▪	1,250	1,250	▪	▪	7,813
6.9.2012	▪	▪	8,188	3,438	▪	3,750
14.9.2012	3,125	3,125	7,688	9,375	▪	▪
24.9.2012	1,125	3,125	1,875	▪	▪	2,500
12.10.2012	3,125	6,875	2,688	5,000	▪	▪
19.10.2012	6,563	6,063	7,750	2,750	10,250	7,813
Spolu (1)	38,439 a	57,002 b	64,659 c	49,970 de	45,564 d	53,191 be
% ku kontrole (2)	100	148,3	168,2	129,0	118,5	138,4
% k DE (3)	67,4	100	113,4	87,7	79,9	93,3
Poč.termínov bez úrody (4)	6	3	2	4	8	5
Úroda v mes. IX a X (5)	13,938	19,188	28,198	20,563	10,250	14,063
% z celkovej úrody (6)	36,3	33,7	43,6	41,2	22,5	26,4

LSD = 5,25; α = 0,05

Var. = treatment, Zber = harvest

(1) total, (2) % related to control, (3) % related to DE, (4) number of harvest dates with no yield, (5) yield in month IX and X, resp., (6) % of total yield

na variante hnojenom SRF–MF, avšak pri vyššej úrodovej hladine v porovnaní s kontrolou. Pri zmesi DE + DC bol úrodový výpadok zistený v dvoch termínoch zberu (v treťom a ôsmom). Pri rýchlo rozpustnom hnojive DE nebola vytvorená úroda len v treťom termíne zberu (2.8.2011). V ostatných termínoch bola úroda vytvorená, aj keď je to čiastočne proti teoretickým predpokladom, podľa ktorých v druhej polovici vegetácie sa úroda na tomto variante už nemala vytvárať, nakoľko živiny z granúl tohto hnojiva mali byť už uvoľnené, resp. vyčerpané. Vysvetlenie spočíva v priming–efekte, pri ktorom došlo v dôsledku rýchleho uvoľnenia dusíka z tohto hnojiva na začiatku vegetácie k intenzívnejšej mineralizácii organickej hmoty v pôde (vysoký obsah humusu) a následne k uvoľneniu dusíka z nej v druhej polovici vegetácie, ktorý sa potom podieľal na tvorbe úrody papriky.

Najvyrovnannejšie, a vo všetkých zberových termínoch, sa úroda papriky vytvárala na variantoch hnojených DC a DC_m, čo naznačuje, že z týchto hnojív sa živiny uvoľňovali postupne a počas celej vegetačnej doby, vrátane jej záveru (25.10.). A preto na variantoch hnojených DC a DC_m boli dosiahnuté najvyššie úrody plodov zeleninovej papriky.

Hodnotenie úrody plodov zeleninovej papriky a jej distribúcie počas vegetačnej doby v roku 2012

Najvyššia úroda plodov zeleninovej papriky bola dosiahnutá na variante hnojenom obalovaným hnojom Duslocote s obsahom mikroelementov (DC_m). Celková úroda pred-

stavovala hodnotu 64,659 t·ha⁻¹, čo je o 68,2% viac ako na nehnojenom variante (38,439 t·ha⁻¹) a o 13,4% viac v porovnaní s úrodou, ktorá bola vytvorená na variante hnojenom klasickým rozpustným hnojivom Duslofert Extra – DE (57,002 t·ha⁻¹). Z tabuľky 8 vyplýva, že v porovnaní s nehnojenou kontrolou (K) došlo v dôsledku aplikácie hnojív k zvýšeniu úrody plodov papriky na všetkých variantoch, a to v rozsahu od 18,5% (SRF– 2) až do 68,2% (DC_m). Ak však porovnáme dosiahnuté úrody papriky s úrodami na variante s aplikáciou rozpustného hnojiva DE, zisťujeme, že vyššiu úrodu poskytlo len hnojivo DC_m. Pomaly rozpustné NPK hnojivá s močovino – fomaldehydovou zložkou poskytli nižšiu produkciu a to o 12,3% (SRF – 1), 20,1% (SRF – 2) a 6,7% (SRF – 3) v porovnaní s DE. V rámci nich najvyššiu úrodu poskytlo hnojivo SRF – 3, po hnojení ktorým bola dosiahnutá úroda 53,191 t·ha⁻¹ papriky, čo bolo o 38,4% viac ako na nehnojenej kontrole.

Zaujímavá je aj distribúcia úrody počas vegetačného obdobia do jednotlivých čiastkových zberov. V tomto ohľade (tab. 8) najrovnomernejšiu produkciu papriky ponúka variant DC_m, na ktorom z 15 termínov zberu bol zaznamenaný výpadok len v 2 prípadoch (termínoch). Zároveň to nepriamo poukazuje aj na pravdepodobne homogénnu „konštrukciu“ granule tohto hnojiva, nakoľko živiny sa z neho uvoľňovali (usudzujúc podľa relatívne rovnomernej tvorby úrody) pozvoľne a rovnomerne počas celej vegetačnej doby. Relatívne dobré výsledky boli dosiahnuté z tohto hľadiska aj na variante DE (3 „výpadky“ produkcie) a SRF – 1 (4 termíny zberu bez produkcie). Horšie

výsledky boli zaznamenané na nehnojenej kontrole, kde výpadky rovnomernosti tvorby úrody boli spôsobené výkyvmi v mineralizačnom efekte. Najnerovnomernejšie rozdelenie produkcie do jednotlivých zberov bolo zistené pri aplikácii hnojiva SRF-3 (5 termínov bez zberu), ale najmä hnojiva SRF-2, pri ktorom až v 8 termínoch nebola úroda dostatočná na zber, predovšetkým v dlhom časovom intervale od 17.8 až do 18.10. Tento fakt už poukazuje na pravdepodobne nie optimálne konštruovanie funkčných vrstiev granule. Či však k depresii tvorby úrody došlo z dôvodu nedostatočného uvoľnenia živín v tomto období alebo naopak v dôsledku nadmernej saturácie rhizosféry živínami z tohto hnojiva nie je jasné. Nadmerné uvoľnenie živín v poslednej dekáde augusta mohlo totiž pôsobiť osmoticky veľmi negatívne na príjem živín rastlinami papriky, až prakticky do jeho zastavenia, a obnova príjmu nastala až po vyplavení časti živín závlahovou vodou, resp. ich postupným čiastočným odčerpaním rastlinami.

Pri skúmaní hodnotených hnojív bolo predpokladané, že hnojivá pozvoľna uvoľňujúce živiny budú v závere vegetačnej doby vytvárať vyššiu úrodu v porovnaní s klasickým rozpustným hnojivom (DE). Tabuľka 8 znázorňuje rozdelenie úrod a celkovú úrodu v poslednej tretine vegetácie, t.j. počas mesiacov september až október. Vyplýva z nej, že vyššie uvedený predpoklad splnili dve hnojivá: Duslocote s obsahom mikroelementov (DC_m), ktorého aplikácia vyvolala v poslednej tretine vegetácie tvorbu 28,189 t·ha⁻¹ papriky, čo je 43,6% z celkovej úrody. Pri hnojive SRF-1 sa za toto obdobie vytvorila úroda 20,563 t·ha⁻¹, t.j. 41,2% z celkovej úrody papriky na tomto variante. To poukazuje na skutočnosť, že tieto hnojivá aj v záverečnej fáze vegetačnej periódy uvoľňovali adekvátne množstvá živín, čo sa od nich aj očakávalo. Ďalšie dve pomaly rozpustné hnojivá (SRF-2 a SRF-3) v tomto kritériu neobstáli, nakoľko v poslednej tretine vegetačnej doby tvorili len 22,5 resp. 26,4% z celkovej úrody papriky, čo je menšia proporcia aj v porovnaní s nehnojenou kontrolou (36,3%) resp. variantom hnojeným rozpustným hnojivom DE (33,7% z celkovej úrody).

Záver

Najvyššiu úrodu plodov zeleninovej papriky v roku 2011 poskytli rastliny na variante hnojenom obaľovanými hnojivami Duslocote (DC) a Duslocote s obsahom mikroelementov (DC_m), o 55 resp. 34% viac v porovnaní s úrodou papriky na variante hnojenom rozpustným hnojivom Duslofert Extra (DE) s rovnakým obsahom NPKS živín.

Len na variantoch hnojených obaľovanými hnojivami DC a DC_m bola v tomto roku dosiahnutá úroda papriky vo všetkých 10-tich parciálnych zberoch, čo nepriamo poukazuje na postupné a rovnomerné uvoľňovanie živín z týchto hnojív počas vegetácie a aj v jej 2. časti vrátane samotného záveru (25.10.).

Najvyššia úroda plodov zeleninovej papriky v roku 2012 bola dosiahnutá na variante hnojenom obaľovaným hnojivom Duslocote s obsahom mikroelementov (DC_m).

Tento variant poskytol aj najrovnomernejšiu produkciu papriky, keď z 15 termínov zberu bol zaznamenaný výpadok len v 2 prípadoch (termínoch). Zároveň to nepriamo poukazuje aj na pravdepodobne homogénnu „konštrukciu“ granule tohto hnojiva, nakoľko živiny sa z neho uvoľňovali (usudzujúc podľa relatívne rovnomernej tvorby úrody) pozvoľne a rovnomerne počas celej vegetačnej doby.

V poslednej tretine vegetácie najvyšší podiel z celkovej úrody bol vytvorený na variante nehnojenom hnojivom Duslocote s obsahom mikroelementov (28,189 t·ha⁻¹ papriky), čo je 43,6% z celkovej úrody. Pri hnojive SRF-1 sa za toto obdobie vytvorila úroda 20,563 t·ha⁻¹, t.j. 41,2% z celkovej úrody papriky. To poukazuje na skutočnosť, že tieto hnojivá aj v záverečnej fáze vegetačnej periódy uvoľňovali adekvátne množstvá živín, čo sa od nich aj očakávalo.

Pri hodnotení výsledkov dosiahnutých v maloparcelkovom pokuse vo fóliovníku a ich interpretácii je potrebné brať do úvahy fakt, že vo fóliovníku bola ako pestovateľský substrát použitá veľmi bohatá pôda s extrémne vysokým obsahom všetkých živín a humusu už na začiatku pokusu. Z tohto dôvodu bola dosiahnutá pomerne vysoká úroda plodov papriky (38,439 t·ha⁻¹) aj na nehnojenom variante. Na druhej strane, tento pokus preukázal, že všetky aplikované hnojivá boli účinné a zvyšovali úrodu v porovnaní s nehnojenou kontrolou o 18,5% (SFR-2), 29,0% (SFR-1), 38,4% (SFR-3), 48,3% (DE) a až 68,2% (DC_m).

Je pravdepodobné, že na tvorbu úrody boli rastlinami papriky prijímané prednostne ľahšie prístupné živiny z hnojív na úkor ťažšie prístupných živín z pôdy.

Extrémne vysoký bol na začiatku pokusu aj obsah minerálneho dusíka (N_{an}) v pôde (270,3 mg·kg⁻¹) pričom až 246 mg·kg⁻¹ bolo tvorených dusičnanovým dusíkom.

Literatúra

- GE, J. – WU, R. – SHI, X. – YU, H. – WANG, M. – LI, W. 2002. Biodegradable polyurethane materials from bark and starch. II. Coating materials for controlled-release fertilizer. In *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 86, 2002, p. 2948–2952.
- HLUŠEK, J. – RICHTER, R. – RYANT, P. 2002. Výživa a hnojenie zahraničných plodín. Praha, 2002, 81 s. ISBN 80–902413–5–2.
- JACOBS F.D. 2005. Variation in Nutrient Release of Polymer-Coated Fertilizers [online]. 2005, [cit. 2011–08–25]. Dostupné na internete: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p035/rmrs_p035_113_118.pdf.
- JAIN, K. S. et al. 2007. Controlled Release Fertilizers: Trends and Technologies. In *Pharmaceutical Reviews* [online]. 2007, vol. 5, no. 1 [cit. 2010–10–15]. Dostupné na internete: <<http://www.pharmainfo.net/reviews/controlled-release-fertilizers-trends-and-technologies>>. ISSN 1918–5561.
- MALVEDA, M. et al. 2008. Controlled and slow release fertilizers [online]. 2008, [cit. 2010–10–23]. Dostupné na internete: <http://www.sriconsulting.com/CEH/Public/Reports/535.8000/>.
- PECHOVÁ, B. – MIKLOVIČ, D. 1998. Metodika výživy a hnojenia pre pestovanie zeleniny so zníženým obsahom dusičnanov. Bratislava: VÚPÚ, 1998, 36 s. ISBN 80–85361–3–7.
- PETŘÍKOVÁ, K., HLUŠEK, J. et al. 2012. Zelenina – pestovanie, výživa, ochrana a ekonomika. Praha: Profi Press Praha, ISBN 978–80–86726–50–2, p.191.
- POKLUDA, R., KOBZA, F. 2011. Skleníky, fóliovníky, využití a pěstební technologie. Profi Press Praha, ISBN 978–80–86726–46–5. P. 252.
- ROZBORILOVÁ, E. et al., 2013. Definitívne údaje o úrode poľnohospodárskych plodín a zeleniny v SR za rok 2012. Bratislava: Štatistický úrad Slovenskej republiky, ISBN 978–80–8121–268–0, 37 tab.
- SARTAIN, B. J. 2010. Food for turf: Slow-release nitrogen [online]. 2010, [cit. 2010–10–23]. Dostupné na internete: <http://www.grounds-mag.com/mag/grounds_maintenance_food_turf_slowrelease/>
- SHAVIT, V. – REISS, M. – SHAVIV, A. 2002. Wetting mechanisms of gel-based controlled-release fertilizers. In *Journal of Controlled Release*, [online]. 2002, vol. 1 [cit. 2012–01–07]. Dostupné na internete: <http://www.technion.ac.il/technion/agri/members/shavit/Shavit_et_al_JoCR.pdf>
- TOMASZEWSKA, M. – JAROSIEWICZ, A. – KARAKULSKI, K. 2002. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. In *Desalination*, vol. 146, no. 1–3, 2002,

p. 319–323. ISSN: 0011–9164.

13. TRENKEL, M. E. 2010. Slow– and Controlled–Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. 2. ed. Paris : IFA, 2010. 163 p. ISBN 978–2–9523139–7–1.

14. VALŠÍKOVÁ, M. 2012. Status of the vegetable production in SR. Horticulture. Nitra 2012. In International reviewed proceedings of scientific papers. Slovak University of Agriculture in Nitra. ISBN 978–80–552–0868–8, pp. 5–14.

15. VALŠÍKOVÁ M., PAULEN, O. 2013. Study of Capsicum Diversity and Quality. Scientific Monograph. Profi Press s.r.o. Praha 2013, 169 pp.

16. VANĚK, V. – LOŽEK, O. et al. 2013. Výživa poľných a záhradných plodín Nitra : Profi Press SK, 2013. 184 s. ISBN 978–80–970572–3–7.

17. VÁRADY, T. 2011. Vplyv obalovaného hnojiva na úrodu plodov jahôd a zmeny obsahu živín v pôde a nadzemnej fytohmoty : dizertačná práca. Nitra : SPU, 2011. 152 s.

18. WU, L. – LIU, M. – LIANG, R. 2008. Preparation and properties of a double–coated slow–release NPK compound fertilizer

with superabsorbent and water–retention. In Bioresource Technology [online]. 2008, vol. 99, no. 3 [cit. 2010–11–25] p. 547–554. ISSN 1381–5148.

*doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Katedra agrochémie a výživy rastlín, Tr. A. Hlinku 2,
949 01 Nitra, Tel.: 037/641 43 84,
email: Pavol.Slamka@uniag.sk*

*Príspevok vznikol s finančnou podporou
Európskeho spoločenstva v rámci projektu:
Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech”,
projekt číslo 26220220180.
This work was co–funded by European Community
under project no 26220220180:
Building Research Centre „AgroBioTech”.*