

Dynamics of the nitrogen content in aboveground phytomass on the turf after fertilization of different forms of fertilizers

Dynamika obsahu dusíka v nadzemnej fytomase trávniku po hnojení rôznych foriem hnojív

Peter HRIC*, Ján JANČOVIČ, Peter KOVÁR and Ľuboš VOZÁR

Department of Grassland Ecosystems and Forage Crops, Faculty of Agrobiolgy and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, *correspondence: peter.hric@uniag.sk

Abstract

The aim of this experiment was to find out dynamics of the nitrogen (N) content in aboveground phytomass on the turf after fertilization of different forms of fertilizers under non-irrigated conditions. The experiment was carried out in warm and dry conditions in the area of Nitra (Slovak Republic). There were included 7 treatments: 1. Without fertilization, 2. Saltpetre with dolomite, Superphosphate, Potassium salt, 3. Turf fertilizer 15–3–8 (+ 3MgO + 0.8Fe + 18S), 4. Slow release fertilizer SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S), 5. Controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S), 6. Organic fertilizer Condit (5-1-1) and 7. Organic fertilizer Veget (3-2-1). In the begging of the seasons fertilizing by controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S) had a slow onset of action. The opposite trend had use of organic fertilizer Condit (5-1-1) on nitrogen content in aboveground turf phytomass. The nitrogen concentration was statistically higher in variants fertilized with inorganic fertilizer and organic fertilizer Condit (5-1-1) ($33,727 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ – $36,737 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) as a non-fertilized turf ($28,446 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Higher nitrogen content in aboveground phytomass was after application of organic fertilizer Condit (5-1-1) into the turf in comparison with fertilization inorganic fertilizers.

Keywords: fertilizing, nitrogen, turf

Abstrakt

Cieľom pokusu bolo zistiť dynamiku obsahu dusíka (N) v nadzemnej fytomase trávniku po hnojení rôznych foriem hnojív v bezzávlahových podmienkach. Pokus sa realizoval v teplých a suchých podmienkach Nitry (Slovenská republika). V experimente sa sledovalo 7 variantov: 1. Bez hnojenia, 2. Liadok amónny s dolomitom, superfosfát, draselná soľ, 3. Trávnikové hnojivo, 4. Pomaly pôsobiace

hnojivo SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S), 5. Obaľované hnojivo Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S), 6. Organické hnojivo Condit (5-1-1) a 7. Organické hnojivo Veget (3-2-1). Na začiatku vegetačných sezón malo použitie obaľovaného hnojiva Duslocote mala pomalý nástup účinku. Opačný trend malo použitie organického hnojiva na obsah dusíka v nadzemnej fytomase trávnik. Koncentrácia dusíka bola štatisticky vyššia na variantoch hnojených anorganickými hnojivami a organickým hnojivom Condit (5-1-1) ($33,727 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ – $36,737 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) ako na nehnojenom trávniku ($28,446 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Zistili sme vyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase po aplikácii organického hnojiva Condit (5-1-1) na trávnik ako po hnojení anorganických hnojív.

Kľúčové slová: dusík, hnojenie, trávnik

Detailed abstract

Turfs are an indispensable and essential part of the scope of greenery in urban areas. In Slovakia is their quality, despite some improvements in recent years low. Balanced and sufficient nutrition is a precondition for the turfs quality, their durability and resistance to disease and action of other stressors. Frequently mowed by ornamental and sport turfs are demanding for fertilization. Nutrient intakes by plants not only affect the soil nutrient reserves and nutrients supplied by industrial and other fertilizers, but also environmental factors, interference effects and income capacity of plants. Nitrogen is the most important nutrient for plants. It promotes growth, tillering grasses and thickening of grass sod. It is an important element that affects colour and overall quality of turf grasses. The aim of this experiment was to find out dynamics of the nitrogen content in aboveground turf phytomass after fertilization of different forms of fertilizers under non-irrigated conditions in 2012-2014. The experiment was carried out in warm and dry conditions in the area of Nitra (Slovak Republic). The experiment was established in early October 2011. It was used turf mixture designed for low slowly growing turfs with following composition: *Lolium perenne* L. (30%), *Festuca rubra* L. (50%) and *Festuca ovina* L. (20%). Experimental plots area was 2.4 m^2 and each treatment was in 3 random replications.

There were included 7 treatments: 1. Without fertilization, 2. Saltpetre with dolomite, Superphosphate, Potassium salt, 3. Turf fertilizer 15–3–8 (+ 3MgO + 0.8Fe + 18S), 4. Slow release fertilizer SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S), 5. Controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S), 6. Organic fertilizer Condit (5-1-1) and 7. Organic fertilizer Veget (3-2-1). For the recommended dose of fertilizer the value $18 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ N}$ was taken, which meets the requirements for intensively used turfs. In the begging of the seasons fertilizing by controlled release fertilizer Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S) had a slow onset of action. The opposite trend had use of organic fertilizer Condit (5-1-1) on nitrogen content in aboveground turf phytomass. The nitrogen concentration was statistically higher in variants fertilized with inorganic fertilizer and organic fertilizer Condit (5-1-1) ($33,727 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ – $36,737 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) as a non-fertilized turf ($28,446 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Higher nitrogen content in aboveground phytomass was after application of organic fertilizer Condit (5-1-1) into the turf in comparison with fertilization inorganic fertilizers.

Úvod

Trávniky tvoria nezastupiteľnú a rozsahom podstatnú časť zelene v urbanizovanom prostredí. Majú veľký úžitkový, ekologický, ale hlavne estetický význam. (Gregorová et al., 2009; Tomaškin a Tomaškinová, 2012; Vaněk et al., 2013). Vyrovnaná a dostatočná výživa je predpokladom pre kvalitu trávnikov, ich trvácnosť a odolnosť voči chorobám a pôsobeniu ďalších stresorov. Často kosené okrasné a športové trávniky sú na hnojenie náročné (Svobodová, 1998). Príjem živín rastlinami ovplyvňujú nielen živiny pôdnej zásoby a živiny dodané priemyselnými a inými hnojivami, ale aj ekologické faktory, interferenčné vplyvy pri príjme živín a príjmová kapacita rastlín (Ložek a Hanáčková, 2015). Rastliny prijímajú väčšinu živín svojimi koreňmi buď vo forme kationov K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , alebo prostredníctvom aniónov NO_3^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, Cl^- , MoO_4^{2-} a pod. (Vaněk et al., 2012).

Dusík (N) je najdôležitejšou živinou rastlín (Mengel a Kirgby, 2001; Malvolta, 2006) a má najväčší vplyv na tvorbu úrody trávnych porastov (Isherwood, 1998; Skládanka et al., 2014). Podporuje rast, odnožovanie tráv a zahusťovanie mačiny. Je dôležitý prvok, ktorý ovplyvňuje farbu a celkovú kvalitu tráv (Turner a Hummel, 1992; Bell et al., 2004; Bilgili a Acikgoz, 2007; Pessaraki, 2007; Altissimo a Peserico, 2008; Hejduk, 2012). Patrí k prvkom, ktoré rastliny prijímajú v najväčšom množstve a jeho nedostatok sa významnejšie podieľa na poklese produktivity rastlín (Ondrišík, 2013). Dusík je najvýznamnejší prvok kolobehu živín v prírode. Je nenahraditeľný nielen pre rastliny, ale aj pre všetky živé organizmy (Graham a Vance, 2000; Vaněk et al., 2012). Koncentrácia obsahu dusíka v rastlinných pletivách, jeho prerozdelenie v rastline, sezónna dynamika zmien a s tým spojené fyziologické a metabolické procesy sú značne závislé na dostupnosti dusíka pre rastliny, teda na dusíkatej výžive (Aranjuelo et al., 2013).

Cieľom experimentu bolo zistiť dynamiku obsahu dusíka (N) v nadzemnej fytomase trávniku po hnojení rôznych foriem hnojív v bezzávlahových podmienkach.

Materiál a metodika

Trávnikový pokus sa realizoval v Demonštračnej a výskumnej báze Katedry trávnych ekosystémov a kŕmnych plodín FAPZ SPU v Nitre (Slovenská republika) v rokoch 2012 až 2014. Pokusná plocha sa nachádza v miernom klimatickom pásme teplej a suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 9.7 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 561 mm (Babošová a Noskovič, 2014). Priebeh poveternostných podmienok v sledovanom období uvádzame na obrázkoch 1, 2 a 3, ktoré sme získali z Katedry biometeorológie a hydrológie, FZKI, SPU v Nitre. Pôdnym typom je ílovito-hlinitá fluvizem. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa pred založením porastu uvádzame v tabuľke 1.

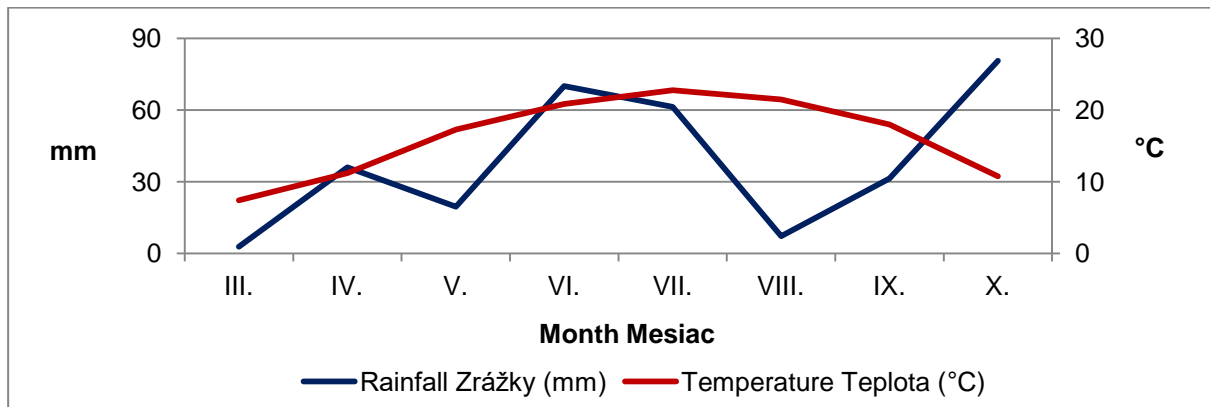


Figure 1. Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2012
 Obrázok 1. Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2012

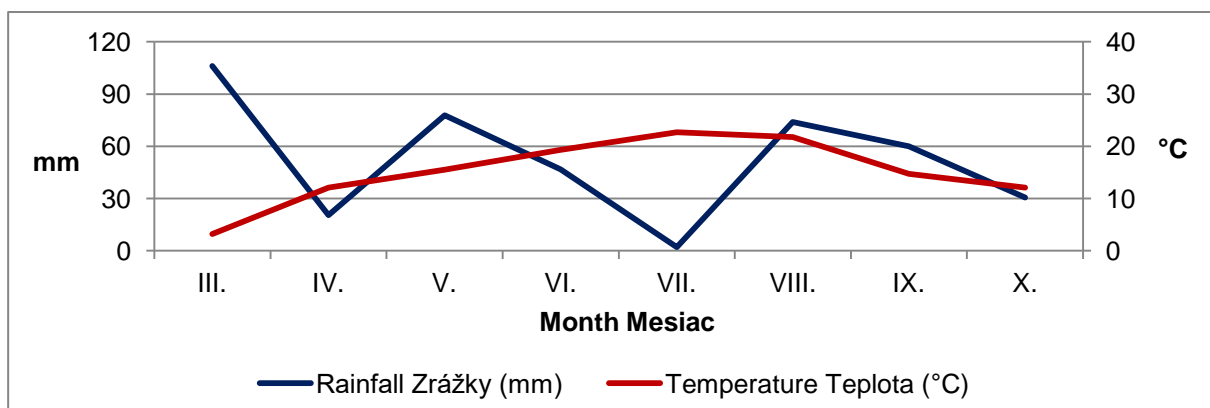


Figure 2. Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2013
 Obrázok 2. Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2013

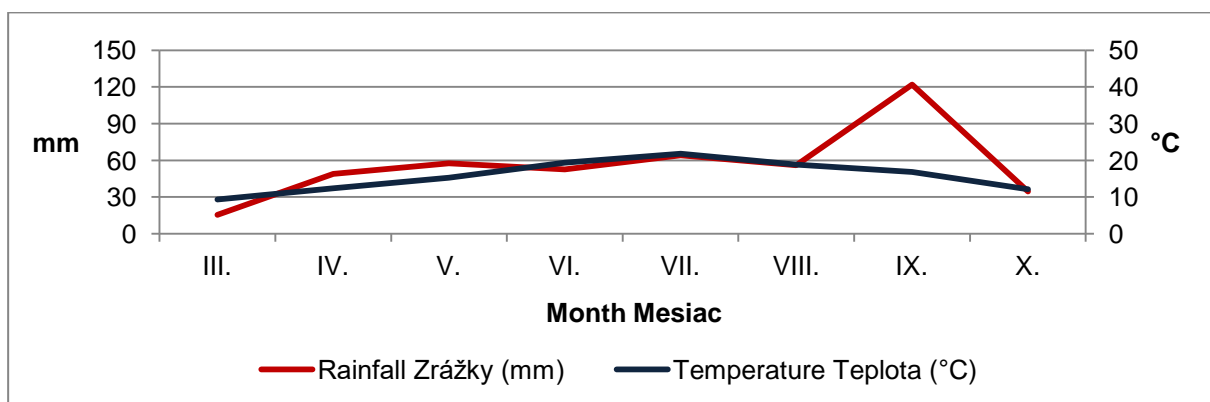


Figure 3. Average monthly temperature and rainfall in vegetation period in 2014
 Obrázok 3. Priemerné mesačné teploty a zrážky za vegetačné obdobie v roku 2014

Table 1. Agrochemical properties of soil on the experimental site

Tabuľka 1. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusného stanovišťa

N_t ($mg \cdot kg^{-1}$)	P ($mg \cdot kg^{-1}$)	K ($mg \cdot kg^{-1}$)	Mg ($mg \cdot kg^{-1}$)	Ca ($mg \cdot kg^{-1}$)	C_{ox}	pH
1,823.2	58.3	336	541	6,067	7.7	6.78

Trávnik bol založený 4. októbra 2011. Použila sa miešanka určená pre zakladanie nízkych pomaly rastúcich nezaťažovaných trávnikov obsahujúca *Lolium perenne* L. (30%), *Festuca rubra* L. (50%) a *Festuca ovina* L. (20%). Veľkosť parcelky bola 1.2 x 2 m. Pokusné varianty boli usporiadané blokovo v troch opakovaníach. Po obvode pokusu bol ochranný pás 0.30 m, medzi jednotlivými opakovaniami bola vzdialenosť 0.50 m. Pri zakladaní porastu bolo použité hnojivo Starter NPK 20-20-8 ($25 g \cdot m^{-2}$).

V experimente sa sledovalo 7 variantov:

V 1: Nehnojená kontrola (v texte „Kontrola“).

V 2: Hnojenie klasickými hnojivami – LAD (27% N s dolomitom), superfosfát (19% P_2O_5), draselná soľ (60% K_2O) (v texte „N + P + K“).

V 3: Hnojenie hnojivom s predĺženým účinkom Travcerit[®] (15-3-8) (v texte „Travcerit“).

V 4: Hnojenie pomaly pôsobiacim hnojivom SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S) (v texte „SRF“).

V 5: Hnojenie obalovaným hnojivom s riadeným uvoľňovaním živín (5 – 6 mesiacov) Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+ 6S) (v texte „Duslocote“).

V 6: Hnojenie organickým hnojivom Condit[®] (5-1-1) (v texte „Condit“).

V 7: Hnojenie organickým hnojivom Veget[®] (3-2-1) (v texte „Veget“).

Pri stanovení dávky hnojiva bola za základ vzatá dávka $18 g \cdot m^{-2}$ N, čo zodpovedá požiadavkám pre intenzívne využívané trávniky (Svobodová, 2004; Cagaš et al., 2011; Vaněk et al., 2013). Systém hnojenia je uvedený v tabuľke 2.

Charakteristiky a zloženie jednotlivých hnojív:

- Starter: Trávnikové hnojivo pre nový a jarný výsev trávnik s pomerom živín NPK: 20-20-8. Granulát poskytuje optimálne zásobenie porastu živinami počas 10–12 týždňov. Hnojivo bolo aplikované pri predsejbovej príprave pôdy v dávke $25 g \cdot m^{-2}$.

- LAD: Liadok amónny s dolomitom (LAD) je sivobiely granulát dusičnanu amónneho s jemne mletým dolomitom, ktorého prítomnosť znižuje prirodzenú kyslosť hnojiva. Obsahuje 27% dusíka. Hnojivo je povrchovo upravené proti spekaniu. Vápnik aj horčík sa nachádzajú vo forme uhličitanov nerozpustných vo vode. Pomer obsahu dusičnanového a amoniakálneho dusíka je 1 : 1.

- Superfosfát: 19% P_2O_5 . Jednoduchý superfosfát sa používa na základné hnojenie fosforom pri príprave pôdy pred sejbou alebo sadením, ale aj počas vegetácie. Je fyziologicky kyslé hnojivo s obsahom fosforu, ktorý je v prijateľnej forme pre rastliny.
- Draselná soľ: 60% K_2O je najkoncentrovanejšie draselné hnojivo.
- Travcerit: je granulované viaczložkové hnojivo s predĺženým účinkom. Využíva sa na výživu trávnikov počas celého roka, a to vo forme štartovacieho hnojenia na začiatku vegetácie, ale aj vo forme viacnásobného prihnojovania (3–5x) počas vegetácie delenými dávkami. Okrem vyváženého obsahu základných živín (N–15%, P_2O_5 –3%, K_2O –8%) obsahuje tiež 3% MgO, 0,8% Fe a 18% S.
- SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S): je to komplexné NPK hnojivo s obsahom močovino-formaldehvej zložky ako zdroja dusíka obohatené o mikroživiny. Časť hlavných NPK živín sa nachádza v rýchlorozpustnej forme.
- Duslocote NPK (S) 13-9-8 (+ 6S): je obalované hnojivo s riadeným uvoľňovaním živín (5–6 mesiacov).
- Condit: z hľadiska prvkového zloženia obsahuje C, H, O, N (5%), P (1%), K (1%), Ca, Mg, S, Fe atď., v podobe organických zložiek škrobovej suroviny z mlynskeho obilia (30%), obohateného hydrolyzátu srvátky (30%), lignocelulózovej suroviny zo spracovania dreva (30%), obohateného hydrolyzátu srvátky (30%) a v 10%-nom minerálnom podiele zeolit sodno-hlinitého kremičitanu. Filozofia hnojiva je na rozdiel od minerálnych hnojív zameraná na zlepšenie bilancie uhlíka.
- Veget: vyrobený modernou technológiou z prírodných materiálov bez použitia chemických látok a konzervačných prostriedkov. Vo fáze výroby vysokou teplotou dochádza k inaktivácii choroboplodných zárodkov a semien burín. Veget má vlastnosti vysokokvalitného organického hnojiva s postupným uvoľňovaním hlavných živín (3-2-1) i dôležitých stopových prvkov. Jeho vysokú biologickú hodnotu zvyšuje neškodné spracovanie, obsahová vyváženosť, jednoduchá manipulácia a hygienická aplikácia v praxi. V porovnaní s maštalným hnojom tvorí modernú náhradu maštalného hnoja.

Experiment sa realizoval v bezzávlahových podmienkach. Prvá kosba porastu (odber materiálu) sa uskutočnila po dosiahnutí výšky 80–100 mm na výšku 50 mm.

V ďalších termínoch sa trávniky kosili (odoberali) na výšku 50 mm pri dosiahnutí priemernej výšky približne 80 mm (Gregorová, 2006; Hrabě et al, 2007; Cagaš et al., 2011). Vzorky sa po vysušení a zomletí zmiešali. Z takto pripravenej hmoty sa odobrali priemerné vzorky na chemické analýzy. Zo vzoriek sa stanovovala koncentrácia dusíka v sušine trávneho porastu Kjeldalovou metódou.

Získané údaje sa štatisticky vyhodnotili v programe STATISTICA 7.1 Complete CZ pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA) s overením hodnovernosti rozdielov Fisherovým testom pri 95% hladine pravdepodobnosti ($P = 0.05$).

Table 2. System of fertilizing

Tabuľka 2. Systém hnojenia

Type of fertilizer (number of applications per year) Typ hnojiva (počet aplikácií za rok)	Yearly dose Ročná dávka (g)	Beginning of vegetation Začiatok vegetácie (g)	App.* 5.6. (g)	App.* 20.6. (g)	Half of July Polovica júla (g)	Half of August Polovica augusta (g)	Half of September Polovica septembra (g)
LAD (4x)	160	40	40	-	40	-	40
P ₂ O ₅ (1x)	130.43	130.43	-	-	-	-	-
K ₂ O (2x)	69.4	34.7	-	-	34.7	-	-
Travcerit (3x)	288	96	-	96	-	96	-
SRF (2x)	288	144	-	-	144	-	-
Duslocote (2x)	332.32	166.16	-	-	166.16	-	-
Condit (1x)	864	864	-	-	-	-	-
Veget (1x)	1,440	1,440	-	-	-	-	-

* app. – approximately

app. – približne

Výsledky a diskusia

V prvých troch kosbách v roku 2012 (obrázok 4) sme zistili relatívne vyrovnané hodnoty obsahu dusíka (N) v nadzemnej fytomase v rozmedzí od 33,584 mg*kg⁻¹ (Duslocote) do 43,139 mg*kg⁻¹ (Condit). V druhej polovici mája klesol obsah dusíka na všetkých variantoch okrem porastu hnojeného Travceritom. V odbere 19.6. vzrástla koncentrácia N na všetkých variantoch, okrem variantu hnojenom Travceritom, kde klesal až na úroveň 28,123 mg*kg⁻¹. Rovnomerný vzostup obsahu dusíka sme zaznamenali v poraste hnojenom Duslocotom. Daný trend bol pravdepodobne spôsobený charakterom a zložením hnojiva (Gregorová, 2001; Svobodová, 2004; Hrabě et al., 2009). Od konca júna (28.6.) sa porasty vyvíjali dvoma smermi. Porasty hnojené anorganickými hnojivami sa vyznačovali vyššou koncentráciou N v nadzemnej fytomase v porovnaní s variantmi s aplikáciou organických hnojív a kontrolou. V porastoch hnojených N + P + K a Travceritom sme pozorovali postupné zvyšovanie obsahu dusíka vo fytomase. Na variantoch s aplikáciou SRF a Duslocotu obsah N klesal. Koncentrácia dusíka v nadzemnej fytomase porastov hnojených organickými hnojivami a nehnojenej kontroly sa znížila,

pričom sme zaznamenali prechodné mierne zvýšenie koncentrácie N na variantoch hnojeným Conditom.

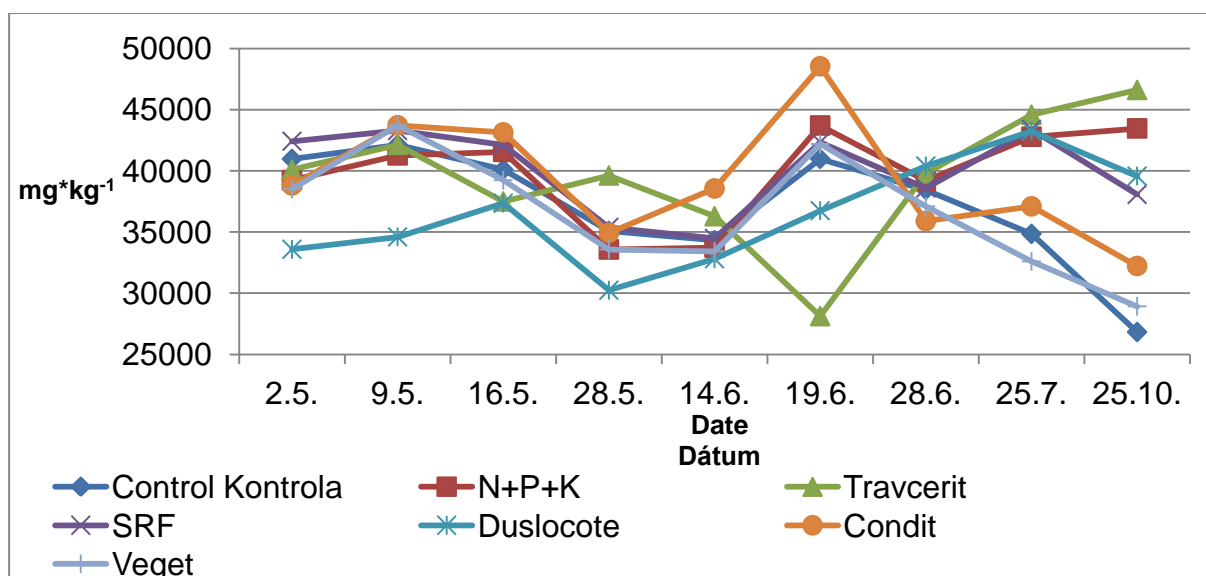


Figure 4. Dynamics of the nitrogen content in aboveground phytomass in 2012

Obrázok 4. Dynamika obsahu dusíka v nadzemnej fytomase v roku 2012

Na začiatku vegetácie v roku 2013 sme zistili obsah dusíka v nadzemnej fytomase v rozmedzí od (obrázok 5) od 29,047 mg*kg⁻¹ (kontrola) do 44,688 mg*kg⁻¹ (Condit). Od ostatných variantov sa výrazne vyššou koncentráciou N odlišoval porast hnojený organickým hnojivom Condit (44,688 mg*kg⁻¹). Od polovice mája koncentrácia dusíka klesla na všetkých variantoch. Tento pokles trval až do začiatku 2. dekády júla s prechodným miernym zvýšením množstva N v polovici júna, čo si vysvetľujeme poklesom zrážok v tomto období (obrázok 2). Aj Kostrej et al. (2000) uvádzajú, že rastliny v podmienkach vodného deficitu obmedzujú príjem dusíka. Od začiatku 2. dekády júla sme zaznamenali prudký nárast obsahu dusíka na sledovaných variantoch. Zvýšenie bolo najvýraznejšie na variantoch hnojených N + P + K (o 19,264 mg*kg⁻¹), Travceritom (o 16,706 mg*kg⁻¹) a Duslocotom (o 15,502 mg*kg⁻¹). Zvýšenie obsahu N v poraste všetkých variantov vyvolal pravdepodobne vyšší úhrn atmosférických zrážok v danom období (obrázok 2). Koncom sledovaného vegetačného obdobia koncentrácia dusíka v nadzemnej hmote klesla. Počas celej vegetačnej sezóny sme zaznamenali najnižší obsah dusíka v nadzemnej fytomase na kontrole. Na variante hnojenom Duslocotom sme pozorovali najvyššiu koncentráciu N v sušine nadzemnej hmoty v druhej polovici vegetačnom období (10.9.–14.10.). Rovnaký trend obsahu dusíka v nadzemnej fytomase zistili aj Hanková a Slamka (2012) v pokuse s obalovanými hnojivami. Slamka a Várady (2011) zistili v pokusoch s aplikáciou rýchlo rozpustného a obalovaného hnojiva Duslocote vyšší obsah dusíka v nadzemnej fytomase rastlín po hnojení Duslocotom.

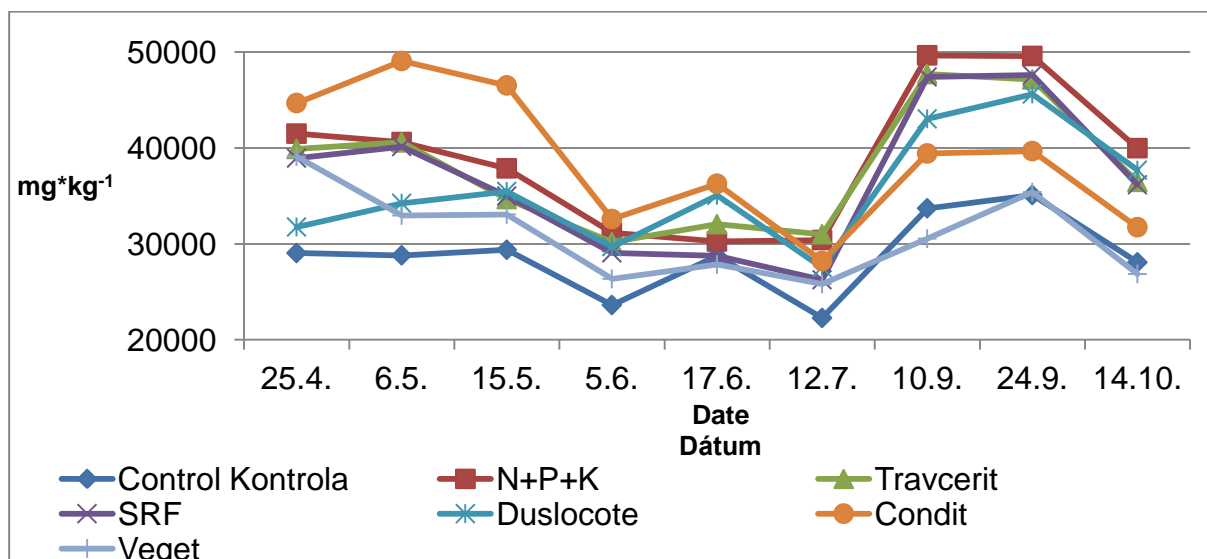


Figure 5. Dynamics of the nitrogen content in aboveground phytomass in 2013
 Obrázok 5. Dynamika obsahu dusíka v nadzemnej fytomase v roku 2013

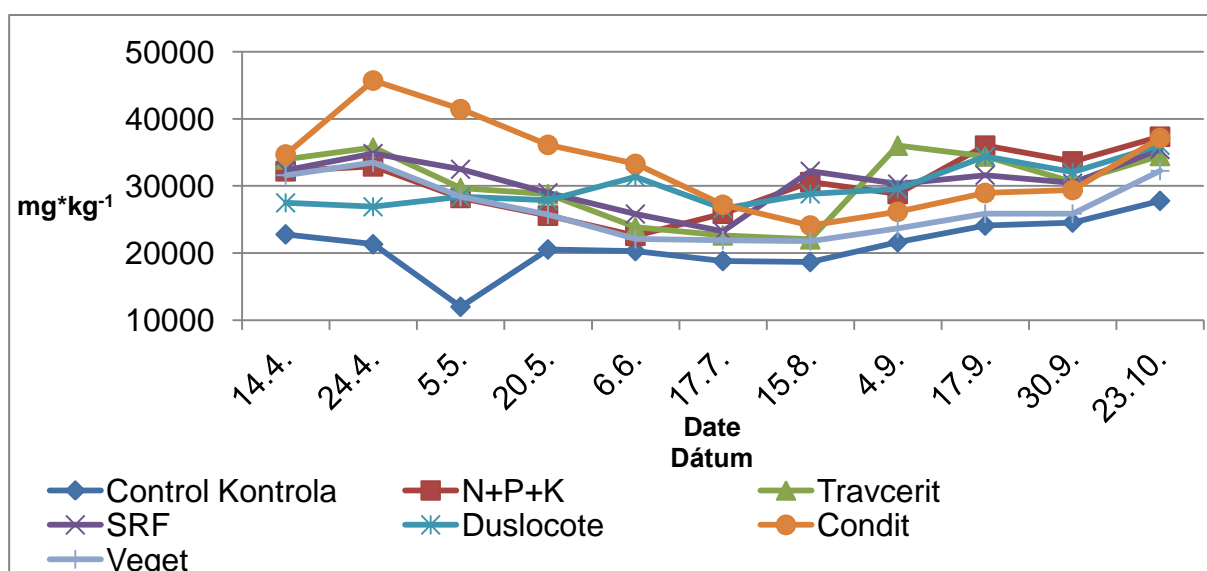


Figure 6. Dynamics of the nitrogen content in aboveground phytomass in 2014
 Obrázok 6. Dynamika obsahu dusíka v nadzemnej fytomase v roku 2014

V úvode vegetačnej sezóny v roku 2014 (obrázok 6) najvyššiu koncentráciu dusíka dosiahol variant hnojený Conditom ($34,692 \text{ mg*kg}^{-1}$). Najnižší obsah N v nadzemnej fytomase zaznamenala kontrola ($22,785 \text{ mg*kg}^{-1}$). Následne sa výrazne zvýšila koncentrácia dusíka v poraste hnojenom Conditom ($45,717 \text{ mg*kg}^{-1}$). Bízik et al. (1996) tvrdia, že príjem dusíka je vysoký v období intenzívneho rastu (jar). V ďalšom období sme pozorovali pokles obsahu N v nadzemnej fytomase sledovaných trávnikov. Tento pokles trval až do polovice júla (17.7.). Dai et al. (2008) poukázali na to, že zvyšujúca sa teplota zvyšuje uvoľňovanie živín z pomaly pôsobiacich hnojív.

V našom pokuse sa toto tvrdenie nepotvrdilo. Od ostatných porastov sa vyššou koncentráciou dusíka odlišoval variant hnojený Conditom. Druhá polovica vegetačného obdobia bola charakteristická postupným pozvoľným zvyšovaním koncentrácie dusíka na sledovaných variantoch s miernym poklesom na konci septembra (30.9.). V tomto období sme nezaznamenali výraznejšie rozdiely obsahu N medzi hodnotenými trávnikmi.

Table 3. The average of nitrogen content in aboveground phytomass ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)Tabuľka 3. Priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Variant	Year			
	2012	2013	2014	2012 – 2014
Control Kontrola	37,075 ^a	28,753 ^c	20,015 ^c	28,446 ^b
N+P+K	39,827 ^a	39,004 ^a	29,197 ^{ab}	35,974 ^a
Travcerit	39,413 ^a	37,753 ^a	29,680 ^{ab}	35,402 ^a
SRF	40,005 ^a	36,593 ^{ab}	30,198 ^a	35,415 ^a
Duslocote	36,500 ^a	35,572 ^{ab}	29,036 ^{ab}	33,727 ^{ac}
Condit	39,208 ^a	38,691 ^a	33,080 ^a	36,737 ^a
Veget	36,581 ^a	30,883 ^{bc}	26,057 ^b	31,028 ^{bc}

^{a, b, c} statistically significant differences (Fisher LSD test, = 0.05).

^{a, b, c} štatisticky významné rozdiely (Fisher LSD test, = 0.05).

Priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase v roku 2012 (tabuľka 3) bol najvyšší na variantoch hnojených anorganickým hnojivom SRF ($40,005 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), ktorý nebol štatisticky preukazný.

V roku 2013 variant hnojený N+P+K dosiahol štatisticky preukazne najvyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase trávnik (39,004 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) ako kontrola a porast hnojený Vegetom.

V poslednom roku hodnotenia (2014) k variantom so štatisticky najvyšším obsahom N sa zaradil trávnik hnojený Conditom ($33,080 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) v porovnaní s kontrolou. Trávniky hnojené anorganickými a organickými hnojivami mali preukazne vyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase ako kontrola. Dané tvrdenie potvrdzujú výsledky Slamku et al. (2014), ktorí zistili vo svojich pokusoch, že aplikácia dusíka zvyšovala jeho koncentráciu v pletivách rastlín.

Stanovené hodnoty dusíka v sledovaných rokoch sa nezhodujú s optimálnym rozpätím (27,500–35,000 mg*kg⁻¹), ktoré uvádza Jones (1980) pre trávy. Adam a Gibbs (2004) uvádzajú typickú koncentráciu dusíka v trávnikových listoch v rozmedzí 20,000–45,000 mg*kg⁻¹. Naopak Gibson (2009) považuje za optimálnu koncentráciu N v listoch tráv 10,000–53,000 mg*kg⁻¹. Nedostatok dusíka v nadzemnej fytomase trávniku môže spôsobiť svetlú farbu trávniku, spomalenie odnožovania tráv, rednutie trávniku, zhoršuje sa regenerácia odolnosť voči poškodeniu trávniku (Svobodová, 2004; Pessaraki, 2007; Hejduk, 2012). Pri deficite N sa v trávniku môžu rozširovať dvojkličnolistové rastliny (Turgeon, 2002; Gregorová, 2009; Šmajstrla, 2009). Výrazne sa znižuje intenzita delenia buniek a tvorba chlorofylu, čo sa prejaví spomalením rastu a zmenšovaním rozmerov jednotlivých orgánov (Bergmann, 1992; Hrabě et al., 2007; Kováčik, 2014). Naopak nadbytok N môže viesť k mäkkosti listov, menšej odolnosti voči zošliapávaniu, predlžovaniu vegetačnej doby a zhoršovaniu prezimovania trávniku (Dubský, 1998; Turgeon, 2002).

Celkové porovnanie (2012–2014) ukázalo, že hnojené varianty mali priemerný obsah dusíka v nadzemnej fytomase nad hodnotou 30,000 mg*kg⁻¹. Porasty hnojené N + P + K, Travceritom, SRF a organickým hnojivom Condit mali preukazne vyššiu koncentráciu N ako variant hnojený Vegetom a nehojená kontrola. Cheng et al. (2010) v trávnikových pokusoch s organickými a anorganickými hnojivami zistili nižší obsah dusíka v trávniku po hnojení organickými hnojivami ako po hnojení anorganických hnojív. V našom pokuse bol vyšší obsah dusíka v nadzemnej fytomase na variante hnojenom organickým hnojivom Condit ako na variantoch hnojených anorganickými hnojivami. Nadzemná fytomasa trávniku po aplikácii organického hnojiva Veget nemala vyššiu koncentráciu N ako porasty hnojené anorganickými hnojivami.

Súhrn

Zo získaných výsledkov môžeme konštatovať, že v úvode všetkých troch vegetačných sezón (2012–2014) najvyššiu koncentráciu dusíka v nadzemnej fytomase trávniku dosiahol variant hnojený organickým hnojivom Condit (34,692–44,688 mg*kg⁻¹). V úvode sezón aplikácia obalovaného hnojiva Duslocote mala pomalý nástup účinku. Celkovým porovnaním sme zistili, že hnojené varianty mali obsah dusíka v nadzemnej fytomase trávniku nad hodnotou 30,000 mg*kg⁻¹. Z nameraných výsledkov a využitia pre prax vyplýva, že použitie anorganických hnojív liadku amónneho, superfosfátu, draselnej soli, Travceritu, SRF NPK 14–5–14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S) a organického hnojiva Condit malo štatisticky preukazne vyššiu koncentráciu N v nadzemnej fytomase v porovnaní s variantom hnojeným Vegetom a nehnojenej kontroly. Zistili sme vyšší obsah dusíka po hnojení organickým hnojivom Condit (36,737 mg*kg⁻¹) ako na variantoch hnojených anorganickými hnojivami (33,727–35,974 mg*kg⁻¹).

Podakovanie

Príspevok vznikol za podpory grantu VEGA 1/0687/14.

Literatúra

- Adam, W. A., Gibbs, R. J. (2004) Natural Turf for Sport and Amenity: Science and Practice. 3rd edition. Cambridge: CAB International.
- Altissimo, A., Peserico, L. (2008) Effects of different n-sources on turf clippings fresh weight yield and turf quality. In: 1st European turfgrass society conference. Pisa (Italy), 19th–20th May 2008, Taliansko: Uliva Foa.
- Aranjuelo, I., Cabrera, L., Bosquet, L. Araus, J. L., Nogués, S. (2013) Carbon and nitrogen partitioning during the post-anthesis period is conditioned by N fertilisation and sink strength in three cereals. *Plant Biology*, 15 (1), 135 – 143. DOI [10.1111/j.1438-8677.2012.00593.x](https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00593.x)
- Babošová, M., Noskovič, J. (2014) Kvalita atmosférických zrážok v oblasti mesta Nitra-Dolná Malanta, Nitra: SPU.
- Bell, G. E., Howel L, B. B., Johnson, G. V., Raun, W. R., Solie, J. B., Stone, M. L. (2004) Optical sensing of turfgrass chlorophyll content and tissue nitrogen. *HortScience*, 39 (5), 1130 – 1132. <http://hortsci.ashspublications.org/content/39/5/1130.full.pdf+html>
- Bergmann, V. (1992) Nutritional disorders of plants. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Bilgili, U., Açıkgöz, E. (2007) Effect of nitrogen fertilization on quality characteristics of four turf mixtures under different wear treatments. *Journal of Plant Nutrition*, 30 (7), 1139 – 1152. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904160701394600>
- Bízik, J., Ivanič, J., Ložek, O., Vnuk, L. (1996) Výživa rastlín. Nitra: VŠP.
- Cagaš, B., Ševčíková, M., Hrabě, F., Straková, M., Hejduk, S., Janků, L., Knot, P., Lošák, M., Straka, J. (2011) Zakládání a ošetřování krajinných trávníků a travnatých ploch veřejné zelene: certifikovaná metodika, 2011, Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně.
- Dai, J. J., Fan, X. I., Yu, J. G., Liu, F., Zhang, Q. (2008) Study on the Rapid Method to Predict Longevity of Controlled Release Fertilizer Coated by Water Soluble Resin. *Agricultural Sciences in China*, 7 (9), 1127 – 1132. http://ac.els-cdn.com/S1671292708601558/1-s2.0-S1671292708601558-main.pdf?_tid=d8afba16-3b00-11e7-8d69-00000aacb362&acdnat=1495026228_d283cd8d6fd82fc7ddd06e2e8d476e3e
- Dubský, M. (1998) Hnojivá, substráty a komposty pro trávníky. In: Trávníky 98 – ročenka českého travníkářství. Hrdějovice: Agentura Bonus.
- Gibson, D. J. (2009) Grasses & Grassland Ecology. New York: Oxford University Press.
- Graham, P. H., Vance, C. P. (2000) Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crop Research*, 65, 93 – 106. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00080-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00080-5)
- Gregorová, H. (2001) Trávníkářstvo. Nitra: SPU Ochrana biodiverzity 31.

- Gregorová, H. (2006) Kosenie a kvalita trávnikov. In: Podtatranské Pažite. Zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou vydaný pri príležitosti 2. Medzinárodného festivalu kosenia a 65. Výročia založenia Šľachtiteľskej stanice Levočské Lúky a.s. Pribylina-Levoča 30 June – 4 July 2006, Nitra SPU.
- Gregorová, H. (2009) Špeciálne trávnikárstvo. Nitra: SPU.
- Gregorová, H., Ďurková, E., Tomaškin, J. (2009) Floristické zloženie okrasných trávnikov vo vybraných mestách Slovenska. In: Trávniky v 21. storočí (zborník zo seminára). 12 November 2009, Cabaj-Cápor Nitra: SPU.
- Cheng, Z., Salminen, S. O., Grewal, P. S. (2010) Effect of organic fertilisers on the greening quality, shoot and root growth, and shoot nutrient and alkaloid contents of turf-type endophytic tall fescue, *Festuca arundinacea*. *Annals of Applied Biology*, 156 (1), 25 – 37.
[DOI 10.1111/j.17447348.2009.00357.x](https://doi.org/10.1111/j.17447348.2009.00357.x)
- Hanková, H., Slamka, P. (2012) The effect of slow-release fertilizers on the content of nitrogen and phosphorus in aboveground phytomass of strawberries. In: MendelNet 2012. Brno, 21st-22nd November 2012, Brno: Mendelova univerzita. https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2012/mnet_2012_full.pdf
- Hejduk, S. (2012) Modul Výživa rostlin (Vzdělávání pro lepší zeleň kolem nás - Skriptá modulů kurzu). Rožňov pod Radhoštěm: SŠZaP.
<http://docplayer.cz/2333203-Vzdelavani-pro-lepsi-zelen-kolem-nas.html>
- Hrabě, F., Muller-Beck, K., Skládanka, J., Ryant, P., Hejduk, S., Šafránková, I., Šefrová, H., Cagaš, B., Hrdina, P., Sochorová, N., Šindelář, J., Zicha, V., Jandourek, M., Kubata, K. (2007) Zelené vzdělávání (souborný studijní materiál). Brno: MENDELU.
- Hrabě, F., Cagaš, B., Čenoch, V., Dekar, J., Grécl, V., Hejduk, S., Chytka, T., Knot, P., Kuřková, T., Muler-Beck, K., Našinec, I., Pospíchalová, H., Skládanka, J., Straka, J., Straková, M., Ševčíková, M., Viktorín, J., Vorlíček, Z., Zemková, L., Zítka, J. (2009) Trávniky pro záhradu, krajinu a sport. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Bašan.
- Isherwood, K. F. (1998) Fertilizer Industry, Food Supplies and the Environment. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA).
- Jones, J. R. (1980) Turf analysis. *Golf Course Management*, 48 (1), 29 – 32.
- Kostrej, A., Brestič, M., Danko, J., Jureková, Z., Olšovská, K. (2000) Funkčné parametre produkčného procesu obilnín v meniacich sa podmienkach prostredia. Nitra: Agroinštitút, tlačiarenské stredisko.
- Kováčik, P. (2014) Princípy a spôsoby výživy rastlín. Nitra: SPU.
- Ložek, O., Hanáčková, E. (2015) Bilancia fosforu a draslíka v integrovanej a ekologickej sústave hospodárenia na pôde. *Agrochémia*, 55 (4), 3 – 11.
- Malvolta, E. (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. Sao Paulo: Agronomica Ceres.

- Mengel, K., Kirgby, E. A. (2001) Principles of plant nutrition. Dodrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ondrišík, P. (2013) Dynamika anorganického dusíka v pôde a možnosti jej regulácie. Nitra: SPU.
- Pessarakli, M. (2007) Handbook of Turfgrass Management and Physiology. New York CRC Press.
- Slamka, P., Várady, T. (2011) Porovnanie účinku pomaly pôsobiaceho a rýchlo rozpustného hnojiva na vybrané parametre pri pestovaní jahôd. Agrochémia, 51 (2), 8 – 10.
- Slamka, P., Živčák, M., Galambošová, J., Olšovská, K., Brestič, M. (2014) Vplyv hnojenia dusíkom a rastovej fázy na tvorbu nadzemných orgánov a fotosyntetickú výkonnosť listov pšenice ozimnej. Agrochémia, 54 (2), 3 – 8.
- Skládanka, J., Cagaš, B., Doležal, P., Havlíček, Z., Hejduk, S., Horký, P., Jančovič, J., Klusoňová, I., Knot, P., Kovár, P., Mejíja, J. E. A., Mikyska, F., Nawrath, A., Pokorný, R., Sláma, P., Szwedziak, K., Tukiendorf, M., Šeda, J., Vozár, L., Vyskočil, I., Zeman, L. (2014) Pícninářství. Brno: MENDELU. http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/21/21-picninarstvi_final.pdf
- Statistica program/documentation: Stat Soft. Inc. (2007) STATISTICA (data analysis software system). Version 7,0. www.statsoft.com.
- Svobodová, M. (1998) Trávníky. Praha: ČZU.
- Svobodová, M. (2004) Trávník. Praha: Grada Publishing a.s.
- Šmajstrla, R. (2009) Vplyv aplikovaných hnojív na kvalitu intenzívne využívaných okrasných trávnikov. In: Trávníky v 21. storočí (zborník zo seminára). 12. November 2009, Cabaj-Cápor Nitra: SPU.
- Tomaškin, J., Tomškinová, J. (2012) Ekologické, enviromentálne a sociálne funkcie verejnej zelene v urbánnej krajine. Banská Bystrica: UMB v Banskej Bystrici.
- Turgeon, A. J. (2002) Turfgrass management. 6th edition. New Jersey: Prentice Hall Upper Saddle River.
- Turner, T. R., Hummel, N. W. JR. (1992) Nutritional Requirements and Fertilization Wadidington, Carrow, Shearman: Turfgrass. Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA.
- Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J. (2012) Výživa zahradních rostlin. Praha: Academia.
- Vaněk, V., Ložek, O., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. (2013) Výživa poľných a záhradných rastlín. Nitra: Profi Press SK.