

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s.



Hospodaření s půdou ve školkařských provozech

Sborník příspěvků z celorepublikového semináře

Sestavil: Petr Martinec

Třebíč - Čikov, 14. až 15. června 2017

Tečovice, 2017

Dedikace:

Sborník je jedním z výsledků semináře, který nese název „Hospodaření s půdou ve školkařských provozech“. Praktickou realizaci akce zajišťovalo Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (IČ 64271463) ve spolupráci se Svazem školkařů České republiky, z. s. (IČ 45845247) a dále s obchodní společností Wotan Forest, a. s. (IČ 26060701). Uspořádání dvoudenního semináře v Třebíči a Čikově včetně vydání sborníku finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství.

Pořadatel semináře:

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (www.lesniskolky.cz)

Odborní a organizační garanti semináře:

Petr Martinec (info@lesniskolky.cz), Marie Horáková (svaz.skolkaru@email.cz),

Vydává:

Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (www.lesniskolky.cz)

Grafická úprava:

Petr Martinec

Tisk:

Polygrafie Zlín, s.r.o

Náklad:

100 ks

Neprodejné bez souhlasu vydavatele. Pořizování a rozšiřování kopií je přípustné pouze se souhlasem vydavatele. Za obsah příspěvků zodpovídají jednotliví autoři. Texty dodaných rukopisů neprošly jazykovou úpravou.

ISBN 978-80-906781-0-1

OBSAH:

Editorial

5 *Vladimír Foltánek*

Půda je přírodním bohatstvím a základem života

Vzpomínka na osobnosti z našeho oboru

7 Vzpomínka na Ing. Vratislava Duška, CSc. a další lesnické osobnosti

8 Vzpomínka na zahradního architekta Josefa Vaňka

Pořadatelem vyžádané příspěvky (přednesené referáty)

9 *Jaroslav Rožnovský*

Klimatické změny ve vztahu k půdě a růstu rostlin

17 *Aleš Kučera*

Optimalizace vodního režimu v půdách lesních školek

32 *Petr Zahradník*

Druhová změna škůdců v návaznosti na změny klimatu

36 *Barbora Badalíková*

K čemu je dobrá organická hmota v půdě?

41 *Jarmila Nárovcová, Přemysl Němec*

Kultury zeleného hnojení v soustavách hospodaření na půdách lesních školek

Individuálně přihlášené příspěvky – informace pro lesnickou praxi

49 *Přemysl Němec, Václav Nárovec, Jarmila Nárovcová*

Odběry půdních vzorků při agrochemické půdní kontrole v podmínkách společnosti
LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem

55 *Václav Nárovec, Jarmila Nárovcová, Martin Dubský*

Užitné vlastnosti lesnických pěstebních substrátů s podílem tmavé rašeliny – ohlédnutí
do minulosti a shrnutí certifikované metodiky

65 *Pavel Burda, Jarmila Nárovcová, Václav Nárovec*

Zakládání a obnova lesa za využití poloodrostků a odrostků listnatých dřevin je nadále
aktuální téma – vybrané literární prameny a elektronické zdroje

PŮDA JE PŘÍRODNÍM BOHATSTVÍM A ZÁKLADEM ŽIVOTA

V učebnicích zabývajících se problematikou půdy, která je považována za základní prostředí pro život rostlin, je její definice poměrně pragmatická. Půda je definována jako přírodní útvar, který se vyvinul z povrchových zvětralin kůry zemské a ze zbytků organismů v půdě a na půdě žijících, a to za působení půdotvorných faktorů. Za půdotvorné faktory přitom můžeme v současné době považovat mimo jiné jak aktivní činnost člověka, tak třeba i projevy globálního oteplování světa. Je též zdůrazňováno, že půda je dynamický a stále se vyvíjející živý systém, že je životním prostředím půdních organismů, regulátorem koloběhu látek v přírodě, substrátem a zásobárnou živin pro růst rostlin, má retenční i akumulaci schopnosti, atd. Existence, přežití a prosperita všech suchozemských biologických společenstev, přirozených i umělých, je závislá na tenké nejsvrchnější vrstvě Země, která se přitom vyvíjela tisíce a desítky tisíc let a přitom její zničení je možno uskutečnit ve velmi krátké časové době.

Půda je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Je bezesporu nejcenějším přírodním bohatstvím a její hodnota a význam s přibývajícím se počtem obyvatel naší planety roste. Půdu je proto třeba chránit z pohledu nejen státu ale i každého hospodáře, který s ní nakládá. Projevem kultury společnosti je mimo jiné i péče o půdu, a to nejen z hlediska jejího aktuálního využití ale se značným výhledem a zodpovědností do budoucna.

Na území České republiky jsou půdní poměry poměrně složité. Nalezneme zde značné množství různých půdních druhů, půdních typů a subtypů. Tato půdní rozrůzněnost způsobuje i značnou diferenciaci na ní rostoucích rostlinných společenstev, což následně podmiňuje i rozmanitost na rostlinách závislých živočišných společenstev. S touto skutečností pak přímo souvisí i rozdílné hospodářské využití půdy v krajině. Jsou u nás oblasti, které se hodí pro pěstování vína, jiné pak pro pěstování obilí, brambory, případně na ní roste takový nebo onaký les. Diverzita vlastností půdy tedy podmiňuje nejen úrodnost a vzhledový ráz krajiny, ale i takové záležitosti, jaké se skrývají pod pojmem „genius loci“.

Principiálním základem a úlohou zemědělství a lesnictví je využívání produkční schopnosti půdy. Z toho též vyplývá cílevědomá a vědomá snaha o řádnou péči o půdu. Tisícileté zkušenosti a tradiční postupy lidských pokolení v této činnosti se samozřejmě vyvíjely a dále vyvíjí. Nepřehlédnutelnou skutečností je fakt, že ze zemědělství a lesnictví se v posledních letech stal specifický druh průmyslu. Část podnikatelských subjektů, zejména těch, kteří mají půdu v dočasném nájmu, přistupuje k obhospodařování půdy, bohužel, někdy kořistnický. Zemědělskou půdu hluboko proorají a pak na ní opakovaně v cyklickém sledu pěstují jen plodiny, které přinášejí zisk. Aby půda vůbec mohla příslušně plodit v jejich podnikatelském zájmu, dohánějí postupně snižující se zásoby živin v půdě (vyčerpanost) dalšími intenzifikačními průmyslovými vstupy, hnojením strojenými hnojivy, užitím herbicidů, fungicidů, bakteriocidů, insekticidů, moluskocidů, nematocidů, akaricidů, rodenticidů, desikantů, morforegulatorů a dalšími agrochemickými vstupy. Tímto způsobem však v dohledném časovém období postupně dochází ke snižování půdní úrodnosti v tak vysoké míře, že půda přestává přinášet zisk, eroduje, degraduje, atd. Důkazů je v současné době již bezpočet.

Pěstování sadebního materiálu lesních i okrasných dřevin ve své základní technologii, tj. produkci prostokořenného sadebního materiálu, využívá produkční schopnosti půdy. Člověk – školkař – se tak stává významným faktorem kultivace využívané půdy

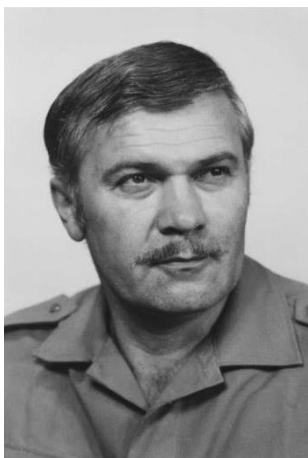
a významným ovlivňovatelem jejích vlastností. Samozřejmě, je nutno akceptovat, že zejména v posledních desetiletích rozšiřované technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu v speciálně upravených substrátech či v hydroponických roztocích částečně snižují potřebu produkční plochy půdy využívané k pěstování sazenic a semenáčků dřevin. Přesto však péče o půdu na produkčních plochách školek, spočívající především v orbě, jako základním agrotechnickým opatřením v klasickém zpracování půdy, které má rozhodující vliv na celkový stav půdy, zůstane nedílnou součástí školkařské činnosti. Hnojení, kypření, mulčování, kompostování, odstraňování nežádoucích plevelných rostlin, atd., to jsou jen některé z dalších činností prováděných školkaři v jejich praktické péči o půdu. Půda je prostě nenahraditelná a je třeba o ni řádně pečovat.

Témata jednotlivých připravených referátů pořádaného semináře s názvem „Hospodaření s půdou ve školkařských provozech“ dokumentují nejen zájem pořadatelů o možnost rozšíření aktuálních informací a poznatků vztahujících se k hospodaření s půdou ve školkařské činnosti, ale především aktivní snahu o zachování kvalitních vlastností produkčně využívané půdy pro budoucnost. Školkaři tak dokládají, že myslí na budoucnost nejen produkcí sadebního materiálu lesních a okrasných dřevin, které budou dospívat v podobě lesů a sadů až za desítky let, ale činí tak i péčí o půdu, kterou obhospodařují.

Práce s půdou není jen noblesním povoláním, jak prezentuje známý filosof, krajinář, geolog, klimatolog a popularizátor vědy, Václav Cílek, ale i povoláním ctnostným. Myslet a činit něco pro budoucnost je totiž ctností. ... a školkaři na budoucnost ve své široké škále dílčích činností myslí.

Ing. Vladimír Foltánek,
emeritní manažer Sdružení lesních školkařů ČR

Téma semináře „Hospodaření s půdou ve školkařských provozech“ motivuje ke vzpomínce na profesní odkaz a práci Ing. Vratislava Duška, CSc., vědeckého pracovníka Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumné stanice Opočno, od jehož smrti letos uplynulo 20 let. Spolu s jinými a sobě generačně blízkými lesnickými osobnostmi, jakými byli např. prof. Ing. Dr. Josef Kantor, DrSc., prof. Ing. Jiří Pospíšil, DrSc. (oba VŠZ v Brně), doc. Ing. Rudolf Čvančara, CSc. (ÚAEE Kostelec nad Černými lesy), Ing. Alois Švenda, CSc. (VS Křtiny); Ing. Jaroslav Ferda, CSc. (VÚM Zbraslav nad Vltavou), Ing. Jiří Mottl, CSc., Ing. Jiří Machaníček, CSc. (oba VS Uherské Hradiště), Ing. Vladimír Peřina, CSc., Ing. Theodor Lokvenc, CSc. (oba VS Opočno), Ing. Vlastislav Jančařík, CSc., Ing. Jan Materna, CSc., Ing. Jiří Ledinský, CSc. (všichni VULHM Jiloviště-Strnady) a další, se v šedesátých až osmdesátých letech minulého století zařadil mezi přední odborníky, kteří se výrazně zasloužili o rozvoj vědní disciplíny zakládání a pěstování lesa a zejména pak o tehdejší modernizaci a racionalizaci lesního semenářství a školkařství u nás.



ING. VRATISLAV DUŠEK, CSc. (18. 11. 1924 Topolčianky, † 31. 3. 1997 Dobruška) maturoval na Reálném gymnáziu v Kroměříži. V roce 1952 absolvoval Lesnickou fakultu ČVUT v Praze a nastoupil do Výzkumné stanice pro pěstování lesů (VS Opočno), která byla původně (od roku 1951) sektorovým výzkumným Ústavem pro pěstění lesů, semenářství a školkařství v Opočně a v roce 1952 se stala součástí Výzkumného ústavu lesního hospodářství Zbraslav-Strnady. Na výzkumné stanici zpočátku (1953-1960) studoval možnosti pěstování eukalyptů v klimatických podmínkách ČSR. Experimentální ověření této (dnes do jisté míry „exotické“) problematiky si tehdy vyžádaly specifické národohospodářské poměry v poválečné Evropě a omezené možnosti dovozu některých surovin a výrobků ze zahraničí. Postupně se zaměřil na široké spektrum dalších aktuálních problémů a témat ve školkařství. Patřilo k nim především studium nových technologií pěstování sadebního materiálu lesních dřevin pro obnovu lesa. V roce 1963 vypracoval a o rok později (1964) obhájil kandidátskou disertaci s názvem Pěstování sazenic buku a borovice s bohatým kořenovým systémem podřezáváním kořenů, kde u juvenilních stadií dřevin využíval moderní postupy a metody experimentální rhizologie.

Na VS Opočno vedl oddělení lesního školkařství a zalesňování. Hlavní přínos výzkumné a manažerské práce Vratislava Duška spočíval v ověřování a v zavádění nových technologií pěstování prostokořeného a krytokořeného sadebního materiálu lesních dřevin v tuzemských školkařských provozech. V počátečním období se jednalo např. o rozpracování postupů pěstování sazenic s bohatým kořenovým systémem metodou podřezávání (1960-1963) nebo o upřesnění zásad pěstování semenáčků na substrátech připravovaných z jehličnaté hrabanky, tzv. Dunemannova metoda (1962-1965). Návazně se věnoval problematice zavádění závlah do školek a automatizovanému řízení provozu závlahových soustav ve školkách (1964-1974) a také výzkumu žádoucích podmínek při skladování sadebního materiálu v klimatizovaných skladech (1971-1980). V 80. letech minulého století vypracoval pro hospodářskou praxi státních organizací lesního hospodářství shrnutí zásad manipulace se sadebním materiálem (1982-1987), upřesnění pravidel pro hnojení semenáčků a sazenic pěstovaných na substrátech a na minerální půdě (1985-1989) aj. Podnikům státních lesů poskytoval rozsáhlou poradní činnost, při které úzce spolupracoval s rezortním ministerstvem (MVLH), kde byl jeho velmi blízkým spolupracovníkem Ing. František Kotyza. V roce 1970 spolu s ním a s kolektivem dalších autorů připravili obsáhlou monografii Moderní lesní školkařství. Revidované vydání pod názvem Lesní školkařství - základní údaje vyšlo v roce 1997 v Matici lesnické v Písku.

Za okrasné a ovocné školkařství bychom při příležitosti konání semináře „Hospodaření s půdou ve školkařských provozech“ rádi zmínili osobnost ze zahradnického oboru, který má v naší zemi velmi bohatou tradici. Mezi velkou řadu zahradnických velikánů připomeňme v malé vzpomínce pana architekta Josefa Vaňka, který byl velmi výraznou zahradnickou osobností v minulém století.



zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki>

Pan architekt Josef Vaněk se narodil 6. února 1886 v obci Bukovina u Hradce Králové v rodině malého rolníka. V roce 1903 absolvoval pomologický ústav v Tróji. Dále studoval na pomologickém ústavu v německém městě Reutlingen. Vzdělání si ještě doplnil na pruské státní zahradnické škole v Proskau. V roce 1908 založil zahradnický podnik v Chrudimi, který byl zaměřen zejména na ovocné školkařství, okrasné rostliny, trvalky atd. Podnik byl na tehdejší dobu velmi moderně vybaven. Nacházely se tam již vytápěné skleníky s umělým zavlažováním a jiné zařízení. Zřídil ve svém podniku oddělení, které se zabývalo projektováním zahrad a sadů. Byl např. autorem návrhů zahrad u Barrandovských teras v Praze a celé řadě vynikajících projektů. Celkem bylo ve Vaňkových ateliérech vypracováno více než 4 000 projektů.

V roce 1909 převzal redakci časopisu Zahrada domácí a školní. Od roku 1910 nesl zmíněný časopis jméno Zahrada. Koncem třicátých let, to již byl čtrnáctideník a bylo vydáváno více než 8 000 výtisků. Postupem času přibývaly další časopisy, jako např. Mladý zahradník a další. Ve svém chrudimském nakladatelství vydal více než 30 vlastních knih a více než dvojnásobek jiných titulů jeho přátel a kolegů. Jeho vlastní odborná knihovna čítala více než 7000 výtisků.

Do jeho celoživotních zásluh patří nemalou měrou osvětová, přednášková a odborná publikační činnost. Jeho osobnost podtrhují také jeho přátelé, kterými byli bratři Čapkové, Petr Bezruč, Alfons Mucha, Josef Lada, Alois Jirásek a další výrazné osobnosti tehdejší doby.

Období po 2. světové válce nabylo pro architekta Josefa Vaňka nakloněno. V roce 1950 byl jeho zahradnický podnik znárodněn a Josef Vaněk se věnoval další období až do 80 let svého života přednáškové a publikační činnosti. Pan architekt Josef Vaněk zemřel 9. září 1968, zanechal však v zahradnickém oboru nesmazatelnou stopu a mnohé jeho myšlenky o spolupráci zahradníků při řešení společných problémů jsou poplatné dodnes.

KLIMATICKÉ ZMĚNY VE VZTAHU K PŮDĚ A RŮSTU ROSTLIN

Jaroslav Rožnovský

Abstrakt:

Podnebí naší republiky je typické svou proměnlivostí. Přitom je podnebí, respektive počasí nejdynamičtější složkou přírodního prostředí. Vývoj půd je dlouhodobý a je závislý na podnebí, ovšem významnou roli hraje v jejich stavu i počasí. Pěstování hlavně zemědělských plodin, ale i dalších rostlin je závislé na průběhu počasí, tedy projevech atmosféry v krátkém čase. S ohledem na stále se zvyšující extrémní projevy počasí je nutné věnovat větší pozornost změnám klimatu. Nestačí jen konstatovat, že prokazatelně rostou teploty vzduchu, ale je třeba tento nárůst spojit s dalšími meteorologickými prvky. Škody na rostlinách působí hlavně nízké teploty vzduchu, snižující se výskyt sněhové pokrývky a vyšší četnost výskytů sucha. Těmto je v článku věnována stručná pozornost. Je předložen přehled změn hlavních meteorologických prvků právě s ohledem na pěstování rostlin.

Klíčová slova:

podnebí, proměnlivost klimatu, minimální teplota vzduchu, vegetační mrazy, sucho

Úvod

Počasí a podnebí doprovází svými projevy každého pěstitele. Průběh počasí v dubnu a v květnu letošního roku opět potvrdil, že roste frekvence extrémních projevů počasí. Výskyt teplé zimy již v podstatě začínáme vnímat jako běžný; podobně výskyty letních dnů v dubnu, či tropických dnů v závěru května či na počátku června. Ovšem musíme si uvědomovat, že jde o extrémní projevy počasí, které mají však dopady na přírodu, a že výskyty vegetačních mrazů mají mimořádně škodlivé účinky. Podobně jde o projevy stále častěji se vyskytujícího sucha. Stručně řečeno jde o projevy změny klimatu, ke které jsou však různé přístupy, hlavně z ekonomického pohledu, kdy ukazatelem je okamžitý zisk. Průběhy počasí a podnebí jsou projevy velmi složitého klimatického systému, do kterého člověk zasahuje převážně negativně. Musíme si uvědomit, že i stavy půdy, hlavně její hydropedologické vlastnosti, mají vazbu na podnebí. Je velké nebezpečí, že pokud nedojde k pochopení klimatických projevů a podle toho též hospodaření v naší krajině, budou extrémy narůstat tak, že během několika desetiletí proběhnou v naší krajině nevratné změny. V dalším textu je uveden stručný popis některých projevů našeho počasí a dopady změn podnebí.

Podnebí České republiky

Nelze kvalifikovaně hovořit o extrémech počasí či dokonce o jejich extremitě, bez znalosti našeho podnebí. Toto je limitováno jednak zeměpisnou polohou, jsme součástí mírného klimatického pásu, ovšem v oblasti přechodného klimatu středoevropského (Kolektiv autorů 1958). Dále významnou roli sehrávají cirkulační a geografické poměry. Vzduch mírného pásma u nás převládá převážnou část roku, v krátkých obdobích se projevuje vzduch tropický, ale také vzduch arktický. Oceanita je s ohledem na proudění vzduchu vyšší v Čechách, kde jsou častěji mírnější zimy a chladnější léto, srážky jsou rozděleny rovnoměrněji. Naopak kontinentalita je oproti Čechám vyšší na Moravě a ve Slezsku, kde jsou také větší teplotní amplitudy. Z geografických podmínek mají vliv naše hory, které zčásti zabraňují vpádům studeného vzduchu od severu více v Čechách, ale vzhledem k převažujícímu severozápadnímu proudění vyvolávají dešťový stín (Rožnovský, 1999). Významnou roli pro naše počasí má cyklonální činnost, která ovlivňuje přechody atmosférických front přes naše území a tím výskyt srážek (Tolasz et al., 2007).

Teplotu vzduchu lze velmi jednoduše charakterizovat dlouhodobou průměrnou roční teplotou vzduchu, která se pohybuje v období 1961 až 2010 od 0 °C (vrcholové polohy) až po 10 °C na jižní Moravě. Nejvyšší maximum teploty vzduchu na území ČR bylo naměřeno 20. 8. 2012 v Dobřichovicích, a to 40,4 °C. Nejnižší minimum teploty vzduchu, -42,2 °C se vyskytlo v Litvínovicích u Českých Budějovic 11. února 1929. V průměru je nejchladnějším měsícem roku leden, nejteplejším měsícem červenec. Z analýzy průměrných ročních a měsíčních teplot vzduchu za období 1961 až 2010 vyplývá, že teploty vzduchu na našem území rostou.

Zdroj vody na našem území jsou pouze srážky, které se však vyznačují velkou časovou i místní proměnlivostí s vysokou závislostí na nadmořské výšce a expozici vzhledem k převládajícímu proudění. Nejnižší dlouhodobé roční průměrné úhrny srážek se vyskytují v okolí Žatce, kdy tento úhrn činí 410 mm. Nejvíce srážek vykazuje Bílý Potok (U studánky) v Jizerských horách ve výšce kolem 900 m n. m. s průměrem 1705 mm srážek. Podle ročních období má nejvyšší průměrné úhrny srážek léto (kolem 40 %), dále jaro (25 %), podzim (20 %) a zima (15 %). Měsíční maxima v mimořádně vlhkých měsících mohou překročit i více než 500 % příslušného měsíčního průměru. Denní maxima v jednotlivých měsících překračují měsíční průměr pro dané místo. Počet dnů se srážkami 1 mm a více je průměrně za rok v suchých oblastech přes 90, v horských, nejvlhčích oblastech, skoro 190. Letní maximum souvisí s výskytem bouřkových lijáků. Průměrně je u nás v roce kolem 25 bouřek, přitom nejméně jich je v nížinách, ale s nadmořskou výškou jejich počet stoupá.

V chladném období se projevuje oteplování tak, že období s výskytem sněhu se zkracují, klesá i výška sněhové pokrývky (Zahradníček et al., 2016). Obecně můžeme konstatovat, že výskyt sněhové pokrývky je velmi nepravidelný. V jižních částech se v některých letech souvislá sněhová pokrývka takřka nevyskytuje. V průměru se maximální výška sněhové pokrývky pohybuje od 15 cm v nížinách do 200 cm na horách. Průměrný počet dnů se sněžením činí v nížinách kolem 40, na horách dosahuje až 110 dnů.

Výdejovou složkou v oběhu vody v naší krajině je výpar. Potenciální evaporace či evapotranspirace činí v jižních oblastech až 700 mm. Pro tyto oblasti je potenciální roční vláhová bilance, vyjádřená jako rozdíl mezi úhrnem srážek a potenciální evapotranspirací, slabě záporná s hodnotami do -100 mm. Reálná evapotranspirace, dosahuje v teplých oblastech 400 až 450 mm, největší je ve středních výškách, málo přes 500 mm, a v nejvyšších polohách činí méně než 350 mm.

Vývoj počasí v zimě

Ze statistických analýz vyplývá, že průměrná teplota vzduchu v zimě má rostoucí trend, zvláště od 80. let 20. století. V posledních 15 letech jsme zažili 4 nejteplejší zimy. Největší kladná odchylka od normálu 1961-1990 byla v roce 2007, tři zimy v letech 2013-2016. Naopak nechladnější zimy byly v roce 1830, 1941 a 1929, což je již časově hodně vzdálené od současnosti. Z našeho zkoumaného období byl nechladnější normál 1961-1990. Naopak období 2001-2015 bylo výrazně teplejší a to v průměru o 0,9°C, podobně období 2001-2015, které bylo teplejší o 0,9 až 1°C.

Z hlediska půdních procesů a přezimování rostlin je významná absolutní minimální teplota vzduchu, tedy nejnižší naměřená hodnota. Oteplování v zimě je důvodem, proč v posledních 15 letech neklesala absolutní minima tak nízko, jako dříve. Pod hodnotu -20°C se dostáváme při 5 leté době opakování. Jednou za 20 let klesne absolutní minimum průměrně v České republice pod -23°C. S rostoucí délkou doby opakování už není výrazný rozdíl mezi absolutními minimálními teplotami. Mimořádně extrémní byl rok 1985 s dobou opakování vyšší než 100 let. Průměrné absolutní minimum v České republice bylo -25,8°C. V tomto roce klesaly teploty hodně nízko jak v lednu (125 letá doba opakování), tak i únoru (66 letá doba opakování). V roce 1987 opět minima teploty vzduchu významně klesala. Průměrné absolutní minimum v České republice bylo -25,2°C. To odpovídalo opět více než 100 leté době

opakování. Extrémní byl hlavně leden a překvapivě i březen, kdy průměrné absolutní minimum kleslo k -18°C . Třetí nejextrémnější rok podle absolutních minim byl 1996, kdy v prosinci průměrné absolutní minimum v České republice bylo $-23,6^{\circ}\text{C}$. To bylo v prosinci opět více než 100 letá doba opakování.

Zcela opačným extrémem byl rok 1974, kdy průměrné absolutní minimum bylo jen -8°C . Takto teplá minimální teplota vzduchu se objevuje více než jednou za 100 let. Velmi teplá zima z pohledu zkoumané charakteristiky byla také 2015 s průměrným minimem $-10,6^{\circ}\text{C}$. Taková zima se opakuje jednou za 60 let. K dalším málo extrémním zimám patřily roky 2007 a 2008.

Významnou pro přezimování má teplota půdy, která má vliv na fyziologické procesy přezimujících rostlin. Velmi nízké teploty rostlinným buňkám nesvědčí, což dokazují škody na porostech způsobené holomrazy. Analýza vlivu sněhové pokrývky na promrzání půdy v souladu s podklady z literatury potvrdila vliv sněhové pokrývky na teplotní podmínky půd za období listopad až březen. Sněhová pokrývky díky svým fyzikálním vlastnostem, hlavně však izolační schopnost, významně snižuje kolísání a poklesy teploty půdy. Při vyšší sněhové pokrývce je kolísání i pokles teploty půdy nižší. Dokonce i výška sněhu 1 cm snižuje výkyvy teploty půdy oproti půdě sněhem nepokryté.

Z analýzy výskytu sněhové pokrývky vyplývá, že je jasné patrné, že při sněhové pokrývce kolísají teploty půdy v 5 cm hloubce výrazně méně, než při její absenci. Naopak se však půda bude prohřát a rozdíly teplot během dne můžou být i vyšší než ve 2 m. To je vidět i na hodnotě absolutní maximální denní amplitudy v době bez, nebo s nízkou sněhovou pokrývkou, která ve 2 m činila $24,6^{\circ}\text{C}$, zatímco u teploty půdy v 5 cm to bylo $26,7^{\circ}\text{C}$. Je navíc třeba dodat, že tyto rozdíly jsou patrné zejména v teplém období, tato analýza sledovala pouze období od listopadu do konce března.

Rozdíly v kolísání teplot jsou patrné i při pohledu na průměrná denní maxima a minima. U teploty vzduchu ve 2 m jsou průměrná denní maxima při sněhové pokrývce vyšší nebo rovné 10 cm v průměru o více než 5°C nižší, u denních minim je rozdíl ještě větší. V případě teplot půdy v 5 cm jsou však rozdíly mezi průměrným denním maximem a minimem při sněhové pokrývce rovné nebo vyšší 10 cm velmi malé a podstatně nižší než při nižší výšce sněhu nebo případech bez sněhové pokrývky. Na rozdíl od vlivu na teploty půdy, vliv sněhové pokrývky na denní kolísání teploty vzduchu ve 2 m významný vliv nemá.

Při současném trendu globálního oteplování bude ubývat dnů se sněhovou pokrývkou, to však nemusí nutně znamenat, že se nebudou vyskytovat ani velmi nízké teploty. Je proto možné, že budou právě výrazné výkyvy teplot a absence sněhu v budoucnu znamenat významnější problémy v zemědělství a způsobovat větší škody na přezimujících porostech.

Predikce zimních teplot vzduchu do budoucnosti

Podle Zahradníčka et al. (2017) se teplota vzduchu v zimě bude zvyšovat, v tomto směru se klimatické modely shodují. Pro Českou republiku nejnovější modely EURO-CORDEX počítají s nárůstem teplot vzduchu o 2°C ke konci století podle RCP 4.5 a nebo až $4,1^{\circ}\text{C}$ podle RCP 8.5. Do roku 2050 budou teploty růst bez ohledu na vliv množství skleníkových plynů shodně, poté dojde k rozevření nůžek v predikci podle emisních scénářů. Nové klimatické modely mají nejvyšší nárůst teplot predikovanou právě pro zimní sezonu. Podle emisního scénáře 4.5 by mohlo dojít v průměru k oteplení o $2,4^{\circ}\text{C}$, ale RCP 8.5 počítá s nárůstem zimních teplot o $4,9^{\circ}\text{C}$ (Štěpánek et al., 2016).

Vegetační mrazy

Naše podnebí je typický výskyt jarních vegetačních mrazů, zvláště květnových. Ovšem jejich škodlivost narůstá právě díky oteplování, protože dochází k dřívějšímu nástupu vegetace. Dokladem jsou mrazy v dubnu 2016, které takřka zničily úrodu několika druhů ovoce. Podle

podkladů OU ČR mrazy v počátku května 2016 zničily úrodu meruněk na většině pěstitelských ploch z 80 až 100 %. Prokazatelné škody vznikly i u dalších druhů ovoce.

Přitom rok 2016 začal jako teplotně nadprůměrný a to jak v zimě, tak počátkem jara. Díky této kombinaci začala vegetační sezóna o něco dříve, což bylo nebezpečné pro případný vpád studeného vzduchu. To nastalo koncem dubna 2016, po předchozích teplejších dnech, kdy koncem března a začátkem dubna se dostaly maximální teploty vzduchu na řadě míst i nad 20 °C, přišlo přechodné výrazné ochlazení, kdy minimální teploty vzduchu klesaly v celé republice pod bod mrazu. Nejhorší situace nastala 29. 4. 2016, kdy na většině území České republiky se vyskytovaly minimální teploty mezi -1 až -4 °C a přízemní minimální teploty v 5 cm pod -5 °C. Na mnoha místech se přibližovaly tyto hodnoty k minimům v daný den za posledních 50 let. Pokud ale posuzujeme naměřené minimální teploty v kontextu celého dubna za období 1961-2015, tak nejsou tyto naměřené hodnoty ničím výjimečné. Takto nízké hodnoty se v měsíci dubnu objevují pravidelně každý 1 až 3 roky (výpočet doby opakování absolutních minim pomocí metody GEV). Uvedené výsledky by měly být brány v úvahu nejen pěstiteli, ale i šlechtiteli.

Podobně se projeví dvě vlny vegetačních mrazů v dubnu a květnu tohoto roku (obr. 1). Výrazné hospodářské škody zásadně ovlivní ekonomiky postižených podniků a mohou způsobit existenční problémy zejména podnikům převážně se specializujících na ovocnářství. Toto je závažný důvod k podrobnému vyhodnocení výskytu mrazů vzhledem k rentabilitě intenzivního pěstování ovoce, protože mrazy v rozporu s obecným pohledem na oteplování mohou být i v budoucích letech, ovšem výskyt mrazů z roku 1929 se opakovat nebude.

Výskyty sucha

Mimořádná sucha na našem území byla zaznamenána v letech 2000, 2003, 2012, na jaře 2014 a také v roce 2015. Tyto roky jsou klimatologicky hodnocené jako velmi teplé, některé měsíce potom jako mimořádně teplé. Například za období leden až září roku 2003 bylo na většině území ČR naměřeno méně než 500 mm srážek, což není ani 80 % průměrné hodnoty, velká část území zaznamenala méně než 60 % průměrného úhrnu srážek.

Velmi intenzivní projevy sucha byly v roce 2012. Ve většině níže položených oblastech docházelo již během dubna a poté hlavně začátkem května k poklesu hodnot vláhové bilance, což souviselo s výraznou převahou výparu (evaporace, evapotranspirace) nad úhrny srážek. S tím souviselo i postupné snižování zásoby využitelné vody v půdním profilu, kdy v níže položených oblastech tyto hodnoty postupně klesaly pod 50 % využitelné vodní kapacity. Během května pak tento trend pokračoval a následoval razantní propad vláhově-bilančních hodnot, kdy na většině území ČR v týdenních úhrnech byla negativní bilance srážek a výparu (až kolem -30 mm). Velmi intenzivně byly suchem zasaženy oblasti Polabí, Poohří, ale zvláště pak většina území jižní Moravy.

Kumulativní hodnoty potenciální vláhové bilance počítané od 1. 1. 2012 ke konci května se pohybovaly na hranici -100 mm a místy klesaly i pod -150 mm. Zde se už dá hovořit o vysoce negativní vláhové bilanci, resp. o výskytu mimořádného sucha. Tento nepříznivý stav měl velmi negativní vliv na zemědělské plodiny. Ve srovnání s dlouhodobými poměry byla vláhová bilance ke konci května na téměř celém území ČR o více jak 50 mm, v nejvíce postižených oblastech až o 150 mm, nižší. Na většině našeho území byla negativní vláhová bilance ještě koncem září a místy překračovala hodnoty - 200 mm.

Do hodnocení sucha v roce 2015 musíme zahrnout průběh zimy 2014/2015. Tato byla na většině území srážkově podnormální. Severní a východní Morava měla srážky normální, ale velká část hlavně středních a západních Čech jen mezi 50 až 60 % dlouhodobého průměru. Podobné byly úhrny i na části Znojemska. Ovšem zima jako celek byla oproti průměru na celém území teplejší, a to o 1,5 až 3,5 °C. Leden byl teplejší o 3 °C, na některých místech v Čechách i o 4 °C. Únor mimo západní a jihozápadní území měl teploty vyšší o 1 až 2 °C.

S ohledem na průběh teplot vzduchu a úhrnů srážek byl již počátek jara mírně sušší. Deficit srážek ke konci března dosahoval mimořádně až 50 %, na jižní Moravě a na větší části Čech byl od 10 do 25 %, na ostatních částech území ČR naopak vyšší než průměr. Díky těmto podmínkám dosahovaly hodnoty základní vláhové bilance v březnu normální až slabě podnormální hodnoty, tomuto odpovídala i zásoba využitelné vody v půdním horizontu.

Vysoké teploty vzduchu v dubnu vyvolaly zvýšení hodnot evapotranspirace asi na polovině území Čech o 20, ale místy až o více než 40 %. Ovšem v květnu tento negativní trend končí a hodnoty na většině území odpovídají normálu. Na Moravě jsou na části území částečně podnormální. Totéž bez velkých odchylek je možné uvést pro měsíc červen.

V průběhu měsíců dubna až června byly úhrny srážek na většině našeho území podnormální, takže koncem května v pásu od Karlových Varů přes střední Čechy až k Českým Budějovicím se jejich úhrn pohyboval mezi 50 až 75 % průměru. Obdobně na jižní a části střední Moravy. Tento stav se v červnu změnil tak, že v Podkrušnohoří dochází k dorovnání průměru, naopak na Moravě se zvýšila plocha území s deficitem srážek mezi 25 až 50 %. V červenci však pozorujeme postupný vzestup hodnot a opět hlavně v Čechách, ale i na severní části Olomoucka se evapotranspirace zvyšuje místy až k 40 % oproti dlouhodobým podmínkám. V polovině srpna na některých lokalitách překračuje 40 % a její vyšší hodnoty zastavuje až ochlazení spojené s výskytem srážek. Mimořádně nízké úhrny srážek v červenci způsobily, že na většině našeho území byl deficit 25 až 50 %. Na několika místech, hlavně v oblasti jižní Moravy, potom více jak 50 %. Ovšem díky bouřkám jsou na těchto územích lokality, kde deficit srážek poklesl. Prohlubující se deficit v srpnu zastavily až srážky od 16. do 20. srpna. Ovšem následný průběh počasí vliv těchto srážek eliminoval.

Popsaný průběh počasí se projevil rostoucím deficitem základní vláhové bilance. Koncem druhé dekady června činil deficit základní vláhové bilance přes 75 mm na převážné části Moravy a ve východních a jižních Čechách. V prvním červencovém týdnu je s tímto deficitem území od Prahy přes celou Moravu mimo Beskydy. Tropicke vedra zvýšily deficit tak, že ke dni 12. 7. jsou místa, kde základní vláhová bilance má hodnoty pod -150 mm. Tento stav je po celý červenec s tím, že nehomogenitu tohoto pole způsobují lokální bouřky. Přes několik srážkových dnů v srpnu pokračovala negativní vláhová bilance až do podzimu, jak dokládá mapa na obr. 2.

Změny klimatu

Stručně uvedené předcházející výsledky jak z 5. zprávy IPCC, ale i výsledků výzkumu v ČR, se shodují v tom, že dochází k pozorovaným změnám podnebí. Z klimatologických analýz pro naše území můžeme vynést tyto závěry:

A) Teplota vzduchu

1. V posledních dvou desetiletích se zvyšuje počet teplotně nadprůměrných roků, v desetiletí 2001 až 2010 je to sedm až osm let.
2. Dynamika teplot vzduchu se v posledních letech zvyšuje, např. rok 2003, který měl v únoru mimořádný výskyt holomrazů, byl jako celek velmi až mimořádně teplý.
3. Průběh průměrné roční teploty vzduchu má vzestupný trend se zvyšováním ve dvou posledních desetiletích.
4. Nárůst teploty vzduchu je odlišný pro jednotlivé roční doby, nejvíce se teplota zvyšuje v létě (0,4 °C/10 let), naopak pro podzim je vzestup malý (méně než 0,1 °C/10 let). Roční nárůst teploty vzduchu představuje necelé 0,3 °C/10 let.
5. Podle publikovaných výsledků průměrné roční územní teploty podléhaly v posledním padesátiletí výrazným meziročním změnám, nicméně vykazují rostoucí trendy.
6. V posledních dvou desetiletích se průměrná roční teplota oproti standardnímu období (1961–1990) zvýšila o 0,8 °C, větší změny byly zaznamenány v letních měsících,

- menší na podzim. V letních měsících se teplota zvyšuje nepatrně rychleji na území Moravy, v zimě a na jaře na území Čech, nicméně rozdíly jsou minimální.
7. Zvyšováním teploty vzduchu dochází k výskytu vyšších teplotních extrémů, roste počet letních dnů, ale i dnů tropických. Přes snižování počtu dnů mrazových a ledových, nelze vyloučit výskyty dnů arktických a tím vysoké škody na porostech.
 8. Přes vyšší vliv oceanity v Čechách nejsou podle dostupných výsledků významnější rozdíly v dynamice teplot vzduchu mezi Čechami a Moravou.

B) Srážky

1. Průměrné roční srážkové úhrny vykazují velmi výraznou meziroční proměnlivost.
2. V posledních dvou desetiletích se průměrný roční srážkový úhrn oproti standardnímu období (1961–1990) zvýšil přibližně o 5 %.
3. Hlavní rysy ročního chodu srážek zůstávají zachovány (maximum v létě, minimum v zimě), dochází však k redistribuci měsíčních srážkových úhrnů během roku (pokles od dubna do června, nárůst od července do září), rozdíly mezi Čechami a Moravou nejsou výrazné.
4. Vegetační období má výraznější změny výskytu srážek. Území Moravy obecně vykazuje větší sklon ke změnám ve prospěch vyšších srážkových úhrnů než území Čech.
5. Počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více je meziročně značně proměnlivý jak v nižších, tak i ve vyšších polohách, nicméně v posledním padesátiletí jejich počet, zejména v souvislosti s nárůstem průměrné teploty, klesá.
6. Časová variabilita průměrných denních srážkových úhrnů vykazuje ještě výraznější roční chod než variabilita průměrných denních teplot (vyšší v létě, nižší v zimě), obecně je vyšší na území Moravy.
7. V posledních dvou desetiletích se časová variabilita průměrných denních srážkových úhrnů v teplé polovině roku zvyšuje, v chladné polovině roku snižuje, režim změn je výrazně zřetelnější na území Čech, zatímco na území Moravy jsou změny vyrovnanější.
8. Prostorová proměnlivost časové variability srážek je v porovnání s teplotou výrazně vyšší, což je hlavní příčinou statisticky nevýznamných rozdílů ve výskytech průměrných počtů dnů s nadlimitními denními srážkovými úhrny na jednotlivých stanicích, významnější rozdíly v prostorové proměnlivosti mezi územím Čech a Moravy nelze vysledovat.

C) Vláhové poměry

1. S rostoucí teplotou vzduchu se zvyšuje potenciální evapotranspirace.
2. V souvislosti s rostoucí variabilitou srážek se vyskytují delší bezesrážková období.
3. V posledním desetiletí roste počet období s výskytem sucha.
4. Trend rostoucí teploty vzduchu avizuje, že výskyty suchých období mohou být čtenější.

Závěr

Naše podnebí je typické svou proměnlivostí, ovšem tato v posledních desetiletích ještě narůstá. Potvrzují se výstupy z klimatologických modelů a růst teplot vzduchu a navazujících dalších procesů včetně nárůstu srážkových extrémů je toho dokladem. Nárůst teploty vzduchu je také jednou z příčin poklesu výskytu sněhové pokrývky. Přitom nejde jen o dopad na průběh meteorologických prvků, ale i na přezimování rostlin. Musíme vycházet z toho, že přes oteplování se budou dále vyskytovat škodlivé vegetační mrazy. Zvyšování teploty vzduchu je příčinou zvyšující se evapotranspirace, tedy výdeje vody z naší krajiny. Jinak

řečeno, ke stále většímu nedostatku vody v krajině, tedy nárůstu sucha dochází nejen velkým kolísáním srážek, ale také rostoucí teplotou vzduchu a půdy.

Počasí neovlivníme, ovšem s ohledem na extrémní projevy počasí v naší krajině se musíme velmi rychle začít zabývat vhodnými metodami hospodaření. Zvláště nebezpečné může být zvyšování četností sucha. Jedině řešení jak zajistit vodu v naší krajině, je zvýšení její retenční kapacity. Chceme-li např. řešit sucho závlahami, potom musíme nejdříve zajistit dostatek vody pro celé vegetační období. Dopady možné změny klimatu již v současných projevech varují a měli bychom těmto signálům věnovat velkou pozornost a při hospodaření v naší krajině z nich vycházet.

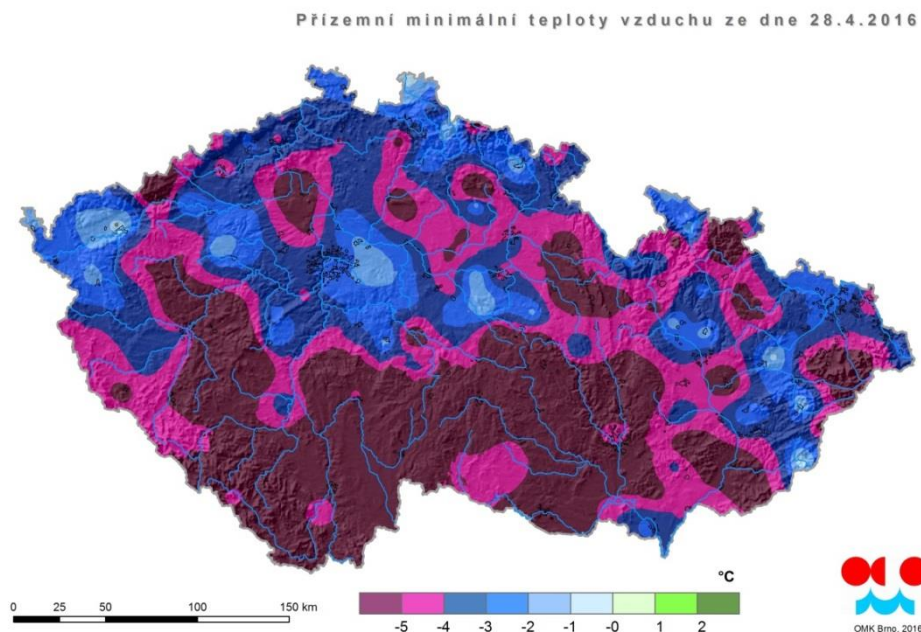
Literatura je k dispozici u autora.

* * *

Poděkování:

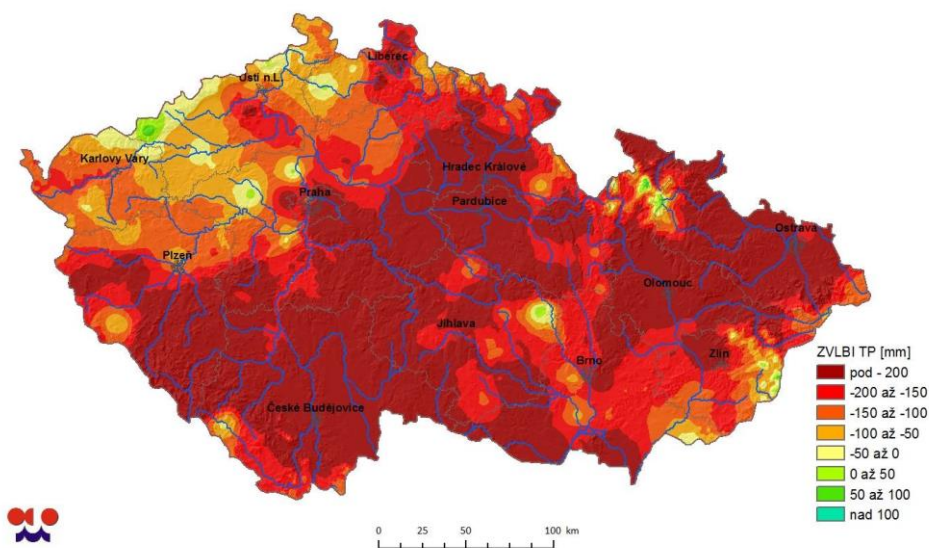
Článek vychází z projektu Národní agentury zemědělského výzkumu „Metody korekce vláhových potřeb plodin zohledňující scénáře změn klimatu území ČR pro optimalizaci managementu závlah“, registrační číslo QK1720285.

* * *



Obr. 1 Přizemní minimální teplota vzduchu ze dne 25. 4. 2016 na území České republiky (Zahradníček et al., 2017)

Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR
srovnání úhrnu od 1. 3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 4. 10. 2015
*Basic water balance of grasslands (difference between precipitation and potential evapotranspiration)
comparison of the amount since 1st March until Sunday, 4th October 2015 with the long-term average (1961-2010)*



Obr. 2 Srovnání základní vláhová bilance od 1. 3. 2015 do 4. 10. 2015 s dlouhodobým průměrem 1961 až 2010

Adresa autora:

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.
Mendelova univerzita v Brně, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin,
Valtická 337, 691 44 Lednice
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, Brno 616 67,
E-mail: roznov@mendelu.cz , roznovsky@chmi.cz

OPTIMALIZACE VODNÍHO REŽIMU V PŮDÁCH LESNÍCH ŠKOLEK

Aleš Kučera

Anotace:

Průspěvek se zabývá tématem úpravy vodního režimu v půdách lesních školek při pěstování prostokořenných sazenic. Problematika zahrnuje opatření, jejichž součástí je nezbytná analýza aktuálního stavu daného školkařského provozu – šetření půdního prostředí včetně delineace specifických půdních podmínek, možnosti racionalizace závlah a navazující opatření. V úvodu je rozebrána problematika extrémních půd a jejich vlastností. V navazujících částech jsou uvedena možná východiska optimalizace půdního prostředí ve smyslu aktivní práce s půdou za účelem zlepšení vodního a vzdušného režimu prostřednictvím konkrétních materiálů. Je také zmíněno téma řízení závlah s využitím automatizovaných nebo poloautomatizovaných systémů a dále téma cílených účinků na pěstovaný sadební materiál. Zde jsou přestaveny možnosti podpory odolnosti vůči klimatickým stresovým faktorům, ale i vůči šoku z přesazení z luxusních podmínek lesní školky do podmínek lesního stanoviště. Součástí příspěvku jsou také kritéria pro hodnocení vzdušného režimu, výpočetní nástroje pro stanovení dodávky organické hmoty do volné půdy.

Klíčová slova:

lesní školky, volná půda, vodní režim, vzdušný režim

1. ÚVOD

Vzhledem ke klimatickému vývoji posledních let se pozornost lesnické odborné veřejnosti více zaměřuje na problematiku hospodaření s vodou a racionalizace využití vodních zdrojů. Ve smyslu pěstování lesních dřevin je téma spojené nejen s ohrožením lesních porostů, ale také s produkcí sadebního materiálu lesních dřevin.

Optimalizaci vodního provozu při tom lze zajistit nejlépe synergií více opatření, zaměřených (1) na vydatnost vodních zdrojů pro zajištění závlahy; (2) na optimální a retenčně účinné půdní prostředí schopné na jedné straně poutat dostatek vláhy a na druhé straně tuto vláhu poskytnout rostlinám; (3) na optimalizaci závlahového režimu a hospodárné využití vodních zdrojů, zejména jsou-li omezené kapacity; (4) na zvýšení rezistence sadebního materiálu vůči stresovým faktorům spojeným s dostupností vody, resp. na využití nástrojů pro regeneraci v případě poškození rostlin v důsledku fyziologického stresu.

Cílem tohoto příspěvku je představit vybrané možnosti opatření vedoucích k bezpečnějšímu procesu produkce sadebního materiálu lesních a okrasných dřevin na volné záhonové ploše. Z výše zmíněných opatření úpravy půdního prostředí jsou uvedeny ty, jejichž účinky jsou buď v současnosti opět diskutované, jakkoli jejich využití je historicky hojně odzkoušeno (viz možnosti využití zeolitů), nebo ty, kterým je navzdory hojně produkci věnována nedostatečná pozornost (viz problematiku kompostů), nebo ty, které v minulosti byly a v současnosti stále jsou ve specifických podmínkách hojně využívány pro zúrodnování chudých, nepříznivých půd a prožívají jakýsi „comeback“ (viz možnosti využití biouhlu).

2. PROBLEMATIKA PŮDNÍHO PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA VODNÍHO REŽIMU

2.1. Specifika půd s fyzikálně extrémními vlastnostmi

Půdy extrémní z hlediska hydrického režimu a navazující aerace a prostoru pro kořeny dřevin pěstovaných v lesních a okrasných školkách jsou vázány především na texturně hraniční půdní druhy (písčité/jílovito-hlinitý, jílovitý, jíl). Od zrnitostních charakteristik se odvíjí celá řada souvisejících vlastností, které ovlivňují dostupnost vody, náchylnost rostlin ke stresu, riziko mechanického poškození kořenového systému a jeho rozvoj.

Při pěstování prostokořenného materiálu je rozvoj, vitalita a produkce sadebního materiálu úzce závislá na stanovištních, půdně-ekologických podmínkách. Ty lze do určité míry ovlivnit prostřednictvím aktivní práce s půdou a odpovídajícího managementu, nicméně vedle toho zásadním aspektem je už samotné místo pro výběr lesní školky, nebo způsob rozšiřování stávajících produkčních ploch (Obr. 1).

Vedle fyziologického ovlivnění produkce sadebního materiálu jsou nepříznivými faktory texturně těžkých půd i rychlost vsaku po srážkových událostech a zamokření stanovišť, které komplikují provoz školky jako takový.

Na druhou stranu, texturně lehké půdy jsou školkaři mnohdy kvitovány, jedná-li se o školky závlahově zajištěné, se zvýšeným obsahem organické hmoty (min. 3,0 %; lépe alespoň 5 %) – která bývá nejčastějším a dostatečně účinným nástrojem optimalizace vodního a vzdušného režimu. V takových případech je výrazně podpořen rozvoj zejména kořenového vlášení, které má dostatek prostoru v kořenové vrstvě. V opačných případech písčité půdy představují jak z aspektu poutání živin, tak z aspektu vododržnosti neperspektivní prostředí s rizikem vymývání dodaných živin, rychlého proschnutí kořenové vrstvy a rychlého odtoku vody mimo kořenovou zónu. Nízká tepelná vodivost navíc přispívá k přehřívání půdního povrchu a nástupu limitních podmínek pro fyziologicky zdárné prospívání sadebního materiálu.

Texturní charakteristiky lze vyjádřit prostřednictvím trojúhelníkového diagramu (Obr. 2a)

Optimální půdní druh je dán více méně vyrovnaným zastoupením všech frakcí, ústicích do půdního druhu hlína s přechody písčité hlína, jílovitá hlína, prachovitá hlína aj.

Textura půdy se také podílí na tvorbě strukturních agregátů. Z minerálního podílu půdy lze za tmelivou složku brát jílovou frakci a za složku podporující sestupný pohyb vody v půdě (Tab. 2) písčitou frakci. Prach je frakcí bez výrazné tendence utvářet strukturní agregáty. Půdy s dominancí prachu inklinují ke slévavosti a tvorbě povrchových kůr (Obr. 2b).

Společně textura a struktura podmiňují distribuci vody v půdě – rychlost vsaku a pohybu vody půdou. Texturně a strukturně optimalizovaná kořenová vrstva je reprezentována půdami hlinitých půdních druhů a kulovitých (drobtovitých až hrudovitých) struktur (Obr. 2c).

Při zvyšování podílu jílové frakce se nejen zpomaluje pohyb vody půdou (nikoli vždy v negativním slova smyslu), ale také dostupnost vody rostlinám (Obr. 2d). Tu lze vyjádřit tzv. bodem vadnutí (viz také Obr. 3b), který představuje takovou půdní vlhkost, že voda obsažená v půdě je rostlinám již nedostupná. Zatímco písčité půdy mají relativně nízkou hodnotu bodu vadnutí, mají zároveň nízkou vododržnost způsobenou nízkým obsahem kapilárních pórů – proto je bod vadnutí dosažen poměrně rychle a voda rychle odtéká mimo kořenovou zónu. Naopak půdy jílovité si půdní vlhkost udrží na zvýšené úrovni po delší dobu, nicméně vlivem silného poutání vody v mikrokapilárních pórech jílových minerálů je tato voda mnohdy fyziologicky nepřístupná.

Z hlediska hydrofyzikálních vlastností půdy (lze zjistit analýzou Kopeckého fyzikálního válečku; Obr. 3a) jde o optimalizaci objemové hmotnosti a v návaznosti také půdní pórovitost resp. proporční zastoupení mikropórů a makropórů, které lze vyjádřit parametrem minimální vzdušné kapacity (A_{MKK}) (Tab. 1). A_{MKK} lze vnímat jako ukazatel provzdušněnosti půdy resp. tendence k jejímu zamokření. Vyjádří se pomocí vztahu $A_{MKK} = P - \Theta_{MKK}$ [% obj.], kde P je půdní pórovitost [% obj.] a Θ_{MKK} je maximální kapilární kapacita [% obj.]. Samotná Θ_{MKK} se v optimálních případech pohybuje v rozmezí 30–45 %.

Za optimální poměr kapilárních: nekapilárních pórů z hlediska vodního a vzdušného režimu lze považovat 2–3 : 1. Samotnou pórovitost tak nelze považovat za paušálně směrodatný ukazatel, jakkoli je výrazně závislý na půdní textuře: půdy těžšího charakteru (jílovité) se vyznačují vyššími hodnotami pórovitosti (cca 55 až 60 %) při dominantním zastoupení mikropórů, zatímco texturně lehké půdy (hlinitopísčité, písčité) nižšími hodnotami (cca 40 %) při dominanci makropórů.

Tab. 1: Klasifikace minimální vzdušné kapacity je praktickým a účinným způsobem šetření vzdušného režimu půdy. Vyplývá z hydrofyzikálních charakteristik zjištěných např. analýzou Kopeckého fyzikálního válečku.

Hodnota A_{MKK}	Charakteristika minimální vzdušné kapacity
3	Limit ekologického rizika, omezený rozvoj kořenů
5	Limitní minimální hodnota pro lesní půdy
8	Dolní mezní hodnota
10	Průměrné hodnoty pro lesní půdy (hraniční pro zemědělské)
20	Půdy náchylné k vysychání; mohou být přechodně až trvale výsušné
25	Horní mezní hodnota – výrazné vysychání, velmi nízká retence

Tab. 2: Rychlost pohybu vody půdou: klasifikace infiltrace ve vztahu k půdnímu druhu.

půdní druh	rychlost infiltrace
hrubý písek	$> 1440 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
písek	$> 200 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ (i $360 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$)
písečná hlína	$100\text{--}150 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
hlína	$50\text{--}100 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
jílovitá hlína	$10\text{--}50 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
jíl	$1\text{--}5 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ (i méně než $0,004 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$)

2.2. Možnosti optimalizace retenčních schopností půdy v lesních školkách

2.2.1. Využití minerálních složek

Minerální složky ve smyslu řešeného tématu lze řadit mezi tzv. půdní kondicionéry. Samy o sobě nepředstavují hnojivo, ale lze je aplikovat za účelem zlepšení půdního prostředí, dostupnosti živin či úpravy fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností. Minerální půdní kondicionéry, ať už přírodní nebo syntetické, zlepšují dostupnost vody, omezují změnu skupenství vody v půdě z kapalného na plynné a při zapracování do ornice zadržují vodu v kořenové zóně místo jejího zrychleného odchodu mimo dosah kořenů.

ZEOLITY

Zeolity (přírodní i syntetické) lze využít ve smyslu postupného uvolňování dusíku a jeho přechodu do výživy (Al-Jabri 2010; Li 2003; Bhardwaj et al. 2012; Makungwe 2014; Hellmut, Wietkamp 1999). Jsou charakteristické hustou sítí otevřených kanálků a dutinek, které představují sorpční prostor. To umožňuje *výměnné* poutání živin zejména kladně nabitými bazickými kationty (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} aj.) a kyselými kationty (NH_4^{+} , H^{+} , Al^{3+}).

Vedle schopnosti poutat živiny (kationtová výměnná kapacita až 6000 mmol/kg) u zeolitů lze využít také jejich schopnosti sorbentů, nosičů fungicidů, herbicidů, zmíněných půdních kondicionérů aj. Díky své vnitřní struktuře jako příměs v minerální půdě mohou přispět také k optimalizaci hydrického režimu resp. aerace v texturně extrémních půdních druzích. Samy o sobě mají zeolity nízkou objemovou hmotnost a jsou strukturně stabilní a tedy odolné vůči dekompozici v půdě, narušení vnitřního uspořádání a také prodělávají pouze malé objemové změny v souvislosti s obsahem vody.

Ve smyslu úpravy vodního a vzdušného režimu půd lesních školek lze zeolity hodnotit jako materiál zvyšující půdní vododržnost a snižující bod vadnutí. Výsledkem tak je větší dostupnost vody, eliminace přemokřování a zvýšení infiltrační schopnosti v texturně těžkých půdách, a to v rozmezí 7-30 (až 50) %, čímž je snížen povrchový odtok a vodní eroze.

Maximální dávky zeolitů jsou limitované mnohdy ve zvýšené míře obsaženými volnými ionty sodíku, který při reakci s půdou přechází do půdního roztoku a do půdního sorpčního komplexu.

Efekt využití zeolitů je výrazně závislý na půdním prostředí a mnohé z výsledků jsou hůře zobecnitelné. Vliv na vodní režim se do značné míry jeví jako dočasný a po krátké době (jednotky let) se retenční kapacita vrací do původního rozmezí hodnot před ošetřením.

2.2.2. Využití organických složek

Organické složky, které připadají v úvahu pro úpravu a optimalizaci půdního prostředí, jsou zastoupeny nejvíce kůrovým a rašelinným substrátem (první dnes historicky poněkud opuštěný, druhý z ekonomických důvodů využívaný především v obalované sadbě), ale také materiály, jako je lignofibre, kokosové vlákno, cocopeat, zelené hnojení, kompost, biouhel aj. Poslední dva zmíněné jsou v dalším textu více komentované z hlediska vlastností, účinků na půdní prostředí; problematika velmi významného zeleného hnojení je součástí jiného příspěvku tohoto semináře.

KOMPOST

Kompost je produkt biochemické přeměny organických látek v aerobních podmínkách (za přístupu vzdušného kyslíku), zejména za účasti mikroflóry, na stabilní humusový produkt. Zralý a dobře utvořený kompost se vyznačuje drobtovitou strukturou, je bez zápachu a bez možnosti identifikace vstupních surovin (Obr. 7).

Z hlediska zakládání resp. výroby kompostů „na výstupu“ není ani tak podstatná sestava vstupních surovin jako dodržení výrobního postupu resp. podmínek kompostování. Samotná surovinná skladba potom podmiňuje především délku kompostovacího procesu, přičemž průběh kompostování lze ovlivnit jednak recepturou zakládky, jednak dodržováním optimálních podmínek kompostování. Z ukazatelů jakosti kompostu i pro odhad průběhu kompostování lze využít tabulkové ukazatele vlastností surovin uvádějících obsah živin, vody a poměr C : N (viz např. Plíva a kol. 2009). Tento poměr se v optimálním stavu finálního produktu pohybuje v rozmezí 20–30 : 1 (nejlépe < 20 : 1). Při zakládce mnohdy přesahuje hodnoty i vyšší než 100 : 1, přičemž kompostováním se tento poměr snižuje. Významnou charakteristikou ovlivňující průběh kompostovacího procesu je vlhkost kompostu, optimálně v rozmezí 40–60 %.

Nemalá část školkařského provozu využívá vlastnosti kompostů ve smyslu zlepšení půdního prostředí v omezené míře, při tom však kompost lze vnímat jako vhodný materiál pro optimalizaci půdního prostředí na volné ploše, a to nejen z hlediska obsahu živin, ale také z hlediska hydrických vlastností (Hůla a kol. 2012).

Kompost významně ovlivňuje hydrický, vzdušný i termický režim půdy. Pro stabilizaci půdy a rezistenci vůči erozi působí podporou tvorby drobtovité struktury. Drobtví představují stabilní útvary odolné vůči klimatickým vlivům a mechanickému narušení – resp. po jejich mechanickém narušení se „umí“ zpět zformovat od tvaru drobtů. Optimalizovaná půdní struktura, výrazně podporovaná zvýšeným obsahem humifikované organické hmoty, představuje stabilizační mechanismus ornice.

Kompost snižuje objemovou hmotnost redukovanou (tedy hmotnost 1 cm³ půdy vysušené do konstantní hmotnosti při 105 °C) půdy, a to až o 20 % (samotný kompost má objemovou hmotnost redukovanou < 1,3 g/cm³; i 0,7 g/cm³), zvyšuje celkovou pórovitost (až o 10 %) a optimalizuje poměr kapilárních a nekapilárních pórů. Zvyšuje také hydraulickou vodivost a infiltrační schopnost půdy.

Tyto skutečnosti podléhají obsahu uhlíku v půdě jako základní stavební složky organické hmoty (jedna tuna kompostu v průměru zvýší obsah humusového uhlíku v půdě o 60 až 90 kg/ha). Hmotnostní kvantifikace obsahu organické hmoty (Tab. 3) se výrazně liší

v pojetí ornice lesních školek v porovnání se zemědělskými půdami: zatímco v nich je jako optimalizovaný obsah oxidovatelného uhlíku (Cox) hodnocen už při hodnotách 2 % hm., v půdách lesních školek by měly být optimální hodnoty přibližně dvoj- až trojnásobné.

Tab. 3: Hodnocení obsahu organické hmoty v podobě humusových látek (Hox) a oxidovatelného uhlíku (Cox). Při tom platí vztah vyjádření Hox pomocí laboratorně stanoveného obsahu organického uhlíku (ztrátou žíháním při teplotě 550 °C, nebo oxidací chromsírovou směsí, optimálně se spektrofotometrickou koncovkou), kdy $H_{ox} = C_{ox} \times 1,724$ [% hm.].

Hodnocení	Organická hmota	
	H _{ox} [%]	C _{ox} [%]
velmi nízký (slabě humózní)	< 1,7	< 1,0
mírný (mírně humózní)	1,7–3,0	1,0–1,7
střední (středně humózní)	3,0–4,5	1,7–2,6
dobrý (humózní)	4,5–7,0	2,6–4,0
vysoký (silně humózní)	7,0–10,0	4,0–5,8
velmi vysoký (velmi silně humózní)	10,0–12,5	5,8–7,3
humusové půdy (až rašeliny)	12,5–25	7,3 – 14,5
rašeliny	> 25	> 14,5

Pro potřeby stanovení optimalizační dávky organické hmoty (ať už v podobě kompostu, substrátu, biouhlu apod.) přiměřeně vycházíme ze vztahu pro dosycovací dávky živin s využitím vztahu

$$M = O \cdot (b - a) \cdot 10^{-2} \quad [t \text{ C} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

kde O je hmotnost ornice v případě lesních školek [t] (vychází z objemové hmotnosti redukované zjištěné analýzou fyzikálního válečku; stanoví se jako $O = \rho_d \cdot P \cdot h$, kde ρ_d je objemová hmotnost redukovaná [g/cm³]; P je plocha, na kterou má být aplikován organický materiál [m²]; h je mocnost ornice [m]);

b je požadovaný obsah uhlíku v půdě [%];

a je aktuální obsah uhlíku (zjištěný analyticky) [%];

10⁻² je koeficient přepočtu na odpovídající jednotky.

Pro potřeby praktického školkaře při tom lze vycházet z průměrné hmotnosti ornice o mocnosti 20 cm 3000 t/ha.

Příklad:

zjištěný obsah oxidovatelného uhlíku v půdě (Cox)... 2,0 %

požadovaný obsah oxidovatelného uhlíku v půdě (Cox)... 6,5 %

potom $M = 3000 \cdot (6,5 - 2) \cdot 10^{-2} = 135 \text{ t uhlíku}$.

V závislosti na kvalitě organického (nebo organominerálního) materiálu vypočteme hektarové dávky, např. aplikujeme-li kompost o obsahu uhlíku (Cox) 60 %, potom množství dodaného kompostu pro doplnění obsahu uhlíku v ornici o mocnosti 20 cm bude v našem příkladu $135 : 0,60 = 225 \text{ t/ha}$.

Máme-li možnost stanovení objemové hmotnosti redukované (zjistíme-li zpravidla analýzou Kopeckého fyzikálního válečku hodnotu objemové hmotnosti redukované $\rho_d = 1,5 \text{ g/cm}^3$), potom v našem příkladu daný vztah vypadá následovně:

$M = 10000 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot (6,5 - 2) \cdot 10^{-2} = 135 \text{ t uhlíku}$. Z tohoto výsledku vyjádříme opět potřebné množství dodaného materiálu podle v něm procentického obsahu uhlíku.

V průměru rovnoměrné zvýšení obsahu organické hmoty v orniční vrstvě o mocnosti 22 cm o 1 % znamená zvýšení retenční kapacity o 15 l/m², což činí 110 m³/ha nebo také 22 mm závlahové dávky nebo srážek. Faktorem ovlivňujícím vododržnost je kvalita kompostu a stupeň humifikace (alespoň 50–60 % uhlíku) a retenční kapacita vyšší než 100 % (čistá organická hmota může dosahovat celkové vododržnosti až 900 % hm.). Kompost také

zvětšuje rozdíl mezi maximální retencí půdy a bodem vadnutí. Tento efekt je výraznější u texturně lehkých půd, na rozdíl od těžkých (jílovitohlinité, jílovité), kde je zapotřebí navýšení dodávky kompostu až o 50 t/ha.

Zejména při přechodu z období optimální dotace vodou na období přísušků jsou difference mezi minerální půdou a půdou obohacenou o kompostový materiál značné – kdy dochází oddálení stresu z nedostatku vláhy. Ve vazbě na stimulační účinky pro rozvoj kořenového vlášení stres suchem oddaluje také nepřímo, a to zvětšováním absorpční plochy kořenů a poměru podzemní : nadzemní části rostliny.

BIOUHEL

Jako biouhel označujeme biomasu zuhelnatělou při teplotě 300 až 600 °C bez přístupu vzduchu za účelem aplikace do půdního prostředí. Od dřevěného uhlí se liší jednak drobnozrnností (biouhel není kusový), jednak využitím (nikoli na palivo, ale s aplikací do půdního prostředí) (Ouyang et al. 2013; Ulyett et al. 2014).

Na rozdíl od výchozího biomateriálu, biouhel obsahuje snížený podíl dusíku (cca poloviční), srovnatelný podíl fosforu, draslíku, hořčíku, alkálií a síry. Z hlediska mikrostrukturního je biouhel tvořen stabilními karbonovými komplexy, což má jednak vliv na stabilitu uhlíku při jeho dlouhodobém ukládání v půdě (uhlíkový sink) a také ve smyslu dlouhodobě stabilní fixace na organickou hmotu poutaných živin.

Díky podpoře formace půdní struktury biouhel příznivě ovlivňuje provzdušněnost půdy, retenci a díky své mikropórovitosti příznivě komplexně upravuje vodní a vzdušný režim. Při spojení s minerálními látkami vytváří organominerální sloučeniny obdobné strukturou i vlastnostmi humuso-jílovému sorpčnímu komplexu. Ten je charakteristický vyšší stabilitou a pomalejší degradabilitou. Samotný biouhel je také vedle schopnosti poutat živiny zdrojem živin (do jejich vyčerpání odběrem rostlinami), přičemž na rozdíl od dřevěného popele, obsahujícího zejména alkálie (vápník, hořčík, draslík), obsahuje i další živiny.

Efekt biouhlu na půdní prostředí se projevuje v celé šíři vlastností – od fyzikálních až po chemické a biologické. Většího efektu s optimalizací retenční kapacity půdy lze dosáhnout v případě texturně lehkých (písčitých, hlinito-písčitých) půd. Biouhel snižuje objemovou hmotnost půdy v rozmezí cca 5–10 % (Obr. 13) a zvyšuje retenční kapacitu půdy v řádech jednotek až desítek procent. Zvyšuje také hydraulickou vodivost, což výrazně přispívá k optimalizaci vodního režimu texturně těžkých půd, stabilitu půdních agregátů, pórovitost a přístupnost vody rostlinám a podporuje tak rozvoj kořenového systému.

Efekt aplikace biouhlu výrazně závisí na půdní textuře: lehčí půdy s vyšším obsahem hrubého prachu a písku se jeví jako citlivější na aplikaci biouhlu a vyznačují se bezprostřednější odezvou. Efekt účinku biouhlu o frakci 1-5 mm má ekvivalentní účinky jako biouhel ve formě prachu, což výrazně přispívá k možnostem aplikace a snížení prašnosti.

3. MOŽNOSTI OPTIMALIZACE ZAVLAŽOVACÍCH SYSTÉMŮ

Vhodnou alternativou pro empirický přístup školkařského provozu může být řízení závlah automatickým nebo poloautomatickým systémem, který může reflektovat vlhkostní stav půdy na více místech produkční plochy najednou a na ten individuálně reagovat v přímé souvislosti s analyticky zjištěnými vlastnostmi půdy. Podmínkou pro uplatnění tohoto systému je znalost základních hydrofyzikálních vlastností půdy, resp. půdních hydrolimitů, ve kterých se voda obsažená v půdě vyznačuje různou mírou dostupnosti pro potřeby rostlin.

Z uplatnitelných hydrolimitů (Obr. 3) lze zmínit (1) ty, které se nacházejí v horním intervalu nasycení půdy vodou, kdy je vody obsaženo dostatek až přebytek. Těmito hydrolimity jsou (Θ_{MKK}) maximální kapilární kapacita (procentické zastoupení [% obj.] kapilárních a části semikapilárních pórů a (Θ_{RVK24}) retenční vodní kapacita objem kapilárních pórů. Pohyb takto poutané vody není závislý na směru působení gravitace a proudění tak může probíhat všemi

směry – z míst vyšší vlhkosti do míst s nižší vlhkostí. Při snižování půdní vlhkosti se postupně dostáváme k (2) hydrolimitům, které se nacházejí v dolním intervalu nasycení půdy vodou, kdy se pohyb vody zpomaluje až do té míry, že se může stát rostlinám nedostupnou. V takový moment nastává již výše zmíněný bod vadnutí (Θ_{BV}). Stav, kdy se voda stává již obtížněji pohyblivou a mohou se projevovat první známky stresu, se nazývá bod snížené dostupnosti (Θ_{BSD}). Stav, kdy ustává pohyb vody v kapilárních pórech, neboť vodní sloupec v nich je vlivem snižování půdní vlhkosti přetrháván, se nazývá lentokapilární bod (Θ_{LB}).

Tyto hydrolimity lze účinně využít pro plánování závlahových dávek, resp. pro dosycování půdního profilu na požadovanou vlhkost, které je zahájeno dosažením stanovené hranice půdní vlhkosti, např. Θ_{BSD} , Θ_{LB} nebo Θ_{BV} (Obr. 14).

V případě automatizované závlahy s instalací vlhkostních čidel (Obr. 15) zavlažovací systém automaticky reaguje na aktuální stav půdní vlhkosti. Klesne-li vlhkost na hodnotu stanoveného hydrolimitu, např. bodu snížené dostupnosti, automatický ventil spouští dodávku vody po nastavenou dobu, nebo do dosažení horního hydrolimitu resp. zvolené půdní vlhkosti, např. retenční vodní kapacity.

Výsledky dosavadních pokusů prokázaly, že správným řízením závlahového režimu lze dosáhnout výrazných úspor závlahové vody a tím také související elektrické energie a při tom zajistit optimální vlhkost pro potřeby pěstovaného sadebního materiálu. Při instalaci vlhkostních čidel ve více hloubkách (včetně podorniči) lze kontrolovat průběh vlhkosti mimo kořenovou zónu a reagovat tak na pohyb vody v půdě operativní úpravou závlahových dávek. Čidla umožňují instalaci v horizontální poloze a tak snímání tenké vrstvy půdy, nebo různý stupeň náklonu a tak podchycení mocnější vrstvy rhizosféry.

Ve srovnání s agrosystémy je výhodou školkařských provozů možnost dlouhodobější instalace čidel (až na 3 roky) do tělesa záhonu. Experimenty s instalací vlhkostních čidel ve více hloubkách (až 50 cm) ukazují na neměnné hodnoty půdní vlhkosti v průběhu vegetace, což svědčí o hospodárnosti využití závlah bez jejich odtoku mimo kořenovou zónu (Litschmann a kol. 2016).

Vedle objemových procent je praktickým ukazatelem spotřeby vody i závlahové dávky (zejména plošným postřikem) parametr využitelné vodní kapacity (VVK). VVK je odrazem nárůstu a ztráty vody v půdě. Při jejím stanovení se vychází z předpokladu, že 1 mm vysoký sloupec vody představuje objem vody 1 l na 1 m². Z hlediska praktického využití tohoto vztahu je podstatné, že objemová procenta zjištěné půdní vlhkosti (% obj) nebo daného hydrolimitu (zpravidla v rozmezí bodu vadnutí BV a retenční vodní kapacity Θ_{RVK24}) vyjadřují zásobu vody v půdě [mm] pro 10 cm vrstvu půdy. Např. je-li zjištěná půdní vlhkost 22 %obj, je ve svrchních 10 cm půdy 22 mm souvislého vodního sloupce. Tato hodnota se z hlediska distribuce kořenů vyjadřuje pro svrchních 20 cm půdy a zjištěná objemová % půdní vlhkosti se proto násobí dvěma. Hodnota VVK tedy bude $2 \times 22 = 44$ mm.

Tab. 4: Klasifikace VVK pro 20 cm půdy (ornice).

dobrá	> 40 mm
dostatečná	20–40 mm
nedostatečná	< 20 mm

Je-li tak např. u ornice půdy lesní školky o mocnosti 0–20 cm zásoba VVK 42 mm, je v půdě 21 %obj přístupné vody. U hlinitých půd je to zpravidla cca 30 %.

Z hlediska zásoby dostupné vody tento příklad znamená, že při průměrné denní evapotranspiraci 3 mm (hodnota pro mírný klimatický pás) zásoba dostupné vody stačí při absenci jiných externích zdrojů vody na 14 dní (42/3).

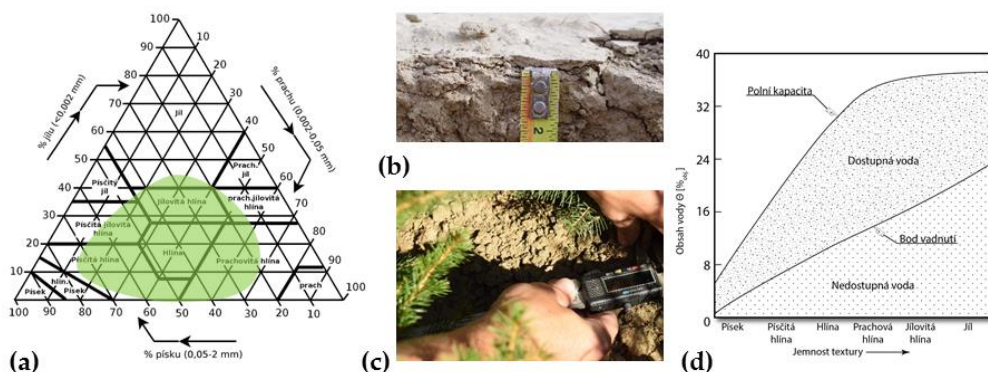
4. MOŽNOSTI OPTIMALIZACE FYZIOLOGIE A VITALITY SADEBNÍHO MATERIÁLU

Ve smyslu hospodárnosti využití vodních zdrojů resp. bezpečnosti produkce sadebního materiálu za eliminace stresu nebo revitalizace v návaznosti na stres suchem lze kalkulovat také s využitím pokročilých technologií ošetření sadebního materiálu. Tyto technologie zahrnují mj. organominerální přípravky na bázi kyselých a zásaditých alkoholicko-vodných výluhů vermikompostu, komerčně uplatňovaných pod značkou VERMAKTIV Stimul, popř. Wormsaktiv. Tyto přípravky, obohacené o aminokyseliny, peptidické štěpy enzymy, fytoestimulátory, humusové látky, auxiny, cytokininy aj. samy o sobě v základním provedení nepředstavují zdroj živin, nicméně nadstandardních výsledků bylo dosaženo při jejich použití pro regeneraci sadebního materiálu nebo při současném nutričním zajištění pěstovaných rostlin. V takových případech podporují příjem živin a rozvoj jednak kořenového systému (vlášení) i asimilační plochy (Obr. 16; Kučera, Térová in press). Ve smyslu řešeného tématu se sadební materiál vyznačuje větší odolností k šoku z přesazení do minerální půdy lesních porostů, ale zároveň se na záhonové ploše karenčně projevuje výraznějším zbarvením (vyšším obsahem chlorofylu).

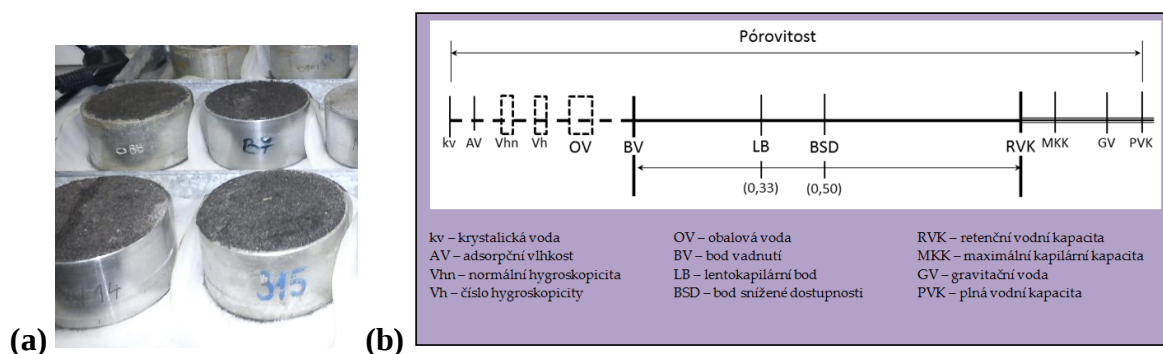
Obdobné výsledky jako s přípravky aplikované na list lze dosáhnout i u kombinovaných minerálních hnojiv s přidavkem růstových regulátorů. Mezi tyto náleží jednak hnojiva řady Silvamix s označením „s“ (obsah růstových regulátorů se stimulačním účinkem) a také hnojiva UniCon (univerzální hnojivo pro ošetření jehličnatých dřevin v lesních školkách a výsadbách).



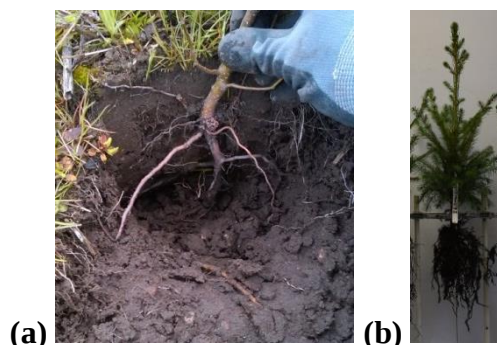
Obr. 1: Texturně těžké půdy definované jílovitohlinitými až jílovitými půdními druhy představují neperspektivní lokality pro provozování produkčních ploch s volnými záhony vlivem extrémního vodního a vzdušného režimu, výrazných objemových změn s navazujícím mechanickým poškozením kořenového systému i omezeného prostoru pro rozvoj kořenového vlášení, a to i za supraoptimálního trofnostního zajištění (černice pelická, fluvická; smonice karbonátová – LZ Židlochovice, výběr místa pro založení lesní školky).



Obr. 2: **(a)** Optimální půdní druhy ve smyslu navazujícího vodního a vzdušného režimu jsou řazeny zejména k půdám středně těžkých a lehčích půdních druhů s proporcčně vyrovnaným poměrem jílu, prachu a písku. **(b)** Prachová zrnitostní frakce přispívá k tvorbě povrchových kůr, které jsou charakteristické nízkou infiltrační schopností. **(c)** Strukturních agregátů lze dosáhnout mimo jiné i chemickou meliorací – aplikací dolomitického vápence resp. vápnitého dolomitu (vhodnější ve srovnání s čistým vápencem z důvodu obsahu hořčíku), který podporuje agregaci půdních částic. **(d)** Půdní textura zároveň výrazně ovlivňuje dostupnost vody pro fyziologickou potřebu rostlin, přičemž směrem k těžším půdám se dostupnost vody snižuje.



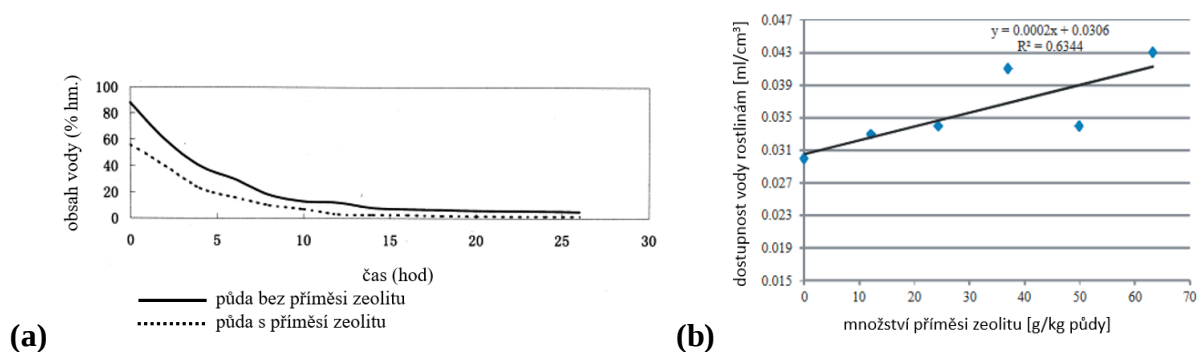
Obr. 3: Hydrofyzikální vlastnosti půdy lze účinně prošetřit s využitím Kopeckého fyzikálních válečků – analýzou neporušeného půdního vzorku. Při detailním rozboru lze vyhodnotit půdní hydrolimity, dostupnost vody v půdě i aeraci půdy a objemový podíl kapilárních a nekapilárních pórů.



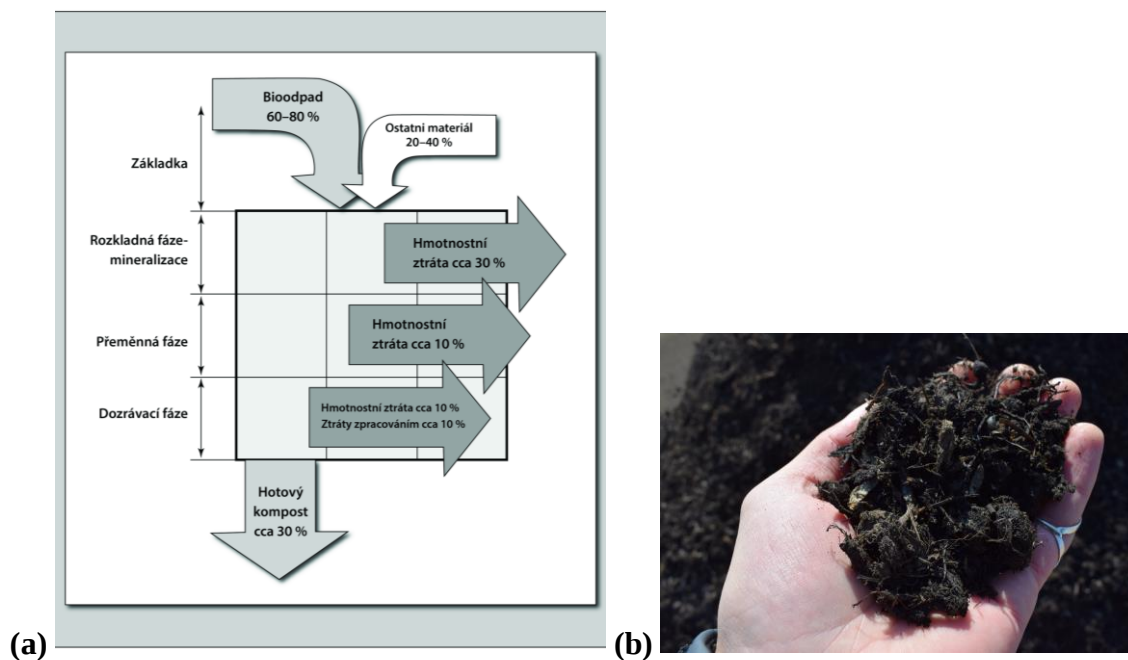
Obr. 4: **(a)** Texturně těžké půdy představují prostředí s omezenými možnostmi rozvoje kořenového systému, zejména pak kořenového vlášení. **(b)** Středně těžké a zejména lehké půdy podporují rozvoj kořenového vlášení.



Obr. 5: Zeolity jsou hojně využívány pro pěstování zemědělských plodin, popř. krytokořenného sadebního materiálu lesních a okrasných dřevin. Při tom je výrazně podpořen rozvoj kořenového systému rostlin.



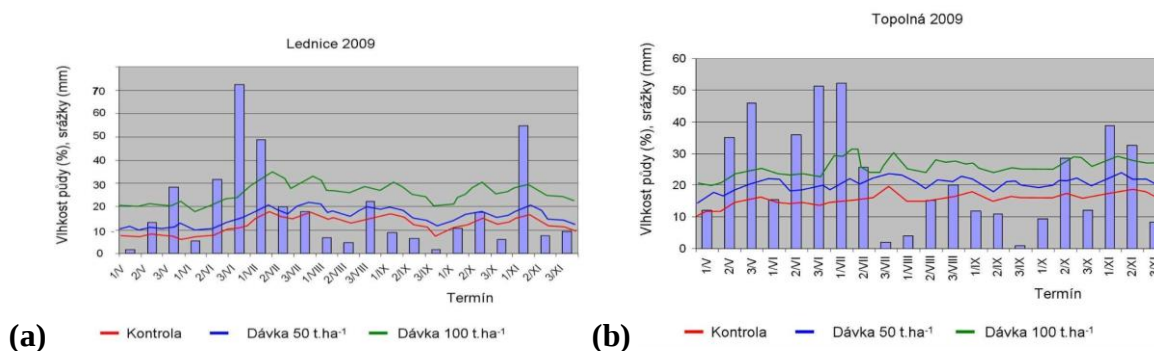
Obr. 6: **(a)** Míra uvolňování vody v čas při experimentu vysoušení půdy při 40 °C bez přídavku a s přídavkem zeolitové složky. Jakkoli uvolňování vody ukazuje na podobný trend, zeolity zajišťují větší dostupnost vody (vyšší míru jejího uvolnění z daného objemu půdy a tím také přístupnost rostlinám). **(b)** Efekt dostupnosti vody ve vztahu k množství zeolitu přimíseného do půdního prostředí v kyselých půdách.



Obr. 7: **(a)** Sankeyův diagram vyjadřující jednotlivé procesy v průběhu kompostování a dílčí efekty kompostovacího procesu; **(b)** Při správném kompostovacím procesu by výsledným produktem měl být homogenní materiál, u něhož nelze rozpoznat původní suroviny.



Obr. 8: V průběhu kompostovacího procesu dochází k přeměně vstupní surové organické hmoty, doplněné o minerální příměsi, na materiál homogenizovaný a v optimálním případě také sterilizovaný termickou reakcí v úvodní fázi kompostovacího procesu. Kompostovaný materiál by tak měl být zbaven klíčení schopných semen rostlin a velké části patogenních organismů.



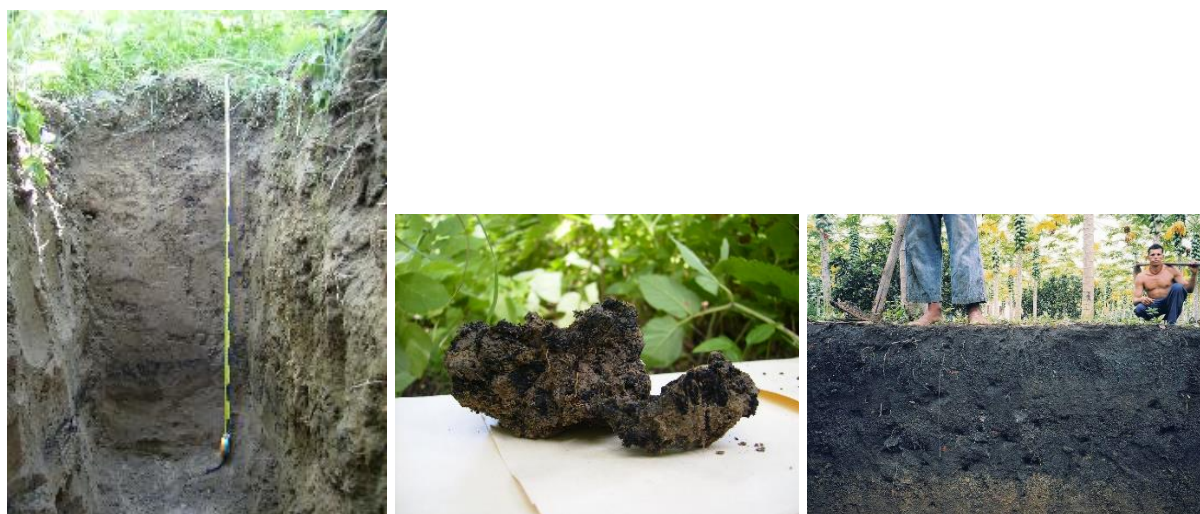
Obr. 9: Aplikace kompostů výrazně zvyšuje hodnoty objemové vlhkosti půdy díky zvýšení její vododržnosti, a to až o několik desítek procent (výsledky pokusu s aplikací kompostu v písčité půdě černozevního typu na dvou stanovištích: v obou případech došlo k výraznému zvýšení vododržnosti a eliminaci rizika poklesu obsahu vody pod mez její dostupnosti).



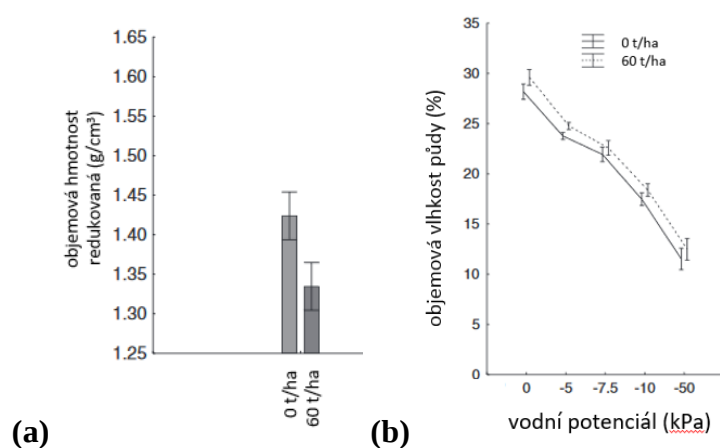
Obr. 10: Organická hmota v prostřední volné půdy lesních školek je klíčovým faktorem pro optimální průběh vodního režimu, dostupnost vody a živin a dostatečnou aeraci pro kořeny rostlin. Zejména v texturně těžkých půdách je organická hmota jedním z dostupných nástrojů zmírnění negativních vlivů dominantních jílu z hlediska eliminace objemových změn ve vztahu k půdní vlhkosti a nadměrného zamokřování kořenové vrstvy i v nevýrazných depresích terénních vln. Pro případy déle trvajícího nedostatku vláhy naopak půda se zvýšeným zajištěním dotace vodou představuje snížené riziko fyziologického poškození sadebního materiálu suchem. Pseudoglej luvický, LESCUS, Cetkovice s.r.o., obsah Cox v orniční vrstvě 2,64 %.



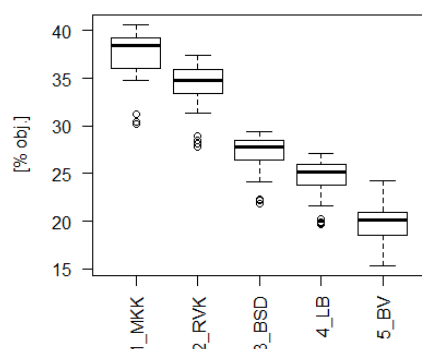
Obr. 11: Biouhel může plnit nejen funkci optimalizace nutričních poměrů ale i revitalizaci fyzikálních parametrů půdy.



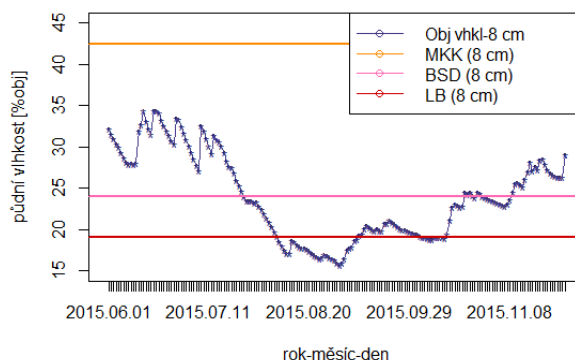
Obr. 12: Biouhel je nezřídka obsažen v půdě v různých hloubkách a mocnostech ve vazbě na historické využití krajiny (fluvizem modální, NPR ,Vrapač – Litovelské Pomoraví). Historicky cílené zapracovávání biouhlu do půdy využívané pochází z Amazonie, kde původní obyvatelé zúrodnili jinak nepřítliš úrodnou půdu a přeměňovali ji na půdu nazývanou Terra preta de Índio (zdroj 0).



Obr. 13: Změny v objemové hmotnosti redukované půdy **(a)** a dostupnost vody **(b)** při přidavku biouhlu 60 t/ha.

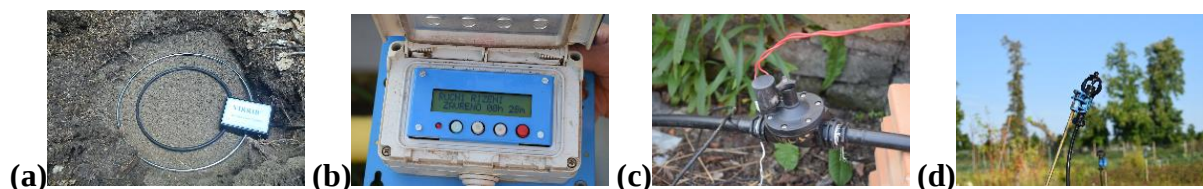


(a)



(b)

Obr. 14: **(a)** Hodnoty půdních hydrolimitů (analýza fyzikálního válečku) pro vyjádření vododržnosti půdy, resp. dostupnosti vody rostlinám (MKK = maximální kapilární kapacita; RVK = retenční vodní kapacita; BSD = bod snížené dostupnosti; LB = lentokapilární bod; BV = bod vadnutí) na texturně těžkých (jílovitohlinitých půdách). Ty mohou být využity pro zjištění kritické aktuální hodnoty půdní vlhkosti nacházející se pod daným hydrolimitem **(b)** – situace potřeby závlah.



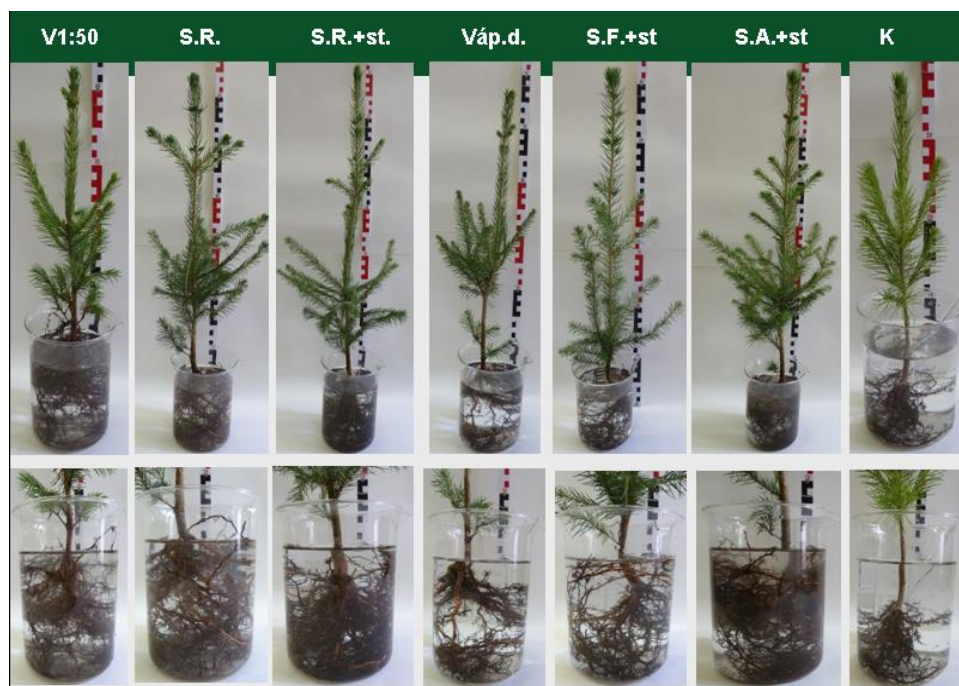
(a)

(b)

(c)

(d)

Obr. 15: Řízení závlahy na principu vlhkostních čidel instalovaných v kořenové zóně záhonu **(a)**, napojené přes řídicí jednotku **(b)** na regulační ventil **(c)**, spínající průtok vody do zavlažovací větve a do postřikovačů **(d)**; popř. do kapkové závlahy v případě individuálního zavlažování např. odrostků nebo výsadeb vzrostlých stromů.



Obr. 16: Vliv jednotlivých přípravků na vývoj kořenového systému (V 1:50 – Vermakti ředěný s vodou v poměru 1:50; S.R. – Silvamix R; S.R.+st. – Silvamix R se stimulátory; Váp.d. – Vápnitý dolomit; S.F.+st. – Silvamix forte se stimulátory; S.A.+st. – Silvamix agluform se stimulátory; K – kontrolní varianta bez ošetření).

5. ZÁVĚR

Problematika optimalizace půdního prostředí lesních školek předpokládá synergismus opatření vedoucí k racionalizaci využití vodních zdrojů, úpravy půdních podmínek ve smyslu optimalizace vodního a vzdušného režimu, popř. také účinky na fyziologii sadebního materiálu ve smyslu zvýšení odolnosti vůči stresovým faktorům, podpory rozvoje kořenového vlášení nebo regenerace v případě karenčních projevů stresu.

Každé opatření by mělo vycházet z obeznámení se s podmínkami daného školkařského provozu, vlastnostmi půd jako v ornici, tak také podporníci (vazba na vydatnost vody a její dotaci nebo naopak drénování mimo kořenovou zónu). Tyto podmínky je vhodné specifikovat pro dané prostorové uspořádání produkčních ploch lesní školky a na základě delineace teprve navrhnout odpovídající opatření. Účinnost těchto opatření je vhodné periodicky verifikovat (řádově v intervalech max. 5 let) – zejména při skutečnosti, že veškerá opatření jsou do určité míry dočasného charakteru – jak z důvodu mnohdy zcela odlišných vlastností půdotvorných substrátů a orniční vrstvy, tak také z důvodu odnosu půdního materiálu s kořenovým balem a obohacování kultivací půdy o materiál pocházející z do té doby intaktních půdních vrstev.

Základním výrobním nástrojem produkce prostokořenného sadebního materiálu je půda. Na tuto skutečnost producenti nezdůrazňují a svou pozornost upínají na normativy dodávky vody a živin a v daném produkčním procesu tak propagují ty fáze, které se práce s půdou přímo netýkají (zvyšování kapacity závlah namísto její racionalizace nebo namísto zvyšování retenční vodní kapacity půdy; dodávka snadno dostupných živin namísto podpory sorpční kapacity a biologické aktivity půdy a tím namísto podpory optimální bilance bioelementů apod.).

V nastávajících a především již probíhajících podmínkách školkařského provozu je vhodné racionalizovat pěstební postupy v celém výrobním řetězci při současném zachování produkce, kvality a vitality sadebního materiálu.

Použitá literatura:

Al-Jabri 2010: *Nano technology of zeolite mineral for slow release nitrogen of urea fertilizer on vertisols paddy soil*. Materials Science and Technology. 3(1), 205-210.

Bhardwaj, Sharma, Tomar 2012: *Synthesis and surfactant modification of clinoptilolite and montmorillonite for the removal of nitrate and preparation of slow release nitrogen fertilizer*. Journal of Hazardous Materials. (227-228), 292– 300.

Hellmut, Weitkamp (Eds.) 1999: *Molecular Sieves - Science and Technology*, Vol. 2, Structures and Structure Determination, Springer. In: Čapek, Botková, Smoláková, Priecl, Bulánek, Čičmarec, Kutálek, Hájek: *Využití zeolitů a mesoporézních materiálů v heterogenních katalytických reakcích*. Chemagazín. 2011,11(4), 8-11.

Hůla a kol. 2012: *Úprava fyzikálních vlastností půdy a retenční schopnosti půdy zapravením kompostů z odpadní biomasy (certifikovaná metodika)*. VÚZT, v.v.i., Praha, ISBN 978-80-86884-68-4.

Kučera, Térová (in press): *Možnosti intenzifikace pěstování prostokořenných sazenic douglasky tisolité s využitím minerálních hnojiv s růstovými regulátory a pomocných rostlinných přípravků*. Zprávy lesnického výzkumu.

Litschmann, Hausvater, Doležal 2016: *Praktické zkušenosti s kapkovou závlahou brambor v roce 2016*. 23rd Poster Day, transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. Bratislava, 10.11.2016.

Makungwe 2014: *Evaluation of the potential of zeolite as a soil conditioner for two Zambian soils*. Thesis, The Univesity of Zambia.

Ouyang, Wang, Tang, Yu, Zhang 2013: *Effect of biochar amendment on soil aggregates and hydraulic properties*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 13 (4), 991-1002.

Plíva a kol. 2009: *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše*. Profi Press, s.r.o., Praha, OSBN 978-80-86726-32-8.

Ulyett, Sakrabani, Kibblewhite, Hann 2014: Impact of biochar addition on water retention, nitrification and carbon dioxide evolution from two sandy loam soils. European Journal of Soil Science 65, 96-104.

Xiubin, Zhanbin 2001: Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. Resources, Conservation and Recycling. 34(1) 45-52.

elektronické zdroje (URL)

<http://www.ultrakulture.com/2015/10/25/terra-preta-amazonian-super-soil-ancient-ways-of-bio-designing-rainforests/>

* * *

Poděkování

Tento příspěvek byl vyhotoven v rámci řešení projektu QJ1320040 Revitalizace ekosystémových jednotek s využitím ekologických přístupů na stanovištích v minulosti antropogenně ovlivňovaných lokalit a extrémních lokalit současnosti

* * *

Adresa autora:

Ing. Aleš Kučera, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav geologie a pedologie

Zemědělská 3, 613 00 Brno

xkucera1@mendelu.cz

DRUHOVÁ ZMĚNA ŠKŮDCŮ V NÁVAZNOSTI NA ZMĚNY KLIMATU

Petr Zahradník

Anotace:

Klimatická změna je v současné době neoddiskutovatelnou skutečností. V našich (středoevropských) podmínkách se její scénáře stále více kloní k oteplování. Rovněž se v této souvislosti hovoří s častějšími a dlouhodobějšími extrémy ve vztahu ke srážkám (sucho, přivalové deště), teplotám (především extrémně vysoké teploty trvající delší období, časným nástupem jara s prakticky letními teplotami, mírnými zimami) anebo zvýšeným počtem vichřic s větší rychlostí větru. Na to vše navazují i problémy s hmyzími škůdci nebo houbovými patogeny. Mění se jejich druhové spektrum, chování i význam. Ve školkách lesních dřevin, resp. okrasných dřevin, však zatím chybí exaktní údaje, které by toto dokladovaly. Např. u podkorního hmyzu jsou však tyto změny již dotaženy až do modelů predikující zrychlení vývoje, množství generací v roce a častější vznik gradací nebo intenzivnější poškození.

Klíčová slova:

klimatická změna, ochrana lesa, hmyzí škůdci

Úvod

První velké zaznamenané sucho ve 20. století s přímými dopady na lesní hospodářství bylo zaznamenáno v letech 1904 a 1911 (RŮŽIČKA 1913) a následně pak v 1947, které je spojováno s kůrovcovou kalamitou (PFEFFER, ŠKODA & ZLATUŠKA 1948), a to společně se zanedbáním péče o lesy ve válečném období. Další kůrovcová kalamita proběhla v letech 1982-1986 v důsledku zanedbání péče – pozdním zpracováním polomů, i když i zde v prvopočátku se výrazně podílel velmi suchý a abnormálně teplý rok 1983 (SKUHRAVÝ & ŠROT 1988). Další vlna sucha a abnormálních teplot následovala v letech 1992-1995 (MRKVA 1992, 2004) a stala se příčinou přemnožení celé řady hmyzích škůdců – podkorního i listožravého hmyzu (kůrovci na smrku a borovici, krasec borový, bekyně velkohlavá, bekyně mniška a další). Také u zrodu současné kůrovcové kalamity vzniklé již v roce 2003, včetně její eskalace v letech 2015 a 2016, stálo dlouhodobé sucho a výrazně nadprůměrné teploty (KNÍŽEK, LIŠKA & MODLINGER 2016). Byla sice výrazně umocněna orkány v letech 2007 a 2008 (Kyrill, Emma, Ivan), avšak hlavní příčinou bylo a je sucho. Jak je patrné, sucho tedy bývá dáváno do souvislostí především s přemnožením a rychlým nástupem gradace podkorního hmyzu, částečně pak i listožravého hmyzu.

Účinky globální klimatické změny na biotické škodlivé činitele

Globální klimatické změny se v současné době projevují několika způsoby. Extrémy se objevují stále častěji (sucha, přivalové deště, tropické teploty, vichřice apod.), někdy i dlouhodobě, což je velmi významné. Na biotické činitele má vliv především dlouhodobé sucho a vysoké dlouhotrvající teploty. V české literatuře se globální klimatické změně ve vztahu k biotickým škůdcům věnují KOHOUT (1993) nebo MRKVA (1993b).

Sucho je významný predispoziční faktor, který oslabuje porosty bez ohledu na dřevinu či její stáří. Vitalita porostů oslabených suchem, ať již dlouhodobou absencí srážek nebo poklesem hladiny spodní vody v důsledku nedostatku srážek, klesá a v některých obzvláště intenzivně poškozených porostech dochází i k jejich odumírání. Zvláště náchylné jsou čerstvé výsadby, ale minulé roky prokázaly negativní účinky i v dospělých porostech, např. borových, které byly následně napadeny houbovými patogeny a pak ještě podkorním hmyzem. Negativní

účinky sucha lze v lesních školkách částečně eliminovat pravidelnou a dostatečnou zálivkou. Zvyšuje to však náklady, a v některých školkách jsou také omezené zdroje vody.

Abnormálně vysoké teploty zkracují vývoj hmyzích škůdců. U kůrovců jsou zpracovány i modely, které uvádějí délku vývoje v závislosti na teplotě a následně vliv na voltinismus, tj. četnost generací v roce (ANILLA 1969; BAIER, PENNERSTORFER & SCHOPF 2007; LANGE, ØKLAND & KROKENE 2006; WERMELINGER & SEIFERT 1998). Časný nástup jara s dostatečně vysokými teplotami posunuje začátek rojení u kůrovců – zde se využívá sumy efektivních teplot (ZUMR 1983), nově pak stupňodny (DOLEŽAL & SEHNAL 2003). Prodloužení vegetační sezóny v pozdním létě a časném podzimu umožňuje, ve spojení s předchozími skutečnostmi, nástup další generace (ZAHRADNÍK A KOL. 2016). Obdobně u některých druhů listožravého hmyzu iniciuje vyšší teplota vznik přemnožení i intenzitu gradace, např. u bekyně velkohlavé – *Lymantria dispar* L. (SCHWENKE 1978). Zvyšování teplot může stát i za šířením některých druhů z jihu na sever, tak tomu může být např. u klíněnky jírovcové – *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic.

V lesních školkách exaktní údaje o vlivu globálních klimatických změn na biotické škodlivé organismy dosud chybí. Z obecné povahy se však musí projevovat i zde, i když zatím nebyly zaznamenány. Snad pouze zvýšení rozsahu a četnosti poškození krtonožkou obecnou – *Gryllotalpa gryllotalpa* L. nám dává do ruky jakýsi důkaz, protože jde o teplomilný druh (HOLUŠA & KOČÁREK 2013).

Poněkud odlišná je v lesních školkách situace s houbovými patogeny. Jak bylo již výše uvedeno, sucho jako stresor lze částečně eliminovat závlahami. Vysoké teploty však pozitivně působí na rychlost rozvoje a šíření houbových chorob. Uvádí se, že pro houbové patogeny je optimální kombinace dostatek vláhy a vysoké teploty. Bohužel ani zde, v lesních školkách, zatím nejsme schopni doložit nějaký razantní nárůst výskytu houbových onemocnění. To má dva podstatné důvody. Prvním je skutečnost, že v případě rizika výskytu nějakého houbového patogenu se přistupuje především k preventivním obranným opatřením, takže výskyt škůdce pak nelze často prokázat. Druhou skutečností je fakt, že výskyt těchto škůdců (ale i hmyzích) není ve školkách intenzivně vyhodnocován, takže řada informací začíná a končí u vlastníka školky.

Nelze opominout ani šíření plevelů. Sucho jim zpravidla nesvědčí, avšak vyšší teploty umožňují šíření některých druhů z teplejších oblastí.

Hmyzí škůdci

Ve školkách škodí jak larvy hmyzu, tak i dospělci. Obecně můžeme hmyzí škůdce rozdělit do tří skupin – na půdní hmyz poškozující kořenový systém a listožravý nebo savý hmyz poškozující nadzemní část semenáčků nebo sazenic, především asimilační aparát.

Z půdního hmyzu jsou nejvýznamnější larvy vrubounovitých brouků – ponravy (Scarabaeidae) – vyskytující se spíše v teplejších lokalitách na lehčích půdách, dále pak larvy některých druhů kovaříků (Elateridae) nebo nosatců (Curculionidae), nejčastěji pak lalokonosců. V teplejších lokalitách se vyskytuje krtonožka obecná (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.). Z dvoukřídlého hmyzu se ve školkách především s jehličnatými semenáčky a sazenicemi objevují larvy tiplic (Tipulidae) nebo muchnic (Bibionidae). Prakticky všude se vyskytují larvy osenic z rodu *Agrotis*. Pomístně se na kořenech objevují i mšice z čeledi dutilkovitých (Pemphigidae).

Na nadzemních orgánech z listožravého hmyzu škodí nejčastěji různé druhy nosatců (Curculionidae), v teplejších lokalitách pak i někteří potemníci (Tenebrionidae). Na listnatých sazenicích se často objevují různé druhy mandelínek (Chrysomelidae). Z blanokřídlého hmyzu se vyskytují některé pilatky (Tenthredinidae). Ze savého hmyzu, který je významnější ve školkách okrasných dřevin, protože mají vliv i na estetickou funkci rostliny, je třeba dělat

rozdíl mezi venkovními a skleníkovými kulturami. Kromě mšic (Aphidoidea) se negativně na sání na asimilačních orgánech podílejí i někteří roztoči, např. svilušky (Eryophyidae).

Houbové patogeny

Spektrum houbových chorob v lesních školkách je velmi široké a i význam houbových patogenů zde se vyskytujících je mnohem větší. Jsou to různé plísně, padání, rzi, sypavky, skvrnitosti listů a další. Jak bylo uvedeno již výše, řada houbových patogenů nalézá optimální podmínky pro svůj rozvoj při vysoké teplotě a dostatečné vlhkosti, takže na průběhu počasí je mnohem více závislá než hmyzí škůdci. I proto se řada houbových chorob může intenzivněji vyskytovat ve sklenících nebo fóliovnících.

Metody obrany

Obranu proti biotickým škodlivým činitelům v lesních školkách lze rozdělit na preventivní a kurativní. Preventivní zásahy se uplatňují především u půdních živočišných škůdců, spočívají v desinsekci substrátu či půdy (různé metody kypření, propařování apod.). U některých půdních škůdců je významná i likvidace plevelů, včetně okolí záhonů (např. na cestičkách), jejich jemnými kořínky se některé larvy v I. instaru zpočátku živí, poté přejdou na hrubší kořínky semenáčků nebo sazenic.

Kurativní zásahy spočívají v aplikaci insekticidů (včetně akaricidů nebo aphidicidů). V současné době je již k dispozici i půdní insekticid (Actara 25 WG), který se aplikuje na nadzemní část rostliny a má systémové účinky. U některých hmyzích škůdců lze využít i biologické metody spočívající v kladení různých nástrah (ŠVESTKA, HOCHMUT & JANČAŘÍK 1996).

Značný význam mají preventivní zásahy u houbových patogenů, např. u sypavek, které spočívá především v aplikaci fungicidů, které musí být řádně načasováno a v patřičných intervalech opakováno. Zde nelze opomenout ani význam moření osiva, které brání přenosu některých chorob z osiva na semenáčky. Do preventivních opatření lze zahrnout i odstraňování mezihostitelů, např. u dvoubytných rzí, nebo likvidace infikovaného asimilačního aparátu před vegetační sezónou (hrabání a pálení nebo kompostování s vápnem). Kurativní zásahy jsou založeny na aplikaci fungicidů. Významnou roli hraje i likvidace napadených jedinců (především pálení).

Závěrem

Vliv globální klimatické změny na škůdce v lesních, resp. okrasných školkách, nebyl dosud exaktně prokázán, i když z obecné podstaty tohoto jevu vliv má; je otázkou, jak významně se v lesních školkách v blízké budoucnosti projeví. Různé druhy organismů, ať živočišných nebo houbových, budou reagovat různě. Opomenout nelze ani rostliny – plevele, zejména invazní. Je třeba věnovat zvýšenou pozornost monitoringu výskytu škodlivých organismů a následným adekvátním obranným opatřením, preventivním i kurativním.

Použitá literatura

ANILLA E. 1969: Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici* 6: 161-208.

BAIER P., PENNERSTORFER J. & SCHOPF A. 2007: PHENIPS – A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management* 249: 171-186.

DOLEŽAL P. & SEHNAL F. 2003: *Imaginal diapause in the bark beetle Ips typographus*. S. 127. In: Mcmanus M. L. & Liebhold A. M. (eds.): Proceedings: Ecology, Survey and Management of forest Insects: USDA Forest Service, Northeast Research Station, GTR-NE 311.

- HOLUŠA J. & KOČÁREK P. 2013: Krtonožka obecná. *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758). *Lesnická práce, příloha* 92 (10): i-iv.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J. & MODLINGER R. (eds.) 2016: Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016. *Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum* 2016: 66 s.
- KOHOUT V. 1993: Globální klimatické změny a jejich dopad na vývoj lesů. *Lesnická práce* 72: 105-107.
- LANGE H., ØKLAND B. & KROKENE P. 2006: Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Interjournal for Complex Systems* 1648: 1-10.
- MRKVA R. 1993a: Sucho 1992 a kůrovcová kalamita. *Lesnická práce* 72: 37-39.
- MRKVA R. 1993b: Globální klimatické změny a ochrana lesů. *Lesnická práce* 72: 101-104.
- MRKVA R. 2004: Kalamitní poškození lesů suchem a kůrovci. *Veronika* 18 (2): 12-14.
- PFEFFER A., ŠKODA B. & ZLATUŠKA K. 1948: Vliv sucha v r. 1947 na lesní dřeviny. *Lesnická práce* 27: 193-214.
- RŮŽIČKA J. 1913: Čemu nás naučila suchá léta 1904 a 1911. Spolkový časopis pro lesnictví, myslivost a přírodovědu 1912/1913: 514-527, 615-628, 719-732.
- SCHWENKE W. 1978: *Die Forstschädlinge Europas. Band III. Schmetterlinge*. Hamburg und Berlin: P. Parey, 467 s.
- SKUHRAVÝ V. & ŠROT M. 1988: Kalamita lýkožrouta smrkového v ČSR v letech 1982-1986. *Lesnická práce* 67: 263-269.
- ŠVESTKA M., HOCHMUT R. & JANČAŘÍK V. 1996: *Praktické metody v ochraně lesa*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 320 s.
- WERMELINGER B. & SEIFERT M. 1998: Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 122: 185-191.
- ZAHRADNÍK P., ZAHRADNÍKOVÁ M., LUKÁŠOVÁ V. & PŘÍHODA J. 2016: Závěrečné hodnocení projektu kůrovcové info za rok 2016. *Lesnická Práce* 95: 794-797.
- ZUMR V. 1982: The data for the prognosis of the spring swarming of main species of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) on the spruce (*Picea excelsa* L.). *Journal of Applied Entomology* 93: 305-320.

Adresa autora:

doc. Ing. Petr Zahradník, CSc.
 Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
 Strnady 136, 252 02 Jíloviště
 zahradnik@vulhm.cz

K ČEMU JE DOBRÁ ORGANICKÁ HMOTA V PŮDĚ?

Barbora Badalíková, Jaroslava Novotná

Anotace:

Význam organické hmoty v půdě ve formě kompostu byl řešen v rámci projektu MZe v letech 2008 – 2011 v bramborářské výrobní oblasti. Pokusy byly založeny na dvou odlišných stanovištích s těmito variantami: Stanoviště A – trvalý travní porost (TTP): 1. varianta – rozrušeného drnu bez zapravení kompostu, 2. varianta – zapravení kompostu v dávce 80 t.ha⁻¹, 3. varianta – zapravení kompostu v dávce 150 t.ha⁻¹. Stanoviště B - orná půda: 1. varianta – podmínka bez zapravení kompostu, 2. varianta – podmínka, zapravení kompostu v dávce 80 t.ha⁻¹, 3. varianta – podmínka, zapravení kompostu v dávce 150 t.ha⁻¹. Kompost byl aplikován pouze 1x na začátku řešení pokusu. Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že po čtyřech letech došlo k poklesu obsahu humusu (Cox) u všech variant a na obou sledovaných stanovištích, což může vést ke snížení stability půdní úrodnosti a následně ke snižování výnosů plodin.

Klíčová slova:

kompost, trvalý travní porost, orná půda, zpracování půdy

Úvod

Význam organického hnojení spočívá v jeho kvalitě, množství a způsobu zapravení do půdy, což ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím živinný režim pro potřebu rostlin. Přisun organického materiálu může být různý např. formou hnoje, kompostu, posklizňových zbytků, slámy či zaorávání meziplovin (Badalíková, Bartlová, 2012).

Organická hnojiva jsou živným prostředím pro půdní mikroby podílejících se na rozkladu těchto látek. Humus (jako výsledek rozkladných procesů) patří k sekundárním koloidním látkám, jež jsou charakterizovány přítomností fulvokyselin, huminových kyselin aj. Půdní organismy využívají primární organický substrát, částečně mineralizují, částečně humifikují, přičemž uvolňují nebo imobilizují minerální živiny a mají vliv na chemismus a fyzikální vlastnosti půdy. Kvalita a množství zapraveného kompostu do půdy ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím i její infiltrační schopnost. Badalíková, Červinka (2010) zjistili, že na infiltrační schopnost má vliv nejen množství organické hmoty, ale také zpracování půdy a tím změny jejich fyzikálních vlastností. Ty jsou také ovlivněny půdním typem stanoviště. Hejduk (2009) zjistil, že na obhospodařovaných půdách je infiltrace vyšší než na trvalých travních porostech.

Jednou z možností řešení deficitu v bilanci organických látek v půdě a vytváření předpokladů pro udržení, případně zvýšení úrodnosti, je používání statkových a průmyslových kompostů.

Kompostování, jako racionální materiálové využití hmoty rostlinného původu, je v našich podmínkách na prvním místě v hierarchii optimálního postupu v odpadovém hospodářství při nakládání s již vzniklým biologickým odpadem (Plíva a kol., 2005).

Půda delší dobu nehnojená organickými hnojivy ztrácí svou úrodnost, účinek použitých minerálních hnojiv se snižuje a výnosy klesají. Průměrný obsah živin v organických hnojivech se liší podle jeho druhu. V tabulce 1 jsou uvedeny základní živiny u různých druhů organického hnojiva (podle Baiera).

Tab. 1: Průměrný obsah živin v organických hnojivech

Organické hnojivo	N	P	K	Ca
	průměrný obsah v %			
hnůj skotu	0,34	0,07	0,33	0,22
hnůj prasat	0,45	0,08	0,50	0,06
kompost statkový	0,20	0,11	0,50	0,30

Potřeba přívodu živin z hnojení i z jiných zdrojů je potřeba stanovit s ohledem na:

- potřebu živin pro dosažení předpokládaného výnosu plodin a kvality produkce,
- charakteristiky stanoviště (vliv klimatu, půdní druh a typ, propustnost půdy, hladina podzemní vody),
- půdní podmínky (pH, obsah přístupných živin a organické hmoty, poměr kationů),
- pěstitelské podmínky (předplodina, organické hnojení, zpracování půdy...)

Hnojení se musí provádět uvážlivě vzhledem k potřebě výnosů plodin v různých výrobních podmínkách. Je třeba znát množství odebraných živin plodinami a průměrný obsah živin v použitých statkových hnojivech. Důležité je znát půdní prostředí a jeho půdní reakci, jehož špatná hodnota brání plnému využití živin z hnojiv všeho druhu. Vhodná volba hnojiv k jednotlivým plodinám pak odstraňuje škodlivý účinek kyselé reakce, zvyšuje vliv agrotechniky a účinnost živin.

Metodika

Pro ověření prospěšnosti organického hnojení ve formě kompostu byly sledovány změny půdního prostředí na orné půdě a trvalém travním porostu v rámci projektu, který se týkal zapravení různých dávek kompostu do půdy. Pokus byl řešen v bramborářské výrobní oblasti v letech 2008 – 2011. Na dvou odlišných stanovištích byly založeny tři varianty pokusu:

Stanoviště A – trvalý travní porost (TTP): 1. varianta – rozrušeného drnu bez zapravení kompostu, 2. varianta – zapravení kompostu v dávce 80 t.ha⁻¹, 3. varianta – zapravení kompostu v dávce 150 t.ha⁻¹

Stanoviště B - orná půda: 1. varianta – podmínka bez zapravení kompostu, 2. varianta – podmínka, zapravení kompostu v dávce 80 t.ha⁻¹, 3. varianta – podmínka, zapravení kompostu v dávce 150 t.ha⁻¹.

Kompost k zajištění experimentu byl vyroben technologií kontrolovaného mikrobiálního kompostování v pásových hromádách na volné vodohospodářsky zabezpečené ploše. Hlavními surovinami do zakládek kompostu byly posečená tráva z údržby obecní zeleně a letiště, komunální odpad ze zahrad a zbytky zeleniny.

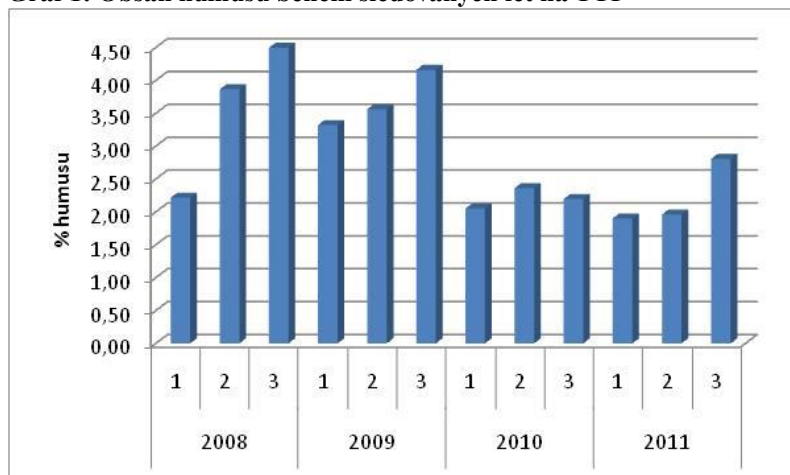
Na poloprovazních pokusech byl zjišťován, mimo jiné, obsah humusu a vliv obsahu organické hmoty v půdě (humusu) na infiltrační schopnost půdy, tedy vsak vody do půdy. Obsah humusu byl stanoven jako celkový obsah uhlíku (C_{ox}) oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982) a přepočten daným koeficientem na humus.

Měření infiltračních schopností půdy bylo prováděno soustřednými válci o průměru 28 a 54 cm. Vnější válec eliminuje roztékání vody v půdě do stran, ve vnitřním válci probíhá měření, jehož principem je sledování úbytku objemu vody v čase. Měření bylo prováděno po dobu stabilizace vsakování vody v povrchové vrstvě půdy. Z naměřených hodnot kumulativní infiltrace byla následně vypočtena rychlost infiltrace vyjádřena v mm.min⁻¹ (l .h⁻¹ .m⁻²).

Výsledky

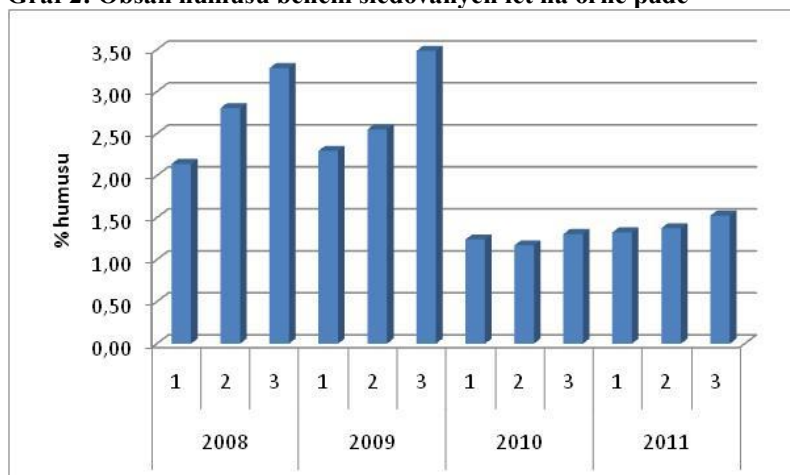
Hodnoty obsahu humusu na stanovišti A a B jsou uvedeny v grafech 1 a 2.

Graf 1: Obsah humusu během sledovaných let na TTP



Z grafu 1 vyplývá, že po čtyřech letech po zapraveném kompostu se obsah humusu snížil, ale přesto zůstávají hodnoty nejvyšší u varianty 3 se zapravenou dávkou kompostu $150 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na začátku pokusného období. Totéž lze konstatovat i o výsledcích na stanovišti s ornou půdou (graf 2), s tím rozdílem, že obsah humusu zde byl po čtyřech letech sledování u varianty 2 i 3 téměř o polovinu nižší oproti stanovišti na TTP. Je to dáno bohatším kořenovým systémem travního porostu, čímž zůstává v půdě větší množství organického materiálu, který se postupně rozkládá na humus.

Graf 2: Obsah humusu během sledovaných let na orné půdě

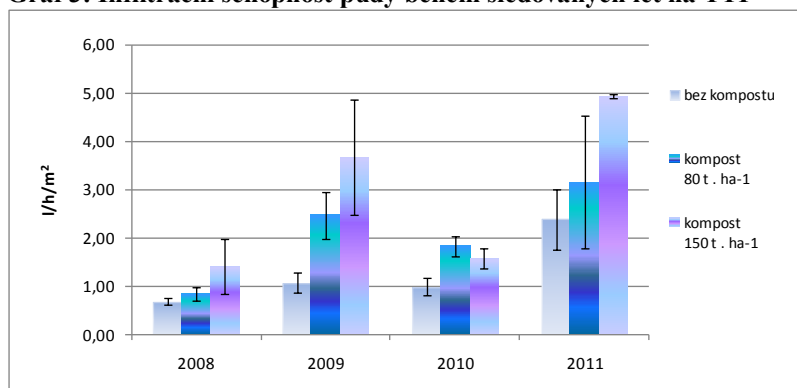


Každá organická hmota může mít různorodé vlastnosti, které také spolupůsobí na retenční schopnosti půdy. Různé technologie výroby kompostu zabezpečují odlišné podmínky pro rozvoj mikroorganismů, které přeměňují organickou hmotu na trvalé humusové látky. Právě mikrobiální činnost je jedním z důležitých faktorů pro proces biologického rozkladu odpadů (Vána, 1994).

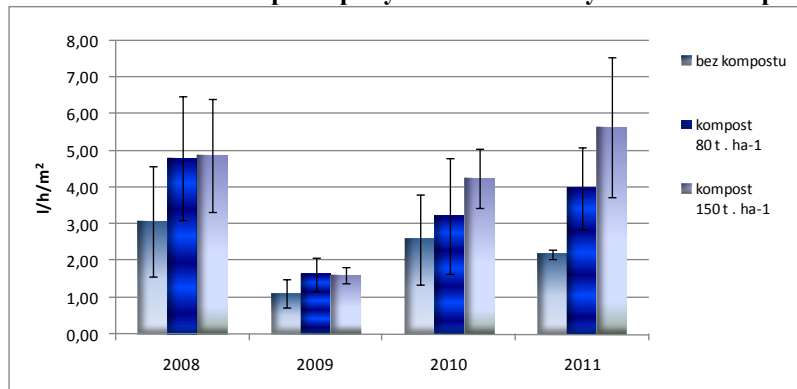
V grafu 3 jsou vyhodnoceny výsledky vsaku vody na stanovišti s TTP za sledované roky s chybovými úsečkami, které vyjadřují směrodatnou odchylku. Na sledovaném pokuse během čtyř let bylo zjištěno, že infiltrace byla vždy nejvyšší u varianty s nejvyšší zaoranou dávkou kompostu, a to ve všech letech. Průkazný rozdíl byl zjištěn mezi variantou 1 (kontrolní, bez kompostu) a variantou 3 (kompost 150 t.ha⁻¹). Mezi variantou 2 (kompost 80 t.ha⁻¹) a variantou kontrolní byl prokázán průkazný rozdíl v roce 2009 a 2010.

Graf 4 znázorňuje infiltraci mezi jednotlivými variantami s různými dávkami kompostu na orné půdě. Na tomto stanovišti byl zjištěný významný rozdíl pouze v roce 2011 mezi variantami kontrolní a variantou s dávkou kompostu 80 a 150 t.ha⁻¹. Stejně jako u TTP byla ve všech sledovaných letech naměřena vyšší infiltrace u varianty s nejvyšší dávkou kompostu (var. 3).

Graf 3: Infiltrační schopnost půdy během sledovaných let na TTP



Graf 4: Infiltrační schopnost půdy během sledovaných let na orné půdě



Závěr

Ze získaných výsledků je patrné, že po čtyřech letech došlo k poklesu obsahu humusu (Cox) u všech variant a na obou stanovištích, což může vést ke snížení stability půdní úrodnosti a následně ke snižování výnosů plodin. Je proto nutné v pravidelných intervalech dodávat do půdy organickou hmotu, aby nedocházelo k úbytku humusu a tím k porušení základních půdních vlastností.

Získané výsledky jsou součástí projektu MZe Národní agentury zemědělského výzkumu pod č. QH81200.

Použitá literatura

Badalíková B., Bartlová J., 2012: Vhodné zpracování půdy pro minimalizaci degradačních změn v půdě. Uplatněná certifikovaná metodika 19/12, 29 s. ISBN 978-80-905080-1-9

Badalíková, B., Červinka, J., 2010: Influence of different method of soil tillage on its physical properties. In CD proceedings: The 9th Alps-Adria Scientific Workshop, Špičák, Czech Republic, Crop production, Vol. 59, 2010, Suppl.2, p. 69-72 ISSN 0546-8191

Hejduk, S., 2009: Comparison of surface runoffs from grasslands and arable land. Grassland Science in Europe, 15, 63–67

Plíva P., Altmann V., Jelínek A., Kollárová M., Stolařová M., 2005: Technika pro kompostování v pásových hromadách. Praha: VÚZT, č. 1, 72 s. ISBN 80-86884-02-3

Váňa, J., 1994: Výroba a využití kompostů v zemědělství. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, Příručka, 40 s. ISBN 80-7105-075-X

Adresa autora:

Ing. Barbora Badalíková
Zahradní 1, Zemědělský výzkum, spol. s r.o., 664 41 Troubsko
badalikova@vupt.cz

KULTURY ZELENÉHO HNOJENÍ V SOUSTAVÁCH HOSPODAŘENÍ NA PŮDÁCH LESNÍCH ŠKOLEK

Jarmila Nárovcová, Přemysl Němec

Anotace:

Předpokladem konkurenceschopnosti školkařských podniků a dlouhodobého zajišťování produkce kvalitních prostokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin, pěstovaných ve školkách tradičním způsobem na minerální půdě, je vyhovující půdní úrodnost. Obsahem příspěvku, který je určen účastníkům oborového semináře Hospodaření s půdou ve školkařských provozech (Třebíč, 14. a 15. června 2017), pořádaného Sdružením lesních školkařů ČR, z. s., jsou dílčí zkušenosti s využíváním plodin (kultur) zeleného hnojení při hospodaření na písčitých a hlinito-písčitých půdách školkařských polí společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem.

Klíčová slova:

lesní školky, péče o půdu, plodiny zeleného hnojení

Úvod

Přednosti a výhody písčitých půd, plynoucí z ekonomicky nezanedbatelné možnosti jejich snadného zpracování a obdělávání, jsou nutně doprovázeny zvýšenou náročností a vyššími náklady při udržování hladiny obsahu organických látek v půdě. Již od počátků centralizace školkařských provozů v 70. letech minulého století bylo zřejmé, že pro zajištění kontinuity produkční schopnosti písčitých půd v lesních školkách bude zapotřebí vybudovat odpovídající kapacitu zařízení a ploch pro výrobu a uskladnění požadovaného množství organických hnojiv. Zdrojem humusotvorných látek pro lesní školkařství bývala především stromová kůra (MAUER a RADOSTA 1984), ale také listovka nebo rašelina (DUŠEK, KOTYZA a kol. 1970 aj.). Slibně se rozvíjející výroba tzv. *kůrových kompostů* u bývalých organizací a podniků státních lesů po transformaci lesního hospodářství v 90. letech minulého století zanikla. Tuzemské lesní školkařství tak o své zázemí zdrojů humusotvorných (hnojivých) materiálů přišlo a již dlouhodobě čelí propadům v doplňování organických látek do obhospodařovaných půd.

Jedním z opatření, které má v podmínkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem (dále uváděné také jako *Lesoškolky*) napomoci překlenout disproporce mezi zvyšující se potřebou humusových (organických) hnojiv a mezi jejich reálnou dostupností, je pravidelné zařazování kultur plodin tzv. *zeleného hnojení* do sledu pěstebních osnov. *Zelené hnojení* samo o sobě nemůže organická hnojiva rovnocenně nahradit (nadále se proto v rámci podniku vyhledávají, analyzují a zvažují nejrůznější možnosti, jak za ekonomicky přijatelné ceny získávat organická hnojiva v potřebném množství a kvalitě). Nicméně má přinejmenším potenciál přispívat ke stabilizaci obsahu humusu v půdě. V podnikových strategiích rozvoje půdní úrodnosti proto nyní *zelené hnojení* zaujímá naprosto klíčové místo.

Polyfunkční využívání plodin zeleného hnojení je nezbytností

Význam pěstování kultur plodin *zeleného hnojení* (v dalším textu bude užívaná zkratka ZH) vystupuje při obhospodařování půdních bloků lesních školek do popředí pro celou řadu důležitých rolí a účinků (DUŠEK a NÁROVEC 1991). Kulturey zeleného hnojení se v podmínkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem zařazují ve všech případech, kdy to podmínky (agrotechnické lhůty, aktuální stav fyzikálních a chemických vlastností půd, ekonomická nákladovost atd.) dovolují. Především se využívá každé jarní, pozdně letní i podzimní období po vyzvednutí produkce semenáčků či sazenic lesních dřevin z půdních bloků. Dominantní rolí zejména jarního pěstování účelových kultur ZH je

prostřednictvím rychle vytvořeného souvislého rostlinného porostu chránit půdu před větrnou a vodní erozí (HŮLA a kol. 2003). Stranou nezůstává ani schopnost plodin ZH potlačovat rozmnožování a růst plevelných rostlin nebo důležitá role (schopnost) uložením živin v rostlinné biomase opětovně živiny do půdy (po zaorání a rozkladu organické hmoty) navracet. Se zvyšováním obsahu rozložitelné organické hmoty v půdě souvisí role stabilizace využitelného podílu humusových látek v orničním profilu, navýšení množství půdních bakterií a mikroorganismů, fixace minerálních živin a zmírňování jejich vyplavování, dále příznivé ovlivňování vodního a tepelného režimu půd, podpora vytváření drobtovité půdní struktury a mnohé další účinky a funkce pro všestranné zlepšování vlastností intenzivně obhospodařovaných půd. Kořínky některých plodin ZH tím, že pronikají do značné hloubky půdního profilu (při volbě vhodné plodiny rovněž prorůstají i utuženými podorníčními vrstvami), mohou vytvořenými makropóry výrazně ovlivňovat fyzikální půdní poměry (např. infiltraci vody) v rhizosféře následně pěstovaných lesních dřevin. Obohacování půdního profilu organickými látkami prostřednictvím plodin ZH je v *Lesošolkách* považováno za stěžejní opatření a bývá hodnoceno jako srovnatelné s účinky slabé až střední dávky chlévského hnoje. Rozklad organické hmoty po zaorání ZH bývá rychlý (resp. rychlejší než u rozkladu chlévského hnoje), ale následné uvolňování živin mineralizací dodané organické hmoty je relativně pozvolné. ZH je ceněné také z fytosanitárního hlediska pro schopnost potlačování chorob či pro regulaci výskytu škůdců a plevelů na produkčních plochách. Pro zvýšení fytosanitárního účinku se doporučuje kombinovat a střídát druhy plodin ZH (až na výjimky není vhodné pěstovat tytéž plodiny ZH bezprostředně po sobě).

Eminentní význam se nyní kulturám ZH přikládá také při omezování nepříznivých následků jednostranného využívání půd školek pěstováním monokultur, zejména stále týchž jehličnatých druhů dřevin. V tomto ohledu je nutné kulturám ZH přiřknout nezastupitelnou úlohu (nesprávně) „mezipločin“ (pozn.: pojem *mezipločina* má v zemědělské terminologii trochu odlišný význam; zdůrazňovanou úlohu plodin ZH by asi lépe vystihovalo označení „přerušovače osevních sledů“). Tato nadmíru významná funkce plodin ZH není v lesních školkách obecně zdaleka docenována, natož adekvátně využívána (DUŠEK 1997). Plodinám ZH je nutné přisuzovat velký význam také při snižování škodlivých důsledků zhutňování půdy, které ve školkách vzniká používáním těžké dopravní techniky, výkonných tažných mechanizačních prostředků a adaptérů. V řadě školek je technogenní kompakce půdních profilů závažným a aktuálním problémem. Je však třeba poukázat na skutečnost, že samotné pěstování plodin ZH nedokáže silné zhutnění podorníční vrstvy půdy účinně eliminovat. V takových případech je nezbytností mechanické rozrušení kompaktní mezivrstvy pomocí strojů a adaptérů pro hloubkové prokypřování půdní spodiny (pluhy s podrývacími trny, jednoúčelové stroje pro hloubkové kypření půd, specializované agrotechnické postupy atd.). Zkušenosti z provozů společnosti *Lesošolky* přitom přesvědčivě potvrzují oprávněnost doporučení, aby pokročilá agrotechnická opatření (podrývání) byla uplatňována i ve školkách na písčitéch sedimentech, a to nejdéle v pětiletech intervalech.

Využívaný sortiment plodin zeleného hnojení

Od plodin ZH se žádá rychlý nárůst biomasy (zelené hmoty), a to obvykle již v průběhu 60 dní od výsevu. Ze spektra plodin ZH se v podmínkách písčitých sedimentů u *Lesošolek* klade důraz např. na hořčici bílou, řepku ozimou, svazenku vratičolistou, pohanku setou a na vikvovité rostliny (hrách setý, pelušku jarní, komonici bílou, lupinu bílou, víkev setou) a jeteloviny, které navíc obohacují půdu o dusík biologicky poutaný ze vzduchu. Rychlý nárůst organické hmoty a plnění rolí ZH mohou zajišťovat také některé obiloviny. Sortiment vhodných plodin ZH pro lesní školkařství je tedy relativně široký, stejně tak je bohatá i nabídka jednotlivých odrůd. Organická hmota plodin ZH se v *Lesošolkách* zaorává v době nejvyššího nárůstu objemu zelené hmoty pěstované plodiny, avšak vždy s ohledem na

předcházení nežádoucímu vysemenění přítomných (vzešlých) plevelných rostlin. Před zaoráním zelené hmoty se nadzemní části rozřezávají řezačkou a pravidelně se rozprostřou po pozemku. Bezprostředně poté obvykle následuje zaorání organické hmoty středně hlubokou orbou.

Zařazování kultur zeleného hnojení musí být systematické (pravidelné)

U tradičního obhospodařování půd lesních školek bývalo zařazování plodin ZH do pěstebních osnov zcela běžnou součástí pěstebních postupů. Dokonce takovou praxi příslušné dobové direktivy přímo vyžadovaly (např. ČSN 48 2310 *Lesní školky* z roku 1963 nebo ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách* z roku 1964). Jedna pětina až jedna třetina produkčních ploch se ve školkách každoročně vylučovala z produkce za účelem tzv. *meliorace půdy* (DUŠEK, KOTYZA a kol. 1970). Ty lesní školky, které koncept tohoto tradičního hospodaření nadále vyznávají, tedy mohou na tuto praxi snadno navázat a v intenzích svých specifických pěstebně-produktivních přístupů v aplikacích kultur ZH pokračovat. Tady kultury ZH obvykle přicházejí do úvahy po každém (zpravidla dvouletém) cyklu pěstování sadebního materiálu lesních dřevin, tedy **každým třetím rokem**.

V komerčně orientovaném intenzivním lesním školkařství, které je dominantním výrobním programem provozů *Lesoškolek*, se doporučuje kultury plodin ZH zařazovat do sledu pěstebních osnov alespoň po dvou hlavních pěstebních cyklech, tj. **nejpozději po pěti letech**. Tehdy se nabízí příležitost na podkladě periodického průzkumu půd zrealizovat celý soubor agrotechnických, agrochemických, agrobiologických a dalších zásahů, nutných ke zlepšování podmínek výživy pěstovanému sadebnímu materiálu (NÁROVCOVÁ a kol. 2016).

Ověřované sledy pěstebních osnov (modelové příklady zeleného hnojení)

V rámci studia účinků (a možností uplatňování) plodin ZH na školkařských polích v *Lesoškolkách* bylo v letech 2015–2017 mezi následné cykly pěstování lesních dřevin vkládáno (zařazováno, resp. vynecháváno) vždy celé jedno vegetační období, během kterého nebyla na produkčních jednotkách pěstována cílová školkařská produkce lesních dřevin. V průběhu tohoto období (vynechávaného roku) byly na školkařských polích opakovaně pěstovány (testovány) plodiny ZH, byla zajišťována potřebná úprava půdní reakce pomocí aplikací mletých vápenců a dolomitů (tj. realizováno udržovací nebo meliorační vápnění) a také bylo realizováno dosycovací hnojení půdy fosforem, hořčíkem a také draslíkem.

Vynechávané jednoleté období zpravidla umožnilo dvojí, ale v případě, že bylo k výsevům využito i časné jarní období, pak někdy i trojí produkci plodin ZH. Prakticky tedy bylo na školkařských polích ověřeno pěstování dvou i tří sledů ZH po sobě. Zvládnutí výsevů v časném jaře (tj. v době souběžně vrcholících jarních prací ve školkařské výrobě) bývalo organizačně velmi náročné, z pohledu produkce organické hmoty ZH se ale vždy jednalo o výsevy kultur ZH s jejími nejvyššími hodnotami (kvantitativními účinky).

Při vyřazení školkařských polí po dobu jednoho roku z produkce lesních dřevin byly v podmínkách *Lesoškolek* prakticky ověřeny např. tyto modelové sledy kultur ZH:

(1) Trojí produkce kultur zeleného hnojení:

- hrách setý (hrách polní): výsev na začátku dubna, zaorání v polovině června,
- čirok súdánský: výsev na konci června, zaorání v první polovině srpna,
- svazenka vratičolistá: výsev v druhé polovině srpna, zaorání v říjnu
nebo
- hořčice bílá: výsev na začátku dubna, zaorání v polovině června,
- čirok súdánský: výsev na konci června, zaorání v první polovině srpna,
- svazenka vratičolistá: výsev v druhé polovině srpna, zaorání v říjnu.

(2) **Dvojitá produkce kultur zeleného hnojení:**

- hrách setý (hrách polní): výsev začátek května, zaorání v polovině července,
- svazenka vratičolistá: výsev na konci července, zaorání v říjnu
nebo
- žito: výsev na začátku května, zaorání v polovině července,
- hořčice bílá: výsev na konci července, zaorání v říjnu.

Pěstování plodin ZH bylo zařazováno (testováno) i na pozemcích, kde se po vyzvednutí předchozí produkce semenáčků a sazenic lesních dřevin (duben) v témže roce následně realizovalo *letní školkování* semenáčků (srpen). V takovém případě bývá reálné zařadit do tohoto meziobdobí obvykle jen jednu kulturu ZH. Platí však poznatek, že požadovaná tvorba biomasy takové kultury ZH by neměla být příliš velká (tj. preferuje se výška rostlin spíše do 20 cm), neboť přistupují komplikace (princip předběžné opatrnosti) s možnou fytotoxicitou meziproduktů rozkladu biomasy ZH v půdě vůči kořenům právě zaškolovaných dřevin.

Praktickým ověřením možností zařazování kultur zeleného hnojení, které se uskutečnilo v letech 2015–2017 (tj. včetně letním suchem sužovaného roku 2015), lze v podmínkách většiny školkařských středisek společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem jako univerzální (modelový) na těch pozemcích, které jsou z produkce uvolněny po celé vegetační období jednoho roku, doporučit trojitý sled následujících kultur plodin zeleného hnojení:

- výsev hrachu setého nebo žita v termínu 10. – 20. 4.
- výsev čiroku v termínu 20. – 30. 6.
- výsev hořčice bílé nebo svazenky vratičolisté v termínu 20. – 30. 8.

Příprava pozemku, hnojení, ochrana, pěstování a zaorání kultur zeleného hnojení

Příprava pozemku pro setí ZH v časném jare (po vyjmutí produkce lesních dřevin) zahrnovala střední orbu, urovnání půdního povrchu, přípravu seťového lůžka a výsev osiva. Aplikace kombinovaného minerálního hnojiva byla prováděna vždy před setím nebo po vzejití, a to v modelových dávkách tzv. čistých živin (č. ž.) 30 kg N, 30 kg P₂O₅ a 30 kg K₂O plošným rozmetáním 200 kg granulovaného hnojiva typu NPK 15-15-15. Aplikace herbicidů se realizovala preemergentně nebo postemergentně (dle požadavků na aplikaci pro jednotlivé herbicidy). Organická hmota ZH byla zaorávána v době vrcholení růstu rostlin, avšak vždy s ohledem na nutnost zaorávat ještě před nežádoucím vysemeněním plevelných rostlin. Před zaoráním byly nadzemní části rozřezány řezačkou či uváleny a rozsekány cambridgeskými válci. Pravidelně rozprostřená organická hmota na povrchu pozemku byla bezprostředně zaorána střední orbou. Platí, že o účinnosti ZH rozhoduje včasnost a pečlivost zaorání organické hmoty. Pro další výsev ZH byl pozemek připraven (smyk pro urovnání povrchu pozemku, brány k přípravě seťového lůžka) a s odstupem cca 2 týdnů od zaorání organické hmoty byl pozemek znovu oset ZH. Dávky základního hnojení půdy (určené na podkladě půdních rozborů) byly aplikovány plošným rozmetáním vždy ještě před zaoráním organické hmoty. Hnojení sledu plodin ZH tzv. *na list* se řídilo zásadami, obecně platnými v zemědělské rostlinné výrobě (podrobnosti např. KLÍR a kol. 2008; TRÁVNÍK a kol. 2012).

Vybraná praktická doporučení k pěstování plodin zeleného hnojení ve školkách

Z praktického otestování možností pěstování plodin ZH lze školkařským provozům se srovnatelnými půdními a klimatickými podmínkami jako v *Lesoškolkách* doporučit např. následující **plodiny zeleného hnojení** a agrotechnická, agrochemická a jiná pěstební opatření:

Hrách polní (odrůda ZEKON)

výsevová dávka	300 kg·ha ⁻¹
způsob setí	botkový secí stroj, hloubka setí 5 cm
hnojení na kulturu	NPK (15-15-15), dávka 200 kg·ha ⁻¹
chemická ochrana proti plevelům	Corum 1,25 l·ha ⁻¹ (aplikace se smáčedlem Dash 1,0 l·ha ⁻¹), postemergentně ve fázi 2-3 pravých listů
přímé náklady	15.900,- Kč·ha ⁻¹ (příprava půdy + výsev: 2.700,- Kč; osivo: 3.300,- Kč; přípravky na ochranu rostlin: 2.000,- Kč; hnojení: 3.900,- Kč; zapracování hmoty do půdy: 4.000,- Kč)

Svazanka vratičolistá (odrůda PROTAN C1)

výsevová dávka	17-20 kg·ha ⁻¹
způsob setí	přísev na diskových branách, hloubka setí cca 1-3 cm
hnojení na kulturu	NPK (15-15-15), dávka 300 kg·ha ⁻¹
chemická ochrana proti plevelům	ochrana herbicidy proti jednoděložným plevelům
přímé náklady	13.200,- Kč·ha ⁻¹ (příprava půdy + výsev: 2.000,- Kč; osivo: 1.700,- Kč; přípravky na ochranu rostlin: 1.600,- Kč; hnojení: 3.900,- Kč; zapracování hmoty do půdy: 4.000,- Kč)

Hořčice bílá (odrůda SEVERKA C1)

výsevová dávka	30 kg·ha ⁻¹
způsob setí	přísev na diskových branách, hloubka setí cca 1-2 cm
hnojení na kulturu	NPK (15-15-15), dávka 300 kg·ha ⁻¹
chemická ochrana proti plevelům	herbicidní přípravek Butisan Star v dávce 2 l/ha (preemergentně do 2 dnů od zasetí)
přímé náklady	12.770,- Kč·ha ⁻¹ (příprava půdy + výsev: 2.000,- Kč; osivo: 870,- Kč; přípravky na ochranu rostlin: 2.000,- Kč; hnojení: 3.900,- Kč; zapracování hmoty do půdy: 4.000,- Kč)

Čirok (odrůda GARDAVAN)

výsevová dávka	20 kg·ha ⁻¹
způsob setí	přísev na diskových branách, hloubka setí cca 1-2 cm
hnojení na kulturu	NPK (15-15-15) 300 kg·ha ⁻¹
chemická ochrana proti plevelům	herbicidní přípravek Arrat + Dash HC v dávce 0,2 l + 1 l·ha ⁻¹ (postemergentně na plevele s 1-4 listy)
přímé náklady	16.000,- Kč·ha ⁻¹ (příprava půdy + výsev: 2.000,- Kč; osivo: 5.100,- Kč; přípravky na ochranu rostlin: 1.000,- Kč; hnojení: 3.900,- Kč; zapracování hmoty do půdy: 4.000,- Kč)

Žito (odrůda BOJKO C1)

výsevová dávka	200 kg·ha ⁻¹
způsob setí	botkový secí stroj, hloubka výsevu 2 cm
hnojení na kulturu	NPK (15-15-15) 300 kg·ha ⁻¹
chemická ochrana proti plevelům	herbicidní přípravek Arrat + Dash HC v dávce 0,2 l + 1 l·ha ⁻¹ (postemergentně na plevele s 1-4 listy)
přímé náklady	14.000,- Kč·ha ⁻¹ (příprava půdy + výsev: 2.000,- Kč; osivo: 3.100,- Kč; přípravky na ochranu rostlin: 1.000,- Kč; hnojení: 3.900,- Kč; zapracování hmoty do půdy: 4.000,- Kč)

Hektarová produkce organické hmoty a vázaných živin u kultur zeleného hnojení

Dosažení očekávaných přínosů ZH závisí na vytvoření dostatečné rostlinné biomasy. Slabé, nevyrovnané a mezernaté porosty nezaručují žádný z přínosů, očekávaných od pěstování ZH. Analýzy produkce ZH na školkařských polích zahrnovaly celkovou produkci organické hmoty (nadzemní části i kořenové systémy rostlin) a celkové množství živin v organické hmotě. Množství vyprodukované organické hmoty se výrazně diferencovalo především dle dostupných vláhových poměrů. Lesní školky, které jsou standardně vybaveny zavlažovacími systémy, nicméně vždy mají možnost na neočekávané výpadky srážek nebo na vlny veder zareagovat a růst kultur ZH podpořit doplňkovou závlahou.

Hektarová produkce organické hmoty u hrachu setého se v praktickém ověřování pohybovala v rozmezí 9 tun zelené organické hmoty (2,0 t sušiny) až 56 tun (7,2 t sušiny), u svazenky vratičolisté od 4,5 t (1 t sušiny) do 14 t zelené organické hmoty (2,2 t sušiny), u hořčice seté 8 t zelené organické hmoty (1 t sušiny), u čiroku 37 t zelené organické hmoty (7 t sušiny) a u žita pak 33 t zelené organické hmoty (9 t sušiny). Podíl hmotnosti kořenů na celkové hmotnosti vytvořené zelené organické hmoty se podle druhu rostlin pohyboval od 3 do 18 %. Maximálních hodnot výnosů čerstvé biomasy bylo dosaženo v porostu hrachu setého, kdy hektarová produkce zelené hmoty v době zaorání činila 56 t (Školkařské středisko *Hlavečník*, produkční plocha č. 525). Nadzemní části tvořily 97 % sušiny, kořeny pak zbývající 3 %. Jednalo se časný jarní výsev v první polovině dubna a růst do poloviny června. Pozemek nebyl zavlažován. Včasnost výsevu při využití zimní vláhy pro vzcházení rostlin zajišťuje rychlé a pravidelné vzejití a zapojení porostu, kořeny rostlin již mohou čerpat vláhu nejen z vysychavého povrchu půdy, ale z vlhčích spodních vrstev půdy. Případnými přísušky nejsou tyto zapojené porosty destruovány.

Maximálních hodnot výnosů sušiny biomasy dosahovalo žito (ŠS Kladruby nad Labem) v roce 2016: 9,3 t sušiny · ha⁻¹, nadzemní části tvořily 80 % sušiny, kořeny pak 20 % sušiny. Vysokých hodnot výnosů sušiny (biomasy) dosahoval také čirok (ŠS Kladruby nad Labem; 2016): 6,7 t sušiny · ha⁻¹, nadzemní části tvořily rovněž 80 % sušiny, kořeny 20 % sušiny. Množství živin, které bylo chemickými analýzami kvantifikováno v organické hmotě plodin ZH, bylo přepočítáno (dle produkovaného množství organické hmoty) a vyčísleno v kg·ha⁻¹:

- pro hrách setý bylo v organické hmotě akumulováno od 132 kg č. ž. při sumárním vyjádření N+P+K+Ca+Mg na 1 ha (jednotlivě: 54 kg N, 6 kg P, 48 kg K, 19 kg Ca a 5 kg Mg) do 478 kg č. ž. sumy N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (196 kg N, 23 kg P, 173 kg K, 68 kg Ca a 19 kg Mg),
- pro svazku vratičolistou od 80 kg č. ž. N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (21 kg N, 3 kg P, 33 kg K, 17 kg Ca a 6 kg Mg) do 178 kg č. ž. N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (44 kg N, 8 kg P, 66 kg K, 53 kg Ca a 7 kg Mg),

- pro hořčici polní 96 kg č. ž. N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (29 kg N, 5 kg P, 40 kg K, 20 kg Ca a 2 kg Mg),
- pro žito 434 kg č. ž. N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (165 kg N, 26 kg P, 211 kg K, 24 kg Ca a 8 kg Mg),
- pro čirok 403 kg č. ž. N, P, K, Ca, Mg·ha⁻¹ (135 kg N, 15 kg P, 217 kg K, 22 kg Ca a 15 kg Mg).

Množství fixovaného dusíku je závislé zejména na zastoupení luskovin (KLÍR et al. 2008). Pro praktické bilance dusíku lze kalkulovat např. s tím, že při výnosu 20 až 30 t·ha⁻¹ obsahuje zelená hmota porostů luskovin cca 150 kg N·ha⁻¹, brukvovitých 110 kg N·ha⁻¹ a u ostatních plodin 90 kg N·ha⁻¹. Z tohoto množství dusíku se pro první (následný) rok počítá s uvolněním nejméně dvou třetin a pro následující (druhý) rok pak s jednou třetinou.

Dílčí ekonomická úvaha

Pěstování plodin ZH samo o sobě v podmínkách *Lesoškolek* nevykazuje kladný finanční výsledek (produkce ZH se neprodává jiným subjektům), nýbrž nese nemalé náklady. Ekonomická nákladnost, spojená se zařazením jednoho sledu ZH (zahrnující přípravu půdy, výsev, osivo, aplikaci herbicidů nebo hnojiv a náklady na zaorání), se v současnosti u podniku pohybuje kolem 15 tis. Kč·ha⁻¹ (upřesnění viz ve výše uvedených tabulkách).

Vysoké odbytové a kvalitativní požadavky odběratelů mnohé školkařské provozy nepřímo nutí k opakovanému pěstování (žádaných) výpěstků lesních dřevin ve více cyklech po sobě na téže pozemku. Narůstající požadavky uživatelů sadebního materiálu na morfologické parametry finálních školkařských výpěstků kladou nemalé nároky na finančně (a časově) nákladné třídění sadebního materiálu a znamenají také nutnost vynakládat zvýšené finanční prostředky na agrochemická opatření (hnojiva, pesticidy) a doplňkové energetické vstupy (provoz závlah atd.). Mnohá intenzifikační opatření pro obhospodařovanou půdu představují zátěž, která motivuje k úvahám, zda dnešní krátkodobé ekonomické efekty se v budoucnu provozovatelům školek násobně neprodraží v nákladech na odstraňování negativních následků degradace půdy a poklesu její úrodnosti (VOPRAVIL a kol. 2010; NĚMEC 2015).

Závěrem

Přesto, že současná pravidla hospodaření od provozovatelů školek výslovně nevyžadují dodržovat závazně stanovené *osevní postupy* (v lesnické terminologii *pěstební osnovy*), je třeba v periodickém vkládání pěstebních cyklů s plodinami účelových kultur *zeleného hnojení* spatřovat naději na reprodukci půdní úrodnosti na každém dlouhodobě a jednostranně využívaném školkařském poli. Pravidelné pěstování kultur zeleného hnojení (spojené s dosycovacím hnojením půdy minerálními živinami a s úpravou půdní reakce) se jeví jako jeden z možných způsobů systematického zlepšování vlastností půd lesních školek. Při současných intenzivních způsobech pěstování prostokořenného sadebního materiálu by se celoroční vyřazování z produkce lesních dřevin mělo dotýkat vždy nejméně 1/5 výměry školkařských polí, tj. mělo by se realizovat nejpozději každým 5. rokem.

Citovaná a doporučená literatura

DUŠEK, V.: Lesní školkařství. Základní údaje. 1. vydání. Písek, Matice lesnická 1997. 139 s.

DUŠEK, V., KOTYZA, F. a kol.: Moderní lesní školkařství. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1970. 480 s.

DUŠEK, V., NÁROVEC, V.: Pokyny pro využití výsledků analýz půdních vzorků z lesních školek prováděných zemědělskými laboratořemi. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 1989. 33 s. – Lesnický průvodce 2/1989.

DUŠEK, V., NÁROVEC, V.: Jsou kultury „zeleného hnojení“ aktuální i v soudobém lesním školkařství? *Lesnická práce*, 70, 1991, č. 2–3, s. 60–63.

HŮLA, J., JANEČEK, M., KOVAŘÍČEK, P., BOHUSLÁVEK, J.: Agrotechnická protierozní opatření. 1. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy 2003. 48 s.

KLÍR, J., KOZLOVSKÁ, L.: Správná zemědělská praxe pro ochranu vod před znečištěním. Certifikovaná metodika pro praxi. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby 2012. 24 s.

KLÍR, J., KUNZOVÁ, E., ČERMÁK, P.: Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi. 2. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby 2008. 48 s.

MAUER, O., RADOSTA, P.: Odpadní kůra v lesním školkařství. In: Volná, M. a kol.: *Racionalizace velkoškolkařské výroby*. Učební texty pro postgraduální studium. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně 1984, s. 19–25.

NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Zjišťování parametrů půdní úrodnosti v lesním školkařství České republiky. In: *Lesné semenárstvo, škôľkarstvo a umelá obnova lesa 2016*. Zborník príspevkov. Liptovský Ján, 22. a 23. júna 2016. Ed. M. Sušková. Snina, Združenie lesných škôľkarov Slovenskej republiky 2016. Nestr.

NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V., NĚMEC, P.: Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2016. 60 s. – *Lesnický průvodce* 7/2016.

NĚMEC, P.: Kvantifikace udržitelnosti půdní úrodnosti pomocí metod termodynamické a informační teorie. [Studie]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2015. 54 s.

TRÁVNÍK, K. a kol.: Metodický návod pro hnojení plodin. 5. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2012. 26 s.

VAVŘÍČEK, D.: Půda a péče o půdu v lesních školkách. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tematických přednášek... pro technické pracovníky v lesním školkařství. 1. vydání. Brno, Mendelova univerzita v Brně 2012, s. 205–213.

VOPRAVIL, J. a kol.: Půda a její hodnocení v ČR. [Díl I.]. 2. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy 2010. 148 s.

* * *

Dedikace

Příspěvek popisuje aktivity realizované na produkčních polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem. Jsou součástí řešení výzkumného projektu TA04021467 „Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek“, který v letech 2014–2017 finančně podpořila Technologická agentura České republiky.

* * *

Adresy autorů:

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
e-mail: narovcova@vulhmop.cz

Ing. Přemysl Němec
Lesoškolky s. r. o.
1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem
e-mail: pn@lesoskolky.cz

Odběry půdních vzorků při agrochemické půdní kontrole v podmínkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem

Přemysl Němec, Václav Nárovec, Jarmila Nárovcová

Úvod

Příspěvek přibližuje některé dílčí zkušenosti se zajišťováním odběrů půdních vzorků, s hodnocením kvality půdy v agrochemických laboratořích a s prováděním *agrochemické půdní kontroly* (APK) na obhospodařovaných venkovních produkčních školkařských plochách (půdních blocích) u společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem.

Produkční základna podniku

Podnik LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem (v dalším textu je uváděn rovněž zkráceně jako *Lesoškolky*) provozuje lesnickou školkařskou činnost jako registrovaný zemědělský podnikatel. V evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb.) je veden jako samostatný *obchodní závod*. Organizačně je v rámci *Lesoškolek* výroba prostokořenného sadebního materiálu (PSM) realizována v šesti samostatných školkařských střediscích (ŠS): ŠS Řečany nad Labem (převažují zde *hlinité písky*), ŠS Kladruby nad Labem, ŠS Albrechtice nad Orlicí (u obou ŠS převaha zemin kategorie *písků*), ŠS Dolní Jelení, ŠS Brandýs nad Labem (*hlinité písky*) a ŠS Františkovy Lázně (*písečné hlíny* a *hlíny*). Podnik v informační systému LPIS (Veřejný registr půdy) jako kategorii „K“ (školka) eviduje celkem 190 účinných *půdních bloků* (PB) o souhrnné výměře 220 ha.

Výměra dílčích samostatně obhospodařovaných školkařských polí (v praxi označovaných také jako *tabule*, *produkční jednotky*, *školkařské plochy*, *půdní bloky* aj.) se pohybuje v intervalu od 0,15 ha (plocha č. 318) do 3,10 ha (plocha č. 614). Průměrné školkařské pole u *Lesoškolek* se svojí výměrou blíží hodnotě 1,15 ha a mívá tvar obdélníka s délkami stran 40–50 metrů (šířka pole), resp. 200–250 m (délka pole). Při pěstování PSM se na produkčních polích obvykle užívá záhonové uspořádání ve směru delší strany obdélníka. Společnou charakteristikou většiny produkčních jednotek bývá i to, že jsou obklopeny vzrostlými lesními porosty, popř. že do dílčích tabulí jsou rozčleněny vloženými pásy odrůstajících kultur dřevin a keřů s důležitou protierozní funkcí větrolamů. Přes zdánlivě a relativně malé výměry obhospodařovaných školkařských polí (alespoň při porovnání s velkoplošnou zemědělskou rostlinnou výrobou na rozměrných *honech*) je ovšem skutečností, že některé pedologické charakteristiky (např. zrnitostní skladba, půdní reakce, obsahu humusu a další navazující charakteristiky) bývají v rámci vymezeného (průměrného) jednohektarového pozemku poměrně značně prostorově proměnlivé. A to i natolik, že provozovatele školky místy nutí k úvahám o inovativních přístupech podobných tzv. *preciznímu zemědělství*.

Systematický sběr informací o půdě většiny školek chybí

Pro všechny, kteří na půdách hospodaří, je důležité poznávat stav půd především z hlediska plánování a realizace agrotechnických a agrochemických opatření. Je žádoucí, aby si zavedli nějakou formu zjišťování stavu půd a následně aby prováděli systematický monitoring změn vybraných půdních vlastností způsobem, který by umožňoval využití získávaných dat pro racionální základní a operativní hnojení rostlin, pro včasné korektury zavedených systémů hnojení a hospodaření na půdách včetně snižování zátěže přírodních zdrojů a zmírňování

možných rizik kontaminace složek životního prostředí agrochemikáliemi (NÁROVCOVÁ, NÁROVEC a NĚMEC 2016).

Lesní školkařství až do 90. let minulého století realizovalo průběžné zjišťování vybraných parametrů půdní úrodnosti ve školkách (tzv. *agrochemickou půdní kontrolu*) prostřednictvím služeb rezortních půdních zkušeben (DUŠEK 1985; LEDINSKÝ 1992). Systematická péče o základy půdní úrodnosti poté nejen ve školkách (MAUER a MAUEROVÁ 2011), ale prakticky v celém agrokomplexu (NĚMEC 2015) ustoupila do pozadí. Provozovatelé lesních školek na pronajatých pozemcích většinou minimalizovali úroveň dlouhodobých vstupů. Podklady pro racionální použití hnojiv na obhospodařovaných pozemcích si od roku 1994 zajišťují individuálním způsobem. Systematickou spolupráci s nejrůznějšími agrochemickými a pedologickými laboratořemi (TOMÁŠ 2011) navazují jen někteří z nich (NÁROVEC 2016).

Koncepce půdní kontroly ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o.

Lesoškolky chápou půdní diagnostiku (tj. průběžný monitoring vybraných indikátorů půdní úrodnosti) jako neopomenutelnou součást systémů hnojení a hospodaření na půdách školek. Získávaná data a informace jsou tak přímým podkladem pro optimalizace soustav hnojení půd na produkčních pozemcích lesních školek. Základní metodická doporučení pro půdní diagnostiku (v lesnických oborech označovanou také jako APK, v tradičních zemědělských oborech pak jako *agrochemické zkoušení zemědělských půd* – zkr. AZZP) ve školkařských provozech aktuálně zformulovali NÁROVEC, NĚMEC a NÁROVCOVÁ (2017 – v tisku).

Důležitým pravidlem (požadavkem praxe) při APK v *Lesoškolkách* je, aby *periodický průzkum půd* byl vodítkem pro plánování melioračních a hnojařských zásahů na školkařských polích. Proto se provádí samostatně pro každou odlišně obhospodařovanou plochu (tj. pro dílčí část půdního bloku, na které je pěstována konkrétní dřevina, resp. posloupnost pěstebních osnov). Musí být prováděn v takovém rozsahu a kvalitě, aby umožňoval:

- získávání aktuálních informací o stavu ukazatelů (indikátorů) půdní úrodnosti v orničním (popř. i podorničním) profilu posuzovaného pozemku,
- sledování časových a prostorových trendů ve vývoji indikátorů půdní úrodnosti orničního (popř. i podorničního) profilu na školkařských polích,
- plánování základního hnojení půdy organickými a průmyslovými hnojivy při změnách pěstebních cyklů, popř. aby sloužil i k usměrnění operativních zásahů na kulturu (*hnojení na list*).

Periodický průzkum půd školkařských polí u *Lesoškolek* provádějí vedoucí (nebo určení) pracovníci školkařských středisek ve spolupráci s vybranou pedologickou laboratoří, popř. se specializovaným poradenským pracovištěm. Periodicita průzkumu půd školkařských polí a věcný rozsah těchto kontrol se řídí individuálními potřebami školkařského provozu. V lesních školkách založených na písčích nebo hlinitých písčích se obecně osvědčilo provádět periodický průzkum půd při každém střídání pěstebních osnovy (tj. nejpozději v 3letých intervalech), ve školkách na písčitéch hlínách (a na *těžších* půdních substrátech) někdy postačuje (vyhovuje) i 5letý interval (NÁROVEC 2003). V polovině tohoto období (tj. nejpozději ve 3. roce při střídání kultur) se v takovém případě ale doporučuje realizovat alespoň jeden tzv. doplňující průzkum (rozbor) půdy. Při periodickém průzkumu půd v *Lesoškolkách* jsou půdní vzorky rozborovány tzv. *základním rozbořem*, při doplňujícím průzkumu půd tzv. *doplňujícím rozbořem*. Návosloví uvedených dílčích typů půdních rozborů je převzato z Bulletinu TEI, série Pěstování, č. 1/1985, který vydává VÚLHM Strnady (DUŠEK 1985), kde:

Základní rozbor půdy musí zahrnovat minimálně tato analytická stanovení:

- výměnná půdní reakce (nyní ve výluhu půdy chloridem vápenatým),
- obsah rostlinám přístupného P, K a Mg (popř. i Ca),
- obsah organických látek (C_{ox}), resp. humusu (H_{ox}),
- obsah celkového dusíku (N_t),
- charakteristiky sorpčního půdního komplexu (kationtová výměnná kapacita),
- hodnocení poměru výměnných kationtů v sorpčním komplexu,
- alternativně i zrnitostní skladba půdy (pokud nejsou údaje o půdním druhu pro danou školkařskou plochu dosud k dispozici, nebo pokud na daném poli byla realizována meliorační opatření zahrnující úpravu mechanické půdní skladby).

Doplňující rozbor půdy se zaměřuje zpravidla pouze na stanovení výměnné půdní reakce a na koncentrace rostlinám přístupných základních minerálních živin (P, K, Mg, popř. i Ca). Systém AZZP svým rozsahem plně pokrývá nároky doplňujícího rozboru půd z lesních školek (podrobnosti o využívání analytických postupů systému AZZP pro lesní školkařství nyní rozvedli NÁROVCOVÁ, NÁROVEC a NĚMEC 2016; předtím také VAVŘÍČEK 2012).

Využití půdní diagnostiky v soustavách hnojení

Průzkum půd, popsáný v předchozím textu, je výchozím podkladem pro (a) sestavování střednědobých (obvykle 5letých) podnikových plánů péče o úrodnost půd ve školkách a pro (b) návrhy aplikací hnojiv a melioračních materiálů na zájmových pozemcích lesních školek (roční podnikové plány hnojení). Úkolem monitoringu půdních vlastností na jednotlivých školkařských polích je určit, který půdní faktor je pro školkařskou produkci aktuálně deficitní nebo dlouhodobě limitní. Praktickým **posláním podnikových plánů péče o úrodnost půd** poté je optimalizovat způsob, kterým se budou v konkrétních podmínkách školek nepříznivé půdní vlastnosti měnit, a to na základě posouzení, zda jsou měnitelné a také zda je jejich změna ekonomicky odůvodněná. Důležité je upřesnění, které konkrétní parametry půdního prostředí mají být zlepšovány, upravovány či regulovány, v jakém „**pořadí naléhavosti**“ a jakým způsobem. Od toho se pak odvíjejí další návazná provozní rozhodnutí, zejména plánování jednotlivých agrotechnických zásahů vedoucí ke zlepšení půdních vlastností počínaje úpravou vzdušného a vodního režimu půdy, zlepšováním a stabilizací půdní struktury, optimalizací půdní reakce a rozvojem půdní mikrobiologické činnosti.

Návrhy aplikací hnojiv (**podnikové plány hnojení**) pro jednotlivé (dílčí) půdní bloky (PB/DPB) a ostatní zájmové pozemky lesních školek **každoročně konkretizují** přijatá souhrnná (střednědobá) opatření. Podrobný roční plán hnojení PB/DPB se podle možností dále během vegetace upřesňuje (na základě biologické kontroly porostů, doplňujících rozborů půd a rostlin či pomocí jiných podkladů vědecky řízené výživy rostlin). Týká se to hlavně dávek živin (zejména dávek dusíkatých hnojiv) tzv. *hnojení na list* (v lesnické terminologii při *operativním hnojení* pěstovaných dřevin), které se optimalizují co do množství i do termínu aplikace individuálně. V rámci každoročních plánů hnojení se dopředu odhaduje dávka jednotlivých živin, druh hnojiva a způsob aplikace, resp. souhrnná spotřeba hnojiv v rámci školkařského podniku (střediska, provozu).

Některé zkušenosti a důležitá metodologická doporučení

Zkušenosti z výrobní praxe *Lesoškolek* dokládají, že otázka volby konkrétních laboratorních analytických metod pro půdní diagnostiku do jisté míry není tím zásadním problémem, který by si zasluhoval tu nejvyšší pozornost lesních školkařů. Instrumentální metody analytické chemie se průběžně vyvíjejí a jejich sortiment chemické laboratoře v různých etapách svého

rozvoje obměňují, resp. rozšiřují. U současných tuzemských pedologických laboratoří tak lze najít poměrně širokou typovou nabídku rozborů a analytických postupů, které jsou pro účely praktického lesního školkařství dobře aplikovatelné (podrobnosti TOMÁŠ 2011, VAVŘÍČEK 2012; NÁROVEC 2016 aj.).

Daleko důležitější je, aby spolupráce školkařského podniku s pedologickými laboratořemi byla dlouhodobá a profesionální. Oboustranně je potřeba si vysvětlit, k jakému účelu se sběr informací provádí a jaká praktická opatření se budou od výsledků půdních rozborů odvozovat. S tím souvisí i společné ujištění, že tzv. *nejistota výsledků* je u zvoleného analytického stanovení a laboratorního postupu adekvátní požadovanému účelu. Platí to i pro počet desetinných míst, se kterým budou výsledky rozborů v dokumentaci uváděny, a pro pravidla vyjadřování výsledků s udáním jejich přesnosti ať již ve formě *intervalu spolehlivosti* nebo s vyznačením *relativní chyby*. Také je velmi důležité, aby zvolená spolupracující laboratoř poskytovala vyčerpávající informace o konkrétně uplatněném laboratorním postupu (tj. aby citovala odkazy na prameny, kde je tento postup popsán nebo interpretován). I evropské normy pro laboratorní stanovení některých chemických prvků připouštějí užití širšího okruhu instrumentálních metod analytické chemie (např. optickou emisní spektrometrii, plamennou emisní spektrometrii atd.). Množství živin kvantifikované různými laboratořemi se proto může ve svém finálním číselném vyjádření i u totožných postupů poněkud lišit. Z toho důvodu se jednotlivé laboratoře účastní dobrovolného vzájemného (mezilaboratorního) porovnávání výsledků analýz v rámci tzv. *kruhových testů*. Upřednostňovat je proto třeba vždy jen taková analytická pracoviště, která mají vypracován a do analytické praxe zaveden systém řízení jakosti (*Quality Assurance, QA*), což je soubor technických, metrologických a organizačních opatření k zajištění správnosti a přesnosti analytických měření laboratoře.

U průběžného monitoringu půdních poměrů na pozemcích školek je zapotřebí předejít všem situacím, které by komplikovaly možnost vkládat výsledky půdních analýz do průběžných časových řad. Podnik LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem jako výhledové podnikové řešení na úseku zabezpečení monitoringu půdních podmínek na obhospodařovaných pozemcích proto spatřuje v co největším **ztotožnění s moderními systémy** sledování parametrů půdní úrodnosti, které se nyní v ČR realizují při *agrochemickém zkoušení zemědělských půd* (AZZP). Ve shodě s tímto záměrem proto hodlá uplatňovat takovou soustavu indikátorů půdní úrodnosti a jejich analytických stanovení, které jsou se systémem AZZP kompatibilní (Mehlich III).

Třetí velmi důležitou okolností (po výběru spolupracující chemické laboratoře a návazně i po zvolení analytických stanovení, která budou u laboratoře nárokována) v rámci realizace půdní diagnostiky je vlastní provedení odběrů půdních vzorků. Jakkoliv se tato etapa (úsek) může jevit jen jako dílčí technický úkon, klade na technicko-hospodářské pracovníky (THP) školek asi ty největší nároky. Aby bylo možné ve výrobní praxi volit správná a místním podmínkám adekvátní agrotechnická a agrochemická opatření, vyžaduje to od každého THP **znalost půdy na pozemcích**, na kterých hospodaří. Než tedy lesní školkař odebere vzorek půdy (nebo si odběr půdních vzorků zadá), měl by obhospodařovanou půdu alespoň orientačně poznávat pochůzkou a odhadovat při ní prostorovou heterogenitu (nesourodost) jednotlivých půdních vlastností. K tomuto účelu bývá doporučován (a to nejen u tzv. ekologicky hospodařících podniků – viz POKORNÝ, ŠARAPATKA a HEJÁTKOVÁ 2007) postup, který je označován jako *rýčová diagnostika* a který spočívá ve vyjímání hranolů svrchního půdního profilu a v jejich pozorování. Dovoluje, aby THP získal prvotní orientaci o skladbě půdy (půdním druhu, skeletu), o struktuře (utužení) půdy a o jejím zbarvení, o stupni rozkladu

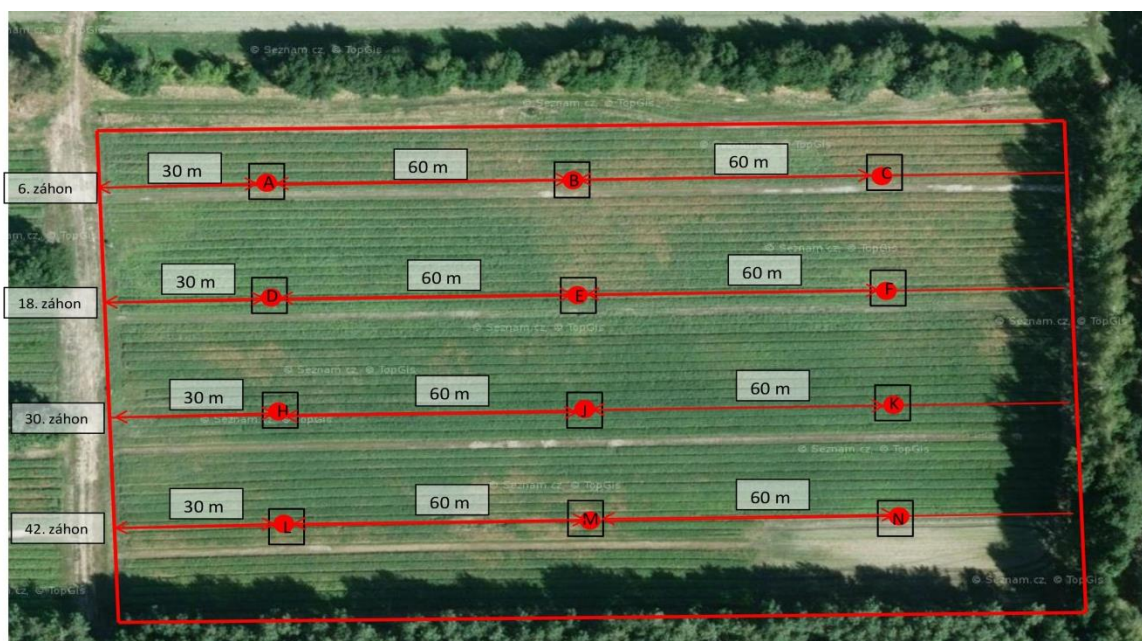
organických zbytků, o vzhledu kořenů pěstovaných rostlin a o přítomnosti některých živočichů (edafonu) v půdě atd. Postupně tak může časem získat takové zkušenosti, že na vyrytém půdním monolitu bude pozorovat stále větší množství detailů a odvozovat od nich důležitá agronomická rozhodnutí.

Heterogenita půdních poměrů potvrzená rýčovou diagnostikou poté musí být zohledněna při odběrech půdních vzorků. Základním typem lokalizace dílčích odběrných stanovišť na posuzovaném pozemku bývá odběr po úhlopříčce daného školkařského pole. V takovém případě ale často mohou být stírány individuální prostorové odchylky na dílčích částech pozemku, takže získaná data (výsledky půdních rozborů) mohou být spíše nivelizována směrem k nějaké obecnější (průměrné) hodnotě, než aby prozrazovala nutnost diferenciací agrotechnických a hnojařských opatření na půdních blocích a na jejich dílcích.

V *Lesoškolkách* je proto v rámci APK přednost dávana odběrům půdních vzorků ze stabilizované sítě odběrných míst, která je pro každé školkařské pole navržena individuálně a která umožňuje flexibilní rozhodování o počtu a struktuře odebíraných půdních vzorků vždy podle konkrétního účelu půdoznaleckých šetření.

Příklad rozmístění sondážní sítě pro dílčí odběry půdy z mělkých pedologických zákopků na školkařské ploše č. 524 u obce Hlavečnick (okr. Pardubice) uvádí obrázek č. 1. Jde o příklad geometricky pevného uspořádání 12 odběrných míst (jednotně označovaných písmeny abecedy A až N) na pozemku s šířkou 105 metrů a s délkou záhonů 190 m (50 záhonů). Proto, že linie (šířka) i začátek záhonů bývá u školkařských ploch v jednotlivých pěstebních cyklech prakticky vždy totožné, lze odběrné místo relativně snadno identifikovat např. odměřením vzdálenosti, popř. lze odběrné místo určit dle jiných identifikátorů (např. značek na stromech okolních vzrostlých porostů). Zkušenosti ukazují, že rozdíly při pozdější (příští) lokaci odběrného místa mohou být nejvýše ± 2 metry, což danému účelu pedologických šetření (tj. APK) svojí přesností plně vyhovuje. Podle konkrétního účelu poté mohou být ze zvolené sondážní sítě odebírány buď individuální půdní vzorky, nebo vytvářeny tzv. směsné („průměrné“) vzorky půdy a ty mohou být podle pravidel, dohodnutých se spolupracující chemickou laboratoří, předávány k dalšímu zpracování.

Obrázek č. 1



Citovaná a doporučená literatura

DUŠEK, V.: Metodický pokyn pro rozborů půd v lesních školcích. Bulletin TEI, série Pěstování, č. 1/85. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1985. 5 s.

LEDINSKÝ, J.: Odběr vzorků pro chemické analýzy. Bulletin TEI č. 2/92. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1992. 6 s.

MAUER, O., MAUEROVÁ, P.: Půdy v lesních školcích a jejich vliv na kvalitu produkce sadebního materiálu lesních dřevin. In: *Péče o půdu v lesních školcích*. Sborník referátů. Česká Skalice, 6. 9. 2011. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU 2011, s. 22–32.

NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V., NĚMEC, P.: Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek. Certifikovaná metodika. 1. vyd. Strnady, VÚLHM 2016. 60 s.

NÁROVEC, V.: O půdách v lesních školcích. Půdní podmínky v lesních školcích, jejich kontrola a vyhodnocování výsledků půdních rozborů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2003. 27 s.

NÁROVEC, V.: Využívání agrochemické půdní kontroly v lesním školkařství České republiky. In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školcích*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Šest. P. Martinec. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2016, s. 43–50.

NÁROVEC, V., NĚMEC, P., NÁROVCOVÁ, J.: Metodická doporučení pro diagnostiku půd v lesních školcích. Návrh certifikované metodiky. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice 2017. 28 s. (v certifikačním řízení a tisku)

NĚMEC, P.: Kvantifikace udržitelnosti půdní úrodnosti pomocí metod termodynamické a informační teorie. [Studie]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2015. 54 s.

POKORNÝ, E., ŠARAPATKA, B., HEJÁTKOVÁ, K.: Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. [Metodická pomůcka]. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura 2007. 28 s.

TOMÁŠ, J.: Chemické laboratoře a jejich služby pro lesní školkařství. In: *Péče o půdu v lesních školcích*. Sborník referátů. Česká Skalice, 6. 9. 2011. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU 2011, 78–84.

VAVŘÍČEK, D.: Půda a péče o půdu v lesních školcích. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. [Soubor tematických přednášek... pro technické pracovníky v lesním školkařství]. 1. vyd. Brno, Mendelova univerzita v Brně 2012, s. 205–213.

* * *

Dedikace a poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu TA04021467 „Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek“ (2014–2017), který finančně podpořila Technologická agentura České republiky. Řešitelé projektu adresují upřímné poděkování Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. Tečovice za příležitost prezentovat svoji práci nejširší školkařské veřejnosti.

* * *

Adresy autorů:

Ing. Přemysl Němec
LESOŠKOLKY s. r. o.
1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem
e-mail: pn@lesoskolky.cz

Ing. Václav Nárovec, CSc.; Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě č. 550, 517 73 Opočno
e-mail: narovec@vulhm.opocno.cz; narovcova@vulhmop.cz

Užitné vlastnosti lesnických pěstebních substrátů s podílem tmavé rašeliny – ohlédnutí do minulosti a shrnutí certifikované metodiky

Václav Nárovec, Jarmila Nárovcová, Martin Dubský

Úvod

Námětem příspěvku je stručná rekapitulace některých starších i novějších požadavků, které segment lesního školkařství klade na organické pěstební substráty, připravované ve školkách nebo v zahradnických provozech z rozloženějších typů (tzv. tmavých) rašelin a užívané při pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin.

Ohlédnutí do minulosti

Pěstování sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) na organických pěstebních substrátech (OPS) s podílem tmavé rašeliny má v tuzemském lesním školkařství letitou tradici. Popis žádoucích a naopak nevyhovujících hydrofyzikálních vlastností tuzemských (vesměs tmavých typů) rašelin publikoval již SPIRHAZL (1951). V mnohých aspektech jeho tehdejší závěry a zkušenosti neztratily svoji univerzální platnost ani po desítkách let. Pro školkařskou praxi mohou být i nyní inspirující. Počátky pěstování SMLD na OPS u nás si lze připomenout např. odkazem na testování tzv. Dunemannových sítí na jehličnatou hrabanku (DUŠEK 1962; LAURÝN 1971) nebo souborem experimentů s různými typy tuzemských rašelin, které během vegetačního období roku 1967 uskutečnili FERDA, HAVELKA a POBUDA (1969) ve školkách na bývalém Lesním závodě Kardašova Řečice (polesí *Cikar*). Bohatá dobová lesnická literatura z tohoto období (1967–1971) dokládá široké spektrum inovací a nové směřování technologického rozvoje v lesním školkařství včetně aktivit, týkajících se cílených biologických a fytopatologických studií při pěstování obalených semenáčků a sazenic na substrátech (FOJTÍK 1967; LOKVENC 1967; LOKVENC a SKOUPÝ 1967; DUŠEK, KOTYZA a kol. 1970 aj.). Záhy tyto studie doplnil i cílený rašelinářský výzkum, který probíhal v bývalém Výzkumném ústavu meliorací (Zbraslav nad Vltavou), resp. v bývalé Výzkumné stanici rašelinářské v Borkovicích. Byl zaměřený mimo jiné také na optimalizace vlastností OPS na bázi tmavých rašelin při užití k výrobě krytokořenného (v tehdejší terminologii obaleného) SMLD. Řešitelem těchto úkolů byl Ing. Jaroslav Ferda, CSc., jehož experimentální i syntetické práce (FERDA 1970, 1974; PEŘINA, FERDA a ŘEHOUNEK 1978) dodnes zůstávají respektovaným základem informací, hnojařských aplikací a doporučení pro lesnickou praxi (DUŠEK 1997; MAUER 2006; SLEZÁČEK 2009, 2015, 2016; VALTERA 2012 aj.).

Tyto úvodní zkušenosti ze školkařských závodů a středisek státních lesů prokázaly, že neopomenutelným předpokladem úspěšného a rentabilního pěstování krytokořenného sadebního materiálu (dále zkr. KSM) ve školkách je kvalitní růstové médium (pěstební substrát), které splňuje řadu různorodých jakostních požadavků (LOKVENC 1977a, 1977b). Mimořádně důležitým obecně platným kvalitativním znakem (požadavkem) u všech OPS byla (a zůstává) absence choroboplodných organismů, způsobujících pěstovaným rostlinám např. houbová onemocnění či jiné patologické reakce (LAURÝN 1971; VÁLKOVÁ a JANČAŘÍK 1975; HOLUBOVÁ-JECHOVÁ a JANČAŘÍK 1980 aj.). U produkce KSM lesních dřevin je striktně požadována také absence semen plevelů či jiných nežádoucích rostlinných druhů. Velká pozornost se vždy soustředila na zrnitostní skladbu lesnických pěstebních substrátů. Požadovaly se velikostní kategorie frakcí (tzv. disperze substrátů), které nepřevyšovaly 20 mm. Hmotnostní podíl částic dřeva a vláknitých substancí nad 20 mm se připouštěl nejvýše do 5 %, pórovitost substrátů měla být vyšší než 87 % a objemová hmotnost redukována neměla u lesnických substrátů nikdy překračovat hodnotu 180 g/l (např. FERDA 1974). Na optimalizace komponentové skladby a na vymezení disperze substrátů pro produkci

KSM se zaměřovalo velké množství experimentálních prací (CHALUPA 1981; SIMON 1981; JURÁSEK 1988 a další). Doporučovaným základem pro pěstování KSM lesních dřevin se staly tzv. jemně zrněné (drcené) substráty s dominantním hmotnostním podílem (kolem 60 %) zrnitostních frakcí (částic o průměru zrn) v rozmezí od 1,0 do 5,0 mm a s 30% podílem frakcí od 0,5 do 1,0 mm (DUŠEK, LOKVENC a VAŘEJKA 1988). Bohužel v tehdejší reálné výrobní rašelinářské praxi se dodavatelům tmavých rašelin a z nich připravovaných rašelinových substrátů nedařilo požadovanou disperzi (ale navíc ani mnohé další požadované jakostní ukazatele včetně bezplevelnosti) u finálních produktů pro lesní školkařství zajistit. Důvodem popsaného nežádoucího stavu byla široká škála faktorů, mezi které náležela rovněž strojní a technologická nevybavenost u výrobců substrátů (chyběly potřebné drtiče, rozvlákňovače, třídiče atd.), ale i těžkopádnost tehdejšího centrálního řízení a plánování u státních podniků (zevrubné vysvětlení těchto okolností podává např. MATOUŠ 1988). Dobová lesnická literatura, popisující kvalitu OPS dodávaných pro lesní hospodářství (LH) v období let 1981–1989, proto nešetří oprávněnou kritikou (DUŠEK a kol. 1988; DUŠEK a JANČAŘÍK 1989; LEDINSKÝ a VYSTRČILOVÁ 1990). Zaznamenává ale i úsilí nalézat alternativní východiska a inovativní řešení v podobě úprav komponentové skladby. Experimentovalo se s přidavkem pilin, fermentované a drcené stromové kůry a s dalšími složkami, které mívalo LH k dispozici ze zpracování dříví (např. KUBÍK 1983; MAUER 1988; KOBLIHA 1988; LEDINSKÝ 1988; DUŠEK 1993, 1997 a jiní).

Při zpětném ohlédnutí na období do roku 1989 a na tehdejší podmínky a stav výroby KSM je nutné uvést, že v sortimentu užívaných pěstebních obalů u nás tehdy dominovaly např. papírové šestiboké buňky *Paperpot*, *Ecopot* nebo *Culticel*, sadbovače *Kopparfors*, rašelino-celulózové kelímky *Jiffypot*, sáčky z netkané textilie *Fortex* apod. Tedy technologie, které jsou dnes již překonané a neužívají se (JURÁSEK a MARTINCOVÁ 2001; MAUER 2006). Při srovnávání s dneškem nelze neuvést, že pro výrobu OPS byla tehdy k dispozici naprosto odlišná skladba výchozích surovin (rašelin a jiných humolitů) a také jiná generace průmyslových hnojiv. Do roku 1989 v ČR zkoušení hnojiv s řízeným uvolňováním živin (*controlled release fertilizers*) probíhalo jen v omezeném měřítku (NOVÁK a ŠTĚRBA 1989; DUBSKÝ a KUBÍČEK 1999). Návrhy a doporučení k tématu optimalizací výživy SMLD pěstovaného na OPS, která v srpnu 1989 za dílčí resortní výzkumný úkol R-331-109/02 *Hnojení v lesních školkách* (resp. *Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na substrátech*) předložil Ing. Vratislav Dušek, CSc. (DUŠEK 1989), tak do jisté míry předběhly reálné možnosti školkařských závodů tehdejších podniků státních lesů a rovněž tak i monopolního státního podniku Rašelina Soběslav.

Zařadilo se k nim např. i doporučení využívat nové zdroje vrchovištních rašelin na lokalitě Nová Ves (u obce Hora Svatého Šebestiána, okres Chomutov) přednostně pro výrobu lesnických pěstebních substrátů požadované kvality, jakož i návrhy na doplňkové přihnojování produkce krytokořenných školkařských výpěstků, pěstovaných na těchto rašelinových substrátech, pomocí speciálně připravovaných hnojivých zálivek. Ty se měly míchat (připravovat) z primárních, technicky čistých chemických sloučenin (kyselin a jejich solí) zcela individuálně podle odlišných vývojových fází růstu dřevin a v závislosti na kvalitě dostupné závlahové vody, tj. v diferencovaných koncentracích a skladbě prvků. Závěry této etapy resortního školkařského výzkumu (DUŠEK 1989, 1993; LEDINSKÝ a VYSTRČILOVÁ 1990) byly později zkompletovány a tiskem vyšly až v roce 1997 v souhrnné publikaci *Lesní školkařství – základní údaje* (DUŠEK 1997).

Základní tehdejší (z období let 1974 až 1989) požadavky lesnického sektoru na OPS pro pěstování KSM v lesních školkách shrnují údaje tabulky 1:

Tab. 1: Kritéria pro posouzení vhodnosti rašelinových pěstebních substrátů k pěstování semenáčků lesních dřevin v umělých krytech (fóliovnicích) nebo k pěstování krytokořenné sadby (obalených semenáčků) podle J. Ferdy (1974: návrh ON Lesnické rašelinné substráty) a podle V. Duška (1997: Lesní školkařství – základní údaje. 1. vydání. Písek, Matice lesnická)

Jakostní ukazatel kvality organického (rašelinového) pěstebního substrátu	Požadovaná (navrhovaná) hodnota ukazatele podle návrhu oborové normy *	Požadovaná (doporučená) hodnota ukazatele podle monografie Lesní školkařství
pH (ve vodní suspenzi)	hodnota neuvedena	4,5–5,5 pro jehličnany 5,0–6,0 pro listnáče
pH (ve výluhu KCl)	4,0–5,0	hodnota neuvedena
specifická elektrická vodivost	hodnota neuvedena	<0,50 mS/cm **
obsah chloridů (Cl ⁻)	hodnota neuvedena	<50 mg/l
objem. hmotnost redukována	<180 g/l	<150 g/l
hmotn. podíl částic do 0,2 mm	<15 % _{hmot.}	<10 % _{hmot.}
max. velikost částic (zrnění)	5 mm	5 mm
min. obsah spalitelných látek	>85 % _{hmot.} (v sušině vzorku)	neuvedeno
vlhkost substrátu	55–65 % _{hmot.}	neuvedeno

Pozn. *: Údaje se týkají neschváleného návrhu oborové normy (ON) *Lesnické rašelinné substráty* z roku 1974 (autorem tohoto návrhu ON byl Ing. Jaroslav Ferda, CSc.). Údaje publikoval V. Dušek v závěrečné zprávě za etapu výzkumného úkolu E01 *Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na substrátech*. Tuto závěrečnou zprávu vypracoval v srpnu 1989 v rámci řešení resortního výzkumného úkolu R-331-109 *Intenzifikace pěstování sadebního materiálu v lesních školkách*. Závěrečná zpráva je k dispozici v knihovně Výzkumné stanice Opočno pod signaturou Z 81.

Pozn. **: Údaje konduktometrického stanovení specifické elektrické vodivosti (zkr. EC; *electric conductivity*) jsou podle výše citované závěrečné zprávy (tam v tabulce 3b) platné pro vodní výluh 1w:5v (30 g OPS:150 ml).

Pro interpretaci údajů, uvedených v tabulce 1, je nutné zdůraznit, že u lesnických pěstebních substrátů bylo z pěstitelského hlediska prioritním požadavkem dosažení a udržení potřebných hydrofyzikálních vlastností růstového média, zejména schopnosti substrátu zadržovat vodu při dostatečné zásobě vzduchu nutného k dýchání kořenů rostlin. Volbou vhodných komponentů OPS a úpravou jejich skladby se při pěstování KSM usilovalo o dosažení výchozí vzdušné kapacity (zkr. VzK) větší než 15 % (relativní vyjádření v objemových relacích). Důvodem bývala strukturní nestabilita a pokročilý stupeň rozložení užívaných tmavých rašelin (LEDINSKÝ a VYSTRČILOVÁ 1990). Během 1–2letého pěstebního cyklu u KSM tak přirozeně docházelo k poklesu VzK substrátu, a to nejméně o jednu třetinu výchozího stavu. Vysoké požadavky na počáteční vzdušnou kapacitu lesnických pěstebních substrátů (VzK >25 % obj.) byly proto v minulosti vznášeny hlavně při pěstování semenáčků v obalech neprorůstavých pro kořeny (např. u obalů typu *Paperpot* nebo *Koparrfors*) a při pěstování sazenic v obalech se stěnami propustnými pro vodu (DUŠEK 1997, s. 99). V technických normách, které určovaly požadovanou kvalitu OPS a zemin, zpravidla vzdušná kapacita jako přímý indikátor jakosti produktu nefigurovala. Vzdušná kapacita substrátů bývala vyjadřována nepřímo, nejčastěji objemovou hmotností redukovanou (zkr. OHR). Důvodem bylo, že poměr zastoupení kapilárních a nekapilárních pórů se v rašelinových substrátech průběžně mění, a to individuálně nejen podle druhu a typu humolitu, ale především se stupněm a s dynamikou jeho rozkladu mineralizací. Ta pak závisela na aktivitě mikroorganismů, ale také na dalších proměnlivých faktorech jako je např. doba, po kterou byla rašelina nebo slatina vystavena atmosférickým vlivům (okysličování) a která tedy již uplynula od těžby výchozí suroviny. Pro lesnické využití se doporučovaly (a na dodavatelích substrátů vyžadovaly) zpravidla

pouze takové OPS, jejichž OHR při zahájení pěstebního cyklu nepřevyšovala hodnotu 150 g/l (DUŠEK 1989, 1997), resp. 180 g/l (FERDA 1974; viz též údaje v tab. 1).

Rozvoj technologií pěstování KSM v uplynulých letech

V 90. letech minulého století prodělalo lesní školkařství v ČR (stejně jako celý agrokomplex) řadu pronikavých proměn. Z hlediska nového nasměrování oboru tyto proměny odstartovala transformace státních organizací LH (1991–1994), která znamenala, že značná část produkční základny pro výrobu KSM v ČR byla privatizována (nebo restituována) a že vlastní pěstování SMLD se tak ve velkém měřítku odloučilo od vlastnictví a správy státních lesních majetků. Výjimku v tomto směru představuje jen státní podnik Vojenské lesy a statky ČR.

V závěru 20. století a na počátku milénia (1996–2005) technologický rozvoj pěstování KSM rovněž postupně prošel řadou dílčích etap, aby se kolem roku 2006 a dalších stabilizoval na různorodých koncepcích využívání plastových (pro kořeny neprorůstavých) pěstebních obalů s otevřeným dnem (synonymně označovaných také jako *kazety*, *sadbovače*, *kontejnery* atd.) a na preferencích pěstební technologie tzv. *stříhu vzduchem* (též označované jako pěstování KSM *na vzduchovém polštáři*; v angl. *technology of air pruning* apod.). V ucelené monografii tento tehdejší vývoj u nás zdokumentovali MAUER, PALÁTOVÁ, BÁRTOVÁ, JURÁSEK, NÁROVCOVÁ a SZABLA (2006), v nejširších souvislostech pak zcela nedávno také FOLTÁNEK (2016). Pro danou technologickou platformu se v odborné literatuře vžilo označení *intenzivní technologie* pěstování KSM (např. JURÁSEK a kol. 2004).

Zlepšení vybavenosti školkařských provozů pěstebními rámy a obaly, mostovými závlahovými rampami a dalšími technologickými prvky souběžně iniciovalo vzestup produkce KSM u nás (provozy společností *Atro*, *Baroza*, *Dendria*, *Lesoškolky* atd.). Kvantitativní a kvalitativní posun ve výrobě KSM poté naše lesní školkařství prodělalo v letech 2008 až 2012, když byly nejprve koncepčně (podnikatelsky, projektově atd.) připraveny, poté vybudovány a postupně do produkce uvedeny některé zcela nové školkařské provozy a střediska (Cetkovice na Blanensku, Lhota u Dřís na Mělnicku). Technologickou úroveň a míru intenzifikace těchto provozů ovšem již samotný (zavedený) pojem intenzivní lesní školkařství plně nevystihuje. Spíše je lze chápat jako novou základnu sofistikované řízené průmyslové výroby KSM u nás (LASÁK 2011; KULHANOVÁ 2012; PETERKOVÁ 2013; MAUER a HOUŠKOVÁ 2015 a jiní). Do souboru konvenčních pěstebních a dalších postupů vnáší celou řadu nových intenzifikačních prvků, mezi kterými nechybí cíleně orientovaný sběr a příprava semenného materiálu, moderní předosevní příprava semen a plodů, vytváření příznivých podmínek pro akceleraci počátečního růstu a vývoje rostlin ve vegetačních halách, optimalizace průběhu látkových syntéz a energetických toků mezi rostlinou a prostředím, podpora aktivit systémů meristematických, fotosyntetických a transpiračních pro produkci biomasy prostřednictvím vědecky řízené výživy rostlin a pokrokové regulace růstu rostlin atd.

Shrnutí certifikované metodiky z roku 2016

V provozech předchozí i nové generace školek je výběr, příprava a užití kvalitních OPS nadále rozhodujícím předpokladem realizace intenzivních a průmyslových technologií pěstování KSM. Jako hlavní složka OPS pro pěstování KSM lesních dřevin nyní v ČR převládá méně rozložená *světlá rašelina*, která se obvykle dováží z Pobaltí (Litva, Lotyšsko, Estonsko) nebo z Běloruska. Při přípravě lesnických substrátů přímo ve školkařských závodech se světlé rašeliny **vhodně kombinují** (míchají) s více rozloženou *tmavou rašelinou* původem buď tuzemskou, nebo dováženou z Polska. V substrátových směsích se světlou rašelinou lesní školkaři obvykle volí podíl tmavé rašeliny v rozmezí 15–50 % (jde o objemové vyjádření, které je v textu příspěvku avizováno zkratkou % obj.). Kromě pěstebních substrátů

individuálně připravovaných u tuzemských producentů KSM se do ČR dovážejí také substráty komplexně na zakázku připravené v Německu nebo v Pobaltí (LASÁK 2011; SLEZÁČEK 2013; DUBSKÝ, ŠRÁMEK, NÁROVEC a NÁROVCOVÁ 2013).

Pro stanovení optimálního podílu tmavé rašeliny v substrátech pro lesnické využití mají určující vliv **požadované fyzikální vlastnosti** a reakce (hodnota pH) finálního produktu a jeho jednotlivých složek. Fyzikální vlastnosti rašelin jsou obecně ovlivněny původem humolitu (druhem rozložených rostlin), ale také způsobem těžby a tříděním výchozí suroviny. Světlé vrchovištní rašeliny mívají objemovou hmotnost suchého vzorku (OHS) pod 100 g/l, pórovitost nad 90 % obj. a obsah spalitelných látek nad 90 %. Vysokou vzdušnou kapacitu (VzK) mají vytríděné borkované rašeliny i vytríděné vláknité rašeliny frézované. Vyšší vzdušné kapacity těchto rašelin pak odpovídá nižší celková vodní (kontejnerová) kapacita a také nižší podíl lehce dostupné vody (LDV). Netříděné frézované vrchovištní rašeliny mají VzK zpravidla v rozsahu 10–15 % obj. a obsah LDV nad 30–35 % obj.

Tmavé (tj. více rozložené) rašeliny naopak mají vyšší OHS, snížený obsah spalitelných látek a pórovitost pod 90 % obj. Tmavé rašeliny z Německa a ze severozápadních Čech (Hora Svátého Šebestiána) patří mezi více rozložené vrchovištní až přechodové rašeliny, obsah spalitelných látek mívají nad 80 %. Jihočeské tmavé rašeliny představují přechodový až slatinný typ, mívají nižší obsah spalitelných látek a výrazně vyšší OHS a také obsah obtížně dostupné vody (ODV). Oproti světlým rašelinám ale mají tmavé rašeliny větší vododržnost. **Přídavek tmavé rašeliny do substrátové směsi** tedy výrazně sníží obsah spalitelných látek a zvýší OHS finálního produktu. Stejně tak se přídavkem tmavé rašeliny ovlivní (sníží) i VzK a obsah LDV. Výraznější snížení obou parametrů bývá zřetelné především u substrátů s podílem tmavé rašeliny >40 %. Substráty s podílem tmavé rašeliny do 30 % je možné ještě zařadit mezi substráty se středním obsahem vzduchu (VzK 10–20 % obj.; LDV >20 % obj.), avšak VzK se již blíží spodní hodnotě uvedeného rozsahu (10 %). Podíl tmavé rašeliny rovněž ovlivní (zvyšuje) hmotnostní podíl prachových částic <0,2 mm i podíl jemných částic s průměrem 0,2–1,0 mm a naopak snižuje hmotnostní podíl částic velikosti 1–5 mm.

DUBSKÝ, ŠRÁMEK, NÁROVEC a NÁROVCOVÁ (2016) v uplynulých 4 letech v rámci výzkumného projektu, podporovaného Technologickou agenturou České republiky (TA03020551), studovali užité vlastnosti lesnických pěstebních substrátů s podílem tmavé rašeliny a hledali možnosti jejich uplatnění v podmínkách školkařských středisek společnosti Wotan Forest, a. s. České Budějovice. Vegetační pokusy, které realizovali ve školkařských zařízeních výzkumných ústavů i v poloprovozních podmínkách lesních školek *Cikar* (Kardašova Řečice) a *Vlčí luka* (Třeboň), prokázaly, že pro pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých druhů dřevin (buk a dub) byly z hlediska žádaných fyzikálních vlastností aplikovatelné modelové substrátové směsi na bázi vrchovištní rašeliny s podílem do 15–30 % tmavé rašeliny, pro jehličnany (borovice a smrk) pak také substráty s až 45% podílem tmavé rašeliny původem z ložisek jihočeského regionu (Branná). Pro zvýšení vzdušné kapacity těchto směsí ve skladbě substrátů používali i některé alternativní komponenty, především perlit a kokosová vlákna. Své zkušenosti publikovali v certifikované metodice (DUBSKÝ a kol. 2016), kde dokládají, že pro přípravu lesnických pěstebních substrátů je nutné při použití a dávkování jihočeských tmavých rašelin vedle požadovaných fyzikálních vlastností zohlednit i odlišné vlastnosti chemické, především hodnotu pH, hodnotu konduktometrické elektrické vodivosti vodního výluhu (tzv. elektrická konduktivita, EC), obsah celkových solí a obsah přijatelných živin.

Tmavé rašeliny se chemickými vlastnostmi od světlých typů rašelin liší. Mívají vyšší hodnoty pH i vyšší úroveň EC, která je důsledkem vyššího obsahu rozpustných minerálních solí. Z přijatelných živin mívají vyšší obsah především u dusíku, draslíku a vápníku; z mikroživin jsou to (s výjimkou molybdenu) prakticky všechny přijatelné stopové prvky (častý je vysoký obsah přijatelného železa, někdy také přijatelného manganu). Výzkumná šetření rovněž potvrdila, že substráty s podílem tmavých rašelin mají oproti substrátům z vrchovištních rašelin při stejné dávce NPK hnojiva **zvýšený obsah přijatelného dusíku a draslíku** a naopak v důsledku sorpce **snížený obsah přijatelného fosforu**. Použitím tmavých rašelin tedy částečně lze ovlivnit sorpci vodorozpustného fosforu dodaného hnojivy. Tato vlastnost tmavých rašelin je u lesnických výsevních substrátů výhodná (žádaná) např. při souběžné aplikaci pomocných přípravků s arbuskulárními nebo ektomykorrhizními symbiotickými houbami, neboť pro optimální inokulaci kořenů SMLD většina druhů symbiotických hub vyžaduje snížený obsah přijatelného fosforu v OPS.

Pro úpravu hodnoty pH substrátu jsou v certifikované metodice uvedeny zásady dávkování jemně mletého dolomitického vápence (obsah 85 % CaCO_3 a 5 % MgCO_3 , velikost částic $<0,5$ mm), neboť ten se v ČR při přípravě lesnických substrátů používá víceméně standardně. U lesnických substrátů je nyní doporučováno užší rozpětí a nižší optimální hodnoty pH než u podobných typů zahradnických substrátů (nově se při přípravě lesnických substrátů pro KSM požaduje pH jen v rozpětí půl stupně indexu: pH 5,0–5,5 pro jehličnany a pH 5,5–6,0 pro listnáče; viz srovnání těchto nových požadavků s údaji uvedenými v tab. 1). Protože OPS s podílem tmavé rašeliny mívají nižší pufovací schopnost než substráty na bázi rašeliny světlé, je nutné při přípravě lesnických substrátů pro KSM používat **snížené dávky vápence** (při použití obvyklých dávek vápence, osvědčených pro zahradnické substráty, by se u substrátů s podílem tmavé rašeliny hodnoty reakce již zvyšovaly nad hodnotu 6,0 pH).

Adekvátně snížit dávky aplikovaného vápence je nezbytné také tehdy, je-li při přípravě lesnických substrátů používán perlit nebo bentonity (perlit má $\text{pH} \geq 8$, bentonity mají $\text{pH} \geq 10$). Přídavek expandovaného perlitu (10 % obj.) a kokosových vláken (7 % obj.) přitom mírně přispívá i ke zvýšení VzK. Stejně tak lze přídavkem expandovaného perlitu snížit úroveň smrštění substrátu při vyschnutí. Výraznějšího zvýšení VzK je možno docílit spíše použitím borkované rašeliny (v podílu až 45 % obj.) namísto rašeliny frézované. Při zvýšení VzK nutně dojde ke snížení vodní (kontejnerové) kapacity a také ke snížení podílu LDV v OPS. Přídavkem lignocelu (až 20 % obj.) nebo bentonitu (dávkování 30 g/l) se VzK lesnických substrátů s podílem tmavých rašelin výrazně nezvýší (obvykle dojde ke snížení VzK). Tyto komponenty mají ale výraznější vliv na zvýšení nasákavosti substrátů při jejich vyschnutí. Bentonit se používá i ke zvýšení kationtové výměnné kapacity připravovaných OPS.

Chemické vlastnosti rašelinových substrátů mohou během pěstebního cyklu (vegetačního období) dynamicky kolísat v závislosti na celé řadě proměnlivých faktorů (režimy výživy, fyziologická reakce hnojiv, alkalita a vydatnost závlah, přístup atmosférických srážek atd.). Z jakostních parametrů závlahové vody hraje rozhodující úlohu **obsah hydrogenuhličitanů** ve zdroji závlahové vody. Podle ČSN EN ISO 9963-1 se udává v $\text{mmol HCO}_3^-/\text{l}$ jako *celková alkalita*, nebo též jako tzv. *kyselinová neutralizační kapacita* ($\text{KNK}_{4,5}$). Vzhledem k tradici se v zahradnické a školkařské praxi nadále užívá vyjádření jako tzv. *uhličitanová tvrdost vody* s uplatněním německé stupnice ($^\circ\text{N}$). Agrochemické laboratoře, které provádějí rozborů závlahových vod, proto hodnoty $\text{KNK}_{4,5}$ zpravidla vždy přepočítávají i na $^\circ\text{N}$ (pro přepočet jednotek platí následující početní vztah: $\text{KNK}_{4,5}$ v $\text{mmol/l} \times 2,8 = \text{uhličitanová tvrdost v } ^\circ\text{N}$). Při používání závlahové vody s uhličitanovou tvrdostí >10 $^\circ\text{N}$ je nutné v lesních školkách připravovat OPS s hodnotou pH na spodní úrovni doporučovaných hodnot (tj. $\leq 5,0$ pH).

u jehličnatých druhů dřevin). Při uhličitánové tvrdosti závlahové vody >15 °N je vhodné takovou hodnotu snižovat (ředit) vodou dešťovou nebo upravovat kyselinou dusičnou (SOUKUP, MATOUŠ a kol. 1979; DUŠEK 1997 aj.).

Prezentovaná certifikovaná metodika uvádí také řadu jiných dílčích zkušeností řešitelů s přípravou a užitím lesnických pěstebních substrátů s podílem tmavé rašeliny. Exaktními daty laboratorních rozborů standardizovaných OPS dokládá zkušenost, že při aplikaci přiměřeného závlahového režimu bývá v průběhu pěstování KSM zajištěn dostatečný obsah vzduchu i u substrátů s VzK kolem 10 % obj., neboť při obsahu LDV kolem 30 % obj. se obsah vzduchu v pěstebním substrátu může pohybovat v relativně širokém rozmezí 10 až 40 % obj. Se znalostí průběhu tzv. *retenčních křivek* u použitých (připravených) pěstebních substrátů a ze stanovení dílčích kategorií vody dle její dostupnosti rostlinám (kategorizace viz např. PRASAD a O'SHEA 1999) lze upravovat četnost a vydatnost závlah a zavlažovat KSM na cílovou vlhkost substrátu odpovídající jeho vodní (kontejnerové) kapacitě. Závlaha poté může být zopakována až v okamžiku, když je téměř spotřebována veškerá lehce dostupná voda (NĚMEC, NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2014). To dovoluje předcházet nežádoucím komplikacím při pěstování KSM, které pramení z opakovaného **přemokřování OPS v důsledku zálivek příliš častých nebo příliš vydatných**. Pokud ale lesní školkaři v rámci pěstebního postupu volí krátké intervaly mezi zálivkami, měli by dávat přednost substrátům s takovou skladbou a zastoupením (podílem) složek, které zajišťují (udržují nebo i zvyšují) potřebnou vzdušnou kapacitu OPS během celého pěstebního cyklu (detailně též SLEZÁČEK 2015, 2016). Všeobecně jsou pro pěstování KSM lesních dřevin proto doporučovány substráty s co nejvyšší výchozí VzK.

Dostupnost certifikované metodiky

Elektronická verze prezentované práce (uplatněné certifikované metodiky) je nejširší veřejnosti k dispozici na webových stránkách řešitelů [cit. 07-05-2017]:

http://www.vukoz.cz/dokumenty/053/metodika_lesnicke_substraty.pdf

http://www.vulhm.cz/vystupy_projektu_ta03020551

Citovaná a doporučená literatura

DUBSKÝ, M., KUBÍČEK, J. (1999): Hnojení při pěstování sadebního materiálu v substrátech. In: *Pěstování a užití krytokořenného sadebního materiálu*. Sborník referátů z mezinárodní konference. Trutnov, 26. – 28. 5. 1999. Sest. O. Mauer, W. Wesoly a A. Jurásek. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 65–71.

DUBSKÝ, M., ŠRÁMEK, F., NÁROVEC, V., NÁROVCOVÁ, J. (2013): Požadavky na fyzikální a chemické vlastnosti organických pěstebních substrátů používaných při výrobě krytokořenného materiálu lesních dřevin. In: *Certifikace PEFC – trvale udržitelné hospodaření v lesích ČR. Krytokořenný sadební materiál*. Sborník referátů. Praha, Česká lesnická společnost: 18–30.

DUBSKÝ, M., ŠRÁMEK, F., NÁROVEC, V., NÁROVCOVÁ, J. (2016): Rašelinové substráty s podílem tmavé rašeliny – jejich vlastnosti a použití. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Průhonice, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví: 34 s.

DUŠEK, V. (1962): Pěstování semenáčků lesních dřevin na substrátě z jehličnaté hrabanky. *Lesnická práce*, 41 (2): 58–63.

DUŠEK, V. (1989): Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na substrátech. Závěrečná zpráva. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 96 s.

DUŠEK, V. (1993): Využití drcené kůry a štěpky ke zlepšení kvality rašelinových substrátů. *Lesnická práce*, 72 (10): 299–301.

DUŠEK, V. (1997): Lesní školkařství. Základní údaje. 1. vydání. Písek, Matice lesnická: 139 s.

DUŠEK, V., JANČAŘÍK, V. (1989): K připravovanému seriálu článků o velkoškolkách. *Lesnická práce*, 68 (1): 30–31.

- DUŠEK, V., LOKVENC, T., VAŘEJKA, H. (1988): Současné problémy pěstování obalené sadby. *Lesnická práce*, 67 (4): 152–157.
- FERDA, J. (1970): Nové poznatky v pěstování semenáčků lesních dřevin na kulturních rašelinných substrátech. *Lesnická práce*, 49 (4): 150–157.
- FERDA, J. (1974): Hnojení a výživa semenáčků lesních dřevin na rašelinných substrátech. *Lesnictví*, 20 [XLVII] (7): 645–664.
- FERDA, J., HAVELKA, F., POBUDA, A. (1969): Pěstování semenáčků lesních dřevin na kulturních rašelinných substrátech. *Lesnictví*, 15 (4): 343–360.
- FOJTÍK, Z. (1967): Několik poznatků z provozu školek. *Lesnická práce*, 46 (7): 296–298.
- FOLTÁNEK, V. (2016): Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 155 s.
- HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V., JANČAŘÍK, V. (1980): Mykoflóra rašeliny a rašelinných substrátů. *Lesnictví*, 26 (12): 1085–1104.
- CHALUPA, V. (1981): Vliv složení substrátu na růst semenáčků smrku a borovice. *Lesnická práce*, 60 (10): 453–456.
- JURÁSEK, A. (1988): Vliv mechanické skladby substrátu na růst krytokořenných semenáčků smrku. In: *Výroba a použití umělých substrátů v lesním školkařství*. Sborník referátů celostátního semináře. Brno, 14. 6. 1988. Sest. O. Mauer a V. Peřina. Brno, Československá akademie zemědělská: 25–28.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J. (2001): Obaly pro pěstování sadebního materiálu. *Lesnická práce*, 80 (5): 202–204.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J., NÁROVCOVÁ, J. (2004): Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách ČR. In: *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa*. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 6–15.
- KOBLIHA, J. (1988): Pilinové substráty. In: *Výroba a použití umělých substrátů v lesním školkařství*. Sborník referátů celostátního semináře. Brno, 14. 6. 1988. Sest. O. Mauer a V. Peřina. Brno, Československá akademie zemědělská: 45–49.
- KUBÍK, J. (1983): Kompostování kůry a příprava substrátu v podmínkách lesního hospodářství. In: *Výroba kompostů a substrátů z kůry*. Sborník referátů ze semináře. Kosova Hora, 27. 9. 1983. Praha, ČSVTS: 25–45.
- KULHANOVÁ, P. (2012): Na volný trh uvádíme do dvaceti procent naší produkce. Rozhovor s Pavlem Drašíkem, vedoucím Správy lesních školek Lhota VLS ČR, s. p. *Lesnická práce*, 91 (10): 680–683.
- LASÁK, O. (2011): Sazenice prodáváme v jamce. Systém pěstování sazenic technologií BCC a filozofie LESCUS Cetkovice. *Lesnická práce*, 90 (6): 424–425.
- LAURÝN, M. (1971): Některé zkušenosti s pěstováním semenáčků v polyetylenových sklenících. *Lesnická práce*, 50 (12): 539–542.
- LEDINSKÝ, J. (1988): Hnojení lesních dřevin pěstovaných na substrátech a v obalech. *Zprávy lesnického výzkumu*, 33 (1): 13–16.
- LEDINSKÝ, J., VYSTRČILOVÁ, D. (1990): Využití rašelin pro pěstování semenáčků lesních dřevin. *Lesnická práce*, 69 (7): 293–299.
- LOKVENC, T. (1967): Obalené sazenice – důležitá součást zalesňování. *Lesnická práce*, 46 (4): 160–163.
- LOKVENC, T. (1977a): Pěstování a výsadba semenáčků v papírových buňkách. *TEI – Bulletin technickoekonomických informací*, série Pěstování, č. 1/77. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 4 s.
- LOKVENC, T. (1977b): Pěstování obalených sazenic (základní principy). *TEI – Bulletin technickoekonomických informací*, série Pěstování, č. 3/77. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 4 s.
- LOKVENC, T., SKOUPÝ, J. (1967): Pěstování a výsadba sazenic s obalovým kořením. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 157 s.
- MATOUŠ, J. (1988): Současný stav a perspektivy výroby rašelinových substrátů. In: *Výroba a použití umělých substrátů v lesním školkařství*. Sborník referátů celostátního semináře. Brno, 14. 6. 1988. Sest. O. Mauer a V. Peřina. Brno, Československá akademie zemědělská: 50–59.

- MAUER, O. (1988): Výroba a užití kůrových substrátů v lesním školkařství. In: *Výroba a použití umělých substrátů v lesním školkařství*. Sborník referátů celostátního semináře. Brno, 14. 6. 1988. Sest. O. Mauer a V. Peřina. Brno, Československá akademie zemědělská: 9–12.
- MAUER, O. (2006): Technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu. In: Mauer, O. a kol.: *Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Sdružení lesních školkařů ČR v nakladatelství Lesnická práce: 85–112.
- MAUER, O., HOUŠKOVÁ, K. (2015): Inovace a nové směry vývoje lesního školkařství v České republice. In: *Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství?* Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. Sest. J. Lenoch. Brno, Česká lesnická společnost při LDF MENDELU v Brně: 72–77.
- MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., BÁRTOVÁ, A., JURÁSEK, A., NÁROVCOVÁ, J., SZABLA, K. (2006): Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. 1. vydání Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 136 s.
- NĚMEC, P., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V. (2014): Zásady pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 45 s. – Lesnický průvodce č. 2/2014.
- NOVÁK, P., ŠTĚRBA, S. (1989): Využití tvarovaných hnojiv v lesních školkách. *Agrochémia* [Bratislava], 29 (1): 8–11.
- PEŘINA, V., FERDA, J., ŘEHOUNEK, J. (1978): Výroba kůrorašelinných kompostů a substrátů. *TEI – Bulletin technickoekonomických informací*, série Pěstování, č. 1/1978. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 2 s.
- PETERKOVÁ, H. (2013): Provoz fóliovníků po roce provozu. *VLS: Časopis zaměstnanců Vojenských lesů a statků ČR*, s. p., 8 (3): 21.
- PRASAD, M., O'SHEA, J. (1999): Relative breakdown of peat and non-peat growing media. *Acta Horticulturae*, 481: 121–128.
- SIMON, J. (1981): Vliv mechanické skladby rašelínového substrátu na kvalitu produkce. *Lesnická práce*, 60 (9): 410–413.
- SLEZÁČEK, Z. (2009): Substráty a jejich použití v lesním školkařství. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2009*. Sborník referátů. Měřín [Jablonná nad Vltavou], 23. – 24. 11. 2009. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: 99–106.
- SLEZÁČEK, Z. (2013): Základy výživy při pěstování krytokořenné sadby lesních dřevin. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů přednesených na semináři uspořádaném Sdružením lesních školkařů ČR. Lísk u Bystřice nad Pernštejnem, 27. 11. 2013. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: 30–32.
- SLEZÁČEK, Z. (2015): Použití obnovitelných surovin ve školkařských substrátech, výsledky z praxe. In: *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2014*. Sborník referátů. Lísk u Bystřice nad Pernštejnem, 20. ledna 2015. Sest. P. Martinec. Zlín, Sdružení lesních školkařů ČR: 26–29.
- SLEZÁČEK, Z. (2016): Substráty pro krytokořennou sadbu, výsledky z praxe. In: *Aktuální problematika lesního školkařství ČR*. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 12. února 2016. Sest. P. Martinec. Zlín, Sdružení lesních školkařů ČR: 38–41.
- SOUKUP, J., MATOUŠ, J. a kol. (1979): Výživa rostlin, substráty, voda v okrasném zahradnictví. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 279 s.
- SPIRHAZL, J. (1951): Rašelina, její vznik, těžba, využití. 1. vydání. Praha, Přírodovědecké nakladatelství: 355 s.
- ŠRÁMEK, F., DUBSKÝ, M., JANOUŠEK, J., HORŇÁK, P., NÁROVEC, V., NÁROVCOVÁ, J. (2015): Substrát s podílem tmavé rašeliny pro pěstování krytokořenné sadby lesních dřevin. Užité vzor č. 28708. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví: 2 s.
- VÁLKOVÁ, O., JANČAŘÍK, V. (1975): Jednoduché biologické testy ke zjištění nezávadnosti půdy. *TEI – Bulletin technickoekonomických informací*, série Ochrana, č. 3/75. Zbraslav nad Vltavou, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. [Nestr.]
- VALTERA, J. (2012): Půdní substráty, komposty, zeminy, hydroponní roztoky. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tematických přednášek pro technické pracovníky v lesním školkařství. Sest. V. Foltánek. Brno, Institut celoživotního vzdělávání Mendelovy univerzity v Brně: 214–220.

* * *

Některá názvoslovná upřesnění (použitá terminologie)

Přírodní látky, které vznikly působením geologických a biologických procesů, jsou obecně označovány za **peloidy** (v řečtině *pelos* znamená bahno). Podle původu se peloidy dělí na bahna a humolity. **Bahna** vznikla sedimentací přírodních látek (hornin) ve vodním prostředí (obsah organických látek je u nich relativně nízký, zato jsou bohatá na minerální podíl). **Humolity** jsou přírodní látky, které vznikly rozkladem rostlinných zbytků ve vodním prostředí. Podle druhu organických látek, ze kterých pocházejí, se humolity dělí na **rašeliny** (výchozí je rašelín a rašelinné houby), **slatiny** (výchozí je např. rákos, ostřice) a na slatinné zeminy. Rašeliny i slatiny obsahují velké procento organických látek (slatiny až 90 %, rašeliny mají procento ještě vyšší); mohou obsahovat podle lokality vzniku i nevelké množství minerálních látek.

Rašeliny se klasifikují podle různých fyzikálních, fyzikálně-chemických a chemických vlastností (např. textury, pH, zbarvení, obsahu vody atd.) do široké škály kategorií. Nejdůležitějším praktickým diferenciačním kritériem z hlediska názvoslovného členění na světlé (bílé) a tmavé (hnědé, černé) rašeliny bývá stupeň rozkladu rašelin. Ten se standardně vyjadřuje dle stupnice von Posta, a to do deseti tříd (stupňů) od H1 (málo rozložená, velmi vláknitá) po H10 (velmi rozložená, málo vláknitá).

Světlé vrchovištní rašeliny se stupněm rozložení H1–H4 bývají vláknité a mívají obsah spalitelných látek ≥ 95 %. Objemová hmotnost suchého vzorku (OHS) těchto rašelin nabývá hodnot v rozsahu 60–120 g/l. Světlé rašeliny se těží z horních (mladších) vrstev rašelinišť. Rašeliny se stupněm rozložení H5–H7 se označují jako **přechodové rašeliny**. Bývají středně rozložené a mají nižší obsah vláken; obsah spalitelných látek se u nich pohybuje zpravidla v intervalu 75–95 % a objemová hmotnost suchého vzorku mezi 120–160 g/l. Stupeň rozložení H5–H7 mají i vrchovištní rašeliny ze středních vrstev rašelinišť. Označují se jako **hnědá rašelina**. **Rašeliny přechodové až slatinné** jsou silně rozložené (se stupněm rozložení H8–H10) a s nízkým obsahem vláken. Obsah spalitelných látek u nich bývá ≤ 75 % a OHS vzrůstá na 160–200 g/l. Rašeliny se stupněm rozložení H8–H10 se označují jako **černé rašeliny** a těží se z nejstarších (spodních) vrstev rašelinišť. Pod označením **tmavé rašeliny** jsou v předkládaném příspěvku míněny rašeliny se stupněm rozložení H5 až H8 dle von Posta.

* * *

Dedikace a poděkování

Příspěvek prezentuje poznatky výzkumného projektu TA03020551 „Standardizované pěstební substráty pro krytokořenný sadební materiál lesních dřevin“, který finančně podpořila Technologická agentura České republiky.

Finanční podporou (peněžitými dary) k rozběhu tohoto projektu v roce 2013 přispěli také pan Jan Kolowrat Krakowský z Rychnova nad Kněžnou (10.000,– Kč) a lesnická společnost HEDERA ZIMA, spol. s r. o. Velvěty (10.000,– Kč). Projekt by se ovšem nemohl uskutečnit ani bez mnohostranné podpory ze strany managementu lesnicko-dřevařské holdingové společnosti WOTAN FOREST, a. s. České Budějovice. Autoři příspěvku děkují rovněž Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. Tečovice, organizátorovi semináře „*Hospodaření s půdou v lesních školkách*“ (Třebíč; 14. a 15. června 2017), za nabídnutou příležitost prezentovat svoji práci.

* * *

Adresy autorů:

Ing. Václav Nárovec, CSc.; Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě č. 550, 517 73 Opočno
e-mail: narovec@vulhm.opocno.cz; narovcova@vulhmop.cz

Ing. Martin Dubský, Ph.D.
Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
Květnové náměstí č. 391, 252 43 Průhonice
e-mail: dubsky@vukoz.cz

Zakládání a obnova lesa za využití poloodrostků a odrostků listnatých dřevin je nadále aktuální téma – vybrané literární prameny a elektronické zdroje

Pavel Burda, Jarmila Nárovcová, Václav Nárovec

Úvod

Příspěvek uvádí stručný přehled některých literárních pramenů, které se zabývají uplatněním poloodrostků a odrostků listnatých druhů dřevin při zakládání a obnově lesních porostů.

Ohlédnutí do minulosti

Používání sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) kategorie poloodrostků a odrostků (POO) není v rámci lesního hospodářství (LH) záležitostí novou a již v minulosti prodělalo svoji individuální historii, během které docházelo k výkyvům zájmu o tento specifický typ SMLD. Přijmeme-li názor, že předobrazem pro výsadby poloodrostků a odrostků listnatých dřevin bylo uplatňování vyspělých *hroudových* sazenic, vyjímaných pomocí plochých či dutých rýčů z přehoustlých nárostů nebo z hustě vysazovaných lesních kultur, pak můžeme takovou historii situovat hlavně do období konce 19. a začátku 20. století, v některých případech (např. v pohoří Harz ve středním Německu, ale i u nás) již dokonce i do století sedmáctého (LOKVENC 1978) nebo šestnáctého (cf. MAUER 2008; FOLTÁNEK 2016 aj.).

V našich podmínkách je dostatečně objektivně a exaktně zhodnoceným starším **příkladem úspěšného použití odrostků** dubů, buku, habru a lípy o výšce nadzemní části kolem 130 cm zkušenost z poválečného zalesňování rozsáhlých kalamitních holin v píseckých lesích (zalesňování vedl Ing. Stanislav Procházka), kterou podrobně popsali pracovníci Výzkumné stanice Opočno (BÁRTA a CHRZ 1956; PEŘINA 1969 aj.). Prognózy ze 70. let minulého století, které se věnovaly typové skladbě SMLD pro obnovu lesa na imisemi postižených územích uvažovaly s tím, že prostokořenné poloodrostky listnatých dřevin zaujmou podíl 4,2 % na celkové spotřebě sadebního materiálu pro zalesňování v ČSR (LOKVENC 1978). Plánovalo se u nás vysazovat až 240 mil. kusů SMLD ročně (cf. JAKŠ 1975: s. 51). Uvedená vize o roční spotřebě téměř 10 milionů kusů prostokořenných poloodrostků listnatých dřevin pro zalesňování ovšem nebyla v pozdějším období nikdy naplněna. Nejen z důvodu, že tehdejší lesní školky pěstování POO praktikovaly jen v omezeném měřítku, ale také proto, že nebyly vytvořeny odpovídající podmínky pro další rozvoj racionalizace a mechanizace zalesňovacích prací za využití SMLD typu POO (LIŠKA 1978; BERÁNEK 1988 aj.).

Později v 90. letech 20. století možnosti uplatnění sadebního materiálu větších dimenzí (včetně POO) při obnově lesa rozpracoval NERUDA (1999). MAUER (1999) v téže době zevrubně popsal zásady pěstování POO listnatých dřevin a dále tak navázal na předchozí metodická doporučení resortního školkařského výzkumu (DUŠEK 1984 – *Lesnický průvodce* 1/1984).

Pěstování poloodrostků a odrostků nové generace

Novodobá etapa zvýšeného zájmu o uplatňování POO odstartovala u nás poté, kdy se podařilo zvládnout vývoj speciálního rýhového školkovacího stroje (konstrukční řešení viz BURDA 2001), poté otestovat jeho praktické uplatnění v lesních školkách v Sepekově (BURDA 2009) a současně prověřit, nakolik má produkováný SMLD požadovanou morfologickou kvalitu (BURDA a NÁROVCOVÁ 2009). Problematicke POO byl věnován i terénní seminář Sdružení lesní školkařů ČR. Konal se dne 5. června 2008 v Sepekově a producenti a uživatelé SMLD zde získali ucelený vhled do rozvíjející se problematiky pěstování poloodrostků a odrostků lesních dřevin (detailně MAUER 2008; BURDA 2008; NÁROVCOVÁ 2008).

Uplatnění POO se nejprve testovalo při vnášení příměsi listnáčů do mladých smrkových porostů, založených v průběhu 80. a 90. let minulého století na bývalých horských imisních holinách (KUNEŠ a BURDA 2007; BALÁŠ a KUNEŠ 2010). Získané zkušenosti byly velmi pozitivní. V případě Jizerských hor vedly k vypracování podrobných metodických postupů pro obohacování druhové skladby zdejších lesů pomocí výsadeb poloodrostků a odrostků (viz KUNEŠ, BALÁŠ, MILLEROVÁ a BALCAR 2011 – *Lesnický průvodce* 9/2011). Specifickým problémem zde přitom bývala obnova lesa ve vyšších horských polohách (kotlinách), postihovaných častými mrazovými stresy (podrobnosti BALCAR, ŠPULÁK, KACÁLEK a KUNEŠ 2011 – *Lesnický průvodce* 1/2011), kde POO rovněž nepropadly.

Již v této etapě se v odborném názvosloví objevuje nový pojem, totiž „*poloodrostky a odrostky nové generace*“ (KUNEŠ et al. 2011). Motivem bylo vystihnout a zdůraznit, že způsob pěstování POO postupně začal sledovat nové priority. Záměrným (inovativním) nasměrováním pěstebního postupu ve školkách se nyní usilovalo především o to, aby kořenové systémy finálních poloodrostků a odrostků tzv. *nové generace* získaly rozměry a strukturu, která by umožňovala výsadbu POO do motomanuálně nebo strojově vrtaných jamek o zvoleném průměru (nejběžněji se kalkuluje s využitím spirálového vrtáku o průměru 20 cm, který vytváří jamku válcovitého tvaru s šířkou cca 27 cm). Pro pojmové vymezení prostokořených listnatých poloodrostků a odrostků nové generace se poté začala jednotně používat zkratka PONG. Navrhli ji BURDA, NÁROVCOVÁ, NÁROVEC, KUNEŠ, BALÁŠ a MACHOVIČ (2015) v certifikované metodice, která popsala inovovanou technologii pěstování listnatých PONG v lesních školkách (BURDA et al. 2015 – *Lesnický průvodce* 3/2015).

Upřesněný technologický postup pěstování PONG zahrnuje výběr jedinců z podřezávaných dvouletých sazenic (výchozím mezičlánkem jsou silné sazenice velikosti >50 cm s kvalitními kořeny a s průběžnou hlavní osou), dále redukci kořenů až na 50 % původního objemu, školkování speciálním školkovacím strojem, dopěstování v průběhu 1 až 3 let, úpravu nadzemních částí během dopěstování a finální úpravu kořenů. Regeneraci kořenových systémů školkových rostlin je postupně vytvářen prostorový základ kosterních kořenů s velkým množstvím jemných svazčitých kořenů, koncentrovaných v relativně malém prostoru. Ověřený způsob pěstování PONG vystihuje *pěstební vzorec* 1–1+1, někdy (pro duby a buk) také 1–1+2, výjimečně (u buku) rovněž 1–1+3. Kořenové systémy PONG jsou koncentrovány do prostoru (který má tvar válce) o průměru 20 cm a hloubce 30 cm, což dovoluje strojovou či motomanuální přípravu výsadbové jamky zemními (půdními) motorovými vrtáky.

Výše citovaná certifikovaná metodika následně našla uplatnění i ve školkařském provozu společnosti Dendria s. r. o. Frýdlant. Výzkum půdních poměrů v zájmových lesních školkách přitom potvrdil, že uplatnění nových technologických postupů pěstování PONG nepodmiňuje pouze vybavenost školek adekvátní mechanizací (stroje a nářadí pro přípravu půdy, pro školkování, pro vyzvedávání produkce atd.), ale také vhodné půdní podmínky, především mechanická (zrnitostní) skladba tzv. *siltových půd* s optimálním podílem 25–50 % částic prachu v jemnozemi (NÁROVEC 2016).

Nynější fáze výzkumu uplatnění PONG

Souběžně v roce 2014 vznikl tým (tvoří jej zástupci výrobce průmyslových hnojiv, provozovatelé lesních školek, správci lesních majetků, pracovníci resortního výzkumného ústavu a vědečtí pracovníci Katedry pěstování lesů FLD ČZU v Praze), který předložil návrh výzkumného projektu „Zakládání a obnova lesa na rekultivovaných a ekologicky specifických lesních stanovištích za využití poloodrostků a odrostků nové generace“ a získal pro jeho řešení podporu Technologické agentury České republiky (TA ČR).

Projekt zahrnuje mimo jiné také studium usměrnění výživy PONG po výsadbě na živinami ochuzených stanovištích pomocí dlouhodobě působícího průmyslového hnojiva s humitanem

draselným (MARTINŮ et al. 2016). Ověřování aspektů biologické a chemické podpory půdní úrodnosti spolu s výsadbami PONG probíhá např. na rekultivovaných pozemcích v dobývacím prostoru Hůrka u Plané nad Lužnicí (ve spolupráci se Správou lesů města Tábora s. r. o.), v pískovně Lípa (Rašovice) u Týniště nad Orlicí (Hospodářství Sternberg Častolovice), v lužních a podhorských lesích v majetku Kristiny Colloredo-Mansfeldové (Opočensko a Dobříšsko), na výzkumném objektu Jizerka v Jizerských horách, v Národním parku Šumava a na dalších více než 40 stanovištích v ČR. Získané poznatky a zkušenosti např. v minulém roce umožnily pro aplikační sféru zformulovat praktická doporučení při umělé obnově lesa prostokořenným sadebním materiálem (BURDA, NÁROVCOVÁ a ŠIMERDA 2016) a také přispěly k optimalizaci návrhů minimálních hektarových počtů jednotlivých druhů lesních dřevin při obnově lesa a při zalesňování (JURÁSEK et al. 2016). V recenzovaném periodiku *Zprávy lesnického výzkumu* byly publikovány zkušenosti s použitím přenosných motorových jamkovačů při zakládání lesa s využitím PONG (BALÁŠ et al. 2016).

Řešitelé projektu v letošním roce připravují návrh certifikované metodiky na téma použití listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesnictví (BALÁŠ et al. 2017). Dosavadní výsledky řešení problematiky publikují na webových stránkách, odkud lze většinu z výše citovaných pramenů *stahovat* také v elektronické podobě. Přehled aktivit kolem uplatnění PONG v zalesňovací praxi uvádí např. stránky na URL adrese: <http://www.listnace.cz/>.

Dostupnost elektronických zdrojů

Elektronické verze publikovaných (uplatněných) certifikovaných metodik a jiných literárních pramenů k dané problematice uvádějí např. tyto webové stránky řešitelů [cit. 27-05-2017]:

<http://www.listnace.cz/index.php?akce=publikace>

http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

http://www.vulhm.cz/vystupy_projektu_qj1220331

http://www.vulhm.cz/vystupy_projektu_ta04021671

Citovaná a doporučená literatura

BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2010. Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, 89 (11): 716–718.

BALÁŠ M., KUNEŠ I., NÁROVCOVÁ J. 2016. Zkušenosti s použitím přenosného motorového jamkovače při zakládání lesa. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61 (4): 262–270.

BALÁŠ M., NÁROVCOVÁ J., KUNEŠ I., NÁROVEC V., BURDA P., MACHOVIČ I., ŠIMERDA L. 2017. Použití listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesnictví. Návrh certifikované metodiky. (v certifikačním řízení a tisku)

BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D., KUNEŠ I. 2011. Obnova lesa ve vyšších horských polohách postihovaných extrémními mrazovými stresy. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. – Lesnický průvodce 1/2011.

BERÁNEK J. 1988. Význam přípravy půdy pro obnovu lesů v Krušných horách. *Lesnická práce*, 67: 357–361.

BÁRTA Č., CHRZ G. 1956. Úspěšné zalesňování kalamitních holin. *Lesnická práce*, 35 (1): 14–21.

BURDA P. 2001. Nové konstrukční řešení stroje pro pěstování velkého sadebního materiálu a práci na nelesních půdách. In: Karas J. et al. (eds.): *COYOUS – Konference mladých vědeckých pracovníků*. Sborník z konference. Praha, 25. 5. 2001. LF ČZU v Praze: 14–18.

BURDA P. 2008. Zkušenosti s pěstováním a uplatněním poloodrostků a odrostků produkovaných v soukromé lesní školce. In: *Pěstování poloodrostků a odrostků sadebního materiálu lesních dřevin v lesních školkách*. Sborník referátů... Sepekov, 5. června 2008. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: 22–24.

BURDA P. 2009. Ověření pěstebních postupů a využití školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu. Disertační práce. Praha, ČZU v Praze: 90 s.

- BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 92–98.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BALÁŠ M., MACHOVIČ I. 2015. Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 56 s. – Lesnický průvodce 3/2015.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., ŠIMERDA L. 2016. Praktická doporučení při umělé obnově lesa prostokořenným sadebním materiálem. Milevsko, vlastním nákladem Ing. Pavel Burda, Ph.D. – Lesní školky Sepekov: 22 s.
- DUŠEK V. 1984. Pěstování prostokořenných poloodrostků. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 27 s. – Lesnický průvodce 1/1984.
- FOLTÁNEK V. 2016. Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 155 s.
- JAKŠ F. 1977. Rozvoj lesů ČSR do roku 1990. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 101 s.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., NÁROVCOVÁ J., SOUČEK J., ŠPULÁK O. 2016. Optimalizace minimálních hektarových počtů jedinců jednotlivých druhů lesních dřevin na jeden hektar pozemku při obnově lesa a zalesňování. Podklady pro novelu vyhlášky č. 139/2004 Sb. (přílohy č. 6 stanovující minimální počty jedinců dřevin na hektar pozemku při obnově lesa a zalesňování), kterou se provádí příslušná ustanovení zákona o lesích č. 289/1995 Sb. Praha, Ministerstvo zemědělství, Odbor hospodářské úpravy a ochrany lesů.
- KANTOR P., PEKLO Z. 2001. Hodnocení výsadeb odrostků buku na Školním polesí Hůrky. *Lesnická práce*, 80: 444–446.
- KOTEK K., HABART F., NEUMANN J. 1989. Výsadba bukových odrostků na ŠP Hůrka u SLŠ Písek. *Lesnická práce*, 68: 120–124.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. 2011. Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. – Lesnický průvodce 9/2011.
- KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: *Zvyšování druhové pestrosti lesů*. Sborník referátů... Vysoké Mýto, 30. 8. 2007. Praha, Česká lesnická společnost: 35–39.
- LIŠKA V. 1978. Využití neseného dvojjamkovače při jamkové sadbě. *Lesnická práce*, 57: 232–233.
- LOKVENC T. 1978. Problematika zalesňování velkými sazenicemi. *Lesnická práce*, 57: 153–157.
- MARTINŮ V., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BALÁŠ M., MACHOVIČ I., BURDA P. 2016: Speciální dlouhodobě působící hnojivo s humátem draselným pro využití v lesním hospodářství. Užité vzor č. 30138. Zapsáno 13. 12. 2016. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví.
- MAUER O. 1999: Pěstování poloodrostků listnatých dřevin. *Lesnická práce*, 78: 66–69.
- MAUER O. 2008. Pěstování poloodrostků a odrostků (význam, zásady pěstování, určení k výsadbě). In: *Pěstování poloodrostků a odrostků sadebního materiálu lesních dřevin v lesních školkách*. Sborník referátů... Sepekov, 5. června 2008. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: 6–21.
- NÁROVCOVÁ J. 2008: Kvalitativní znaky poloodrostků a odrostků. In: *Pěstování poloodrostků a odrostků sadebního materiálu lesních dřevin v lesních školkách*. Sborník referátů... Sepekov, 5. června 2008. Sest. V. Foltánek. Brno, Tribun EU: 25–32.
- NÁROVEC V. 2016. Doporučení pro výběr půd k pěstování prostokořenných poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 37–42.
- NERUDA J. 1999. Technika pro produkci a výsadbu velkého sadebního materiálu lesních dřevin. *Journal of Forest Science*, 45 (1): 2–15.
- PEŘINA V. 1969. Příspěvek k používání listnatých odrostků. *Lesnická práce*, 48: 171–176.

* * *

Dedikace a poděkování

Příspěvek náleží do rámce aktivit, spojených s přenášením výsledků výzkumu do aplikační sféry. Vychází z řešení výzkumného projektu TA04021671 „Zakládání a obnova lesa na rekultivovaných a ekologicky specifických lesních stanovištích za využití poloodrostků a odrostků nové generace“. V letech 2014–2017 tento projekt finančně podpořila Technologická agentura České republiky (4. veřejná soutěž Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje „ALFA“).

Řešitelé projektu děkují Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (Tečovice), organizátorovi semináře „*Hospodaření s půdou v lesních školkách*“ (Třebíč; 14. a 15. června 2017), za nabídnutou příležitost prezentovat svoji práci.

* * *

Adresy autorů:

Ing. Pavel Burda, Ph.D.
Hajda 1455, 399 01 Milevsko
e-mail: info@pavelburda.cz

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.; Ing. Václav Nárovec, CSc.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě č. 550, 517 73 Opočno
e-mail: narovcova@vulhmop.cz; narovec@vulhm.opocno.cz

POZNÁMKY:

Hospodaření s půdou ve školkařských provozech
Sborník příspěvků z celostátního semináře

Třebíč – Čikov, 14. až 15. června 2017

Sestavil: Petr Martinec

Fotografie na přední straně obálky: Marie Horáková

Fotografie na zadní straně obálky: Petr Martinec

Vydalo: Sdružení lesních školkařů ČR, z. s., Tečovice 349, 763 02 Tečovice

Místo a rok vydání: Tečovice, 2017

Vytiskla: Polygrafie Zlín, s.r.o.; třída Tomáše Bati, 76001 Zlín, 760 01

Počet stran: 72