

VLIV HYDROABSORBENTU NA VZCHÁZIVOST SEMENÁČKŮ JEDLE BĚLOKORÉ

IMPACT OF SUPERABSORBENT ON SEEDLING EMERGENCE RATE OF SILVER FIR

LENA BEZDĚČKOVÁ¹⁾✉ - DAVID DUŠEK²⁾ - KAMILA BROŽOVIČOVÁ¹⁾ - PAVEL KOTRLA¹⁾ - JOSEF CAFOUREK¹⁾ - DUŠAN KACÁLEK²⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice, Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Czech Republic

²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic
e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz

ORCID: D. Kacálek 0000-0003-4906-1034

ABSTRACT

Artificial forest regeneration can significantly help to increase the share of silver fir. The process starts with the collection and handling of cones and seeds. In this study, a way was sought to promote the emergence of fir seedlings and thus effectively use the seeds for growing planting stock. The seeds were stratified over 7 weeks at the temperature of 3°C. Hydroabsorbent was added to the substrate in order to increase its moisture content. Both substrate treatments with and without the amendment underwent following watering regimes: 0 – no irrigation, 1 – irrigation once a week, and 2 – irrigation twice a week. Prior to seeding, all treatments were wetted initially as 5 liters of water were poured into one box with the substrate. Then plant emerging rates were monitored weekly over 5 weeks. The positive effect of the added hydroabsorbent was found only in the treatment with initial wetting without additional irrigation. The highest seedling emergency rate was found in substrate without super-absorbent, which was irrigated once a week.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: hydroabsorbent; meliorace substrátu; zálaha

Key words: hydroabsorbent; substrate amendment; irrigation

ÚVOD

Jedle bělokora patřila k významným dřevinám našich lesů, ale zhruba od 18. století docházelo k výrazné redukci jejího zastoupení, a to především v důsledku přechodu na pasečné hospodaření (ZAKOPAL 1970; VINŠ 1974; BERNADZKI 2008). Ústup jedle byl dále umocněn její negativní reakcí na znečištění ovzduší po rozmachu těžkého průmyslu (HYNEK et al. 1997; ČERNÝ 2016; ŁUSZCZYŃSKA et al. 2018; BOŠELA et al. 2018). V současnosti se zastoupení této dřeviny v našich lesích opět zvyšuje. Zlepšení zdravotního stavu a regenerace jedle byla zaznamenána v celé střední Evropě a podle recentních poznatků většinou lépe odolává suchým epizodám než doposud dominantní smrk (BOŠELA et al. 2014; VITASSE et al. 2019; VITALI et al. 2017; MAROZAU et al. 2021; VENCURIK et al. 2022).

Vzhledem k nízkému zastoupení a ostrůvkovitému výskytu plodící jedle v našich lesích nelze všude účinně dosáhnout relevantního zvýšení

jejího zastoupení pouze prostřednictvím přirozené obnovy. Umělá obnova tak bude hrát při zvyšování zastoupení jedle významnou úlohu minimálně ve střednědobém horizontu. Pro úspěšné vypěstování dostatečného množství sazenic je potřeba kvalitní osivo. Jelikož se semena jedle vyznačují fyziologickou dormancí (BLACK et al. 2006), je nutno u osiva před výsevem provést předosevní přípravu. Dalším problémem může být vysoké procento prázdných semen v oddíle osiva, neboť ani při využití současných moderních technologií nelze oddělit semena prázdná od plných. Mnohdy ani životnost či klíčivost vylustěných semen nedosahuje hodnot normy ČSN 48 1211. Všechny jmenované problémy mohou při výsevech způsobit nerovnoměrné vzcházení semenáčků, navíc v období sucha může dojít k vysokým ztrátám.

Jedním z řešení se jeví použití půdních kondicionérů – hydroabsorbentů, a to buď aplikací do půdy (LOŠÁK 2018), nebo aplikací na osivo (NOVÁK 2014; CIHLÁŘ et al. 2015). U sazenic mohou být také použity na ochranu kořenového systému (SARVAŠ, TUČEKOVÁ 2003). Jsou to

pomocné půdní látky, které ve vodním prostředí silně bobtnají a vytváří stabilní gel. Tyto melioranty jsou považovány za jedno z velmi perspektivních řešení pro zvýšení dostupnosti vody rostlinám. Jsou totiž schopny absorbovat vodu o hmotnosti 100násobku hmotnosti hydroabsorbentu, některé moderní až 400násobku (MACKŮ et al. 2022). Voda je poté uvolňována rostlinám v době sucha a hydroabsorbent zůstává efektivní po dobu několika let (WILSKE et al. 2014).

Cílem našeho experimentu bylo ověření vlivu aplikace hydroabsorbentu na vzcházivost semenáčků jedle při třech závlahových režimech. Pracovní hypotéza předpokládala, že aplikace při nízkých závlahových dávkách či při úplné absenci závlahy povede k udržení vyšší vlhkosti substrátu, a tím i vyšší vzcházivosti semenáčků.

MATERIÁL A METODIKA

Předosevní příprava

Před začátkem předosevní přípravy, tj. studené stratifikace bez média, byly testované oddíly osiva 48 hodin hydratovány ve vodě při 3 °C, poté byla voda slita a osivo povrchově osušeno na sítech, a to 48 hodin při 10 °C. Stratifikace osiva v délce 7 týdnů byla realizována v plastových boxech s víčky (28 × 18 × 14 cm) při teplotě 3 °C. Po celou dobu stratifikace bylo osivo 1× týdně provzdušňováno a kontrolováno z důvodu možného předčasného klíčení semen.

Vzcházivost semenáčků

Zkouška vzcházivosti byla provedena na třech oddílech osiva (č. 14, 16, 20), které byly sbírány v rámci jedné uznané jednotky: CZ-2-2B-JD-00029-16-5-C-G024-1. Zálivka (faktorová proměnná) byla realizována ve třech úrovních: 0 – bez zálivky, 1 – zálivka 1× týdně a 2 – zálivka 2× týdně. Substrát (faktorová proměnná) byl použit buď čistý, nebo s přísadkou hydroabsorbentu. Každá kombinace byla realizována ve čtyřech opakováních, tedy celkově na 72 experimentálních jednotkách: 4 × 3 (oddíl) × 3 (zálivka) × 2 (substrát). Do každé experimentální jednotky bylo vyseto 400 ks semen.

Semena byla vyseta do plastových přepravek (60 × 40 × 10 cm) s komerčním substrátem AGRO CZ (pH 5–7), zasypana slabou vrstvou čerstvého substrátu a umístěna do skleníku. Do každé přepravy bylo dáno 10 litrů komerčního substrátu pro jehličnany AGRO CZ (pH 5–7). Do přepravek, ve kterých se testoval hydroabsorbent, bylo přidáno kromě stejného množství totožného substrátu navíc 60 g hydroabsorbentu jemnější frakce od výrobce EVONIK Nutrition & Care GmbH. Pro rovnoměrné vpravení meliorační látky do substrátu byla použita stavební míchačka. Iniciační zálivka v den výsevu byla 5 l vody na jednu přepravku a týkala se i té skupiny, která se v průběhu

pokusů dále již nezalévala. Další zálivky (vždy po 5 l) byly prováděny tak, aby substrát v přepravce plně nasál a přebytná voda samovolně odtékla. Každý týden byly počítány vzešlé klíčící rostliny. Hodnocení vzcházivosti bylo ukončeno 5 týdnů po siji, kdy byly spočítány poslední vzešlé rostliny. Za vzešlé semenáčky byly považovány ty, které shodily osemení.

Vlhkost substrátu

Měření vlhkosti substrátu probíhalo před zálivkou a následně hodinu po ní. Navážka substrátu o váze cca 100 g se rovnoměrně rozprostřela na hliníkovou misku o průměru 10 cm. Vzorek se vysoušel při teplotě 160 °C do té doby, dokud nebyla jeho hmotnost stabilní, tudíž už nedocházelo k výparu vody. Pro zjištění rozdílu vlhkosti v materiálu byl vzorek zvážen před a okamžitě po vysušení. Obsah vody v substrátu byl měřen analyzátozem vlhkosti KERN DLB_A.

Analýza dat

Analýza dat byla provedena v prostředí statistického jazyka R 4.2.2. (R CORE TEAM 2022). Data o celkové vzcházivosti a průměrném počtu dnů vzcházení byla statisticky analyzována dvoufaktorovým modelem (1. faktor – zálivka, 2. faktor – substrát) s interakcí a blokovým uspořádáním (oddíl osiva jako blok). Pro analýzu průměrného počtu dnů vzcházení byl použit lineární model („klasická“ dvoufaktorová ANOVA s blokovým uspořádáním). Pro analýzu celkové vzcházivosti byl použit zobecněný lineární model R knihovny nlme (PINHEIRO et al. 2021) s quasibinomickým rozdělením, protože model s binomickým rozdělením vykazoval mírnou overdispersi (s disperzním parametrem 1,58). Analýza pro vzcházivost byla také provedena za použití bayesovského přístupu pomocí R knihovny brms (BÜRKNER 2017) zobecněným lineárním modelem s betabinomickým rozdělením. Oba přístupy poskytly konzistentní výsledky, ale bayesovská analýza umožnila větší flexibilitu při tvorbě výstupů. Například umožňuje korektně uvažovat o pravděpodobnostním rozdělení parametrů, které není u frekventistické interpretace možné. Intervaly spolehlivosti jsou zde nahrazeny tzv. kredibilními intervaly i s jejich posteriorní hustotou pravděpodobnosti (obr. 1).

VÝSLEDKY

Aplikace hydroabsorbentu do substrátu vedla k vyšším hodnotám vlhkosti substrátu v porovnání s vlhkostí čistého substrátu (tab. 1). Tam, kde byl vylepšený substrát zaléván 2× týdně, dosahovala jeho vlhkost během vzcházení semenáčků kolem 80 %. Ta se projevovala masivním výskytem porostnice mnohotvaré (*Marchantia polymorpha*), která na

Tab. 1.

Průměrná vlhkost substrátu během vzcházení tří oddílů osiva jedle bělokore
The mean substrate moisture over emergence rate period of three seed lots of silver fir

Substrát ¹	Vlhkost substrátu bez zálivky ² (%)	Zálivka 1× týdně ³		Zálivka 2× týdně ⁴	
		Vlhkost substrátu před zálivkou ⁵ (%)	Vlhkost substrátu po zálivce (%) ⁶	Vlhkost substrátu před zálivkou ⁵ (%)	Vlhkost substrátu po zálivce ⁶ (%)
Bez přidaného hydrogelu ⁷	24	48	71	70	77
S přidaným hydrogelem ⁸	39	68	77	79	82

¹substrate, ²substrate moisture without watering, ³watering once a week, ⁴watering twice a week, ⁵substrate moisture before watering, ⁶substrate moisture after watering, ⁷no hydrogel, ⁸hydrogel added

substrátu v přepravkách s menší frekvencí závlivy buď zcela chyběla, nebo se vyskytovala výrazně méně.

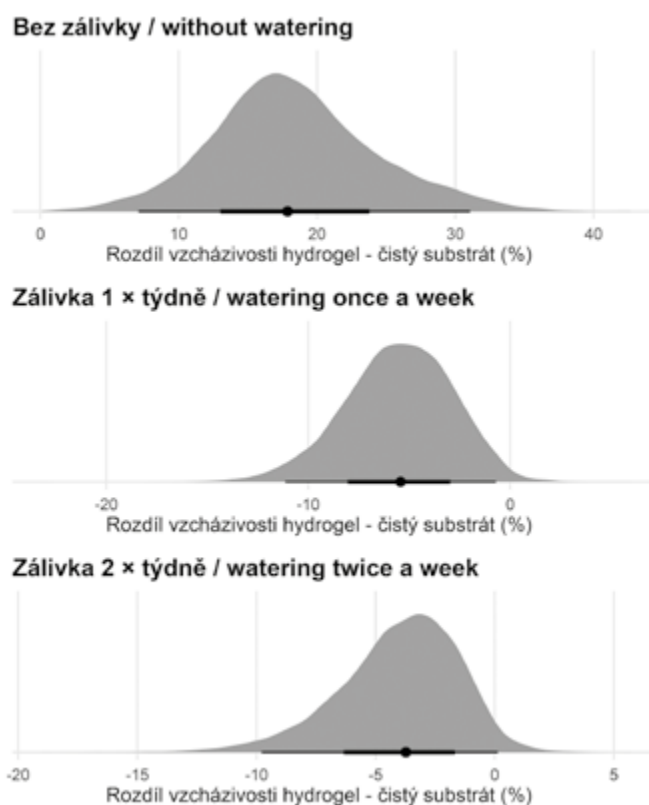
Vzcházivost jednotlivých oddílů osiva byla nevyrovnaná, ale reakce na varianty experimentálního zásahu byla konzistentní u všech tří oddílů (tab. 2). Ze signifikantní interakce mezi závlivkou a aplikací hydroabsorbentu (faktor „substrát“) je zřejmé, že jeho účinek byl silně závislý na intenzitě závlivy (tab. 3). Pozitivní vliv hydroabsorbentu se projevil na celkové vzcházivosti pouze na variantě bez aplikace závlivy, kde byla vzcházivost o ca 17 % vyšší v porovnání s čistým substrátem (obr. 1). Při závlivce 1× a 2× týdně již působil spíše negativně a vzcházivost byla o 4–5 % nižší. Nejvyšší vzcházivosti bylo dosaženo v čistém substrátu při závlivce 1× týdně (obr. 2). U této varianty neklesla vlhkost substrátu během vzcházení semenáčků pod 50 % (tab. 1), což bylo pro vzcházení zřejmě optimální. Závlivka 2× týdně již vedla k příliš vysoké vlhkosti i u čistého substrátu s následkem poklesu vzcházivosti (obr. 2).

Také analýza průměrného počtu dnů vzcházení vykazovala signifikantní interakci mezi faktory (tab. 4). Varianta s čistým substrátem a závlivkou 1× týdně dosáhla nejvyšší hodnoty průměrného počtu dnů

vzcházení (tab. 5), protože zde docházelo ke vzcházení ještě ve čtvrtém a pátém týdnu (obr. 3), kdy vzcházivost při aplikaci hydroabsorbentu byla malá (4. týden) nebo žádná (5. týden). Nejrychleji vzešly semenáčky v čistém substrátu, který byl zalit pouze v den výsevu (tab. 5; obr. 3). U této varianty při absenci další závlivy substrát vyschnul ca na 24 % (tab. 1) a semena dále již nevzcházela. Nevyklíčená semena buď odumřela, anebo se znovu stala dormantními.

DISKUSE

Pozitivní vliv půdního kondicionéru na procento vzcházivosti ve variantě bez pokračující závlivy (jen iniciační závlivka na počátku pokusu) je slibným výsledkem, který naznačuje potenciál zvládnutí podmínek sucha. Zadržení vody v blízkosti klíčících semen je ostatně základním efektem očekávaným od hydroabsorbentu přimíšeného do růstového substrátu (LANDIS, HAASE 2012). Je tomu tak proto, že svým superabsorbčním účinkem předchází odtoku a výparu srážkové nebo závlahové vody (KAUR et al. 2023). Pozitivní vliv těchto meliorantů na klíčivost semen konstatovali např. SARVAŠ, TUČEKOVÁ (2003) nebo YANG et al. (2014). Pozitivní význam ukázalo také přidání hydroabsorbentu do antropozemí (MILLER, NAETH 2019). Tyto hydrofilní látky totiž fungují jako „umělý humus“ (HÜTTERMANN et al. 2009). Schopnosti hydroabsorbentů zlepšovat růstové prostředí jsou také velmi často hodnoceny ve vztahu k prosperitě semenáčků. Velkou rešerší této problematiky provedl CROUS (2016), který konstatoval lepší přežití rostlin v nádobových pokusech než u výsadb v terénu. Zlepšení doby klíčení semen i růstu rostlin (*Paulownia tomentosa*, *Cupressus sempervirens*) v nádobovém pokusu po aplikaci hydroabsorbentu konstatovali PRISA, GUERRINI (2023). Dobré výsledky lze po jeho přidání do substrátu nebo půdy očekávat v sušších podmínkách. Je-li k dispozici možnost závlahy, aplikace hydroabsorbentu a zejména předávkování substrátu těmito půdními kondicionéry je nevhodné; nabobtnání může vytlačovat substrát a s ním i rostlinný materiál (např. SARVAŠ et al. 2007). Při užití hydroabsorbentů v substrátu je tedy nutné přizpůsobit závlivku a dávku kondicionéru.



Obr. 1.

Rozdíly ve vzcházivosti při aplikaci hydrogelu a čistého substrátu v závislosti na závlivce s 80% a 95% kredibilními intervaly rozdílu a jejich posteriorní pravděpodobnostní hustotou

Fig. 1.

Differences in germination when applying hydrogel and pure substrate depending on watering with 80% and 90% credible intervals of difference and their posterior probability density

Tab. 2.

Vzcházivost semenáčků tří oddílů jedle bělokoré
The germination of three seed lots of silver fir

Substrát/Závlivka ¹	Vzcházivost (%) ²		
	Oddíl ³ č. 14	Oddíl č. 16	Oddíl č. 20
Čistý substrát/závlivka ⁴ 0	14	7	8
Čistý substrát/závlivka 1	40	20	34
Čistý substrát/závlivka 2	30	15	15
Substrát plus hydrogel/závlivka ⁵ 0	39	13	31
Substrát plus hydrogel/závlivka 1	31	18	29
Substrát plus hydrogel/závlivka 2	29	11	10

¹ substrate/watering, ² seed emergence rate, ³ seed lot, ⁴ pure substrate, no watering,

⁵ substrate with hydrogel, no watering; závlivka 1 – watered once a week; závlivka 2 – watered twice a week

Tab. 3.

Tabulka rozkladu deviancí pro celkovou vzcházivost

Tables of deviance for germination

	DF	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev.	F	p-hodnota
Nulový model ¹			71	556,92		
Oddíl ²	2	200,166	69	356,75	63,4436	< 0,001
Substrát ³	1	9,418	68	347,33	5,9701	0,017
Zálivka ⁴	2	105,639	66	241,69	33,4829	< 0,001
Substrát × Zálivka ⁵	2	139,498	64	102,2	44,2145	< 0,001

DF – stupně volnosti/degrees of freedom, Resid. DF – residuální stupně volnosti/residual degrees of freedom, Resid. Dev. – residuální deviance/residual deviance, F – hodnota testové F statistiky/value of F test statistics, Deviance – analogie rozptylu v zobecněných lineárních modelech/variance analogy in generalized linear models;

¹ null model, ² seed lot, ³ substrate, ⁴ watering, ⁵ substrate × watering

Tab. 4.

Tabulka ANOVA pro počet dnů vzcházení

Table of ANOVA for number of germination days

	DF	SS	MS	F	p-hodnota
Oddíl ¹	2	18,841	9,4206	3,5647	0,034
Substrát ²	1	5,723	5,7235	2,1657	0,146
Zálivka ³	2	39,708	19,8539	7,5126	0,001
Substrát × Zálivka ⁴	2	43,021	21,5106	8,1394	0,001
Rezidua ⁵	64	169,136	2,6428		

DF – stupně volnosti/degrees of freedom, SS – suma čtverců/sum of squares, MS – průměrné čtverce/mean squares, F – hodnota testové F statistiky/value of F test statistics; ¹ seed lot,

² substrate, ³ watering, ⁴ substrate × watering, ⁵ residuals

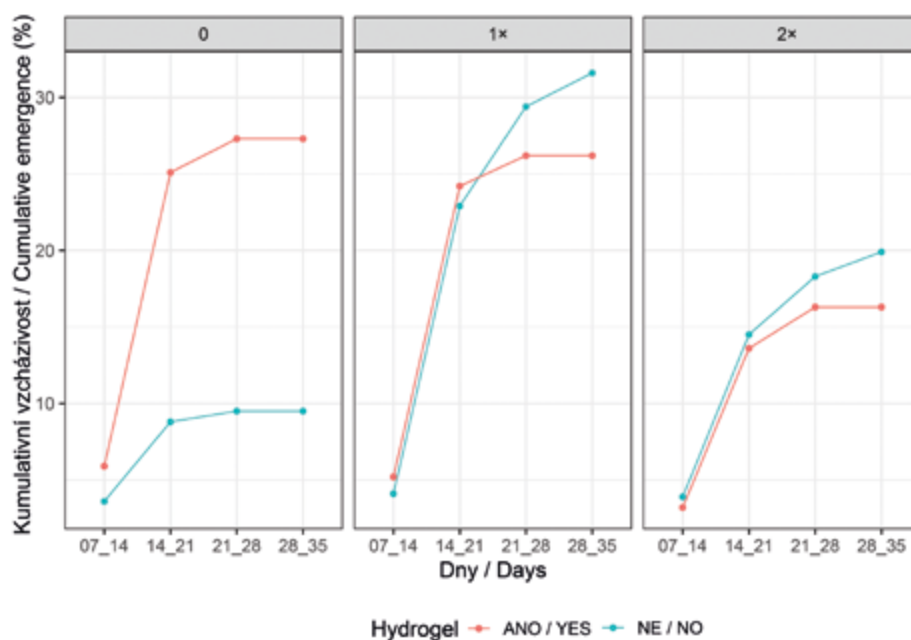
Tab. 5.

Průměrný počet dnů vzcházení semenáčků tří oddílů jedle bělokoré

Mean number of days with germination of three seed lots of silver fir

Substrát/Zálivka ¹	Průměrný počet dnů vzcházení ²		
	Oddíl ³ č. 14	Oddíl č. 16	Oddíl č. 20
Čistý substrát/zálivka ⁴ 0	18,1	20,4	19
Čistý substrát/zálivka 1	23	21,7	22,4
Čistý substrát/zálivka 2	21,3	21,6	24,1
Substrát plus hydrogel/zálivka ⁵ 0	19,7	22,9	19,6
Substrát plus hydrogel/zálivka 1	19,7	22,1	19,4
Substrát plus hydrogel/zálivka 2	20,8	21,2	21

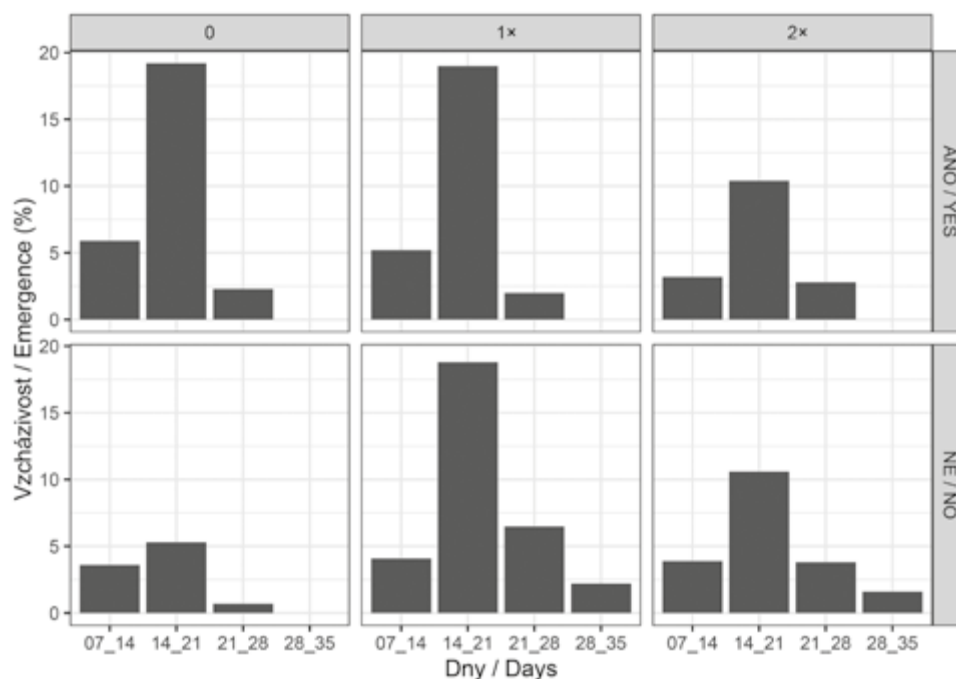
¹ substrate/watering, ² mean number of days of emergence, ³ seed lot, ⁴ pure substrate/watering, ⁵ substrate with hydrogel/watering; zálivka 1 – watered once a week; zálivka 2 – watered twice a week

**Obr. 2.**

Vývoj vzcházivosti v závislosti na záливce (0 bez záливky, 1× týdně, 2× týdně) a substrátu (ANO – s hydroabsorbentem, NE – čistý substrát)

Fig. 2.

Development of germination depending on watering (0 without watering, 1× per week, 2× per week) and substrate (YES – with hydroabsorbent, NO – without hydroabsorbent)

**Obr. 3.**

Průměrný počet vzešlých semen v jednotlivých týdnech od výsevu v závislosti na záливce (0 bez záливky, 1× týdně, 2× týdně) a substrátu (ANO – s hydroabsorbentem, NE – čistý substrát)

Fig. 3.

Mean number of seeds germinated in individual weeks after sowing depending on watering (0 without watering, 1× per week, 2× per week) and substrate (YES – with hydroabsorbent, NO – without hydroabsorbent)

ZÁVĚR

- Aplikace 60 g hydroabsorbentu do 10 litrů substrátu se projevila na zvýšení vlhkosti substrátu. Při této dávce měl gel jednoznačně pozitivní vliv na vzcházivost semen pouze u varianty bez zálivky, kde byla vzcházivost o cca 17 % vyšší než při výsevu do čistého substrátu. Hydroabsorbent tak prokázal svou schopnost vázat vodu a uvolňovat ji rostlinám v období sucha.
- Při zálivce 1× týdně a 2× týdně již aplikace hydroabsorbentu v dávce 60 g na 10 litrů substrátu vedla k příliš vysoké vlhkosti substrátu, jež se projevila snížením vzcházivosti o 4–5 % v porovnání s čistým substrátem.
- Nejvyšší vzcházivost byla zaznamenána na variantě s čistým substrátem bez hydroabsorbentu se zálivkou 1× týdně. Zálivka 2× týdně vedla k přílišné vlhkosti i čistého substrátu a k poklesu vzcházivosti.
- Pro dosažení optimální účinnosti hydroabsorbentu na vzcházivost jedlového osiva je zásadní nalézt správnou kombinaci dávky a zálivového režimu.

Poděkování:

Článek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QK1910292 „Postupy pro podporu jedle bělokoré v lesním hospodářství ČR“.

LITERATURA

- BERNADZKI E. 2008. Jodľa pospolita – ekologia-zagrozenia-hodowla [Silver fir – ecology-threatens-silviculture]. Warszawa, PWRiL: 210 s.
- BLACK M. et al. 2006. The encyclopedia of seeds: science, technology and uses. CAB International: 828 s. ISBN-10: 0-85199-723-6
- BOŠELA M., PETRAS R., SITKOVÁ Z., PRIWITZER T., PAJTIK J., HLAVATA H., SEDMÁK R., TOBIN B. 2014. Possible causes of the recent rapid increase in the radial increment of silver fir in the Western Carpathians. *Environmental Pollution*, 184: 211–221. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.08.036
- BOŠELA M., LUKAC M., CASTAGNERI D., SEDMÁK R., BIBER P., CARRER M., KONÓPKA B., NOLA P., NAGEL T.A., POPA I., ROIBU C.C., SVOBODA M., TROTSIUK V., BÜNTGEN U. 2018. Contrasting effects of environmental change on the radial growth of co-occurring beech and fir trees across Europe. *Science of the Total Environment*, 615: 1460–1469. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.092
- BÜRKNER P.C. 2017. Brms: An R package for Bayesian multilevel models using Stan. *Journal of Statistical Software*, 80 (1): 1–28, <https://doi.org/10.18637/jss.v080.i01>
- CIHLÁŘ P., TOMÁŠEK J., BEČKA D., MIKŠÍK V., VAŠÁK J. 2015. Faktory ovlivňující výnosotvorné prvky máku v roce 2015. In: Prosperující olejniny. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. Praha 10. 12. 2015, Větrný Jeníkov 11. 12. 2015. Praha, ČZU v Praze: 120–122.
- CROUS J.W. 2016. Use of hydrogels in the planting of industrial wood plantations. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 79 (3): 197–213. DOI: 10.2989/20702620.2016.1221698
- ČERNÝ D. 2016. Jedle bělokorá na horní hranici svého výskytu v PLO 13 – Šumava a záchrana jejího genofondu. In: Černý, D. (ed.): Jedle bělokorá, páteř evropských lesů. Sborník referátů z mezinárodní konference. 12. a 13. 10. 2016, Olšina u Horní Plané. Kostelec nad Černými lesy, Šumavský Králováci v nakladatelství Lesnická práce: 33–37.
- ČSN 48 1211. 2006. Lesní semenářství – sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut: 56 s.
- HÜTTERMANN A., ORIKIRIZA L.J.B., AGABA H. 2009. Application of superabsorbent polymers for improving the ecological chemistry of degraded or polluted lands. *Clean*, 37 (7): 517–526. DOI: 10.1002/clen.200900048
- HYNEK V., MARKES J., VYDRA J. 1997. Jedle bělokorá v Krušných horách. Současný stav a perspektivy pěstování. *Lesnická práce*, 76 (6): 211–213.
- KAUR P., AGRAWAL R., PFEFFER F.M., WILLIAMS R., BOHIDAR H.B. 2023. Hydrogels in agriculture: prospects and challenges. *Journal of Polymers and the Environment*, 31: 3701–3718. DOI: 10.1007/s10924-023-02859-1
- LANDIS T.C., HAASE D.L. 2012. Applications of hydrogels in the nursery and during outplanting. In: Haase D.L. et al. (eds.): National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations – 2011. Fort Collins (CO), USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 53–58. Proceedings RMRS-P-68
- LOŠÁK M. 2018. Vliv aplikace pomocných půdních látek na vývoj botanického složení extenzivního trávníku na výsušném stanovišti. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Hospodaření s vodou v krajině. Třeboň 21. – 22. 6. 2018. ISBN 978-80-87361-83-2
- ŁUSZCZYŃSKA K., WISTUBA M., MALIK I. 2018. Reductions in treering widths of silver fir (*Abies alba* Mill.) as an indicator of air pollution in southern Poland. *Environmental & Socio-economic Studies*, 6 (3): 44–51. DOI: 10.2478/enviro-2018-0022
- MACKŮ J., RESNEROVÁ K., TOMÁŠKOVÁ I., HOLEČEK T., HÁJKOVÁ K., TROMBIK J. 2022. Způsoby aplikace hydrogelu a možnosti jeho využití v lesnickém provozu s inovovanými možnostmi dávkování. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 55 s. Lesnický průvodce 7/2022: 55 s.
- MAROZAU A., MIELCAREK M., KROK G., PALUCH R., CHILIŃSKI K. 2021. European silver fir – an alternative for the dying Norway spruce in Białowieża Forest? *Folia Forestalia Polonica*, 63 (2): 150–166.
- MILLER V.S., NAETH M.A. 2019. Hydrogel and organic amendments to increase water retention in anthroposols for land reclamation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019: 4768091. DOI: 10.1155/2019/4768091
- NOVÁK M. 2014. Využití přípravku Agrisorb při pěstování vybraného druhu zeleniny. Diplomová práce. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici, Ústav zelinářství a květinářství.
- PINHEIRO J., BATES D., DEBROY S., SARKAR D., & R CORE TEAM. 2021. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>
- PRISA D., GUERRINI G. 2023. Innovative hydrogels use in the germination and growth of tree species *Paulownia tomentosa* and *Cupressus sempervirens*. *GSC Advanced Research and Reviews*, 14, 2: 121–128. DOI: 10.30574/gscarr.2023.14.2.0058

- R CORE TEAM. 2022. R: Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- SARVAŠ M., TUČEKOVÁ A. 2003. Aplikácia hydrogelov rady Stockosorb® v škôlkárskej výrobe. Zprávy lesnického výzkumu, 48 (2-3): 71–74.
- SARVAŠ M., PAVLEND A P., TAKÁČOVÁ E. 2007. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamation. Journal of Forest Science, 53, 2007 (5): 204–209.
- VENCURIK J., SEDMÁKOVÁ D., BAČA M., JALOVÍAR P., KUCBEL S. 2022. Rastové reakcie ihličnatých drevín na meniace sa klimatické podmienky vo výberkovom lese: prípadová štúdia. Zprávy lesnického výzkumu, 67 (3): 203–212.
- VINŠ B. 1974. Ústup jedle z hľadiska výzkumu. In: Současný stav a perspektivy pěstování jedle v ČSR. Sborník referátů z celostátní konference. České Budějovice, květen 1974. České Budějovice, Dům techniky ČVTS II/1-II/12.
- VITALI V., BÜNTGEN U., BAUHHUS J. 2017. Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in southwestern Germany. Global Change Biology, 23: 5108–5119. DOI: 10.1111/gcb.13774
- VITASSE Y., BOTTERO A., REBETEZ M., CONEDERA M., AUGUSTIN S., BRANG P., TINNER W. 2019. What is the potential of silver fir to thrive under warmer and drier climate? European Journal of Forest Research, 138: 547–560. DOI: 10.1007/s10342-019-01192-4
- WILSKÉ B., BAI M., LINDENSTRUTH B., BACH M., REZAIÉ Z., FREDE H.G., BREUER L. 2014. Biodegradability of a polyacrylate superabsorbent in agricultural soil. Environmental Science and Pollution Research, 21: 9453–9460. DOI: 10.1007/s11356-013-2103-1
- YANG L., YANG Y., ZHANG CH., CHUNXIAO G., SHAOCAI L. 2014. Influence of super absorbent polymer on soil water retention, seed germination and plant survivals for rocky slopes eco-engineering. Ecological Engineering, 62: 27–32. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2013.10.019
- ZAKOPAL V. 1970. Pěstování jedle s ohledem na její chřadnutí a ústup. Lesnická práce, 49 (9): 402–411.

IMPACT OF SUPERABSORBENT ON SEEDLING EMERGENCE RATE OF SILVER FIR

SUMMARY

The low quality of silver fir seeds makes it difficult to achieve uniform germination. One way how to promote the germination may be a use of soil conditioners – hydrogels that can be applied either via mixing it into the soil (LOŠÁK 2018) or coating of the seeds (NOVÁK 2014; CIHLÁŘ et al. 2015). The hydrogel is a soil amendment that is capable of swelling strongly as it forms a stable gel retaining water that can increase water availability to plants. The aim of our experiment was to verify the effectiveness of hydrogel application on the emergence of the fir seedlings under three irrigation regimes. The working hypothesis was that the application of hydrogel at low irrigation rates or in the complete absence of irrigation would lead to the maintenance of higher substrate moisture and thus higher seedling emergence. The emergence test was carried out on three seed lots (No. 14, 16, 20); the seeds were stratified over 7 weeks at the temperature of 3°C. Watering (factorial variable) was designed in three treatments: 0 – no watering, 1 – watering once a week and 2 – watering twice a week. Substrate (factorial variable) was used either without or with the addition of hydrogel. Each combination was carried out in four replications, i.e. a total of 72 experimental units; 100 seeds were sown in each experimental unit. Prior to seeding, all treatments were wetted initially as 5 liters of water were poured into one box with the substrate. Then plant emerging rates were monitored weekly over 5 weeks. Statistical data analysis was performed in the R 4.2.2 statistical language environment (R Core Team 2022). Data on total emergence and mean number of days of emergence were analyzed by a two-factor model (factor 1 – watering, factor 2 – substrate) with interaction and block design (seed lot as a block). A linear model (two-factor ANOVA with block design) was used to analyze the average number of days of emergence. Application of 60 g of hydrogel to 10 liters of substrate resulted in an increased substrate moisture; this effect of the amendment was expected (see LANDIS, HAASE 2012). At this dose, hydrogel had a clear positive effect on seedling emergence only in the no-watering treatment, where germination was about 17% higher compared to seeds in non-treated substrate. The hydrogel proved its ability to retain water in the substrate and release it to the plants during the dry season; in other words, the hydrogel works better in dry conditions. Positive experience with hydrogel application in pot trials was reported by CROUS (2016) or PRISA, GUERRINI (2023). When watered once a week and twice a week, the application to the substrate resulted in too high substrate moisture, which was reflected in a 4–5% reduction in emergence compared to the control. The highest emergence was found in the control substrate treatment without hydrogel and also that one watered once a week. Watering 2 times a week led to excessive moisture. Therefore, finding the right combination of hydrogel dose and irrigation regime is essential to optimize fir seedling emergence rate. The watered treatments with hydrogel can be considered measures increasing the costs of growing plants.

Zasláno/Received: 26. 01. 2024

Přijato do tisku/Accepted: 29. 01. 2024