

DEKOMPOZICE LISTŮ BŘÍZY V POROSTECH S RŮZNOU VÝCHOVOU

DECOMPOSITION OF BIRCH LEAVES IN STANDS WITH VARIOUS THINNING

Jiří Souček¹

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika

Abstrakt

Text shrnuje výsledky rozkladu březových listů v porostu s různými režimy výchovy. Sáčky s opadem listů byly umístěny v porostních částech s různou hustotou na začátku ledna; následné odběry vzorků byly prováděny v 3měsíčních intervalech. Během zimního období hmotnost listů poklesla ve všech variantách stejně. Ve vegetačním období byl rozklad rychlejší v řidších porostech. Do konce sledování (299 dnů od instalace) se rozložilo 42–59 % hmotnosti listů v závislosti na hustotě porostu. Obsah draslíku v listech se snižoval s rostoucí dobou od instalace do terénu.

Klíčová slova: bříza, opad, dekompozice, mikroklima

Abstract

The text summarizes the results of birch leaf decomposition in stand with different thinning regimes. Litterbags with leaves were placed in stands with different density at the beginning of January; subsequent samplings were carried out at 3-month intervals. During the winter period, leaf mass decreased equally in all variants. During the growing season, decomposition was faster in thinner stands. By the end of experiment (299 days incubation), 42–59% of the leaf mass had decomposed, depending on the stand density. The content of potassium in the leaves decreased with increasing time since installation in the field.

Keywords: birch, litterfall, decomposition, microclimate

1 ÚVOD

Rozklad organického materiálu je důležitý proces zajišťující koloběh živin v lesních porostech. Rychlost rozkladu souvisí s produkcí ekosystémů. Dekompozice opadu je komplexní proces zahrnující vymývání vodorozpustných látek, fragmentaci listů, rozklad organických látek půdními organismy a jejich přesun do půdy (Morozov *et al.*, 2019). Na rychlost dekompozice působí široká škála faktorů, zejména mikroklima prostředí, druh dřeviny ovlivňující fyzikální a chemické vlastnosti listů, půdní podmínky a přítomnost organismů rozkládajících opad. Rychlost dekompozice se může měnit v závislosti na průběhu roku, měnící se klimatické podmínky ovlivňují sezónní aktivitu dekompozitorů i míru uvolňování a vyplavování živin (Prescott, Blevins, 2000). Bradford *et al.* (2016) zdůrazňují potřebu podrobného šetření vlivu mikropodmínek prostředí na rozklad opadu. Poznatky o rychlosti dekompozice listů břízy v podmínkách střední Evropy jsou omezené, studie zabývající se rozkladem listů břízy z České republiky byly realizovány zejména na antropogenních stanovištích (Bukovská, 2004, Štefánek *et al.*, 2012).

Lesnické aktivity ovlivňující porostní mikroklima mohou výrazně ovlivnit postup dekompozice opadu. Cílem experimentu je stanovení postupu rozkladu listů břízy v průběhu prvního roku v porostech s rozdílnou výchovou.

2 MATERIÁL A METODY

Postup rozkladu listů je sledován na lokalitě Nemojov. Plocha se nachází ve východních Čechách v nadmořské výšce 460 m, typologicky je to přechod mezi Fagetum acidophilum a Fagetum illimerosum acidophilum. Na části kalamitní holiny z roku 2007 vznikl přirozenou obnovou souvislý přípravný porost s dominancí břízy, v roce 2017 zde byl proveden výchovný zásah různé intenzity.

Výchovný zásah v březovém porostu na ploše Nemojov proběhl v roce 2017 (věk porostu 10 let), výchozí a konečné taxační charakteristiky porostů pro rok 2022 shrnuje Tab. 1. Na variantách 3P a 3C byly uvolněny vybrané stromy v rozestupu cca 3 m, na variantě 3P byly nekonkurující stromy v podúrovni ponechány, na variantě 3C zůstaly stát pouze vybrané uvolněné stromy. Na kontrolní ploše bez výchovy v roce 2022 výrazně klesl počet stromů, odumíraly zejména slabé stromy rostoucí v podúrovni. I přes pokles počtu stromů se výčetní základna na kontrole mírně navýšila. Na variantě 3P počet stromů dosahoval 24 % počtů na kontrole (pouze 12 % stromů na variantě 3C), rozdíly ve výčetních základnách na dílčích plochách nebyly tak výrazné (67 % na ploše 3P, 59 % na ploše 3C). Výčetní základna na plochách s výchovou se meziročně zvýšila o 13–16 %. Snížená hustota stromů se projevila na porostním mikroklimatu. Na kontrolní

Tab. 1: Základní taxační charakteristiky porostů v roce 2022 (průměr a Sx)

Basic stand characteristics on variants in year 2022 (mean and Sx)

Variant (Variant)	Termín (Term)	N (ks/ha) (Tree number (pcs/ha))	G (m ² /ha) BA (m ² /ha)	DBH (cm)
Kontrola ¹	Jaro ⁴	11 089 (1984)	21,5 (2,4)	4,4 (0,3)
	Podzim ⁵	7 333 (971)	21,7 (2,5)	5,6 (0,3)
3P ²	Jaro ⁴	2 692 (778)	14,5 (1,7)	7,4 (1,3)
	Podzim ⁵	2 623 (737)	16,4 (2,0)	7,9 (1,3)
3C ³	Jaro ⁴	1 370 (304)	12,8 (2,5)	10,6 (0,6)
	Podzim ⁵	1 370 (304)	14,8 (2,7)	11,4 (0,7)

1 – control plot without thinning, 2 – target trees with a distance 3 m, indifferent trees in underground left on plot, 3 – target tree with a distance 3 m, only target trees on plot, 4 – spring, 5 – autumn

Tab. 2: Základní klimatické charakteristiky pro Královéhradecký kraj v roce 2022

Basic climatic characteristics for Hradec Králové region in year 2022

	Měsíc (Month)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Srážky (mm) ¹	58	80	18	44	57	93	56	78	81	26
Normál 1991-2020 (mm) ²	56	45	53	37	69	77	93	77	60	54
Průměrná teplota (°C) ³	0,1	2,6	3	6,1	13,9	18,5	18,2	19,4	11,8	10,5
Odchylka od normálu (°C) ⁴	1,7	3,1	0	-2,3	0,8	2,1	0	1,6	-1,2	2,4

1 – sums of precipitation during months, 2 – difference from precipitation normal values (1991–2020), 3 – mean monthly temperature, 4 – difference from temperature normal values (1991–2020)

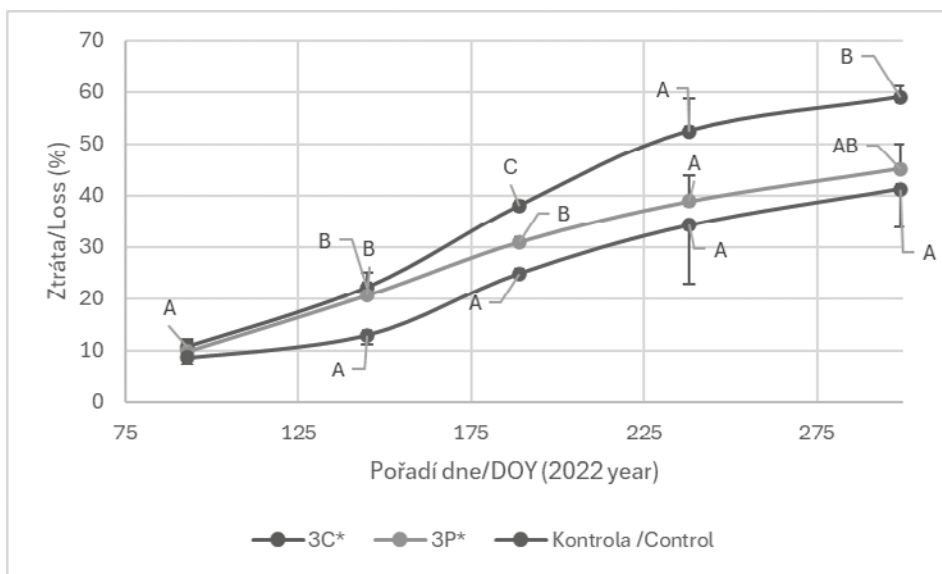
ploše propadlo pouze 78 % srážek korunami stromů, na ploše 3P zachytily koruny 10 % kapalných srážek a pouze 7 % srážek na ploše 3C oproti sousední holině (100 %). Rozdíly v hustotě korun ovlivnily i pronikání slunečního záření do nitra porostů a tím i průběh přízemních teplot vzduchu, tyto rozdíly se projeví na postupu rozkladu listů.

Rok 2022 byl srážkově normální s kolísáním mezi jednotlivými měsíci, srážky v březnu a říjnu byly výrazně nižší oproti normálu 1991–2000 pro Královéhradecký kraj (www.chmi.cz). Průměrné měsíční teploty kolísaly oproti normálu 1991–2020, výrazně teplejší byly únor, červen a říjen (Tab. 2).

Opadané listy břízy z listopadového sběru byly vysušeny (65 °C) do konstantní hmotnosti, naváženy do síťových sáčků – litterbags (velikost 15 * 15 cm, oko 1 mm) a 5. 1. 2022 umístěny do porostů s různým režimem výchovy. Výchozí navážka listů (15 g) odpovídá 1,3násobku opadu na kontrolní ploše v roce 2021. Sáčky byly umístěny na povrch stávajícího opadu. Opětovné sběry sáčků v terénu proběhly od 8. 4. (93 dnů od instalace) do 31. 10. 2022 (299 dnů od instalace) v 3měsíčních intervalech. V každém termínu byly odebrány 3 sáčky z jednotlivých porostů. Po vyzvednutí sáčků z terénu byly listy v laboratoři očištěny od mechanických nečistot, vysušeny (65 °C) do konstantní hmotnosti a zváženy (0,01 g). Úbytek biomasy byl přepočítán na procenta výchozí hmotnosti. Obsah živin v listech byl analyzován standardními metodami (Novák *et al.*, 2013). Pro statistickou analýzu rozdílů postupu rozkladu byla využita ANOVA a Sheffeho test, statisticky významné rozdíly na hranici $P \leq 0,05$.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

První termín odběru zahrnoval mimovegetační období (odběr 8.4., 93 dnů od instalace), během prvního období se rozložilo průměrně 9,6 % sušiny listů (8,6–10,7 % podle ploch). Rychlost rozkladu se na jednotlivých variantách výchovy nelišila (Obr. 1). V dalších termínech odběrů se již projeví rozdíly v mikroklimatu, rozklad listů na kontrole byl pomalejší než v proředěných porostech. V letním období se rychlost rozkladu zvýšila, výrazněji na řídké porostní variantě.



*3C, 3P see tab. 1

Obr. 1: Změny hmotnosti opadu podle hustoty porostu

Changes of litterfall weights according to the stand density

Tab. 3: Změny obsahu základních živin podle délky doby sledování (průměr a Sx)
Changes of nutrients according to the experiment time (mean and Sx)

Pořadí dne (DOY) (2022)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Výchozí/ Initial	2,71 (0,10)	0,17 (0,03)	0,53 (0,04)	1,37 (0,02)	0,22 (0,00)
93	2,93 (0,14)	0,19 (0,03)	0,30 (0,11)	1,15 (0,39)	0,19 (0,07)
145	2,91 (0,12)	0,20 (0,02)	0,25 (0,09)	1,44 (0,16)	0,24 (0,03)
189	3,02 (0,06)	0,19 (0,02)	0,32 (0,09)	0,86 (0,10)	0,20 (0,03)
238	2,86 (0,15)	0,17 (0,03)	0,17 (0,04)	0,96 (0,12)	0,22 (0,03)
299	2,76 (0,07)	0,14 (0,03)	0,16 (0,04)	1,02 (0,17)	0,24 (0,04)

Vyšší rozptyl hodnot při odběru 238. den od instalace (31.8.) způsobil, že rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. V posledním termínu odběru (299 dnů od instalace) se kontrolní varianta lišila od nejřidšího porostu (3C), kde se rozložilo 59 % výchozí hmotnosti listů.

V průběhu rozkladu listů se měnily i obsahy sledovaných živin v nich. Po instalaci sáčků do porostů se obsah dusíku v listech mírně navýšil oproti výchozímu stavu a zvýšený zůstal po celou dobu sledování (Tab. 3). Také obsah fosforu se zpočátku mírně navýšil, koncem léta hodnoty poklesly pod výchozí stav. Obsah draslíku v listech výrazně poklesl již během prvního období od instalace a v dalších termínech se dále snižoval. Obsahy vápníku a hořčíku značně kolísaly s tendencí mírného poklesu hodnot s rostoucí dobou od instalace.

Použitá metoda sledování rozkladu opadu v sáčcích (litterbags) patří mezi standartní postupy, nejčastěji zmiňovanou nevýhodou této metody patří různá propustnost použité síťoviny pro rozkladače s různou velikostí (např. Morozov *et al.*, 2019). Použitá síťovina s okem 1 mm umožňuje většině druhů mezofauny přístup k opadu uvnitř sáčku. Zahraniční studie sledující rozklad březového opadu se srovnatelnou dobou instalace a trvání udávají obdobné množství nerozloženého opadu po 300 dnech (např. Morozov *et al.*, 2019, Paerson *et al.*, 2004).

Mnohé experimenty s rozkladem listů plánují sledování doby rozkladu v delších časových intervalech, často i několik let (Berg, Staaf, 1987, Moshkina *et al.*, 2024). Výrazné změny v narušení povrchu listu a postupu rozkladu se vyskytují v prvním roce, postup rozkladu v dalších letech často zpomaluje. Studie o vlivu prostředí na postup rozkladu opadu často vychází z experimentů zahrnujících značné geografické území nebo gradient klimatických podmínek (např. Prescott, 2005, Portillo-Estrada *et al.*, 2016). Široká škála stanovištních a porostních podmínek ovlivňuje proces rozkladu, v rámci jednotlivých experimentů často dochází ke značně odlišným výsledkům vlivu jednotlivých faktorů na postup rozkladu. Studie Joly *et al.* (2017) zjistila v rámci geografických a porostních podmínek Evropy omezený vliv klimatu na postup rozkladu celuozy a dřeva, rychlost rozkladu spíše závisela na konkrétních stanovištních podmínkách (zápoj, mikrostanoviště). Naopak studie Portillo-Estrada *et al.* (2016) zjistila výraznější vliv klimatu v rámci evropského gradientu stanovišť. Maloplošné rozdíly v stanovištních a porostních podmínkách mohou výrazněji ovlivnit variabilitu rozkladu, např. Bélanger *et al.* (2019) konstatují výrazný vliv vlhkosti svrchní vrstvy půdy na rychlost rozkladu opadu javoru cukrového.

Bukovská (2008) studovala rozklad březového opadu na výsypkách, při experimentu zahájeném v květnu byly sáčky s opadem umístěny 3 cm pod půdní povrch. Během 10 měsíců došlo k rozložení max. 35 % výchozí sušiny listů v závislosti na stanovištních podmínkách. Nevýznamný vliv mikroklimatu popisují Štefánek *et al.* (2012), autoři hodnotili rozdíly v rozkladu listů brízy v průběhu vegetační doby v porostu *Calamagrostis epigejos* a na místech, kde byl porost *C.epigejos*

čerstvě povrchově spálen. I přes výrazné rozdíly v mikroklimatu povrchu substrátu autoři nezjistili rozdíly v postupu rozkladu listů (expozice 171 dnů, od května do listopadu roku 1998). Prescott *et al.* (2004) vysvětlují obdobnou rychlost rozkladu na holině a pod porostem opakováním vysycháním opadu na holině, což omezuje aktivitu dekompozitorů. Obdobné výsledky uvádí i např. Schimel *et al.* (1999) pro březové listy ze zóny tajgy, postup rozkladu listů mikroorganismy nepříznivě ovlivňuje střídavé vlhčení a prosychání substrátu. Zjištěné změny obsahu základních živin v průběhu dekompozice jsou v souladu s poznatky zjištěnými na různých stano-
vištích pro břízu (Moore *et al.*, 2006, Christiansen *et al.*, 2018).

4 ZÁVĚR

Experiment potvrdil vliv odlišné hustoty porostu na postup rozkladu březového opadu metodou litterbags. Listy břízy v sáčcích byly umístěny do porostu s různým režimem výchovy. Během zimního období rozklad opadu probíhal obdobně bez ohledu na hustotu porostu. V průběhu vegetačního období rozklad na nejřidší porostní variantě probíhal výrazně rychleji než na kontrolní ploše. Obsah základních živin v opadu se měnil v průběhu doby sledování.

LITERATURA

- BÉLANGER, N., COLLIN, A., RICARD-PICHÉ, J., KEMBEL, S.W., RIVEST, D. 2019. Microsite conditions influence leaf litter decomposition in sugar maple bioclimatic domain of Quebec. *Biogeochemistry*. 145, 107–126.
- BERG, B., STAAR, H. 1987. Release of nutrients from decomposing white birch leaves and Scots pine needle litter. *Pedobiologia*. 30, 55–63.
- BRADFORD, M. A., BERG, B., MAYNARD, D. S., WIEDER, W. R., WOOD, S. A. 2016. Understanding the dominant controls on litter decomposition. *Journal of Ecology*. 104, 229–238.
- BUKOVSKÁ, P. 2008. Decomposition of birch foliar litter and model cellulose at sites with the synanthropic biological soil crusts. *Novitates Botanicae Universitas Carolinae*. 19, 69–72.
- CHRISTIANSEN, C. T., MACK, M. C., DEMARCO, J. *et al.* 2018. Decomposition of Senesced Leaf Litter is Faster in Tall Compared to Low Birch Shrub Tundra. *Ecosystems*. 21, 1564–1579.
- JOLY, F.-X., MILCU, A., SCHERER-LORENZEN, M., JEAN, L.-K., BUSSOTTI, F., DAWUD, S.M., MÜLLER, S., POLLASTRINI, M., RAULUND-RASMUSSEN, K., VESTERDAL, L. HÄTTENSCHWILER, S. 2017. Tree species diversity affects decomposition through modified micro-environmental conditions across European forests. *New Phytologist*. 214, 1281–1293.
- MOORE, T. *et al.* 2006. Patterns of Carbon, Nitrogen and Phosphorus Dynamics in Decomposing Foliar Litter in Canadian Forests. *Ecosystem*. 9, 46–62.
- MOROZOV, G., AOSAAR, J., VARIK, M., BECKER, H., LÖHMUS, K., PADARI, A., AUN, K., URI, V. 2019. Long-term dynamics of leaf and root decomposition and nitrogen release in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 34(1), 12–25.
- NOVÁK, J., SLODIČÁK, M., DUŠEK, D., KACÁLEK, D. 2013. Norway spruce litterfall and forest floor in the IUFRO thinning experiment CZ -13 Vítkov. *Journal of Forest Science*. 59(3), 107–116.
- PRESCOTT, C. E., BLEVINS, L. L. 2000. Litter decomposition in British Columbia forests: influences of forestry activities. In: HOLLSTEDT, C., SUTHERLAND, K., INNES, T. (eds.). *Proceedings, From science to management and back: a science forum for southern interior ecosystems of British Columbia*. Southern Interior Forest Extension and Research Partnership, Kamloops, B.C. 119–121.
- PEARSON, W. F. J., LINDROTH, R. L., BOCKHEIM, J. G. 2004. Decomposition of *Betula papyrifera* leaf litter under the independent and interactive effects of elevated CO₂ and O₃. *Global Change Biology*. 10, 1666–1677.
- PRESCOTT, C. E. 2005. Decomposition and mineralization of nutrients from litter and humus. In: BASSIRIRAD, H. (Ed.). *Nutrient acquisition by plants: an ecological perspective*. Ecological Studies Series. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, p. 15–41.
- PRESCOTT, C. E., BLEVINS, L. L., STALEY, C. 2004. Litter decomposition in British Columbia forests: Controlling factors and influences of forestry activities. *Journal of Ecosystems and Management*. 5(2), 44–57.

- PORTILLO-ESTRADA, M. *et al.* 2016. Climatic controls on leaf litter decomposition across European forests and grasslands revealed by reciprocal litter transplantation experiments. *Biogeosciences*. 13, 1621–1633.
- SCHIMEL, J. P., GULLEDGE, J. M., CLEIN-CURLEY, J. S., LINDSTROM, J. E., BRADDOCK, J. F. 1999. Moisture effects on microbial activity and community structure in decomposing birch litter in the Alaskan taiga. *Soil Biology and Biochemistry*. 31, 831–838.
- ŠTEFÁNEK, M., KOVÁŘ, P., DLOUHÁ, V. 2012. Role of Fire Episode, Leaf Litter Decomposition and Mulching Effects in Restoration of the Surface Soil Crust Microecosystem on Abandoned Tailings Containment. *Journal of Landscape Ecology*. 5(3), 57–69.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory na rozvoj výzkumné organizace č. MZE-RO0123.

Kontakty | Contact Information

Jiří Souček: e-mail: soucek@vulhmop.cz