

POROVNANIE INTENZITY OBHRYZU KÔRY A NÁSLEDNÉHO HOJENIA RÁN MEDZI JEDĽOU BIELOU A DUGLASKOU TISOLISTOU

Bohdan Konôpka ▪ Vladimír Šebeň

Konôpka, B., Šebeň, V.: Comparison of the intensity of bark browsing and subsequent wound healing between silver fir and Douglas fir. APOL, 2025, vol. 6, no. 1, p. 140–147.

Abstract: The foraging behavior of ruminating ungulates significantly impacts forests due to their nutritional requirements. Our study focuses on inter-specific comparisons of bark browsing (stripping) between Douglas fir and silver fir. Field measurements were conducted at the previously established research-demonstration site “Husárik” in the Javorníky Mountains. We didn't only measure the sizes of wounds on stems but also assessed the dimensions of unrecovered parts of wounds, subsequently calculating areas of recovered bark patches. Then, the total areas of wounds, recovered patches, and unrecovered parts were calculated. Moreover, the percentages of wound areas, recovered areas, and unrecovered areas were expressed as their proportions to the total bark surface. The results demonstrate the susceptibility of both tree species to bark browsing by ruminating ungulates, primarily red deer. Douglas fir exhibited slightly less intense browsing compared to silver fir, while silver fir had a slightly higher recovery rate. Specifically, 17.0% of the bark surface in Douglas fir and 21.5% in silver fir were browsed. The proportions of recovered areas on wounds were 62.5% and 69.6% in Douglas fir and silver fir, respectively. Regarding the vertical stem profile, the most intense browsing occurred at a height of 101–125 cm from the ground level, with rates of 40.7% in Douglas fir and 47.0% in silver fir. Our findings indicated that Douglas fir is not a suitable substitute for other commercially significant tree species in European countries where ruminating ungulates are overabundant.

Key words: *Abies alba* Mill.; *Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco; bark stripping; healing of wounds; ruminating ungulates; stem profile

Úvod

Kým jedľa biela je v Európe autochtónnym druhom, duglaska tisolistá pochádza zo Severnej Ameriky a na náš kontinent ju introdukovali začiatkom 19. storočia. Tento druh má pomerne podobný habitus (vetvenie, tvar ihličia, štruktúra povrchu kôry atď.), ale výrazne odlišné ekologické a produkčné vlastnosti v porovnaní s jedľou bielou. Podľa Podrázskeho et al. (2020) je duglaska tisolistá najčastejšie využívanou introdukovanou drevinou v miernom pásme a bola vysádzaná v mnohých európskych krajinách. Vďaka svojim ekologickým a produkčným vlastnostiam by duglaska mohla teoreticky zapadať do konceptu trvalo udržateľného obhospodarovania lesov v strednej Európe (Martiník 2003). Keďže jedľa biela aj duglaska tisolistá sú tolerantnejšie voči suchu než smrek obyčajný, mohli by byť vhodnými náhradami za smrekové porasty v podmienkach prebiehajúcich klimatických zmien (Vitali et al. 2017). Pre Slovensko, krajinu s nadmerným počtom prežívavej raticovej zveri, je však kľúčovou úlohou zistiť, či je duglaska menej atraktívna pre ohryz v porovnaní s inými drevinami, ktoré by mohla postupne nahradiť.

V krajinách strednej a západnej Európy je jeleň lesný najväčším raticovým prežívavcom a ohryzom (t. j. ohryz kôry a odhryz letorastov) na drevinách spôsobuje v lesných ekosystémoch veľké škody (Valente et al. 2020). V týchto oblastiach sú veľmi častými aj srnec lesný a daniel škvrnitý. Avšak telesná hmotnosť daniela a srnca je približne trikrát, resp. šesťkrát nižšia ako jeleňa, a preto majú podstatne nižšie nároky na množstvo potravy, a tak spôsobujú výrazne menšie škody na lesných porastoch. V dôsledku toho je na Slovensku a v ďalších krajinách strednej Európy hlavným pôvodcom poškodzovania drevín práve jelenia zver. Ohryz

kôry môže viesť k výrazným ekonomickým stratám v dôsledku deformácií dreva a/alebo infekcií hubami rozkladajúcimi drevo (Vacek et al. 2020). Okrem týchto priamych dôsledkov sú stromy, postihnuté obhryzom a následnými hnilobami, náchylnejšie na polámanie snehom alebo vetrom (Konôpka et al. 2016).

Predchádzajúce štúdie sa prevažne zameriavali na hodnotenie obhryzu kôry kmeňa pomocou jednoduchých kvantifikačných metód, ako je meranie plochy obhryzenej kôry na úrovni jednotlivých stromov (Hahn & Vospernik 2022) alebo iba ako podiel obhryzených stromov na úrovni porastu (Wam et al. 2021). Napríklad Cukor et al. (2019) zhodnotili vplyv obhryzu kôry na produkciu dreva smreka. Na druhej strane sa nám nepodarilo nájsť žiadnu prácu týkajúcu sa regenerácie kôry po obhryze a už vôbec nie zistenia o medzidruhových rozdieloch v tomto regeneračnom procese (napr. trvanie úplnej regenerácie a vplyv na kvalitu dreva po regenerácii) pre duglasku alebo jedľu.

Hlavným cieľom našej štúdie bolo vykonať medzidruhové porovnanie intenzity poškodenia kôry spôsobeného obhryzom medzi duglaskou tisolistou a jedľou bielou. Okrem toho sme si stanovili za cieľ rozšíriť toto porovnanie o hodnotenie regenerácie (hojenia) kôry po obhryze. Ďalej sme sa zamerali na analýzu určitých charakteristík stromov, ako je hrúbka kmeňa a poloha v rámci vertikálneho profilu kmeňa v kontexte intenzity obhryzu kôry na duglaske a jedli.

Materiál a metóda

Terénne merania sa uskutočnili na výskumno-demonštračnom objekte s miestnym názvom „Husárik“ (ďalej len VDO Husárik), ktorý sa nachádza v pohorí Javorníky v regióne Kysuce (Kulla & Sitková 2010). Klimatické podmienky sú tu charakteristické chladným a vlhkým počasím, s priemernou teplotou približne 16 °C v júli a takmer –5 °C v januári. Ročný úhrn zrážok je približne 1 100 mm a snehová pokrývka trvá v priemere 90 dní v roku. Prevažujúce podložie v pohorí Javorníky tvorí ílovec a bridlica, čo vedie k prevažne modálne kyslým, väčšinou ílovitými pôdami. VDO Husárik patrí do piateho vegetačného stupňa. Toto naznačuje, že prirodzené lesy v tejto oblasti by mali byť tvorené najmä bukom lesným a jedľou bielou.

VDO Husárik sa nachádza v poľovnom revíri s rozlohou takmer 3 000 hektárov, z čoho približne 2/3 tvoria lesy a 1/3 polia a trávnaté plochy. Podľa záznamov miestneho poľovníckeho združenia sa na jar 2010 v revíri nachádzalo 15 jedincov jeleňa lesného, 60 srncov, 50 muflónov a 50 danielov. Na jar 2023 sa počty zmenili na 35 jeleňov, 50 srncov, 30 muflónov a 60 danielov.

Na jar 2011 boli na VDO Husárik spustené experimenty zamerané na hodnotenie rôznych stratégií obnovy lesa a pestovania porastov, vrátane výlučne prirodzenej obnovy, výsadby stromov a ich kombinácií v rôznych pomeroch. Zároveň sa tu testovali rôzne kombinácie drevín (Šebeň & Kulla 2011). V roku 2011 bol na časti VDO Husárik o výmere 5,12 ha určenej pre experimenty s umelou obnovou vybudovaný ochranný plot. Tento bol vysoký 2,4 m s veľkosťou oka 45 × 45 mm. Oplôtok na určitý čas efektívne obmedzil prístup prežúvavej raticovej zveri do jeho vnútorného priestoru. Na účely nášho merania sme využili časť oplotenej plochy predstavujúcu výsadbu dvoch ihličnatých drevín, menovite duglasky tisolistej a jedle bielej.

Scenár týkajúci sa vylúčenia a následnej prítomnosti zveri v oplotenom priestore si vyžaduje vysvetlenie. Približne sedem rokov po postavení plota došlo k jeho poškodeniu na viacerých miestach. Výsledkom bol najprv len sporadický výskyt jeleňov, danielov, srncov a muflónov v oplotenom priestore. Napriek opakovaným opravám v rokoch 2019 a 2021 došlo k ďalšiemu poškodeniu v období 2019 až 2022. Následne do vnútra oplôtka už prenikala zver masovo. Naše zistenia naznačujú, že hornú časť pletiva poškodila najmä jelenia zver, zatiaľ čo dolná časť niesla známky aktivít diviačej zveri. Zdá sa, že zver rozoznala rozdiely v drevinovom zložení porastov mimo plota, kde prevažovali potravinovo menej atraktívne druhy. Miestna zver, predovšetkým jelenia a diviacia, si pravdepodobne „osvojili“ spôsob, ako preniknúť na oplotené územie. Táto nová situácia nám umožnila kvantifikovať obhryz kôry na mladých stromoch (vo veku okolo 12 rokov) počas trojročného obdobia, de facto už s intenzívnym potravinovým tlakom zverou. Reálne sme zaznamenali výskyt obhryzu kôry počas zimných období 2019/2020, 2020/2021 a 2021/2022, avšak nie v období 2022/2023 (počas pozorovaní na jeseň 2023 neboli zaznamenané takmer žiadne nové rany).

Na jeseň 2023 sme náhodne vybrali 100 jedincov duglasky a 110 jedle, ktoré sme následne podrobili našim sledovaniam. Konkrétne sme merali výšky stromov pomocou výškomeru s presnosťou ±0,1 m. Súčasne

sme zmerali hrúbku kmeňa $d_{1,3}$ (teda 130 cm nad úrovňou pôdy) digitálnym posuvným meradlom s presnosťou $\pm 0,1$ mm.

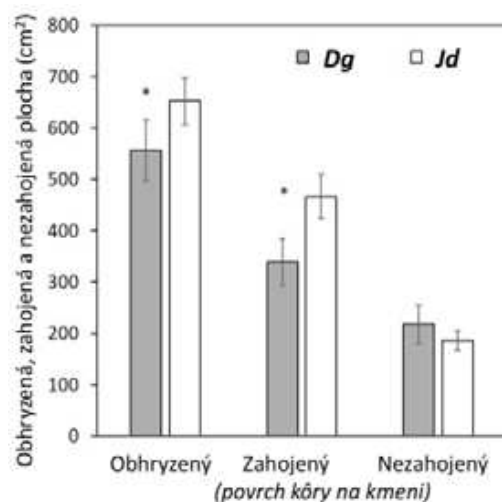
Následne sme rozdelili vertikálny profil každého kmeňa na 25 cm dlhé sekcie vyznačené bielou kriedou. Hrúbky na dolnej a hornej hranici každej sekcie sme merali digitálnymi posuvnými meradlami s presnosťou $\pm 0,1$ mm. Každá obhryzená plocha sa zmerala digitálnymi posuvným meradlom (presnosť $\pm 0,1$ mm) vo vertikálnom smere, následne rolovacím meracím pásmom ($\pm 1,0$ mm) v horizontálnom smere. Podobne sme merali plochu nezahojenej časti rany, ktorá predstavovala vnútornú časť obhryzenej plochy. Potom zahojenú (zavalenú) plochu v každej rane sme vypočítali ako rozdiel medzi celkovou obhryzenou plochou a jej nezahojenou (nezavalenou) časťou.

Následne sme vypočítali celkovú obhryzenú plochu kôry kmeňa pre jeho jednotlivé sekcie, a to pomocou vzorca pre povrch zrezaného kužela. Ďalej sme vypočítali celkový povrch kôry kmeňa pozdĺž profilu kmeňa až do výšky 250 cm. Išlo o súčet povrchov v 25 cm dlhých po sebe idúcich sekciách (t. j.: 0 – 25 cm, 26 – 50 cm, 51 – 75 cm, 76 – 100 cm, 101 – 125 cm, 126 – 150 cm, 151 – 175 cm, 176 – 200 cm, 201 – 225 cm a 226 – 250 cm nad úrovňou pôdy). Následne sme vypočítali obhryzené plochy, zahojenú a nezahojenú časť rán a ich vzájomné podiely. Tieto ukazovatele sa vypočítali na úrovni jednotlivých sekcie kmeňa, ako aj pre celý profil kmeňa, pritom sme zohľadnili maximálnu vzdialenosť od úrovne zeme 250 cm (vyššie položené časti kmeňa jelenia zver neobhryžala).

Archivácia a analýzy dát sa vykonávali v programoch MS Excel a MS Access. Pre vykonanie štatistických analýz sme použili dvoj- a trojfaktorovú analýzu variancie (ANOVA), následne sa rozdiely testovali Fisherovým LSD testom, a to pomocou softvéru STATISTICA 10.0.

Výsledky

Výšky sledovaných duglasiiek boli v intervale od 2,5 do 7,8 m (priemerná hodnota 4,0 m) a zároveň s hrúbkami $d_{1,3}$ medzi 16,5 a 85,0 mm (priemer 45,1 mm). Súčasne jedle mali výšky medzi 2,4 a 6,0 m (priemerná hodnota 3,6 m) a hrúbky $d_{1,3}$ od 19,5 do 77,5 mm (priemer 42,5 mm). To naznačuje, že obe dreviny vykazovali veľmi podobné dimenzie, preto boli vhodné na vzájomné porovnanie kvantít obhryzenej kôry. Naše výsledky ukázali, že priemerné hodnoty plochy obhryznej kôry vyjadrené na jeden strom boli 556 cm² pre duglasku a 652 cm² pre jedľu (pozri obr. 1). Hoci rozdiel nebol veľký, bol štatisticky významný. Podobne,

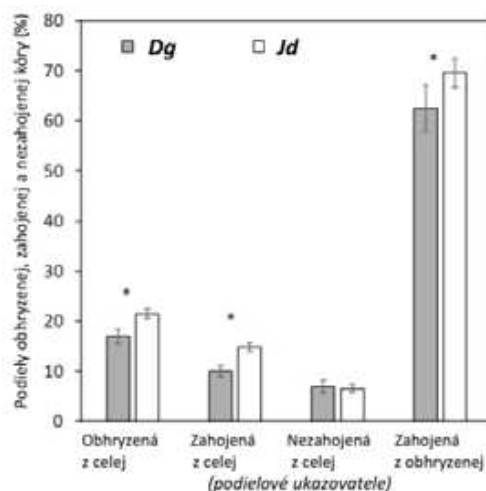


Obrázok 1. Porovnanie plôch obhryzenej, zahojenej a nezahojenej kôry medzi duglaskou tisolistou (Dg) a jedľou bielou (Jd), Výskumno-demonštračný objekt Husárik, Kysuce. Chybové úsečky vyjadrujú smerodajné odchýlky, hviezdičky naznačujú štatisticky významné rozdiely medzi drevinami.

Figure 1. Comparison of the areas of browsed, healed, and unhealed bark between Douglas fir (Dg) and silver fir (Jd). Research and Demonstration Site Husárik, Kysuce. The error bars represent standard deviations, and the asterisks indicate statistically significant differences between the tree species.

významne väčšia hodnota pre plochu zahojených rán vyjadrená na jeden strom, bola zistená pri jedli než duglaske (466 cm² oproti 338 cm²). Pokiaľ ide o plochu nezahojených rán vyjadrenú na jeden strom, rozdiel medzi duglaskami (218 cm²) a jedľami (186 cm²) bol nevýznamný.

Štatisticky významne väčšia hodnota zaznamenaná pri jedli (21,5 %) oproti duglaskám (17,0 %) bola nielen v podiele obhryzenej plochy z celkovej plochy kôry, ale aj v zahojenej ploche z celkovej plochy kôry (14,9 % oproti 10,0 %; pozri obr. 2). Zároveň sme zistili veľmi malé medzidruhové rozdiely v pomere nezahojenej plochy kôry k celkovej ploche kôry, pritom hodnota bola 7,0 % na duglaskách a 6,6 % na jedliach. Okrem toho, významne väčšia hodnota zahojenej plochy k obhryzenej ploche, bola pozorovaná na jedliach (69,6 %) oproti duglaskám (62,5 %).



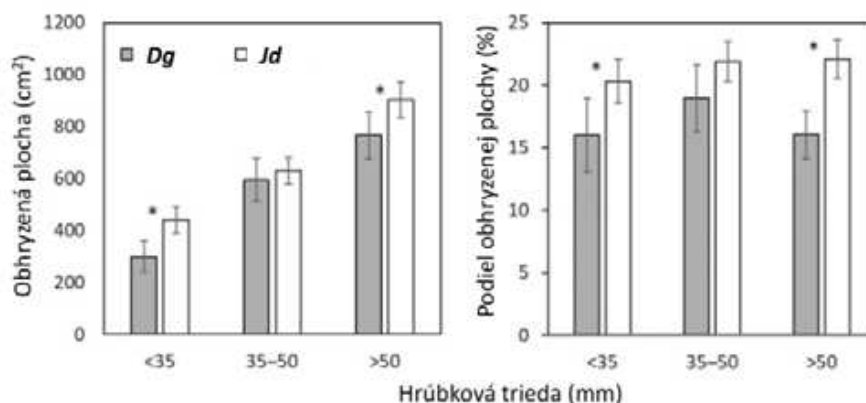
Obrázok 2. Porovnanie podielov plôch obhryzenej, zahojenej a nezahojenej kôry (táto sa vyjadřila na celkovej, ako aj na obhryzenej ploche povrchu kmeňa) medzi duglaskou tisolistou (Dg) a jedľou bielou (Jd). Chybové úsečky vyjadřujú smerodajné odchýlky, hviezdičky naznačujú štatisticky významné rozdiely medzi drevinami.

Figure 2. Comparison of the proportions of browsed, healed, and unhealed bark areas (the unhealed area is expressed both as a proportion of the total stem surface and of the browsed area) between Douglas fir (Dg) and silver fir (Jd). The error bars represent standard deviations, and the asterisks indicate statistically significant differences between the tree species.

Pretože obhryzená plocha kôry a podiel obhryzenej plochy kôry k celkovej ploche kôry sú najilustratívnejšie ukazovatele poškodenia kmeňa, analyzovali sme ich podrobnejšie. Rozbor sa vykonával vzhľadom na hrúbkové triedy, resp. po vertikálnych sekciách kmeňa. Výsledky ukázali, že plocha obhryzenej kôry sa signifikantne zvyšovala s rastúcou hrúbkovou triedou (pozri obr. 3a). Pre duglasku bola najmenšia hodnota plochy obhryzenej kôry na jeden strom okolo 300 cm² v hrúbkovej triede do 35 mm a najväčšia 767 cm² v hrúbkovej triede nad 50 mm. Podobne, pre jedľu bola minimálna hodnota plochy obhryzenej kôry, konkrétne 300 cm² v hrúbkovej triede do 35 mm a maximálna hodnota, t. j. 902 cm² v hrúbkovej triede nad 50 mm. Je dôležité poznamenať, že zvyšujúce sa hodnoty obhryzenej plochy kôry sú logicky spojené s rastúcim povrchom kôry s veľkosťou stromu (hlavne s hrúbkou kmeňa). Okrem toho, pokiaľ ide o obhryzenú plochu kôry v rámci jednotlivých hrúbkových tried, významné medzidruhové rozdiely sa zistili pre stromy v hrúbkovej triede do 35 mm, a tiež nad 50 mm (pozri obr. 3a).

Kým obhryzená plocha kôry vykazovala rastúci trend s hrúbkovými triedami, takmer rovnaké hodnoty medzi hrúbkovými triedami sa zistili pre podiel obhryzenej plochy kôry k celkovej ploche kôry (pozri obr. 3b). Na druhej strane, vyššie hodnoty pri jedli ako duglaske sa zaznamenali vo všetkých hrúbkových triedach, jediný štatisticky nevýznamný rozdiel bol v hrúbkovej triede 35 – 50 mm. Minimálna hodnota podielu obhryzenej plochy kôry k celkovej ploche kôry (16,0 %) sa zaznamenala v prípade duglasok v hrúbkovej triede do 35 mm a maximálna hodnota (22,1 %) pri jedliach nad 50 mm.

Ďalej sme vypočítali a analyzovali ohryzenú plochu kôry a podiel obhryzenej plochy kôry k celkovej ploche kôry na úrovni sekcií kmeňa (pozri obr. 4a, 4b). Zistili sme, že maximálne hodnoty oboch ukazovateľov

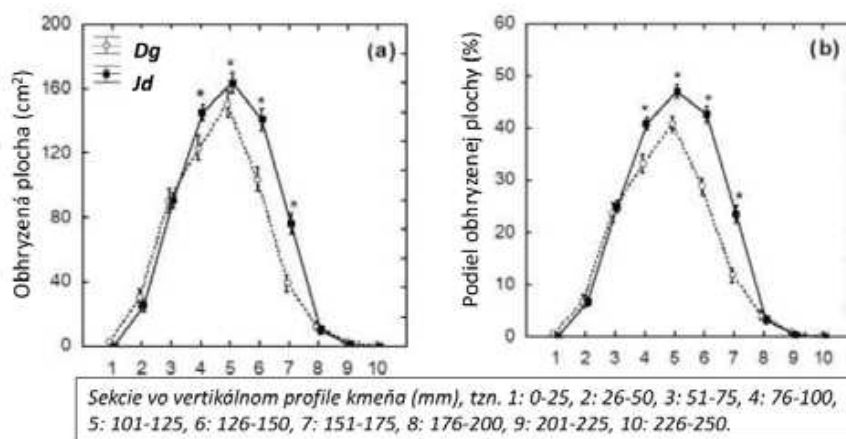


Obrázok 3. Plochy obhryzenej kôry a jej podiel na celkovej ploche povrchu kôry douglasky tisolistej (Dg) a jedle bielej (Jd) s ohľadom na hrúbkovú triedu kmeňa. Chybové úsečky vyjadrujú smerodajné odchýlky, hviezdičky naznačujú štatisticky významné rozdiely medzi drevinami.

Figure 3. Areas of browsed bark and their proportion of the total bark surface area of Douglas fir (Dg) and silver fir (Jd), with respect to stem diameter class. The error bars represent standard deviations, and the asterisks indicate statistically significant differences between the tree species.

boli v sekcii kmeňa č. 5, čo znamená vzdialenosť od úrovne pôdy 101 – 125 cm. Hodnoty ohryzenej plochy kôry v tejto sekcii boli 163,9 cm² pre jedľu a 150,5 cm² pre douglasku. Podobne, podiel obhryzenej plochy kôry k celkovej ploche kôry, maximálne hodnoty (47,0 % pri jedliach a 40,7 % pri douglaskách) boli v sekcii kmeňa nachádzajúcej sa 101 – 125 cm nad úrovňou pôdy. V takejto vzdialenosti od úrovne pôdy má zver najkomfortnejšiu polohu pre obhryz kôry. Významné medzidruhové rozdiely boli zistené v sekcii kmeňa 4 – 7, teda vo vzdialenosti od 76 do 175 cm nad úrovňou pôdy.

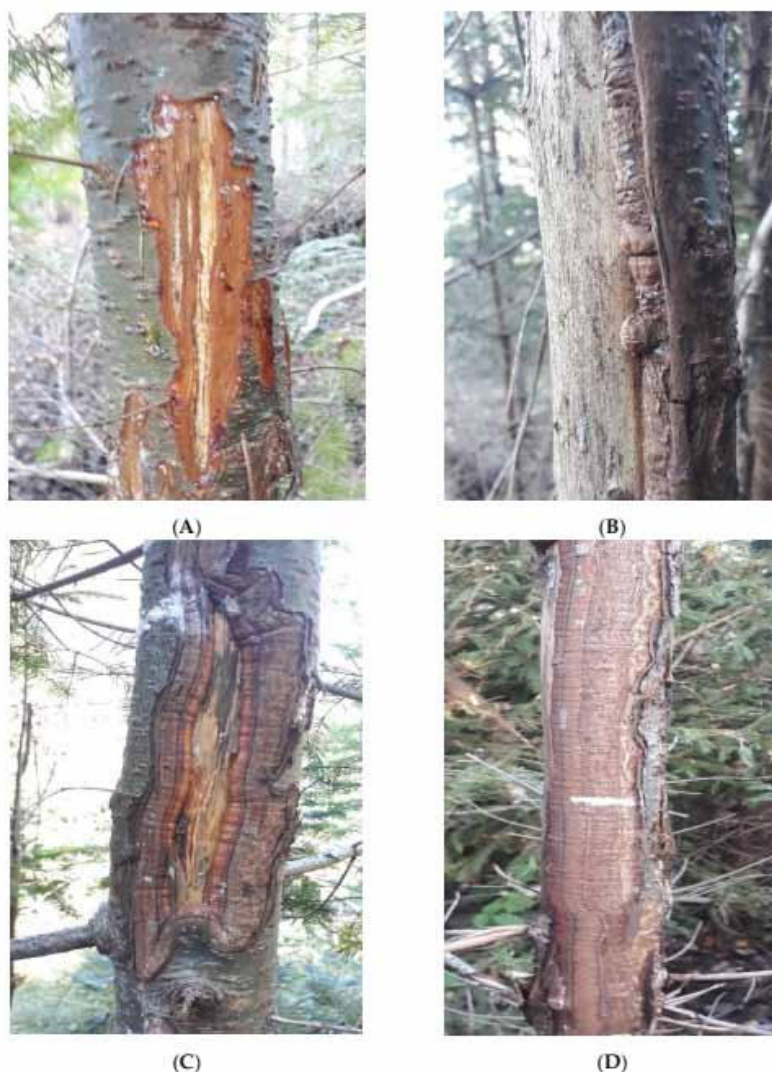
Príklady obhryzu kôry a jej zahojenia sú na obrázku 5. Tu treba ešte vysvetliť, že trvanie zavalenia rany a jeho kvalita súvisí aj s hĺbkou poranenia kmeňa. Napríklad fotografia C zobrazuje čiastočné zavalenie hlbkej rany po obhryze kôry s určitým poškodením v lykovej časti kmeňa. V takomto prípade je kmeň po zahojení deformovaný s dlhodobými následkami na kvalitu dreva. Pri plytkom poranení obhryzom, teda len



Obrázok 4. Plochy obhryzenej kôry a jej podiel na celkovej ploche povrchu kôry douglasky tisolistej (Dg) a jedle bielej (Jd) s ohľadom na vertikálny profil kmeňa (delenie v sekciách s krokom 25 cm). Chybové úsečky vyjadrujú smerodajné odchýlky, hviezdičky naznačujú štatisticky významné rozdiely medzi drevinami.

Figure 4. Areas of browsed bark and their proportion of the total bark surface area of Douglas fir (Dg) and silver fir (Jd), with respect to the vertical profile of the stem (divided into sections with 25 cm intervals). The error bars represent standard deviations, and the asterisks indicate statistically significant differences between the tree species.

na povrchu kôry, sa rana zahojí rýchlejšie a kmeň je neskôr bez viditeľnej deformácie (viď fotografia D). Pri tom hĺbka rany a dĺžka doby zahojenia rany súvisí s rizikom následnej infekcie kmeňa a jeho degradačnými procesmi, tzn. vznik a šírenie hniloby v dreve. Uvedené poznatky sú relevantné, okrem iných kontextov, pre budúcu kvalitu dreva a jeho následnú využiteľnosť v drevospracujúcom priemysle.



Obrázok 5. Ukážky poškodenia kôry duglasky tisolistej obhryzom kôry zverou. Obrázok A demonštruje čerstvé poškodenie kmeňa zatiaľ bez známkov zahojenia (zavalenia rany). Obrázok B znázorňuje iniciálnu fázu zavalenia rany, obrázok C ilustruje zavalenie rany na viac ako 50 % poškodenej plochy a obrázok D demonštruje úplne zavalenú ranu.

Figure 5. Examples of bark damage on Douglas fir due to bark browsing by game. Image A shows fresh trunk damage with no signs of healing (no bark overgrowth). Image B illustrates the initial phase of wound overgrowth, image C shows more than 50% overgrowth of the damaged area, and image D demonstrates a fully overgrown wound.

Záver

Naše výsledky ukázali náchylnosť oboch drevín na obhryz kôry prežúvavou raticovou zverou, v našom konkrétnom prípade najmä jeleňou. Napriek tomu, že stromy boli vystavené obhryzaniu kôry iba počas troch sezón, všetky jedince boli takto postihnuté. Hoci medzidruhové rozdiely boli významné, neboli veľké a možno nie sú vôbec relevantné z praktického pohľadu lesného hospodárstva. Preto môžeme tvrdiť, že duglaska (ako druh introdukovaný) nie je vhodnou náhradou za „tradičné“ dreviny. A to najmä za podmienok typických pre

väčšinu európskych krajín, teda pod vysokými stavmi prežívavej raticovej zveri. Je veľmi pravdepodobné, že masová výsadba tohto druhu nezabezpečí zámery udržateľného lesného hospodárstva, ktoré sa usiluje splniť všetky socio-ekonomické úlohy lesov.

Ďalej môžeme predpokladať, že aj keď rýchlosť regenerácie rán bola pri oboch drevinách pomerne vysoká (úplná regenerácia u mladých stromov môže trvať približne štyri až päť vegetačných sezón), potenciálne nakazenie kmeňov hubovými chorobami alebo deformácie dreva nemožno podceňovať. Avšak tieto aspekty sme neskúmali a nemôžeme z nich vyvodiť žiadne dobre podložené závery. Akokoľvek, tento druh poškodenia kmeňov drevín treba vnímať ako veľmi závažný, s rozsiahlymi ekologickými a ekonomickými dôsledkami.

Preto je nevyhnutné prijať opatrenia v oblasti lesného hospodárstva a lovu zveri, aby sa zabezpečil udržateľný rozvoj lesných porastov. Konkrétne opatrenia, najmä ochrana stromov pred obhrýzaním (skupinová ochrana oplôtkami a individuálna ochrana chemickými alebo mechanickými prostriedkami) v lesníctve, ale najmä znižovanie populácie prežívavej raticovej zveri sú kľúčovými. Z hľadiska širšej perspektívy je harmonizácia záujmov zúčastnených strán (t. j. lesníci, poľovníci a poľnohospodári) v súčasnosti dôležitým aspektom udržateľného rozvoja v lesníctve a poľnohospodárstve, ako aj v sekundárnom sektore, najmä v potravinárstve a drevospracujúcom priemysle.

Podakovanie

Práca vznikla vďaka riešenia úloh projektov APVV-18-0086, APVV-19-0387 a APVV-22-0056 financovaných z Agentúry na podporu výskumu a vývoja. Štúdia bola spolufinancovaná Európskou komisiou v rámci projektu LignoSilva [Grant Agreement #101059552] v rámci akcie Horizon Europe Teaming for Excellence.

Literatúra

- Cukor, J., Vacek, Z., Linda, J., Vacek, S., Marada, P., Šimůnek, V. et al., 2019: Effects of Bark Stripping on Timber Production and Structure of Norway Spruce Forests in Relation to Climatic Factors. *Forests*, 10:320.
- Hahn, Ch., Vospernik, S., 2022: Position, size, and spatial patterns of bark stripping wounds inflicted by red deer (*Cervus elaphus* L.) on Norway spruce using generalized additive models in Austria. *Annals of Forest Sciences*, 79:13.
- Konôpka, B., Zach, P., Kulfan, J., 2016: Wind – An important ecological factor and destructive agent in forests. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 62:123–130.
- Kulla, L., Sitková, Z., 2010: Rekonštrukcie nepôvodných smrečín. Zvolen, National Forest Centre – Forest Research Institute, 208 p.
- Martiník, A., 2003: Possibilities of growing Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in the conception of sustainable forest management. *Ekológia (Bratislava)*, 22 (Suppl. 3):136–146.
- Podrázský, V., Kupka, I., Prknová, H., 2020: Substitution of Norway spruce for Douglas-fir: changes of soil microbial activities as climate change induced shift in species composition – a case study. *Central European Forestry Journal*, 66:71–77.
- Šebeň, V., Kulla, V., 2011: Realizačný projekt objektu Husárik – aktualizovaná verzia 1.2. Zvolen, National Forest Centre – Forest Research Institute, 29 p.
- Vacek, Z., Cukor, J., Linda, R., Vacek, S., Šimůnek, V., Brichta, J. et al., 2020: Bark stripping, the crucial factor affecting stem rot development and timber production of Norway spruce forests in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 474:118360.
- Valente, A. M., Acevedo, P., Figueredo, A. M., Fonseca, C., Torres, R. T., 2020: Overabundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences. *Mammals Review*, 50:353–366.

Vitali, V., Büntgen, U., Bauhus, J., 2017: Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany. *Global Change Biology*, 23:5108–5119.

Wam, H. K., Solberg, E. J., Eriksen, R., Granhus, A., 2021: Monitoring deer food and browsing in forests: Coherence and discrepancies between national and local inventories. *Ecological Indicators*, 120:106967.

ADRESA

doc. Dr. Ing. Bohdan Konôpka, Ing. Vladimír Šebeň, PhD.
Národné lesnícke centrum – Sekcia pre vedu a výskum
T. G. Masaryka 2175/22
SK-960 01 Zvolen
e-mail: bohdan.konopka@nlcsk.org; vladimir.seben@nlcsk.org