

UKÁŽKA IMPLEMENTÁCIE REGRESNÝCH MODELOV PRE ZHODNOTENIE OBHRYZU KÔRY ZVEROU V MLADOM PORASTE S PREVAHOU MÄKKÝCH LISTNÁČOV

Bohdan Konôpka • Vladimír Šebeň • Jozef Pajtík

Konôpka, B. Šebeň, V., Pajtík, J.: An example of regression models implementation for bark browsing estimates in a forest stand with predominance of the broadleaved softwood species. *APOL*, 2022, vol. 3, no. 2, p. 191–199.

Abstract: This work focuses on quantification of stem bark browsing on three broadleaved softwood pioneer tree species: common aspen, common rowan, goat willow. Field measurements were performed in about 10-year-old mixed stand in northwestern Slovakia, formerly with ungulate ruminants exclusion. However, within the last three years the stand was typical with entry (fence damage) of this group of animals. We measured sizes of browsed bark patches on stems as well as their position, i.e. distance from the ground. Then, we implemented previously constructed mathematical models for bark mass. Hence, we were able to estimate not only browsed bark area (in cm²), but also browsed bark mass (in g) and also proportion of browsed bark to the total bark amount (in %). Moreover, we might analyse inter-species differences and also stem diameter, year of browsing (old or new) and distance from the ground as influencing factors to bark browsing. The analyses suggested, that while the largest bark area was browsed on willow, the most bark mass was eaten on aspen. This contrast related to different bark thicknesses among the species. Bark browsing had nearly symmetric distribution along vertical stem profile with maximum values about 76–150 cm from the ground level. Only exception occurred for the new browsing (year of 2021) on willows, which manifested a bimodal pattern. This situation very probably related to bark resource limits in the distance of 76–125 cm from the ground since as much as 1/5 of entire stem bark was browsed already during 2019 and 2020. Our results might bring besides other findings certain contribution to deeper knowledge on aspen, rowan and willow in term of biological protection of commercial tree species to ungulate ruminants, under the conditions of Slovakia especially to red deer.

Key words: young stands; pioneer tree species; tree stem; browsed bark area; browsed bark mass

Úvod a cieľ práce

Predošlé štúdie vykonané v podmienkach Slovenska (napr. Stolina et al. 1985; Findo & Petráš 2007; Konôpka et al. 2021) preukázali, že prežívavá raticová zver (PRZ), hlavne jeleň lesný a daniel škvrnitý, uprednostňuje pre obhryz kôry mäkké listnaté dreviny. V prípade keď sú tieto dreviny v lesných porastoch zmiešané napríklad s bukom lesným alebo smrekom obyčajným, ich prítomnosť môže znížiť početnosť a intenzitu obhryzu na hospodársky dôležitých drevinách. Takto mäkké listnáče, a to najmä prípravné dreviny (okrem brezy, kt. zver obhrýza len zriedkavo) predstavujú určitý prostriedok biologickej ochrany. Zároveň náš predošlý výskum (Pajtík et al. 2015; Konôpka et al. 2018; Konôpka et al. 2021), ako aj práce od iných európskych autorov (Zakrisson et al. 2006; Myking et al. 2013; D'Aprile et al. 2020) ukázali, že zo všetkých mäkkých listnatých druhov sú pre jeleniu a danielu zver najatraktívnejšie prípravné dreviny: topol osikový (v ďalšom texte osika), jarabina vtáčia (jarabina) a vrba rakytová (rakyta). Preto sme predpokladali, že kvantifikácia obhryzového potenciálu a reálne skonzumovanej hmoty kôry na týchto druhoch drevín by mohla priniesť viac svetla do pochopenia ich významu vo výžive PRZ a ich možnom využití pri biologickej ochrane cieľových druhov drevín.

Treba pripomenúť, že žiadna z predchádzajúcich vedeckých prác nekvantifikovala potravinový potenciál (zožratelné množstvo pre PRZ) na biomase lesných drevín, napr. kmeňovej kôry, ani presné množstvo skutočne obhryzenej (skonzumovanej) biomasy zo stromov. Pre objektívne zhodnotenie

poškodenia potrebujeme čo najpresnejšie znalosti o biomase kôry na kmeňoch, ktorú možno považovať za zdroj obživy dostupnej na stromovej vegetácii pre PRZ. Toto konštatovanie sa týka všetkých zverou konzumovateľných orgánov kôry, teda nielen kmeňovej kôry, ale aj konárov a asimilačných orgánov. Množstvo predchádzajúcich štúdií sa zameralo na kvantifikáciu obhryzenej kmeňovej kôry založenej výlučne len na veľmi jednoduchých indexoch, ako je podiel obhryzených stromov na úrovni porastu alebo obhryzená plocha kôry na kmeni pre úroveň jedného stromu (Vospernik et al. 2006; Ligot et al. 2013; Akashi et al. 2022). Takže neexistovala presná kvantifikácia obhryzenej kôry či už na úrovni stromov alebo lesných porastov. Hlavným dôvodom boli chýbajúce modely kôry použiteľné na odhad obhryzenej biomasy kmeňovej kôry, prípadne celkovej biomasy kôry kmeňa prístupnej pre zver k obhryzu (teoreticky zožrateľný potenciál). Avšak naša najnovšia vedecká práca (Konôpka et al. 2022) ponúka tento druh regresných modelov kvantity kmeňovej kôry pre niektoré listnaté drevíny vrátane osiky, jarabiny a rakyty. Regresné modely možno implementovať priamo na kvantifikáciu zožrateľného potenciálu, ale aj na odhad aktuálne obhryzenej hmoty kôry v kombinácii s údajmi terénnych meraní týkajúcich sa veľkosti stromov (napr. hrúbka kmeňa na jeho báze) a reálne obhryzenej plochy kôry s ohľadom na vzdialenosť od úrovne pôdy.

Hlavným cieľom tohto príspevku je kvantifikovať kôrovú hmotu obhryzenú PRZ na stromovej úrovni v mladom zmiešanom poraste s dominanciou mäkkých listnáčov, prevažne osiky, jarabiny a rakyty. Zároveň sa odhadol podiel obhryzenej masy kmeňovej kôry k celkovej dostupnej mase kôry na kmeni s ohľadom na veľkosť stromu a vzdialenosť obhryzu od úrovne pôdy. Pritom sa porovnali nové (rok 2021) a staré (prevažne roky 2019 a 2020) obhryzy, a to čo do rozsahu, ako aj z hľadiska distribúcie pozdĺž vertikálneho kmeňového profilu. Pri výpočtoch sa využili regresné modely kôry, ktoré publikujeme v inom referáte tohto čísla časopisu (pozri príspevok autorov Konôpka, Pajčík a Šebeň).

Materiál a postup výpočtu

Terénne merania sa uskutočnili počas jarného obdobia roku 2022 na Demonštračnom objekte (DO) Husárik. Poloha DO je v najsevernejšej časti pohoria Javorníky, približne 5 km juhozápadne od Čadce (pozri prácu Šebeň & Kulla 2011). Celková rozloha DO je 79,3 ha, avšak naše merania sa sústredili na oplotenú časť (5,12 ha). Pôvodné porasty, ktoré tvoril prevažne smrek obyčajný sa začali asi pred dvadsiatimi rokmi rozpadávať v dôsledku fyziologického stresu spôsobeného suchom a následného premoženia podkôrneho hmyzu. Pri založení DO sa využili už existujúce holiny, zvyšok dospelých smrekových porastov sa do roku 2010 odstránil tak, aby vznikla súvislá plocha s homogénnymi podmienkami pre budúce experimenty zamerané na prirodzenú a umelú obnovu.

My sme sa zamerali iba na tú časť územia v oplotku, kde mladý porast vznikol výlučne z prirodzenej obnovy. Oplotok chránil drevíny proti odhryzu drevín v iniciálnom rastovom štádiu, neskôr hlavne proti obhryzu kmeňovej kôry zverou. Plot sa približne po 6 – 7 rokoch poškodil, takže aj napriek jeho priebežnej údržbe PRZ prenikla do oplotku (najpravdepodobnejšie počas zimného obdobia 2018 – 2019). Takže v období rokov 2019 až 2021 už dochádzalo k poškodeniu drevín, najmä mäkkých listnáčov. Hoci sa tým čiastočne narušili pôvodné zámery DO, zároveň sa vytvorila možnosť rozšíriť prácu na DO o ďalšiu problematiku, tzn. o poškodenie drevín PRZ. Zaujímavosť je v tom, že zver v krátkom čase obhryzala kôru na kmeňoch stromov, ktoré vyrástli dovtedy bez akéhokoľvek poškodenia. Prípadné dlhodobejšie poškodenie ohryzom (staré rany) totiž ovplyvňuje výskyt ďalšieho poškodenia.

Pre ilustráciu aktuálneho stavu poľovnej zveri na a v okolí DO uvedieme údaje z Poľovníckej štatistiky (zdroj: <https://gis.nlcsk.org/IBULH/>). Celková rozloha revíru je 2 850 ha, keď až 2 000 ha predstavuje lesná plocha. Podľa sčítania zveri (jarné kmeňové stavy – JKS) sa tu v roku 2010 nachádzalo 15 kusov jelenej zveri, 60 kusov srnčej zveri, 50 kusov muflonej zveri a 50 kusov danialej zveri. V roku 2020 bol JKS takýto: jelenia zver – 35 kusov, srnčia zver – 50 kusov, muflonia zver – 30 kusov, danielia zver – 60 kusov. Z údajov vyplýva, že došlo k nárastu stavu jelenej zveri aj v tomto revíri. Pri porovnaní s celoslovenskou situáciou tu možno konštatovať hustotu PRZ zodpovedajúcu priemeru. Celoslovenský priemer však v súčasnej realite znamená nadmerné stavy, teda prezverenie.

Sledovaná časť lesného porastu v oplôtku (t. j. vzniknutá prirodzenou obnovou) mala aktuálny vek 10 rokov, pritom ho tvorila jarabina (55,4 % zo všetkých jedincov), smrek (19,9 %), rakyta (12,5 %), breza (6,5 %) a ďalšie listnaté druhy s výrazným podielom osiky (spolu 6,7 %; pozri aj Konôpka et al. 2021). Zistili sme, že zatiaľ čo smrek obyčajný a breza nemali takmer žiadne poškodenie PRZ, kmeňe osiky, jarabiny a rakyty boli obhryzené vo veľkom rozsahu. Keďže porast bol prehustený, konkrétne s počtom 280 jedincov na jeden ár, koruny boli krátke (vplyv vysokého konkurenčného tlaku stromov) a nachádzali sa vo výškach nad 1,8 m. Preto odhryzy zverou na letorastoch korún boli zriedkavé a v porovnaní s obhryzom kôry zanedbateľné. Náhodne sme vybrali 120 jedincov jarabiny, 120 jedincov rakyty a 80 jedincov osiky (v poraste jej bolo relatívne málo). Základné charakteristiky pre súbor meraných stromov je v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Základné údaje o súbore sledovaných jedincov osiky, jarabiny a rakyty obhryzenej prežúvavou raticovou zverou
Table 1. Basic characteristics for set of trees in aspen, rowan and goat willow browsed by ungulate ruminants

Drevina	Charakteristika	Priemerná hodnota	Smerodajná odchýlka	Min. hodnota	Max. hodnota
Osika	Výška (cm)	6,1	1,8	2,0	11,7
	Hrúbka d_0 (mm)	58,1	28,4	16,5	138,0
Jarabina vtáčia	Výška (cm)	4,7	0,6	1,6	5,7
	Hrúbka d_0 (mm)	49,4	16,5	21,0	104,5
Rakyta	Výška (cm)	6,4	1,0	3,5	8,0
	Hrúbka d_0 (mm)	57,0	17,5	20,5	109,5

Na vybratých stromoch sa zmerala hrúbka kmeňa na jeho báze (v ďalšom texte hrúbka d_0) a výška stromu. Potom sa vertikálny profil kmeňa rozdelil na 25 cm dlhé sekcie, ktorých hranice sa označili krieditou. Ďalej sa zmerali hrúbky kmeňa na spodných a horných okrajoch každej sekcie. Okrem toho sa zmerala každá obhryzená plocha. Keďže väčšina z nich mala približne obdĺžnikový tvar, meranie bolo v dvoch smeroch, teda vo vertikálnom a horizontálnom. V prípade, že obhryzená plocha patrila do viacerých sekcií, rozdelila sa na podčasti s ohľadom na hranice medzi sekciami. Vypočítal sa povrch kôry pre jednotlivé sekcie kmeňa pomocou vzorca na výpočet povrchu zrezaného kužela s vynechaním hornej a dolnej základni, tzn.:

$$S_b = \pi(r_1 + r_2) \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + l_s^2}$$

kde:

S_b – povrch kôry (cm²),

r_1 – polomer spodnej strany sekcie (cm),

r_2 – polomer horného strany sekcie (cm),

l_s – dĺžka sekcie, t. j. 25 cm.

Potom sa vypočítal objem kôry pre jednotlivé sekcie kmeňa vynásobením povrchu kôry hrúbkou kôry. Hrúbka kôry sa prevzala z druhovo špecifických regresných modelov (Konôpka et al. 2022). Nakoniec sa vypočítala biomasa kôry na úrovni celého vertikálneho profilu kmeňa do max. výšky 250 cm od úrovne pôdy. Táto sa vyjadřila ako kombinácia objemu kôry a špecifickej plošnej masy kôry odvodená z regresných modelov publikovaných v práci Konôpka et al. (2022).

Pre zhodnotenie obhryzu kôry na úrovni stromu sa použili tri ukazovatele:

- obhryzená plocha kôry (cm²),
- obhryzená masa kôry (g),
- podiel obhryzu z potenciálu (%).

Zároveň sa sledoval vplyv viacerých faktorov na obhryz kôry, konkrétne: druh dreviny, sekcia kmeňa (resp. vzdialenosť od úrovne pôdy), staré (roky 2019 a 2020) verus nové (2021) poškodenie kôry kmeňa a hrúbka d_0 , keď sa vytvorili tri hrúbkové skupiny stromov: pod 3 cm, 3 – 6 cm a nad 6 cm.

Výsledky a diskusia

Stav obhryzu kôry na kmeňoch v rámci sledovaného súboru stromov sa prehľadne vyhodnotil v tabulke 2. Uvádza sa podiel obhryzených jedincov z celého sledovaného súboru s ohľadom na drevinu, kmeňovú sekciu a v delení staré a nové obhryzy. Najvyšší podiel obhryzov sa zistil pri rakyte, keď až 97,5 % jedincov malo starý obhryz a 87,5 % jedincov malo nový obhryz, takže vlastne skoro všetky rakyty boli poškodené obhryzom. Poškodzovanie zverou prebiehalo pravdepodobne počas troch rokov. Tabuľka ďalej uvádza priemernú obhryzenú plochu pre stromy, na ktorých sa takéto poškodenie zaznamenalo (pozri čísla uvedené v zátvorkách). Zároveň z tabuľky vidieť aj distribúciu obhryzu kôry pozdĺž vertikálneho profilu kmeňa. Výsledky naznačujú, že PRZ najčastejšie obhryzala kôru vo výške 101 – 125 cm, resp. 76 – 100 cm. Tu by sa dalo predpokladať (bez objektívnych dôkazov, viac-menej hypoteticky), že v prípade výšky 101 – 125 cm by mohlo ísť o obhryz prevažne jeleňou zverou a pri 76 – 100 cm danielou zverou.

Tabuľka 2. Podiel obhryzených jedincov z celého súboru sledovaných stromov (%) po jednotlivých sekciách kmeňa osika, jarabiny a rakyty. Čísla v zátvorkách sú priemerné obhryzené plochy (cm²) vypočítané z jedincov so zaznamenaným obhryzom kôry. Výsledky sa rozdelili podľa vzniku obhryzu, t. j. starý obhryz (roky 2019 a 2020) a nový obhryz (rok 2021)

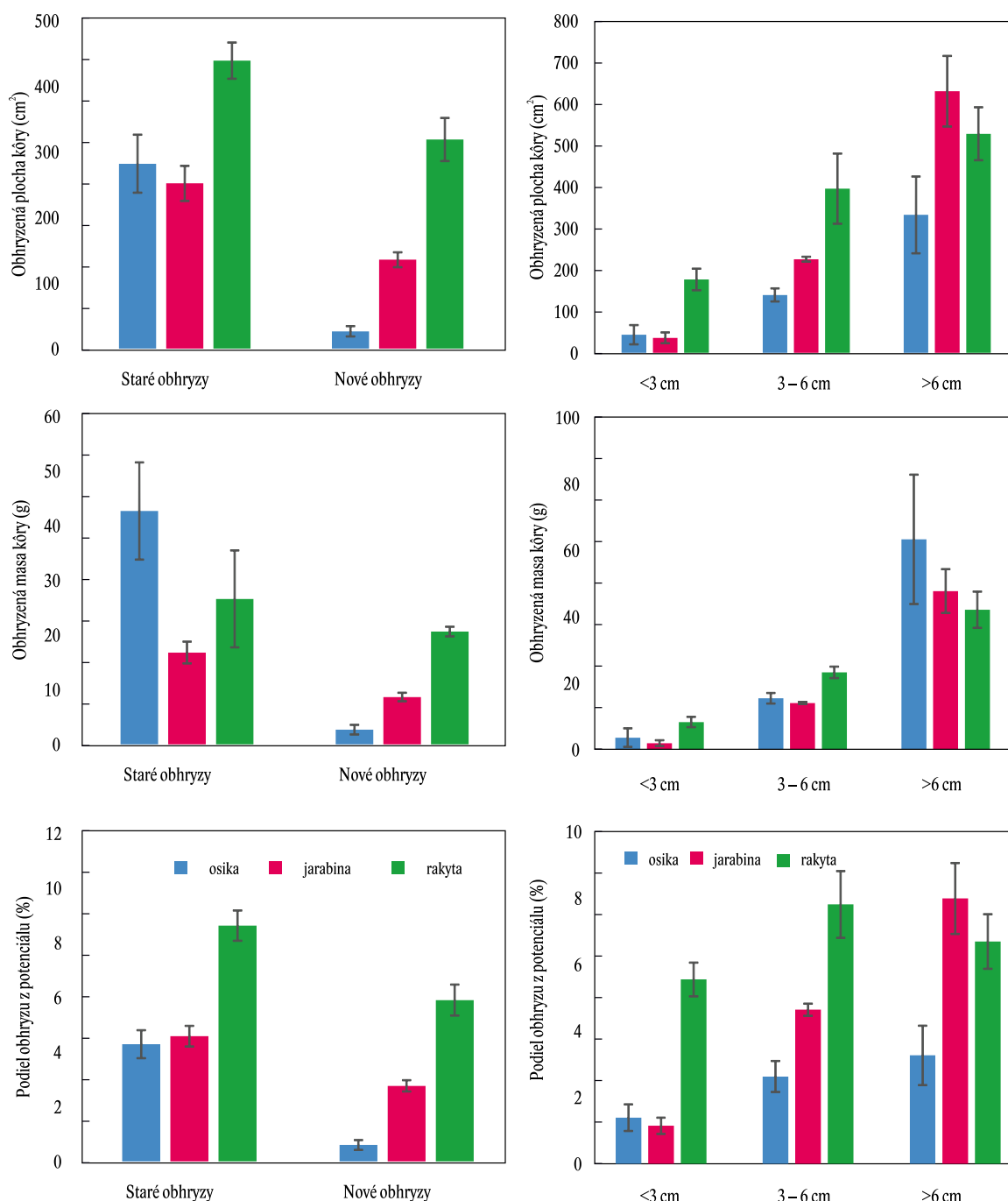
Table 2. Share of browsed individuals from the entire set of monitored trees (%) by individual sections of the stem in aspen, rowan and goat willow. The numbers in parentheses are mean browsed areas (cm²) calculated from individuals with recorded bark browsing. The results were divided according to the occurrence of the browsing, i.e. old wounds (years 2019 and 2020) and a new wounds (year 2021)

Kmeňová sekcia (cm)	Osika		Jarabina vtáčia		Rakyta	
	starý obhryz	nový obhryz	starý obhryz	nový obhryz	starý obhryz	nový obhryz
0–25	4,3 (12,2)	0	5,0 (9,2)	11,6 (18,9)	14,2 (27,9)	27,5 (43,9)
26–50	37,1 (38,9)	5,7 (25,6)	46,3 (27,9)	42,1 (31,4)	57,5 (49,0)	51,7 (101,0)
51–75	58,6 (49,9)	10,0 (47,1)	62,8 (58,3)	56,2 (44,4)	80,8 (102,0)	55,0 (106,1)
76–100	72,9 (80,7)	13,1 (49,5)	71,1 (80,2)	57,0 (48,0)	89,2 (113,6)	53,3 (82,9)
101–125	80,0 (84,5)	12,9 (38,6)	72,1 (97,3)	48,9 (45,7)	89,6 (123,6)	56,7 (80,1)
126–150	57,1 (101,7)	10,0 (60,2)	54,5 (90,7)	47,9 (44,8)	80,0 (91,4)	64,2 (82,2)
151–175	34,3 (113,9)	4,3 (68,2)	31,4 (74,1)	33,9 (50,7)	49,2 (61,3)	57,5 (71,5)
176–200	14,3 (90,3)	0	9,9 (29,2)	12,4 (58,2)	19,2 (43,2)	20,0 (51,8)
201–225	4,3 (30)	0	0,8 (13,8)	0	4,2 (23,1)	4,2 (46,3)
226–250	0	0	0,8 (7,4)	0	1,7 (18,4)	0,8 (59,2)
Celý profil kmeňa	87,1 (323,5)	21,4 (123,4)	77,7 (174,4)	79,3 (320,8)	97,5 (450,2)	87,5 (368,2)

Fakt, že rakyta bola najobhryzanejšou drevinou potvrdzujú aj údaje v obrázku 1. Zároveň vidieť, že staré obhryzy pri všetkých drevinách prevládali nad novými. Môže to vyplývať z rôzneho časového úseku (dva roky verus jeden rok), ako aj z určitých limitov pre ďalší obhryz z dôvodu predošlého poškodenia kôry PRZ. Zaujímavé výsledky vyplývajú z porovnania obhryzu kôry pre stromy v rôznych hrúbkových triedach (obr. 2). Obhryzená plocha a aj masa prirodzene rastie s hrúbkou kmeňa, čo súvisí hlavne s nárastom plochy, resp. masy kôry s veľkosťou stromu. Avšak nárast hodnoty podielu obhryzenej kôry z celkovej dostupnej kôry túto priamu spojitosť eliminuje a dokazuje, že PRZ v rámci sledovaného súboru stromov najmenej preferovala jedince s hrúbkou d_0 pod 3 cm a najviac tie, ktoré mali hrúbku d_0 nad 6 cm. Jav pravdepodobne súvisí s prvotnou vizuálnou selekciou stromov PRZ, ako aj rôznou flexibilitou kmeňov stromov. Hrubšie stromy sú menej ohybné, preto sa do nich PRZ môže lepšie zubami „oprieť“ ako v prípade tenkých stromov.

Obrázok 3 demonštruje hodnoty ukazovateľov obhryzu kmeňovej kôry zverou vo vertikálnom profile. Priebeh spojujúcich kriviek má viac-menej symetrický tvar s maximom hodnôt vo výške 101 – 125 cm. Pritom veľmi nízke hodnoty sú vo výške 0 – 25 cm a 176 – 200 cm, pri výške nad 200 cm sú už takmer nulové. Zaujímavý je rozdiel v poradí drevín medzi plošným a hmotnostným vyjadrením obhryzu kôry. Kým pri ploche dominuje rakyta, pri mase je to osika. Toto vyplýva z medzidruhových rozdielov hrúbky kôry, keď osika má kôru na plošnú jednotku masívnejšiu ako ostatné dve drevice.

V prípade, že sa zanedbá druh drevice a porovnajú sa stromy len na základe hrúbky kmeňa, zistíme určité rozdiely vo výskyte maxim obhryzu (vyjadrený prostredníctvom podielu obhryzu z potenciálu v %, pozri obr. 4). Analýza naznačila, že pri najtenších stromoch bolo maximum obhryzu kôry vo výške 51 – 75 cm, pri stromoch s hrúbkou 3 – 6 cm to bolo vo výške 101 – 125 cm a pri skupine najhrubších jedincov až vo výške 126 – 150 cm. V tomto prípade môžeme viac-menej hádať, či je to v dôs-

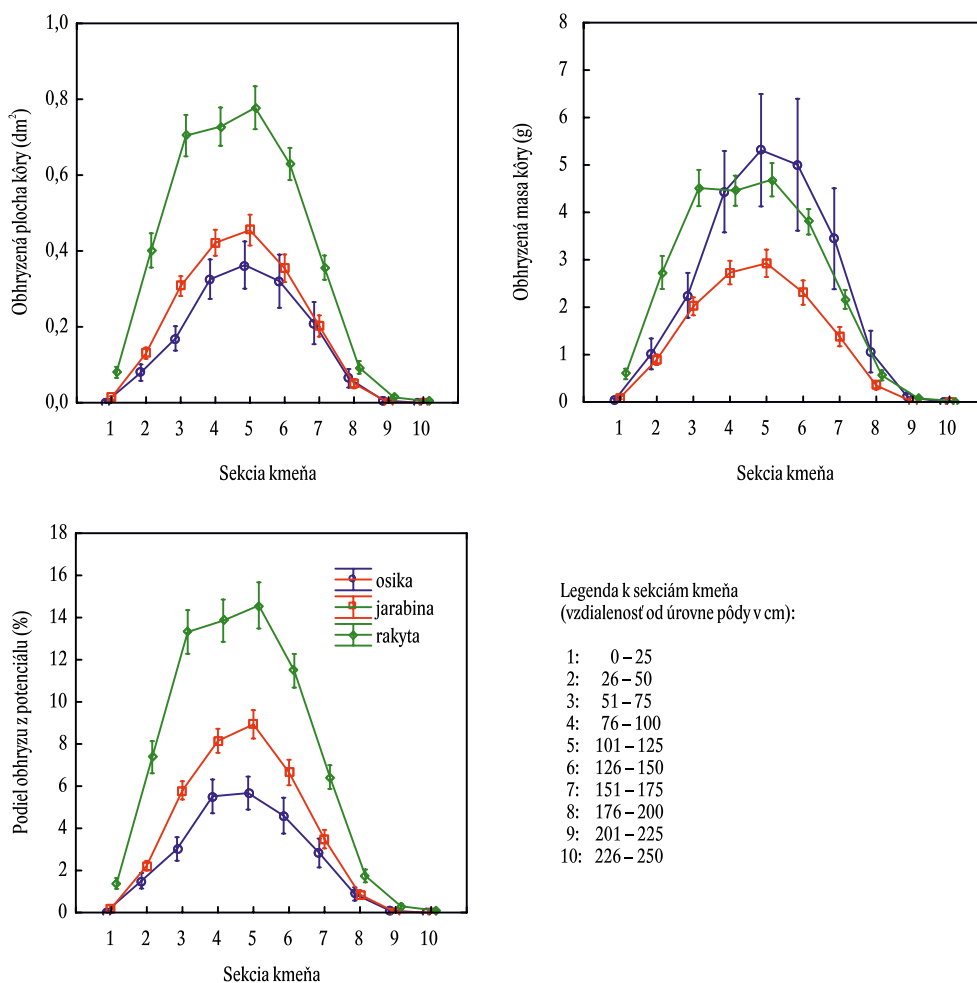


Obrázok 1. Obhryzená plocha kôry (horný graf), obhryzená masa kôry (stredný graf) a podiel obhryzu kôry z potenciálu (dolný graf) osiky, jarabiny a rakyty s ohľadom na staré (2019 a 2020) a nové (2021) rany. Chybové úsečky predstavujú stredné chyby

Figure 1. Browsed bark area (upper graph), browsed bark mass (middle graph) and share of browsed bark from potential (lower graph) in aspen, rowan and goat willow with respect to old (2019 and 2020) and new (2021) wounds. Error bars represent standard errors

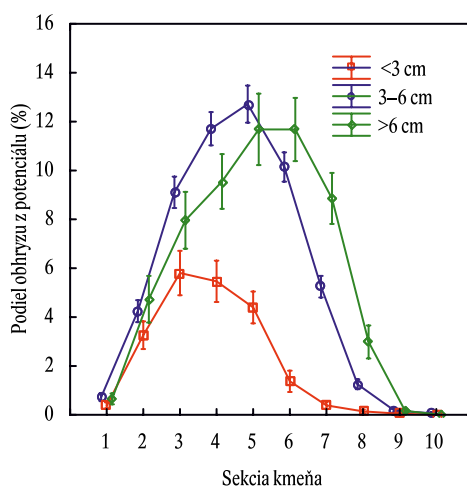
Obrázok 2. Obhryzená plocha kôry (horný graf), obhryzená masa kôry (stredný graf) a podiel obhryzu kôry z potenciálu (dolný graf) osiky, jarabiny a rakyty s ohľadom na hrúbku kmeňa meraného na jeho báze. Chybové úsečky predstavujú stredné chyby

Figure 2. Browsed bark area (upper graph), browsed bark mass (middle graph) and share of browsed bark from potential (lower graph) with respect to stem diameter measured on a base. Error bars represent standard errors



Obrázok 3. Obhryzená plocha kôry (ľavý horný graf), obhryzená masa kôry (pravý horný graf) a podiel obhryzu kôry z potenciálu (dolný graf) osiky, jarabiny a rakyty s ohľadom na sekcie kmeňa, t. j. vzdialenosť od úrovne pôdy. Chybové úsečky predstavujú stredné chyby

Figure 3. Browsed bark area (left upper graph), browsed bark mass (right upper graph) and share of browsed bark from potential (lower graph) in aspen, rowan and goat willow with respect to stem section (where 1: 0–25 cm, 2: 26–50 cm, 3: 51–75 cm, 4: 76–100 cm, 5: 101–125 cm, 6: 126–150 cm, 7: 151–175 cm, 8: 176–200 cm, 9: 201–225 cm, and 10: 226–250 cm from the ground level). Error bars represent standard errors

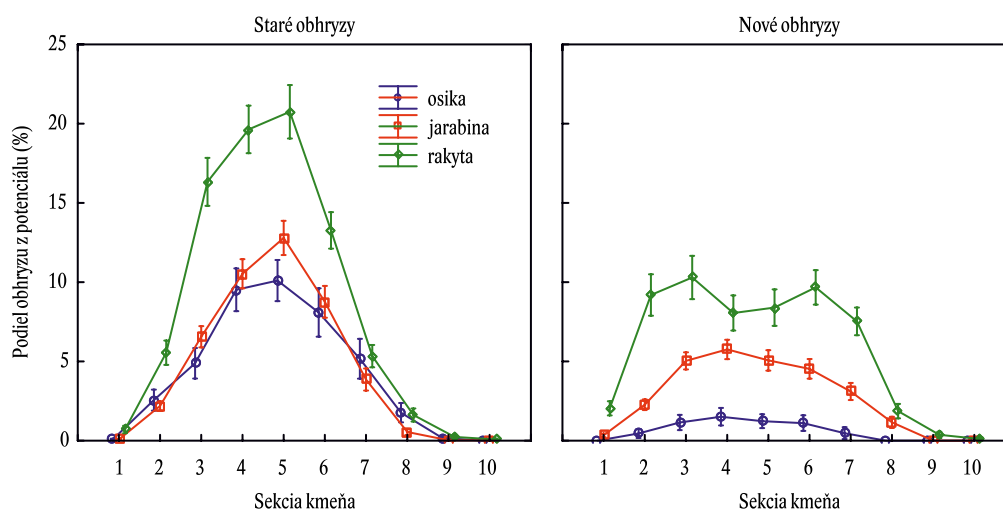


Obrázok 4. Podiel obhryzu kôry z potenciálu osiky, jarabiny a rakyty s ohľadom na sekcie kmeňa, t. j. vzdialenosť od úrovne pôdy a hrúbku kmeňa meraného na jeho báze. Vysvetlenie sekcií je v obrázku 3. Chybové úsečky predstavujú stredné chyby

Figure 4. A share of browsed bark from potential in aspen, rowan and goat willow with respect to stem section (where 1: 0–25 cm, 2: 26–50 cm, 3: 51–75 cm, 4: 76–100 cm, 5: 101–125 cm, 6: 126–150 cm, 7: 151–175 cm, 8: 176–200 cm, 9: 201–225 cm, and 10: 226–250 cm from the ground level) and stem diameter measured on a base. Error bars represent standard errors.

sledku obhryzu kôry rôznou zverou (jelena verzus danielia) alebo ako následok odlišnej flexibility kmeňa a snahy zveri posunúť miesto obhryzu nižšie pri ohybnejších (tenších) stromoch.

Nakoniec sme pri analýze údajov obhryzu, konkrétne podielu obhryzu z potenciálu zohľadnili tri faktory: drevena, sekcia kmeňa (poloha), resp. staré a nové poškodenie (obr. 5). Možno predpokladať, že priebeh krivky v prípade starého obhryzu nie je priestorovo, t. j. výškovo podmienené predošlým poškodením kôry. Inými slovami, staré obhryzy sú výsledkom prirodzeného správania PRZ, ktorá sa snaží obhrýzať kôru v najpohodlnejšej polohe. Napr. Renaud et al. (2003) tvrdia, že najčastejší ohryz (teda odhryz letorastov a aj obhryz kôry) je vo výške pleca PRZ. V takomto prípade by dané optimum bolo pravdaže vyššie pri jelenej než danieliej zveri o asi 20 – 30 cm. Ak sa v grafoch pozrieme na spájajúce krivky pre nové obhryzy, maximá pre jarabinu a osiku sú o mnoho menej výrazné ako pri starých obhryzoch. V prípade rakyty, t. j. v rokoch 2019 a 2020 najviac obhrýzanej dreveniny, má krivka nových obhryzov dvojrcholový priebeh s maximami vo výškach 51 – 75 cm a 126 – 150 cm. To by mohlo naznačovať, že vo výške 76 – 125 cm bola kôra pred rokom 2021 obhryzená tak intenzívne (konkrétne až 20 % potenciálu), že PRZ sa týmto miestam čiastočne vyhla a zamerala sa na dovedy nepoškodené časti kmeňa. To by naznačovalo, že PRZ už počas dvoch rokov obhrýzla kôru rakyty v takom rozsahu, že existujúce poškodenie kôry, resp. chýbajúca kôra ovplyvnila ďalšie správanie zveri.



Obrázok 5. Podiel obhryzu kôry z potenciálu osiky, jarabiny a rakyty s ohľadom na sekcie kmeňa, t. j. vzdialenosť od úrovne pôdy a v delení na staré a nové rany. Vysvetlenie sekcií je v obrázku 3. Chybové úsečky predstavujú stredné chyby

Figure 5. A share of browsed bark from potential (lower graph) of aspen, rowan and goat willow with respect to stem section (where 1: 0–25 cm, 2: 26–50 cm, 3: 51–75 cm, 4: 76–100 cm, 5: 101–125 cm, 6: 126–150 cm, 7: 151–175 cm, 8: 176–200 cm, 9: 201–225 cm, and 10: 226–250 cm from the ground level) and for old and new browsing. Error bars represent standard errors

Pravdaže okrem druhu dreveniny, hrúbky kmeňa, polohy v rámci vertikálneho profilu kmeňa a výskytu predošlého poškodenia kôry, existujú mnohé iné faktory vplyvajúce na obhryz kôry. Napríklad Hahn & Vospornik (2022) dokázali, že v lesných porastoch situovaných vo svahu PRZ obhrýza kôru prevažne na hornej strane kmeňa (zvrchu svahu). Tento jav sme pozorovali aj v našom poraste, avšak daný faktor sme neevidovali. Kiffner et al. (2008) tvrdia, že dreveniny od určitej hrúbky kmeňa (fáza kmeňoviny) PRZ poškodzuje obhryzom len sporadicky, pretože takáto kôra je ťažšie stráviteľná. Tento jav môže podľa nášho názoru súvisieť aj s fyzikálnymi a morfológickými vlastnosťami kôry. Staršiu kôru (tvrdú a rozbrázdzenú) PRZ pravdepodobne nechce alebo nedokáže obhrýzať. Pravdaže záujem o kôru, aj keby mala pre zver „neprijemné“ vlastnosti, môže rásť s potravinovou núdzou.

V tomto smere by sme chceli okomentovať aj medzidruhové rozdiely medzi osikou, jarabinou a rakytou. Osika má najhrubšiu kôru, preto môže poskytnúť PRZ viac potravy. Zároveň však predpokladáme, že v určitom rastovom vývojovom štádiu je jej kôra tak hrubá a drsná, že stráca pre PRZ atraktivitu. Iná situácia je pri rakyte a hlavne jarabine, ktoré hoci majú menší potravinový potenciál, ale záujem PRZ môže zotrvať aj vo vyššom veku stromov než v prípade osiky.

Záver

Náš výskum týkajúci sa odhadu potravinového (zožratelného PRZ) potenciálu kmeňovej kôry rôznych drevín a kvantifikácie reálne obhryzenej masy kôry je v relatívne rannom štádiu. Preto sa z predbežných záverov neodvážime navrhnúť rozsiahle odporúčania do praxe. V ďalšom výskume sa chceme zamerať na odvodenie regresných modelov kvantity kôry aj pre ďalšie dreviny. Taktiež plánujeme implementovať takéto modely z úrovne jednotlivého stromu na lesný porast. Takto získame situáciu v priestorovom vyjadrení s ohľadom na dimenzie stromov a drevinové zloženie.

Na záver chceme ešte raz zdôrazniť, že naše odhady sú svojim spôsobom pilotným projektom. V predošlom období sa nemohli realizovať z dôvodu chýbajúcich modelov pre kvantifikáciu kmeňovej kôry. Pravdaže kôra drevín, a to hlavne cieľových by nemala PRZ konzumovať v takom rozsahu, aby na lesných porastoch vznikli závažné hospodárske škody. Preto práve prípravné listnaté dreviny by mali poskytovať potravinový zdroj pre PRZ, a takto znižovať poškodenie cieľových drevín. Kôra je prirodzene dodatkovou potravou pre PRZ, pričom okrem iných prínosov napomáha pri trávení tráv a bylín v bachore, takže jej význam nemožno podceňovať. Avšak treba regulovať stavy PRZ tak, aby nedochádzalo k závažnému poškodeniu lesných porastov. Odvodenie normovaných stavov na regionálnej úrovni musia vychádzať jednak z úživnosti ekosystémov, ale najmä z reálneho rozsahu a intenzity poškodenia jednotlivých zložiek vegetácie PRZ, v lesnom prostredí drevín.

Podakovanie: Práca vznikla vďaka riešeniu výskumných úloh projektu APVV-18-0086 finančne zabezpečeného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, ďalej v rámci projektu „Progresívne metódy ochrany lesa v meniacich sa ekologických podmienkach (PROMOLES)“ financovaného z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301), resp. vďaka finančnej podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva (kód ITMS: 313011S735), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja“. Taktiež úprimne ďakujeme Ing. Ladislavovi Kullovi, PhD. za vybudovanie a dlhoročné manažovanie Demonštračného objektu Husárik.

Literatúra

- Akashi, N., Unno, A., Uno, H., 2022: The browsing ratio as an index of impact of deer browsing on tree seedlings. *Trees, Forests and People*, 8:100276.
- D'Aprile, D., Vacchiano, G., Meloni, F., Garbarino, M., Motta, R.; Ducoli, V., Partel, P., 2020: Effects of Twenty Years of Ungulate Browsing on Forest Regeneration at Paneveggio Reserve, Italy. *Forests*, 11:612.
- Findo, S., Petráš, R., 2007: Ekologické základy ochrany lesa proti poškodeniu zverou. Zvolen, NLC-LVÚ, 186 p.
- Hahn, Ch., Vospernik, S., 2022: Position, size, and spatial patterns of bark stripping wound inflicted by red deer (*Cervus elaphus* L.) on Norway spruce using generalized additive models in Austria. *Annals of Forest Science*, 79:13.
- Kiffner, C., Rössiger, E., Trisl, O., Schulz, R., Rühle, F., 2008: Probability of recent bark stripping damage by red deer (*Cervus elaphus*) on Norway spruce (*Picea abies*) in a low mountain range in Germany—A preliminary analysis. *Silva Fennica*, 42: 125–134.
- Konôpka, B., Pajčík, J., Shipley, L. A., 2018: Intensity of deer browsing on young rowans differs between freshly-felled and standing individuals. *Forest Ecology and Management*, 429: 511–519.
- Konôpka, B., Šebeň, V., Pajčík, J., Shipley, L. A., 2021: Excluding Large Herbivores Reduced Norway Spruce Dominance and Supported Tree Species Richness in a Young, Naturally Regenerated Stand. *Forests*, 12:737.

- Konôpka, B., Pajtík, J., Šebeň, V., Merganičová, K., 2022: Modeling Bark Thickness and Bark Biomass on Stems of Four Broadleaved Tree Species. *Plants*, 11:1148.
- Ligot, G., Gheysen, T., Lehaire, F., Hébert, J., Licoppe, A., Lejeune, P., Brostaux, Y., 2013: Modelling recent bark stripping by red deer (*Cervus elaphus*) in South Belgium coniferous stands. *Annals of Forest Science*, 70: 309–318.
- Myking, T., Solberg, E. J., Austrheim, G., Speed, J. D., Bohler, F., Astrup, R., Eriksen, R., 2013: Browsing of willow (*Salix caprea* L.) and rowan (*Sorbus aucuparia* L.) in the context of life history strategies: A literature review. *European Journal of Forest Research*, 132: 399–409.
- Pajtík, J., Konôpka, B., Bošela, M., Šebeň, V., P., Kaštier, P., 2015: Modelling forage potential for red deer: A case study in post-disturbance young stands of rowan. *Annals of Forest Research*, 58: 91–107.
- Stolina, M. et al., 1985: Ochrana lesa. Bratislava, Príroda, 480 s.
- Šebeň, V., Kulla, L., 2011: Realizačný projekt demonštračného objektu Husárik. Zvolen, NLC-LVÚ, 29 s.
- Vospersnik, S., 2006: Probability of Bark Stripping Damage by Red Deer (*Cervus elaphus*) in Austria. *Silva Fennica*, 40: 589–601.
- Zakrisson, Ch., Ericsson, G., Edenius, L., 2006: Effects of browsing on recruitment and mortality of European aspen (*Populus tremula* L.). *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 324–332.

Adresa:

doc. Dr. Ing. Bohdan Konôpka, Ing. Vladimír Šebeň, PhD., Ing. Jozef Pajtík, Ph.D.
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 01 Zvolen
e-mail: bohdan.konopka@nlcsk.org; vladimir.seben@nlcsk.org; jozef.pajtik@nlcsk.org