

POČET VAJÍČEK KLADENÝCH LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) NA STROMOVÝCH LAPÁČÍCH: VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ

NUMBER OF EGGS LAID BY THE SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) ON TRAP TREES: INFLUENCE OF SELECTED FACTORS

PAVEL MATOUŠEK¹⁾ - ROMAN MODLINGER²⁾ - JAROSLAV HOLUŠA^{1,2)} - MAREK TURČÁNI¹⁾

¹⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

Data for the spruce bark beetle *Ips typographus* (2942 measurements concerning number of eggs deposited per gallery, length of maternal galleries, and density of family galleries) were collected from 122 trap trees and 398 bark samples in three regions in 2008–2009. The mean maternal gallery was 78 mm long and the established mean egg-laying by one female was 35 eggs. The number of family galleries per m² of trunk ranged from 6 to 330 and was negatively correlated with the number of eggs deposited per gallery. The length of the maternal gallery was positively correlated with the number of deposited eggs. Because the number of family galleries per m² was not correlated with the length of the maternal galleries, the relationships were described by the following multidimensional linear regression: $y = 15.45 + 0.29 \cdot x_1 - 0.02 \cdot x_2$, where x_1 = gallery length, x_2 = number of family galleries per m² and y = number of eggs deposited per female.

Klíčová slova: *Ips typographus*, počet vajíček, stromové lapáky, závislost na hustotě, kladení, reprodukce, požerek

Key words: *Ips typographus*, number of eggs, trap trees, density dependence, oviposition, reproduction, gallery

ÚVOD

Lýkožrout smrkový – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) patří dlouhodobě k nejvýznamnějším škůdcům smrku (*Picea abies* /L./ Karst.) na území prakticky celé Evropy (SKUHRAVÝ 2002). Míra ohrožení lýkožroutem smrkovým souvisí se zdravotním stavem lesních porostů a dále stoupá s růstem lokální populační hustoty. Systém agregačních feromonů vyvinutý u lýkožrouta smrkového, stejně jako u řady jiných druhů kůrovcovitých, zprostředkovává hromadný útok na vybrané hostitelské stromy. Aby bylo napadení úspěšné, musí být denzita brouků dostatečná k překonání odolnosti stromu (RAFFA, BERRYMAN 1983). Růst hustoty obsazení kmene však ovlivňuje míru přežívání potomstva díky stoupající konkurenci o lýko (THALENHORST 1958). V komplexu chemické komunikace je vzrůstající hustota kolonizujících brouků omezoována látkami jako je ipsdienol či ipsenol uvolňovanými z trusu samic (WAINHOUSE 2005). Dochází tak k postupnému přesměrování náletu na okolní stromy. Avšak v závislosti na lokální denzitě lýkožrouta smrkového a odolnosti stromů dochází k „přestřelení“ optimální hustoty napadení, a tím k nižšímu reprodukčnímu úspěchu (ANDERBRANT et al. 1985). Otázkou zůstává, zda nižší reprodukční úspěch je způsoben snížením počtu kladených vajíček (ANDERBRANT 1990) nebo zvýšením mortality mezi stadiem vajíčka až dospělce vlivem denzity (THALENHORST 1958; DEJONG, GRIJPMAN 1986) nebo kombinací obou faktorů.

V názorech na počet vajíček vykladených jednou samicí panuje značná nejednotnost. PFEFFER (1954) uvádí počet vajíček v rozmezí 20 – 100 kusů v závislosti na tom, zda samice prodělala sesterské rojení; průměrný počet stanoví na 60 vajíček. Podle ZUMRA (1995) klesá počet kladených vajíček s nadmořskou výškou a pohybuje se mezi 25 (1200 m n. m.) až 83 (500 m n. m.). WERMELINGER (2004) udává velikost snůšky až do 80 vajíček na samici. THALENHORST (1958) uvádí počet nakladených vajíček bez vlivu prostorové konkurence pro první mateřskou chodbu v rozmezí 35 – 50 kusů; včetně sesterského přerojení lze uvažovat až o cca 90 vajíčkách. Značně vysoké celkové množství vajíček, zahrnutím prvního i druhého sesterského rojení udává MARTÍNEK (1956b), a to až do výše „fyziologických“ možností jedné samice *I. typographus*, tj. 120 vajíček (MARTÍNEK 1961).

Samice lýkožrouta smrkového může řešit vzrůstající kompetici o lýko časnějším opuštěním matečné chodby a založením sesterského pokolení (MARTÍNEK 1961). S méně dlouhou dobou pobytu samice *I. typographus* v požerku, a tím i kratší matečnou chodbou, souvisí i nižší počet kladených vajíček pozorovaný mnoha autory (THALENHORST 1958; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). Těsný lineární vztah mezi délkou chodby a počtem kladených vajíček vyjádřil ANDERBRANT (1990) rovnicí $y = 0,53x - 1,5$, kde y je počet vajíček nakladených samicí a x délka matečné chodby.

Údaje o výši vaječné snůšky ve vztahu k hustotě obsazení kmene uvádí řada autorů. BOMBOSCH (1954) pozoroval pro 150 matečných chodeb na m² – 54 vajíček, pro 250 chodeb na m² – 41 vajíček a pro 350 chodeb na m² – 34 vajíček. ŠVIHRA (1973) zjistil na stromových lapácích při hustotě závrtů 150 – 200 na m² průměrně 34 vajíček, při 201 – 250 na m² průměrně 36 vajíček, 251 – 300 na m² průměrně 43 vajíček, 301 – 350 na m² průměrně 49 vajíček a při 351 – 500 závrtů na m² průměrně 55 vajíček. Produkci vajíček v závislosti na hustotě obsazení kmene se pokusil matematicky vyjádřit THALENHORST (1958) vzorcem $y = b - a \cdot (\sqrt{x})$, kde y je produkce potomstva každé samičky, b je zamýšlená produkce (35 – 50 vajíček), a je koeficient rušení (2,7 – 3,1) a x je hustota mateřských chodeb na 1 000 cm² (0,1 m²). Vzorec dle THALENHORSTA (1958) poskytuje nižší hodnoty než jsou uváděné BOMBOSCHEM (1954). Vztah mezi množstvím kladených vajíček a hustotou obsazení kmene aproximoval MILLS (1986) logaritmickou funkcí $y = a + b \cdot \ln(x + 1)$, kde parametry a , b představují počet vajíček (a ; 91,6 ks) a délku matečné chodby (b ; 21,26 cm) při absenci kompetičních vztahů, x počet matečných chodeb na 1 000 cm² (0,1 m²). Stejně údaje MILLS (1986) aproximoval rovněž multiplikativním modelem pro kladení kůrovců navrženým BERRYMANEM (1974) $y = a \cdot e^{b \cdot x^{0,5}}$. Odhad průměrné plodnosti pomocí tohoto modelu byl velice blízký k logaritmickému vztahu, ale vypočtené hodnoty parametrů měly menší rozptyl.

Určitým omezením při použití teoretických modelů určených ke stanovení počtu kladených vajíček představuje skutečnost, že byly často konstruovány na údajích pocházejících z laboratorních pokusů (MILLS 1986; ANDERBRANT 1990) nebo terénních pokusů s napadenými poleny (MARTÍNEK 1956b, 1961). Jiným problémem při predikci výše kladení lýkožrouta smrkového *I. typographus* je relativně

malý počet měření užitý při konstrukci modelů. BOMBOSCH (1954) provedl 252 měření, MARTÍNEK (1956b) založil pokus se 14 poleny a provedl 860 měření, THALENHORST (1958) analyzoval nejméně 28 kmenů ve čtyřech sekcích a pro tvorbu modelu zahrnul i některé údaje jiných autorů, např. BOMBOSCHE (1954). KALANDRA (1960) sledoval 2 kmeny a odebral 26 vzorků kůry, syntéza poznatků MARTÍNKA (1961) vycházela ze 40 polen, ŠVIHRA (1973) založil pokus na 120 stromových lapácích, kdy z každého stromu odebral 6 vzorků, MILLS (1986) vyhodnotil 488 měření z 23 sekcí pocházejících z 8 stromů, ANDERBRANT (1990) použil 48 vzorků kůry rovněž z 8 stromů. Na základě některých dat pocházejících z přirozených podmínek (např. KALANDRA 1960; ŠVIHRA 1973) nebyly tyto vztahy kvantifikovány.

Cílem práce bylo na základě dostatečně velkého souboru dat pocházejících z terénních podmínek stanovit základní údaje o natalitě lýkožrouta smrkového *I. typographus* při různých hustotách obsazení stromových lapáků a ze získaných údajů vytvořit predikční model.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkum populační dynamiky *I. typographus* probíhal během let 2008 a 2009 na 26 lokalitách v oblasti Šumavy a Oderských vrchů. Na Šumavě byly lokality umístěny v lesních porostech ve správě vojenských lesů a statků, s. p., divize Horní Planá (dále VLS Planá) – 6 lokalit v roce 2008, 5 lokalit v roce 2009 – a správy národního parku Šumava (NPŠ) – v obou letech 6 lokalit. Výzkumné plochy v Oderských vrších náležely do působnosti vojenských lesů a statků, s. p., divize Lipník nad Bečvou (VLS Lipník) – v obou letech 3 lokality. Umístění jed-

Tab. 1.

Přehled studovaných lokalit a jejich charakteristiky
Studied localities and their characteristics

(VLS Planá – Army Forests and Estates of the Czech Republic, division Horní Planá; VLS Lipník - Army Forests and Estates of the Czech Republic, division Lipník nad Bečvou; NPŠ - National Park and Protected Landscape Area of Šumava)

VLS Planá			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	5	48°46'35.208"N, 13°57'48.570"E	760
slabé/weak	6	48°46'54.918"N, 13°57'21.995"E	760
střední/medium	1	48°45'29.134"N, 14°0'18.594"E	775
střední/medium	3	48°46'4.736"N, 13°58'10.706"E	785
silné/strong	2	48°45'49.854"N, 13°58'26.882"E	820
silné/strong	4	48°45'49.345"N, 13°58'9.796"E	790
VLS Lipník			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	Potštát	49°38'53.783"N, 17°38'46.396"E	610
střední/medium	Hlubočky	49°38'17.613"N, 17°30'1.976"E	660
silné/strong	Staré Oldřůvky	49°44'34.154"N, 17°37'42.65"E	500
NPŠ			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	3	49°7'55.727"N, 13°16'1.277"E	900 - 1000
slabé/weak	4	49°8'20.138"N, 13°15'47.790"E	900 - 1000
střední/medium	2	49°8'18.341"N, 13°19'19.110"E	900 - 1000
střední/medium	5	49°8'3.786"N, 13°15'28.620"E	900 - 1000
silné/strong	1	49°7'56.407"N, 13°19'16.297"E	900 - 1000
silné/strong	6	49°6'33.477"N, 13°24'30.071"E	900 - 1000

notlivých lokalit prostřednictvím geografických souřadnic je uvedeno v tab. 1.

Výzkumné plochy byly vybrány na základě výše kůrovcových těžeb v roce 2007 a za účelem pokrytí co nejširšího spektra populačních hustot byly zařazeny do kategorií napadení: slabé, střední a silné. Na všech šumavských lokalitách byla z důvodů dlouhotrvajícího přemnožení v celé oblasti (cf. KNÍŽEK et al. 2011) zvolena vyšší hraniční kritéria pro jednotlivé kategorie (slabé – do 0,5 m³/ha; střední – od 0,5 do 3 m³/ha a silné – nad 3 m³/ha). V oblasti VLS Lipník, kde se populace *I.typographus* nacházela dlouhodobě v základním či mírně zvýšeném stavu (viz ČSN 48 1000), byly použity hranice kategorií nižší (slabé – do 0,2 m³; střední – od 0,2 m³ do 1 m³ a silné – nad 1 m³).

Na každé lokalitě bylo připraveno v jarním období 10 stromových lapáků. Série lapáků byly nakáceny směrem do porostu v rozestupech 10 m a byly zakryty větvemi, jak je v provozu obvyklé. V případě VLS Lipník bylo na každé lokalitě připraveno 5 lapáků ve dvou opakováních, a to cca 100 m od sebe, zpravidla na opačné straně lesního porostu či paseky. Lapáky byly exponovány 3 měsíce, po obsazení lýkožroutem smrkovým byl průběžně sledován stupeň vývoje.

Pro studium atributů populace *I.typographus* byly na každém revidovaném kmeni vyznačeny čtyři sekce, dle metodiky GRODZKÉHO (1997). První sekce (I.) byla umístěna ve vzdálenosti 0,5 m od paty stromu, II. sekce v poloviční vzdálenosti mezi patou a začátkem koruny, III. sekce na začátku koruny a IV. sekce ve středu koruny (obr. 1). Každý vzorek představoval pás kůry s šířkou rovnající se polovině obvodu kmene v místě odběru a délkou cca 0,5 m. Jednotlivé pláty kůry byly od kmene odděleny pomocí sekery pokud možno v celistvém páse. Údaje o zjištěných druzích podkorního hmyzu (druh kůrovce a počet jeho rodin na vzorku, stadium vývoje), v případě lýkožrouta smrkového pak i populační parametry (délka matečných chodeb a počet vajíček) byly zaznamenány buď přímo v terénu nebo v laboratoři.

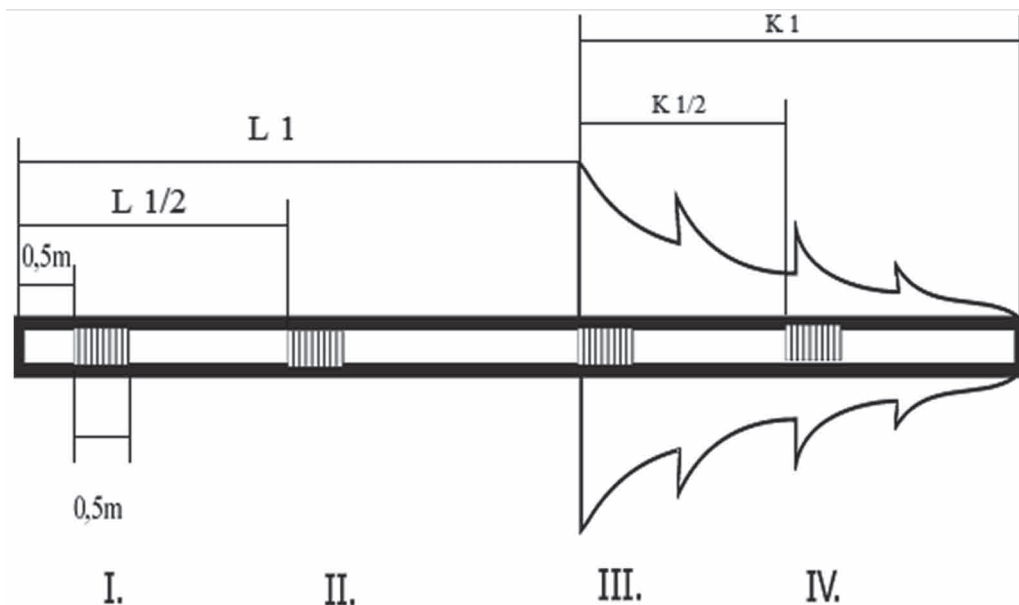
K další analýze byly použity pouze úplné pozerky, které obsahovaly více než 20 vajíček na chodbu a nejstarší larvy v pozerku se nacháze-

ly minimálně ve 3. instaru. Stanovené množství 20 vajíček je spodní hranicí rozsahu vaječné snůšky uváděnou např. PFEFFEREM (1954), stejné množství vajíček je považováno MILLSEM (1986) za minimální počet, u kterého lze považovat mateřský pozerok za kompletní. Nižší množství vajíček může být znakem fyziologicky defektního jedince nebo neobvyklého kladení vlivem parazitace, např. kovověnkou *Tomocobia seitneri* (Ruschka) (SACHTLEBEN 1952) či hlísticemi (*Nematoda*) (RÜHM 1956). Pro eliminaci vlivu interspecifické konkurence byly do analýzy zahrnuty pouze údaje ze sekcí obsazených výhradně druhem *I.typographus*.

Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno pomocí software NCSS 7.1, Statistica 10 a QC Expert 3.1. K ověření normality rozdělení byl použit Shapiro-Wilkův test (HINTZE 2007). Porovnání oblastí, sekcí a populačních parametrů se uskutečnilo pomocí Kruskal-Wallisova testu (K-W), v případě délky chodeb bylo možné použít analýzu rozptylu (ANOVA), resp. vícenásobné porovnávání Tukey-Kramerovým testem. Pro vybrané populační parametry byl metodou nejmenších čtverců vytvořen lineární a vícenásobný regresní model, postupem dle MELOUNA a MILITKÉHO (2004). Pro porovnání oblastí a sekcí byly použity střední hodnoty populačních parametrů příslušné sekce. K tvorbě regresních modelů byly použity střední hodnoty populačních parametrů vyskytujících se při stejné hustotě rodinných pozerků na m². Data nebyla transformována. Vzhledem k tomu, že data neměla normální rozdělení, byl použit Spearmanův korelační koeficient.

VÝSLEDKY

Změřeno bylo celkem 2 942 matečných chodeb lýkožrouta smrkového, střední matečná chodba měla délku 78 mm a zjištěná střední snůška nakladená jednou samičí činila 35 vajíček (viz tab. 2). Hustota obsazení kmene se pohybovala v rozpětí 6 – 330 rodinných pozerků na m². Z hlediska hustoty obsazení kmene se jednotlivé oblasti nelišily (vícenásobné porovnání K-W: DF = 2, N = 397, p > 0,05), avšak



Obr. 1.
Schéma umístění studovaných sekcí na kmeni (podle TURČÁNI et al. 2006)
Fig. 1.
Sampling pattern on the tree trunk (according to TURČÁNI et al. 2006)

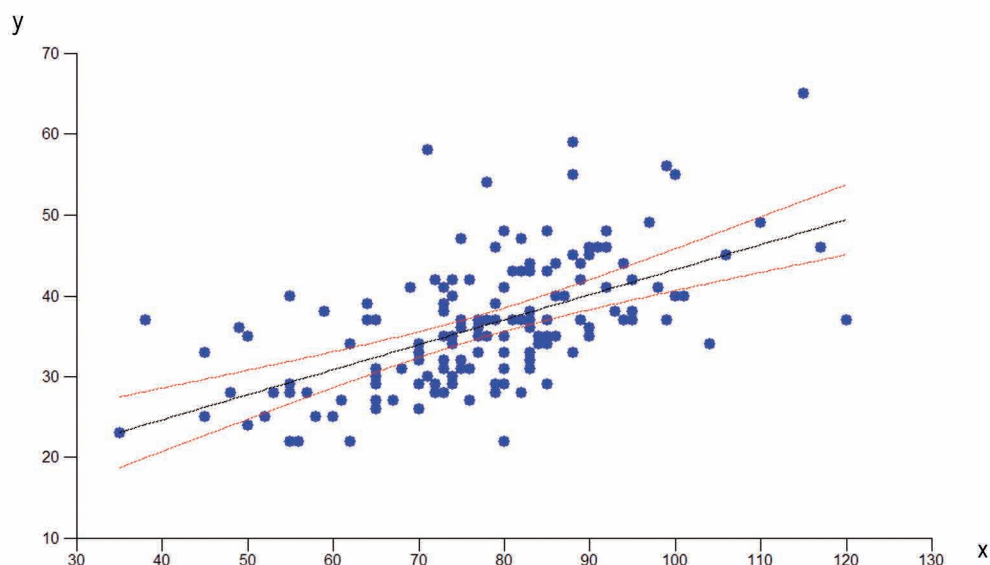
Tab. 2.

Počet rodin na m², nakladených vajíček v chodbě a délky matečných chodeb podle sekci ve studovaných oblastech

Number of families per m², number of eggs deposited per gallery, and length of the maternal gallery as related to study location and trunk section

(VLS Planá - Army Forests and Estates of the Czech Republic division Horní Planá; VLS Lipník - Army Forests and Estates of the Czech Republic division Lipník nad Bečvou; NPŠ - National Park and Protected Landscape Area of Šumava)

Oblast/Area	Sekce/ Section	Počet rodin na m ² / Number of families on m ²			Počet nakladených vajíček/ Number of laid eggs			Délka matečné chodby/ Maternal gallery length		
		median	min	max	median	min	max	median	min	max
NPŠ	I.	56	10	287	32	22	59	81	32	115
	II.	80	11	285	32	21	68	80	42	133
	III.	74	8	238	33	22	63	78	47	135
	IV.	65	10	330	37	22	78	85	40	142
za oblast/for area		68	8	330	33	21	78	80	32	142
VLS Planá	I.	75	7	227	32	22	64	75	46	122
	II.	55	9	141	40	22	72	85	44	128
	III.	66	12	211	38	26	55	90	51	121
	IV.	67	8	196	35	21	60	75	46	135
za oblast/for area		67	7	227	36	21	72	80	44	135
VLS Lipník	I.	87	6	172	37	22	54	67	37	92
	II.	64	10	160	37	24	61	63	49	95
	III.	67	7	113	35	22	65	70	35	108
	IV.	64	22	138	42	21	64	71	23	96
za oblast/for area		72	6	172	38	21	65	70	23	108
Celkem/Total		68	6	330	35	21	78	78	23	142



Obr. 2.

Závislost počtu nakladených vajíček (y) na délce matečné chodby ($y = 12,29 + 0,31 \cdot x$; $R^2 = 0,34$)

Fig. 2.

Relationship between the number of deposited eggs per gallery (y) and the length of the maternal gallery ($y = 12.29 + 0.31 \cdot x$; $R^2 = 0.34$)

v oblasti VLS Lipník byl zaznamenán statisticky významně vyšší počet nakladených vajíček (vícenásobné porovnání K-W: DF = 2, N = 397, $p < 0,01$) a kratší matečné chodby (vícenásobné porovnání Tukey-Kramer: DF = 2, N = 397, $p < 0,001$). Sekce I. – IV. se v hustotě obsazení, počtu vajíček či délce matečné chodby vzájemně nelišily (vícenásobné porovnání K-W: DF = 3, N = 397, $p > 0,05$).

Mezi počtem rodinných požerků na m^2 a množstvím nakladených vajíček byla nalezena statisticky významná negativní korelace (Spearman $R = -0,11$; $p < 0,05$). Přestože délka matečných chodeb nekorelovala s počtem rodinných požerků, byla délka matečné chodby a počet nakladených vajíček na chodbu statisticky významně pozitivně korelován (Spearman $R = 0,57$; $p < 0,05$). Vztah mezi těmito dvěma parametry vykazoval lineární průběh, a proto byla vytvořena regresní rovnice $y = 12,29 + 0,315 \cdot x_1$, kde y je počet vajíček a x_1 délka chodby (variabilita vysvětlená modelem $R^2 = 0,34$; obr. 2). Vztah mezi počtem rodinných požerků na m^2 (x_2) a množstvím nakladených vajíček na chodbu (y) nabýval rovněž lineárního charakteru, s regresní rovnicí $y = 39,62 - 0,03 \cdot x_2$ (variabilita vysvětlená modelem $R^2 = 0,08$; obr. 3). Jelikož počet rodinných požerků na m^2 a délka matečné chodby spolu nekorelovaly, byl splněn předpoklad pro vytvoření vícerozměrného lineárního regresního modelu. Byla nalezena regresní rovnice

$$y = 15,45 + 0,29 \cdot x_1 - 0,02 \cdot x_2$$

s variabilitou vysvětlenou modelem $R^2 = 0,36$; $p < 0,05$.

DISKUSE

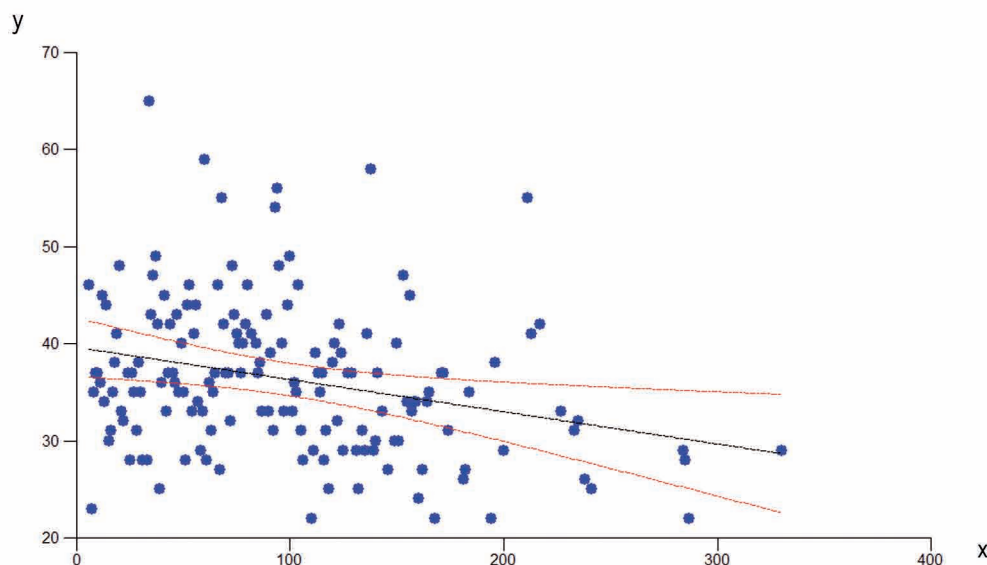
Předkládané výsledky představují 2 942 měření souvisejících populačních parametrů lýkožrouta smrkového *I. typographus* pocházejících ze 122 stromů a 398 vzorků kůry. Svým rozsahem tento soubor mnohonásobně převyšuje základní vstupní data použitá ostatními autory (BOMBOSCH 1954; MARTÍNEK 1956b; THALENHORST 1958; KALANDRA 1960; MARTÍNEK 1961; ŠVIHRA 1973; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). Zjištěný střední počet nakladených vajíček na chodbu (35) je

proti očekávání nižší (cf. PFEFFER 1954) a pohybuje se ve spodní části rozpětí uváděného i ostatními autory (THALENHORST 1958; ZUMR 1995). Maximální střední hodnoty nepřesahují 80 vajíček uváděných WERMELINGEREM (2004), avšak jednotlivé měřené snůšky tuto hranici v některých případech překračovaly. Zjištěná střední délka chodby (78 mm) byla poněkud vyšší než uvádí HEDGREN a SCHROEDER (2004).

Zachycené rozpětí hustoty obsazení kmene na hodnocených vzorcích (6 – 330 rodin na m^2) je relativně nízké. Za optimální denzitu považuje WERMELINGER (2004) zhruba 500 matečných chodeb na m^2 , tzn. 250 rodin na m^2 při průměrně dvou matečných chodbách na požerek. Zaznamenaný medián počtu rodin na m^2 (68) pak jednoznačně ukazuje na vyšší četnost vzorků slabě napadených. Do kategorie nízkého stupně obsazení je nutné zařadit hodnocené údaje i při použití maximálních denzit podle MARTÍNKA (1956a).

Slabší obsazení pokusných kmenů se zřejmě odrazilo i na méně těsném vztahu mezi počtem rodinných požerků na m^2 a počtem nakladených vajíček. Díky absenci vyšších populačních hustot měla křivka spíše lineární charakter, ačkoliv lze předpokládat její konkávní tvar. Značná rozkolísanost počtu kladených vajíček při stejné hustotě vede k úvahám o výrazné roli kvality substrátu, zejména v případě stromových lapáků. Délka matečné chodby nebyla na hustotě závislá, což není v přímém rozporu se závěry jiných autorů, jelikož tento vztah nebyl shledán v žádné z dostupných výzkumných prací příliš těsný (cf. ANDERBRANT 1990).

Positivní korelace mezi délkou matečné chodby a počtem nakladených vajíček vytvořená z širšího základního souboru měření nebyla tak těsná jako v případě ANDERBRANTA (1990), jehož rovnicí bylo vysvětleno 76 % variability. Mezi oběma rovnicemi je základní rozdíl v pozici absolutního členu, kdy ve vztahu prezentovaném v tomto příspěvku představuje 12,29 minimální vzdálenost v mm, která je nutná k poklacení 20 vajíček. Při použití stejných vstupních dat dává rovnice podle ANDERBRANTA (1990) poněkud vyšší počet nakladených vajíček (medián reziduí 4 vajíčka).



Obr. 3.

Závislost počtu nakladených vajíček v chodbě (y) na hustotě rodinných požerků ($y = 39,62 - 0,03 \cdot x$; $R^2 = 0,08$)

Fig. 3.

Relationship between the number of eggs deposited per gallery (y) and density of families in the trunk ($y = 12,29 + 0,31 \cdot x$; $R^2 = 0,34$)

Vícenásobný lineární regresní model, zahrnující kromě délky matečné chodby i hustotu obsazení kmene, vykazuje na základě koeficientu determinace (R^2) relativně nejlepší schopnost v predikci množství nakladených vajíček. Charakterem podobný vztah THALENHORSTA (1958) příkládá větší váhu hustotě obsazení kmene. Aplikace tohoto vztahu na naše experimentální data, při zachování THALENHORSTEM (1958) navrhovaným rozpětím hodnot koeficientu rušení 2,7 – 3,1 a zamýšlené produkce 35 – 50, vedla k nižším počtům nakladených vajíček. Model dle THALENHORSTA (1958) by při minimalizaci čtverců odchylek nabýval pro námi získaná data koeficientu rušení 1,3 a zamýšlené produkce 40 vajíček. Takto nízký koeficient rušení znovu ukazuje na převažující slabé obsazení kmenů zastoupených v experimentu.

Díky absenci vyšších populačních hustot měla křivka spíše lineární charakter. Značná rozkolísanost počtu kladených vajíček při stejné hustotě vede k úvahám o výrazné roli kvality substrátu, zejména v případě stromových lapáků. Na základě získaných údajů můžeme konstatovat, že počet vajíček mírně klesá s denzitou i při relativně nižších hustotách obsazení kmene, avšak je třeba si uvědomit, že počet vyvíjejících se jedinců pod kůrou více obsazených kmenů roste.

Poděkování:

Príspevek vznikl jako součást řešení výzkumného projektu NAZV QH81136.

LITERATURA

- ANDERBRANT O. 1990. Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. *Ecological Entomology*, 15: 1-8.
- ANDERBRANT O., SCHLYTER F., BIRGERSSON G. 1985. Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*, 45: 89-98.
- BERRYMAN A. A. 1974. Dynamics of bark beetle populations: towards a general productivity model. *Environmental Entomology*, 4: 579-585.
- BOMBOSCH S. 1954. Zur Epidemiologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). In: Wellenstein G. (ed.): Die Grosse Borkenkalamitat in Sudwestdeutschland 1944-1951. Ringingen, Forstschutzstelle Sudwest: 239-283.
- DEJONG M. C. M., GRIJPM A. P. 1986. Competition between larvae of *Ips typographus*. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 41: 121-133.
- GRODZKI W. 1997. Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In: Grégoire J. C. et al. (eds.): Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pest. Proceedings. Vallombrosa, Italy, 1.-3. Sep 1996. Radnor, USDA Forest Service General technical report NE 236: 105-111.
- HEDGREN P. O., SCHROEDER L. M. 2004. Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology Management*, 203: 241-250.
- HINTZE J. L. 2007. NCSS Help System. Kaysville, NCSS: 2823 s.
- KALANDRA A. 1960. Příspěvek ke gradologii kůrovce smrkového *Ips typographus* L. *Lesnictví*, 33: 345-364.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R. 2011. Mass outbreak of *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Šumava National Park. In: Delb H., Pontuali S. (eds.): Biotic risks and climate change in forests. Proceedings. 10th IUFRO Workshop of WP 7.03.10 "Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe". Freiburg, Germany September 20-23, 2010. Freiburg, Forstlicher Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg: 75-79. Berichte, Heft 89.
- MARTÍNEK V. 1956a. Číselné vyjádření hustoty náletu kůrovce *Ips typographus* L. na kmenech při přemnožení. *Lesnictví*, 29: 411-425.
- MARTÍNEK V. 1956b. Příspěvek k osvětlení problému sesterského pokolení u kůrovce *Ips typographus* L. *Lesnictví*, 29: 615-643.
- MARTÍNEK V. 1961. Problém natality a gradace kůrovce *Ips typographus* L. ve střední Evropě. *Rozpravy ČSAV*, 71: 77 s.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2004. Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 953 s.
- MILLS N. J. 1986. A preliminary analysis of the dynamics of within tree population of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera:Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 102: 402-416.
- PFEFFER A. 1954. Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu. Praha, SZN: 46 s.
- RAFFA K. F., BERRYMAN A. A. 1983. The role of host plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Ecological Monographs*, 53: 27-49.
- RÜHM M. 1956. Die Nematoden der Ipiden. *Parasitologische Schriftenreihe*, 6: 1-437.
- SACHTLEBEN H. 1952. Die parasitischen Hymenopteren des Fichtenborkenkafer *Ips typographus* L. *Beitrage zur Entomologie*, 2: 137-189.
- SKUHRAVÝ V. 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha, Agrospoj: 196 s.
- ŠVIHRA P. 1973. K populačnej dynamike lýkožrúta smrekového *Ips typographus* L. v oblasti Horehronia. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*: 229-258
- THALENHORST W. 1958. Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. Frankfurt, Sauerländer: 126 s.
- TURČÁNI M., VAKULA, J., HLÁSNY T. 2006. Analýza populácií podkôrnych škodcov na Kysuciach, prognóza ďalšieho vývoja a rámcový návrh opatrení In: Kunca A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2006. Zborník referátov z medzinárodného seminára. 6.-7. apríla 2006, Banská Štiavnica. Zvolen, Lesnícky výzkumný ústav: 84-93.
- WAINHOUSE D. 2005. *Ecological methods in forest pest management*. Oxford University Press: 228 s.
- WERMELINGER B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology Management*, 202: 67-82.
- ZUMR V. 1995. Lýkožrout smrkový – biologie prevence a metody boje. Písek, Matice lesnická: 131 s.
- ČSN 48 1000. Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku.

NUMBER OF EGGS LAID BY THE SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) ON TRAP TREES: INFLUENCE OF SELECTED FACTORS

SUMMARY

In the current study, *I. typographus* egg numbers per gallery, family numbers per m², and maternal gallery lengths were determined for four sections on each surveyed trunk of tree species (*Picea abies* /L./ Karst.); sections were designated according to GRODZKI (1997). Section I was located 0.5 m from the soil surface (Fig. 1). Section II was located halfway between the soil surface and the bottom of the canopy. Section III was located at the base of the canopy, and section IV in the middle of the canopy. Each sample was represented by a strip of bark that was about 0.5 m long and whose width was equivalent to half of the trunk perimeter at the section. The individual bark strips were separated from the tree with an axe and were kept intact if possible. Only "complete" galleries that contained > 20 eggs and in which the oldest larvae was at least in the 3rd instar were used for further analysis.

The *I. typographus* data consisted of 2942 determinations of interconnected population parameters collected from 122 trees and 398 bark samples. This data set is substantially larger than that collected and used by other authors (BOMBOSCH 1954; MARTÍNEK 1956b; THALENHORST 1958; KALANDRA 1960; MARTÍNEK 1961; ŠVIHRA 1973; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). The mean number of eggs per gallery 35 (Fig. 2) was lower than expected based on PFEFFER (1954) or near the minimum reported by other authors (THALENHORST 1958; ZUMR 1995). The mean length of galleries in the current study was 78 mm which was somewhat longer than that mentioned by HEDGREN, SCHROEDER (2004).

The number of families per m² ranged from 6 to 330 (Tab. 2) which is lower than in other reports. The median number of families per m² in the current study (68) indicates a high frequency of samples with low levels of infestation.

The number of family galleries per m² was negatively correlated ($R = 0.11$; $p < 0.05$) with the number of eggs per gallery. Although the length of the maternal galleries was not correlated with the number of family galleries, the length of the maternal galleries was positively correlated with the number of eggs per gallery ($R = 0.57$; $p < 0.05$). The relationship between the parameters was linear and was described by the regression equation $y = 12.29 + 0.315 \cdot x_1$ (y = number of eggs per gallery; x_1 = gallery length) with an R^2 of 0.34 (Fig. 2). The relationship between the number of family galleries per m² (x_2) and the number of eggs per gallery (y) was also linear and was described by the regression equation $y = 39.62 - 0.03 \cdot x_2$ with an R^2 of 0.08 (Fig. 3). Because the number of family galleries per m² was not correlated with the length of maternal galleries, a multidimensional linear regression model was used. The regression equation was $y = 15.45 + 0.29 \cdot x_1 - 0.02 \cdot x_2$; and the model R^2 was 0.36.

The low level of infestation apparently resulted in the weak relationship between the number of family galleries per m² and the number of deposited eggs per gallery (Fig. 3). Owing to the absence of the higher population densities, the curve tended to be linear, although a concave shape can be assumed. The considerable variability in the number of eggs deposited per gallery the same family density suggests a significant effect of substratum quality, especially in the case of the trap trees. The length of the maternal gallery was not dependent on the density, a finding that does not directly contradict the observations of other authors; this relationship was not found to be close in any publication (cf. ANDERBRANT 1990). Based on the relatively high determination coefficient ($R^2 = 0.36$), the number of eggs deposited per female was well described by a multivariate linear regression model that included maternal gallery length and also the number of families per m² of trunk.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 602 351 908; e-mail: holusaj@seznam.cz; holusa@vulhm.cz