

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Rychlost vývoje u lýkožrouta severského, *Ips duplicatus* (Sahlberg)**

Bakalářská práce

**Jana Hodanová**

Školitel: RNDr. Petr Doležal Ph.D.

České Budějovice 2018

**Bibliografické údaje:**

Hodanová, J. (2018): Rychlost vývoje u lýkožrouta severského, *Ips duplicatus* (Sahlberg). [Developmental rate of northern bark beetle, *Ips duplicatus* (Sahlberg). Bc. Thesis, in Czech.] – 42 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

**Anotace:**

Cílem této práce je zjistit teplotní závislost rychlosti vývoje jednotlivých vývojových stádií lýkožrouta severského (*Ips duplicatus*) a porovnat zjištěné údaje s dříve publikovanými informacemi pro lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*).

**Klíčová slova:**

Lýkožrout severský, *Ips duplicatus*, rychlost vývoje, teplota

**Annotation:**

The thesis deals with characterization of temperature dependence of developmental rate of northern bark beetle (*Ips duplicatus*) and comparison to the previously published data about the spruce bark beetle (*Ips typographus*).

**Keywords:**

Northern bark beetle, *Ips duplicatus*, developmental rate, temperature

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. Zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku mé kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Jana Hodanová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala svému školiteli RNDr. Petru Doležalovi Ph.D. za trpělivost při psaní mé bakalářské práce, za jeho cenné rady a hlavně za možnost účastnit se tohoto výzkumu. Dále chci poděkovat všem svým blízkým za podporu a trpělivost při studiu.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	1
1.1. Kůrovcovití .....	1
1.1.1. Lýkožrout severský .....	3
1.1.1.1. Historie výskytu.....	3
1.1.1.2. Morfologie .....	4
1.1.1.3. Životní cyklus .....	6
1.1.1.4. Požerky .....	8
1.1.1.5. Diapauza .....	9
1.1.1.6. Prevence a obrana.....	10
1.1.1.7. Přirození nepřátelé.....	13
<b>2. Cíle práce</b> .....	14
<b>3. Materiál a metody</b> .....	15
3.1. Pokusný hmyz a chov v inšektáriu .....	15
3.2. Sendvičová metoda chovu lýkožrouta severského .....	16
3.3. Statistické hodnocení výsledků .....	21
<b>4. Výsledky</b> .....	22
4.1. Rychlost vývoje lýkožrouta severského .....	22
4.2. Porovnání rychlosti vývoje lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového.....	25
<b>5. Diskuze</b> .....	29
<b>6. Závěr</b> .....	31
<b>7. Použitá literatura</b> .....	32

# 1. Úvod

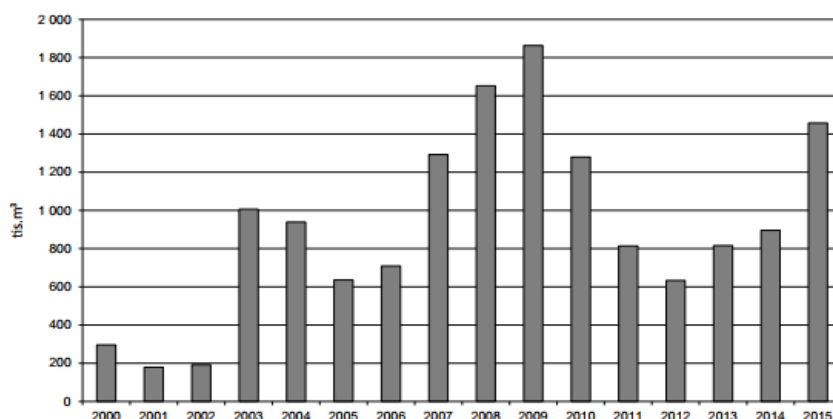
## 1.1. Kůrovcovití

Kůrovcovití jsou zástupci řádu brouků (Coleoptera) patřící do čeledi nosatcovitých (Curculionidae) a podčeledi kůrovcovitých (Scolytinae). Zástupci této skupiny se řadí mezi kambiofágní hmyz, jehož životní cyklus je pevně vázán na hostitelské dřeviny, které svým vývojem v lýku poškozují (Voroncov a Červinková, 1986). Při vykusování chodeb, tzv. požerků, brouci a následně i larvy narušují lýko, v němž se nacházejí vodivá pletiva (Modlinger, Liška a Knížek, 2015). V důsledku jejich narušení dochází k omezení transportu vody a v ní se nacházejících anorganických a organických látek (Votrubová, 2011), což má za následek odumírání stromů a znehodnocování dřeva (Pfeffer, 1955). Kůrovcovití jsou většinou považováni za tzv. sekundární škůdce, jelikož napadají již poškozené, nemocné či jinak stresované stromy. Při přemnožení se však mohou stát i primárním faktorem odumírání porostů a způsobit celkový rozpad lesního společenstva (Rodríguez, Cognato a Righi, 2017). Několik druhů je proto považováno za významné škůdce převážně jednodruhových jehličnatých lesních porostů (Modlinger, Liška a Knížek, 2015). V České republice se vyskytuje 111 druhů kůrovcovitých (Pfeffer, 1989). Tyto druhy lze rozdělit do tří skupin lišících se výběrem hostitelské rostliny. Do první skupiny patří druhy monofágní, specializované výhradně na jeden druh hostitelské rostliny. Do druhé skupiny patří druhy oligofágní, které nejsou výhradně specializované na jeden druh hostitelské rostliny, ale na skupinu druhů rostlin stejného rodu (vyhranění oligofágové) nebo na skupiny příbuzných rodů rostlin (nevyhranění oligofágové). Do třetí skupiny patří druhy polyfágní, kteří se nespécializují na žádný určitý druh, rod, či příbuzné rody hostitelských rostlin (Pfeffer, 1955).

V České republice se vyskytuje více než 30 druhů kůrovcovitých vázaných svým životním cyklem na smrky a více než 40 druhů vázaných na borovici. Nejčastějšími zástupci kůrovců žijících na smrcích jsou lýkožrout smrkový (*Ips typhographus*), lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) a lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*). Nejvýznamnějšími druhy žijícími na borovicích jsou lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*) a lýkohub menší (*Tomicus minor*) (Modlinger, Liška a Knížek, 2015).

Kůrovcových kalamit bylo v České republice zaznamenáno několik. První kůrovcové kalamity jsou datovány v letech 1821 a 1833, ty vznikly v důsledku větrných smrštů. V následujících letech 1834 až 1839 probíhala další kůrovcová kalamita, která byla však

šestinásobně větší. Za první velkou kůrovcovou kalamitu je považována kalamita probíhající v letech 1868 až 1878. Důvodem vzniku této kalamity byly orkány v prosinci roku 1868 a v říjnu 1870. Polomy po orkánech se nepodařilo rychle zpracovat, což mělo za následek vznik kůrovcové kalamity, která vrcholila v letech 1874 až 1875. Lokální kalamita se v Jižních Čechách v okolí Nových Hradů rozvinula v roce 1920. Byla také zapříčiněna silným větrem a tvorbou polomů. Kalamita, která postihla Šumavu, Krkonoše, Orlické hory, Šumavské hory, Doupovské hory, Český les a okolí Mariánských lázní probíhala v letech 1945 až 1952. Je uváděno, že bylo vytěženo přibližně 2,3 mil. m<sup>3</sup> dřeva napadeného lýkožroutem smrkovým. V severovýchodních Čechách probíhala kůrovcová kalamita v letech 1962 až 1967, která byla způsobena vichřicí. Na polomech se v padlých stromech lýkožrouti rychle množili. Zajímavé je, že největší namnožení lýkožroutů v oblasti česko-polských hranic nebylo zaznamenáno na polomech způsobených vichřicí, ale v oblastech oslabených imisemi z elektráren, které se nacházely na území Německa a Polska. Další kalamita probíhala v letech 1983 až 1988. K rozvinutí této kalamity přispěly povětrnostní vlivy, sucho, podcenění možnosti přemnožení lýkožroutů, tudíž neprovedení protiopatření, a vichřice v roce 1984. Kůrovcová kalamita začínající v roce 1990 a ustupující v roce 2000, byla zapříčiněna obdobím několika let s vysokými teplotami, které převyšovaly dlouhodobý teplotní průměr, a vichřicemi v roce 1991. V letech 1994 až 1995 bylo zaznamenáno přemnožení lýkožrouta severského hlavně na severní Moravě (Skuhrový, 2002). K dalšímu velkému namnožení lýkožrouta smrkového došlo v letech 2007 až 2010. Důvodem byla změna managementu, která měla za následek znemožnění zásahu na některých místech napadených lýkožroutem, a také orkán nesoucí název Kyril, který zasáhl Českou republiku v lednu 2007 (Zahradník, 2015). V České republice v současné době probíhá další kůrovcová kalamita. To ukazují data, která evidují množství dříví napadeného kůrovcem. V roce 2013 a 2014 bylo zaznamenáno okolo 0,9 mil. m<sup>3</sup> dřeva napadeného kůrovcem. O rok později, v roce 2015, byl zaznamenán razantní nárůst kůrovcem napadeného dřeva, a to na 1,5 mil. m<sup>3</sup>. Většina z tohoto množství jsou smrky napadené lýkožroutem smrkovým, lýkožroutem lesklým, lýkožroutem menším a lýkožroutem severským, který je významným škůdcem smrkových dřevin ve Slezsku a na severní a střední Moravě. Na Obr. 1 můžeme vidět množství lýkožroutem napadeného smrkového dříví v České republice v letech 2000 až 2015 (Liška, Knížek, Lubojacký a Modlinger, 2016).



Obr. 1: Smrkové dříví napadené kůrovci v letech 2000 až 2015 (Liška, Knížek, Lubojacký a Modlinger, 2016).

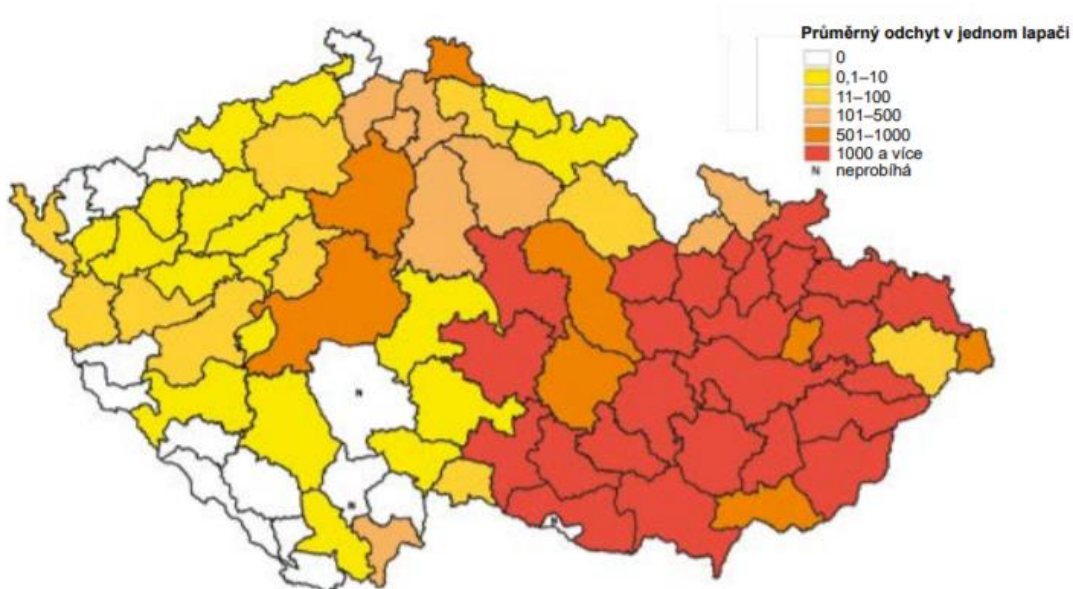
## 1.1.1. Lýkožrout severský

### 1.1.1.1. Historie výskytu

Lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) je zástupce řádu brouků (Coleoptera) a podčeledi kůrovcovitých (Scolytinae). V České republice najdeme jen 6 zástupců rodu lýkožrout (*Ips*). Tento druh pochází z východoevropských a sibiřských tajg, rozprostírajících se v pásu od Švédska po ruský ostrov Sachalin, ale byl znám i v oblasti Alp. První nálezy v České republice jsou datovány ve 20. letech 20. století. Nejbližší oblastí hromadného rozšíření lýkožrouta severského v této době byla oblast Bialověže. Rozšíření druhu mimo původní areál je přičítáno na vrub hospodářské činnosti člověka, zejména vlivem výsadby smrku na nepůvodní stanoviště, globální změně klimatu a transportu dřeva. Lýkožrout severský se, oproti jiným kůrovcům v Evropě, v minulosti neprojevoval jako druh působící významnější hospodářské škody. Byla evidována jen relativně malá území, na kterých tento druh vytvářel početné populace, které by mohly ohrožovat lokální lesní společenstva. Tato území se nacházela například v oblasti výše zmíněné Bialověže na východě Polska. První zmínky o objevení lýkožrouta severského na našem území jsou z oblasti horního Slezska. V současné době je rozšířen po celé České republice, nicméně největšími ohnisky výskytu zůstávají severní Morava a Slezsko, kde je považován za původce většiny hospodářských škod. Nejčastěji obývá lesy v nadmořské výšce okolo 600 m n. m. a níže (Knížek a Holuša, 2007). Na



Slovensku je nacházen i v oblastech v nadmořské výšce okolo 1000 m n. m. (Vakula, Gubka, Zúbrik a Kunca, 2011). Na Obr. 2 můžeme vidět výskyt lýkožrouta severského v České republice v roce 2016.

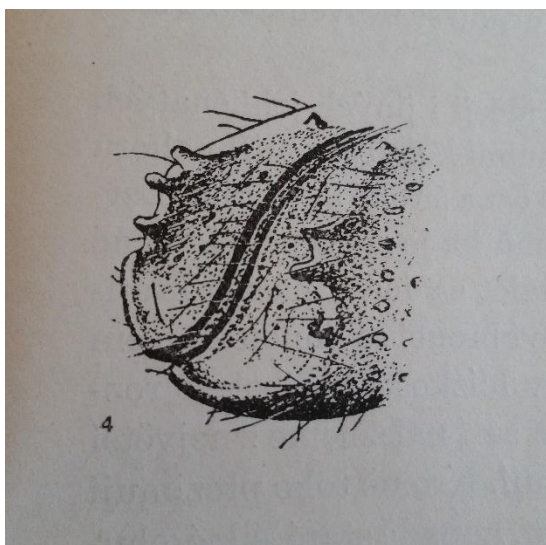


Obr. 2: Výskyt lýkožrouta severského v roce 2016 dle dat získaných z feromonových lapačů (Lubojacký, Knížek a Zahradník, 2017).

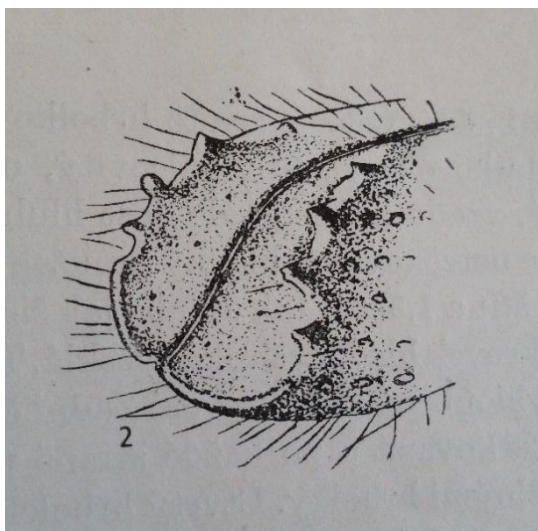
#### 1.1.1.2. Morfologie

Dospělý jedinec je černohnědé lesklé barvy a válcovitého tvaru. Dorůstá velikosti okolo 2,8 až 4,5 mm. Od lýkožrouta smrkového ho lze rozeznat díky menší velikosti a subtilnější stavbě těla a odlišným zubům na krovkách. Po celém těle se nachází jemné, ale dlouhé ochlupení (Knížek a Holuša, 2007). Celé tělo je pokryto drobnými tečkami, které jsou na krovkách uspořádány do řádků. Švy na tykadlové paličce jsou lomené (Pfeffer, 1955). Krovky jsou válcovitého tvaru se zkosením na koncích. Tato zkosená část je, oproti ostatním částem těla, lesklá a na každé straně nese 4 zuby. Na zubech je dobře viditelný pohlavní dimorfismus. Samice mají všechny zuby na krovkách stejně velké, oproti tomu samci se vyznačují širokým třetím zubem, dva horní zuby a spodní zub jsou u samců znatelně menší (Knížek a Holuša, 2007). Vzdálenost mezi zuby není stejná. Největší vzdálenost je mezi prvním a druhým zubem, následující rozestupy jsou o polovinu menší (Pfeffer, 1955). Při pohledu na zuby lýkožrouta severského lze vidět typický dvojzub, který je tvořen z druhého a

třetího zubu (viz Obr. 3) (Holuša, Voigtová, Kula, Křístek, 2006). V rozložení zubů na krovkách lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového jsou také viditelné rozdíly. Vzdálenosti zubů jsou u lýkožrouta smrkového všechny stejné a rozdílná je velikost zubů. Nejvýše položený první zub lýkožrouta smrkového na krovkách je nejmenší, druhý zub je u svého kořene mírně zvětšený, třetí zub je největší a poslední, čtvrtý, zub nabývá opět menší velikosti, oproti tomu zuby na krovkách samice lýkožrouta severského jsou všechny stejně veliké a samec má odlišný pouze třetí zub, viz výše (Pfeffer, 1955). Rozdíly ve velikosti zubů jsou viditelné na Obr. 3 a Obr. 4.



Obr. 3: Obrázek zubů na krovkách lýkožrouta severského (Pfeffer, 1955).



Obr. 4: Obrázek zubů na krovkách lýkožrouta smrkového (Pfeffer, 1955).

Vajíčka jsou oválného tvaru, přibližně 0,7 mm dlouhá. Vyznačují se bílou lesklou barvou. Larvy jsou taktéž oválného tvaru, ale viditelně rohlíčkovitě zahnuté. Jejich tělo je bělavé barvy, s výjimkou silně chitinizované hnědé hlavy a tmavě prosvítajícího střeva. Larvy prochází třemi instary, přičemž ve třetím instaru dorůstají délky okolo 4,5 až 5,5 mm. Kukla je též bělavá, přibližně 5 mm dlouhá a jsou na ní již viditelné všechny vnější orgány, jako jsou tykadla, nohy, krovky apod., které můžeme pozorovat u dospělých jedinců. Na zadečku jsou pak identifikovatelné dva krátké trny (Zahradník, 2004).



Obr. 5: Lýkožrout severský (autoři Miloš Knížek a Jan Zahradník).

### 1.1.1.3. Životní cyklus

V klimatických podmínkách střední Evropy může mít lýkožrout severský jednu až tři generace ročně (Knížek a Holuša, 2007). Počet generací přímo závisí na abiotických podmínkách (především teplotě) daného roku. Například v roce 2015, který byl charakteristický vysokými teplotami a malým množstvím srážek, došlo k masivní gradaci lýkožroutů na celém území ČR (Zahradník a Knížek, 2016). Data získaná z internetových stránek Českého hydrometeorologického ústavu dokládají zvýšení průměrných ročních teplot a naopak snížení srážkového úhrnu oproti průměrným hodnotám z let 1961 až 1990. Průměrná roční teplota v letech 1961 až 1990 byla 7,5 °C, v roce 2015 se tato teplota zvedla na 9,4 °C. Roční srážkový úhrn v roce 2015 se snížil o 142 mm oproti průměrnému srážkovému úhrnu

v letech 1961 až 1990, který činil 674 mm srážek ročně (Český hydrometeorologický ústav). Sucho představuje problém i z hlediska obranyschopnosti stromů. Při dlouhodobém či opakovaném suchu strom uzavře průduchy, čímž omezí transpiraci a veškerou vodu využívá pro své přežití, nemá tedy dostatek zdrojů, aby mohl produkovat takové množství smůly, kterou by zalil nalétávající lýkožrouty, při dlouhodobém suchu dokonce klesá i počet samotných pryskyřičných kanálků (Šrámek, Vejpustková, Buriánek, Fabiánek a Fadrhonsová, 2016).

Jarní rojení, během něž vyletují brouci, kteří úspěšně přezimovali, probíhá nejčastěji v květnu, ale pokud jsou vhodné klimatické podmínky, může probíhat již na přelomu dubna a května. Druhé rojení, často označované jako rojení dceřiné či letní, pak probíhá v první polovině července. Ve velmi příznivých podmínkách lze pozorovat i třetí rojení, během něž vyletuje jen část čerstvě vyvinutých jedinců, které probíhá nejčastěji v druhé polovině srpna (Knížek a Holuša, 2007). Typickým znakem mnoha druhů lýkožroutů je tzv. sesterské rojení. Bylo zjištěno, že samice po prvním kladení vajíček, dělá tzv. regenerační žír, při kterém obnoví své zásoby energie a vytvoří nová vajíčka, tzv. sesterské pokolení, která bez nutnosti dalšího oplození naklade při druhém kladení (Martínek, 1955). Sesterská pokolení zakládá samice na původních hostitelských stromech, do kterých nakladla první vajíčka, nebo přeletí na jiný vhodný hostitelský strom (Davidková a Doležal, 2017). Sesterská pokolení jsou velkým hospodářským problémem, jelikož je samice schopná vyprodukovat až dvakrát více vajíček než při normálním kladení (Martínek, 1998).

Tepelné podmínky jsou důležité i pro letovou aktivitu lýkožroutů. Hlavním faktorem, který omezuje letovou činnost lýkožroutů, je teplota vzduchu. Data byla získána z lapačů založených na vábení brouků prostřednictvím feromonů. Součástí lapače byla také meteorologická stanice pro zaznamenání teploty vzduchu. Výsledky ukázaly, že lýkožrout smrkový nelétá, pokud teplota klesne pod 16,5 °C (Lobinger, 1994). Horní teplotní hranice byla stanovena na 39 °C (Wermelinger a Seifert, 1998).

Samci nalétávají do oslabených stojících stromů a v lýku vytváří tzv. snubní komůrku. Vylučováním feromonu složeného z E-myrcenolu a ipsdienolu nalákají do snubní komůrky jednu až několik samic, se kterými se spáří. Samice po spáření začnou vyžírat matečné chodby, do kterých po jejich stranách nakladou vajíčka (Doležal a Sehnal, 2007; Holuša, Knížek, 2007). Vývoj vajíčka trvá jeden až dva týdny. Larvální vývoj trvá dva až tři týdny. Dospělý jedinec se z kukly líhne přibližně za sedm dní. Brouci, kteří dokončili vývoj, dosáhnou pohlavní dospělosti až po období intenzivního, tzv. zralostního, žíru (Holuša a Knížek, 2007). Po tomto období vyletují a vyhledávají další hostitelský strom, ve kterém by se mohli

rozmnožit. Lýkožrouti severští zimují pod kůrou v paždí větví napadených stromů, nebo v hrabance v jejich blízkosti (Mrkva, 1995).

#### **1.1.1.4. Požerky**

Požerky lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového se mohou zdát na první pohled totožné. To může být jeden z hlavních důvodů, proč byl lýkožrout severský v České republice objeven až v první polovině dvacátého století. Lesníci se mohli v mnoha případech domnívat, že se jedná o lýkožrouta smrkového. Při bližším pozorování požerků jsou však viditelné jisté rozdíly. Velikost těla těchto dvou lýkožroutů se odráží i na velikosti požerků a chodeb (Mrkva, 1994). To dokazují velikosti a délky matečných chodeb těchto dvou druhů. Matečné chodby, což jsou rovnoběžně orientované chodby vzhledem k ose kmene, které vyžírá samice a na jejichž okraje klade vajíčka, jsou u lýkožrouta severského okolo 4 až 6 cm dlouhé a 2 mm široké, oproti tomu matečné chodby lýkožrouta smrkového jsou obvykle 6 až 12 cm dlouhé a 3 mm široké. Rozdíly v počtu ramen požerků jsou však minimální. Další viditelný rozdíl je v počtu a délce larvových chodeb. Lýkožrout severský má méně larvových chodeb, protože klade méně vajíček, a jejich délka se pohybuje od 3 do 5 cm. Lýkožrout smrkový má larvové chodby v průměru o 1 cm delší. Na požercích obou druhů lze sledovat také několik otvorů: závrtové otvory, kterými se dospělec dostal přes kůru stromu k lýku, a také větrací a výletové otvory. Tyto otvory jsou výrazně menší než u lýkožrouta smrkového. Lokalizace závrtových otvorů je v centru požerku, kde také vzniká tzv. snubní komůrka, která slouží k páření (Knížek a Holuša, 2007, Zahradník a Geráková, 2010). Na Obr. 6 a Obr. 7 lze pozorovat výše uvedené odlišnosti v požercích lýkožrouta smrkového a lýkožrouta severského.



Obr. 6: Foto požerku lýkožrouta severského (autor Jan Liška).



Obr. 7: Foto požerku lýkožrouta smrkového (autor Miloš Knížek).

#### 1.1.1.5. Diapauza

U lýkožroutů dochází k procesu tzv. diapauzy, díky které mohou lýkožrouti přežít nepříznivé podmínky (Andrewartha, 1952). Diapauza je složitý proces skládající se z několika fází. (Košťál, 2006). Hlavními znaky tohoto klidového stavu jsou: pozastavení reprodukce, potlačení metabolismu a zvýšená odolnost proti nepříznivým podmínkám (Schebeck, Hansen, Schopf a spol., 2017). Nejdůležitějším faktorem nástupu diapauzy je fotoperioda. Se zkracováním délky dne se brouci přestávají množit a přechází do diapauzy (Schopf, 1985). Její průběh se může lišit mezi druhy i v rámci jednoho druhu, například díky odlišné geografické poloze a tedy jiným podmínkám prostředí (Schebeck, Hansen, Schopf a spol., 2017). Diapauza začíná přibližně v polovině srpna, kdy se délka dne pohybuje okolo patnácti

hodin. V tomto období se brouci přestávají rozmnožovat, ale vývoj nedospělých stádií nadále probíhá. Teplé zimy umožňují dokončení vývoje významného procenta populace (Doležal a Sehnal, 2007). Proces diapauzy končí v prosinci, ale brouci zůstávají nadále neaktivní díky nepříznivým podmínkám, až do zvýšení teplot na jaře (Davidková a Doležal, 2017). Průběh diapauzy je popsán několika autory u lýkožrouta smrkového, lýkožrout severský je prostudován podstatně méně a nelze tedy srovnat rozdíly v diapauze mezi těmito dvěma druhy.

#### **1.1.1.6. Prevence a obrana**

V oblasti střední Evropy napadá lýkožrout severský horní patra smrku ztepilého (*Picea abies*), nejčastěji koruny a části stromů do cca 20 cm tloušťky. V malé míře napadá i jiné jehličnaté stromy, jako jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice sibiřská (*Pinus sibirica*), borovice korejská (*Pinus koraiensis*), modřín sibiřský (*Larix sibirica*), modřín dahurský (*Larix dahurica*), výjimečně také jedle a jalovce (Mrkva, 1994). Napadá oslabené stojící stromy okolo 40 až 80 let věku. Do pokácených stromů většinou nenalétává. Oproti lýkožroutu smrkovému nevytváří kůrovcová ohniska, nýbrž nalétá do stromů různě rozprostřených v porostu. Napadené stromy, ze kterých brouk již odletěl, poznáme dle dvou základních znaků. Podle barvy jehlic v koruně stromu, která je u těchto stromů hnědá až šedá, a také podle kůry opadávající z korunních částí stromu (Zahradník, 2004). Jedinou možností jak lze poznat nedávno napadený strom, ve kterém se lýkožrout stále nachází, je vyhledávání tzv. drtinek, tedy pilin, které se nachází okolo napadeného stromu (Mrkva, 1995). Tyto stromy by měly být pokáceny a odvezeny ke zpracování, než brouci strom opustí a naletí do dalších. Prevence a obrana proti tomuto druhu má více možností.

Chemická obrana je velice finančně náročná, důvodem je pracnost, potřeba technického vybavení a nákup chemických látek samotných. Lze využívat jen povolené chemické látky, které jsou uvedeny v „Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin“ či v „Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa“. Při provádění chemické asanace je vždy třeba aplikovat postřík na celý povrch stromu. Postřík musí následně zaschnout, nelze proto aplikaci uskutečnit před deštěm či po něm. Asanaci lze provádět ihned po náletu prvních rodičovských brouků, kterým lze postříkem znemožnit založení sesterského pokolení. Poslední postříky se provádí nejpozději v době, kdy se v požercích začínají vyvíjet kukly, nebo jsou již nalezeni žlutí brouci. Insekticidy nejsou určeny na hubení všech vývojových stádií,

nýbrž na dospělé jedince, kteří se kontaminují insekticidem při vyžírání výletových otvorů v kůře, nepůsobí tedy penetračně. (Zahradník, 2004).

Dalším možným řešením je mechanická obrana. Mezi mechanickou obranu se řadí lapáky a odkorňování kmenů. Existují lapáky několika typů. Jedním z typů jsou pokácené odvětvené podložené stromy zakryté větvemi. Podložené jsou proto, aby lýkožrout mohl obsadit celou plochu kmene. Zakrytí poté brání příliš rychlému vysychání kůry (Zahradník a Knížek, 2016). Lapáky se instalují v různých časech, proto je lze rozdělit na lapáky první a druhé série. Lapáky první série se umísťují před začátkem prvního rojení, tedy v průběhu března či na začátku dubna. Jsou umísťovány do polostínu na okraje porostu, přibližně tak, aby dvě třetiny byly na osluněných místech a zbytek ve stínu. Lapáky se pravidelně kontrolují v intervalu 7 až 10 dní (Knížek a Zahradník, 2007). Důvodem časté kontroly je zjišťování obsazenosti lapáků. Při velkém napadení lapáků se následně instalují další. Důležitá je také kontrola vývoje lýkožrouta pod kůrou, aby mohla být provedena včasná konečná asanace lapáku (Knížek a Zahradník, 2016). Lapáky druhé série se instalují před dalším očekávaným rojením a před asanačním lapáku první série. Lapáky druhé série se instalují dle hustoty napadení lapáků první série (Knížek a Zahradník, 2007). Úspěšnost lapáků tohoto typu je ale velmi proměnlivá, jelikož lýkožrout severský jen zřídka napadá ležící dřevo (Zahradník, 2004). Druhým typem lapáků jsou tzv. otrávené lapáky. Na tento typ lze využít celé kmeny stromů nebo jejich výřezy, ze kterých se často tvoří trojnožky, ale také skládky či polomy (Knížek a Zahradník, 2016). Tyto lapáky jsou ošetřeny insekticidem a odparníky feromonů, které mají brouka přilákat (Holuša, 2013). Následný postup je totožný s postupem u prvního typu lapáků. Úspěšnost lapáků při boji s lýkožroutem severským je sledována jen u lapáků, na kterých byly nainstalovány feromonové odparníky (Knížek a Holuša, 2007).

Dle výzkumu Mrkvy (1995) lýkožrout severský do lapáků vůbec nenalétá. Pokud v lapácích byl nalezen tento druh, předpokládalo se, že do stromu naletěl již před tím, než byl strom pokácen a nainstalován jako lapák. Brouci se v lapácích již dále nerozmnožovali, pouze zde byl dokončen jejich vývoj. To vše také dokládají laboratorní pokusy, které dokázaly, že si lýkožrout v laboratorních podmínkách vybral k nalétnutí nejčastěji polena, která byla ve svislé poloze, a následně polena, která byla šikmo položena na jiném ležícím polenu. Do polen, která byla ve vodorovné poloze, brouk nalétával v nejmenší míře (Mrkva, 1995). Tyto výsledky dokazuje výzkum Kuly a Šotoly (2017). Pokus byl prováděn v terénu typickými metodami odvětvených i neodvětvených lapáků. Výskyt na odvětvených lapácích byl pouze ojedinělý a na neodvětvených lapácích nebyl potvrzen vůbec (Kula a Šotola, 2017).



Hojně využívaná je tzv. biotechnická ochrana, která je založena na lapačích, ve kterých jsou odparníky s feromonem lákajícím určitý druh kůrovce (Bakke, 1975; Byers a spol, 1990). V České republice se od přelomu 70. a 80. let 20. století používají nejčastěji lapače typu Theysohn (Zahradník a Zahradníková, 2016). Tento deskový lapač je složen ze základní plastové konstrukce se štěrbinami pro vlet lýkožroutů. Konstrukce je na spodní straně opatřena miskou sloužící k zachycení lýkožroutů, v níž jsou otvory se sítky, které slouží k odtoku vody a zároveň zamezují úniku brouků. Zpětnému výletu brouků z lapače zamezuje speciálně tvarované víko na misce. V lapači je nainstalován feromonový odparník, který slouží k přilákání lýkožrouta. Tyto lapače se instalují ve svislé poloze, 10 až 25 metrů od sebe, na speciálně vytvořené stojany, v místech po kalamitní těžbě a na ohrožené lokality. Intervaly kontrol lapačů se pohybují od 10 do 14 dnů (Zahradník a Zahradníková, 2016). Ve Skandinávii je používán i jiný typ lapače tzv. lindgren funnel traps. Ten je složen z několika plastových či kovových trychtýřů umístěných nad sebou, na jejichž konci je nádoba, která je buď prázdná a opatřená insekticidními proužky, nebo naplněná kapalinou, ve které se lýkožrout utopí. Lapač je zavěšen mezi stromy, nebo na konstrukci k tomu určené. I tento typ lapače je opatřen feromonovými odparníky (Omineca Region Guidelines for Spruce Beetle Haul and Mill Strategies, 2016). Jsou známy 2 složky přirozeného feromonu lýkožrouta severského. První složkou je ipsdienol, který láká hlavně dospělé jedince. Druhou složkou je E-myrcenol (Bakke, 1975; Byers a spol, 1990). Obě tyto složky jsou produkovány samčími jedinci (Ivarsson a spol, 1993).

Prevence proti lýkožroutu severskému je podobná jako u ostatních druhů lýkožroutů. Nejlepším opatřením je odstraňování veškerého napadeného stojícího jehličnatého porostu, polomů a vývrátů, ve kterých by se mohl tento druh rozmnožovat. V neposlední řadě je také třeba dbát na vhodnou přirozenou skladbu lesních porostů (Knížek a Holuša, 2007). Monokultury, které dříve vznikaly, silně napomáhají kůrovcům se šířit. Základní prevencí před masivním rozmnožováním lýkožroutů obecně je včasná detekce napadených stromů a okamžité pokácení napadeného dřeva následované jeho odvozem z lesa. Včasnou detekci omezuje fakt, že usychání korun stromů je viditelné, až když lýkožrout strom opustí a napadá jiné (Mrkva, 1995).

### 1.1.1.7. Přirození nepřátelé

Přirození nepřátelé lýkožroutů mohou být významnými regulátory populací těchto brouků. Patří mezi ně predátoři, v některých případech dokonce potravní specialisté, kteří se živí larvami nebo kuklami lýkožroutů (Knížek a Holuša, 2007). Mezi predátory tvoří velkou část dvoukřídlý hmyz (Diptera) z čeledi Dolichopodidae a brouci (Coleoptera) z čeledi pestrokrovečnickovitých (Cleridae) (Wermelinger, 2002), konkrétně například pestrokrovečník mravenčí (*Thanasimus firmicarius*) (Knížek a Holuša, 2007). Dalšími nepřáteli jsou parazitoidé, kteří se mohou vyvíjet jak v těle, tak mimo tělo hostitele. Známymi parazitoidy jsou například zástupci blanokřídleho hmyzu (Hymenoptera), konkrétně pak lumčící (Braconidae), chalcidky (Chalcidoidea) a lumkovití (Ichneumonidae) (Knížek a Holuša, 2007). Ve studii Wesliena (1992) bylo odhadnuto, že přirození nepřátelé dokáží v příznivých podmínkách snížit početnost lýkožroutů až o 83%. Interakce mezi přirozenými nepřáteli kůrovců a kořistí jsou velice složité. To dokazuje například fakt, že se v larvách kůrovců vyskytuje více parazitoidů v případě, že jsou populační hustoty vysoké (Wermelinger, Epper a spol., 2011).

## **2. Cíle práce**

- 1) Zjištění rychlosti vývoje lýkožrouta severského v různých teplotách.
- 2) Porovnání zjištěných informací s dříve publikovanými údaji pro lýkožrouta smrkového.

## 3. Materiál a metody

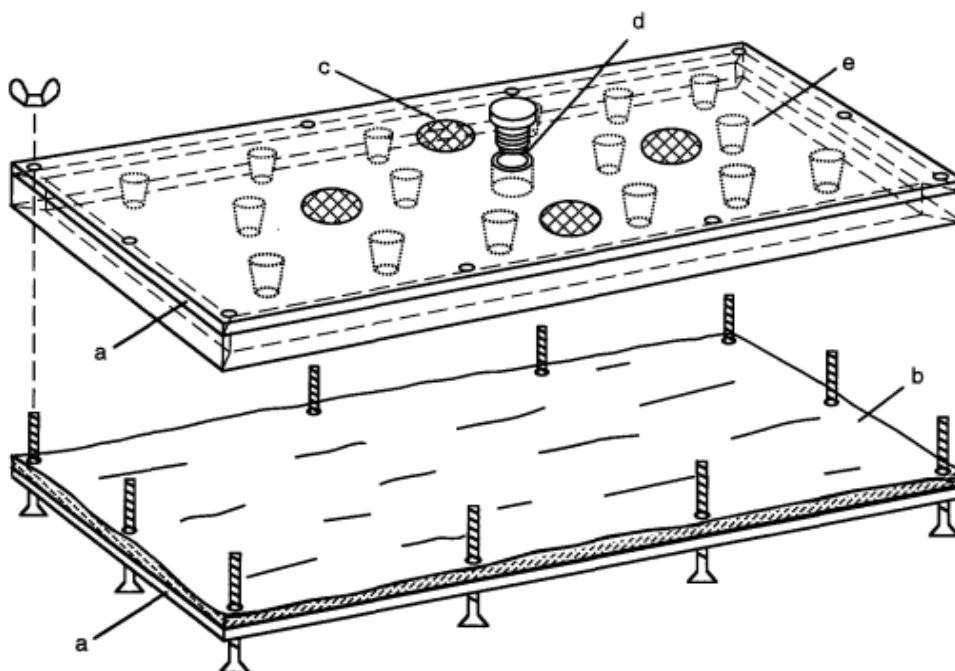
### 3.1. Pokusný hmyz a chov v insektáriu

Sběr dospělců lýkožrouta severského pro experimenty probíhal na třech lokalitách na severní Moravě. První lokalita se nacházela nedaleko vodní nádrže Kružberk v nadmořské výšce 515 m n. m. (GPS: N 49°50'04.6"; E017°37'19.3"), druhá lokalita v NPR Suchá Dora v 576 m n. m. (GPS: N49°41'00.7"; E017°45'13.5") a poslední lokalita na vrchu Slunečná, 798 m n. m. (GPS: N49°50'20.9"; E017°25'56.6"). Po převozu do Českých Budějovic byli lýkožrouti umístěni do insektária, do chovných klecí o rozměrech 50 x 50 x 50 cm. Do těchto klecí byla umístěna přibližně 40 cm dlouhá nenapadená polena, která sloužila k žíru a reprodukci. Důraz byl kladen na čerstvost výřezů a metody jejich odvětvení. Odvětvení tažením motorové pily po kmene vedlo k narušení kůry a takto poškozené výřezy nebyly pro lýkožrouty atraktivní. Jako nejvhodnější se jevíly výřezy s přibližně 5 cm dlouhými zbytky větví. Podmínky v insektáriu byly nastaveny na 21 °C a tzv. dlouhý den – 18 : 6 (fotofáze : skotofáze). Vysychání polen bylo zpomaleno pravidelným rosením vodou.



Obr. 8: Klece umístěné v insektáriu.

### 3.2. Sendvičová metoda chovu lýkožrouta severského



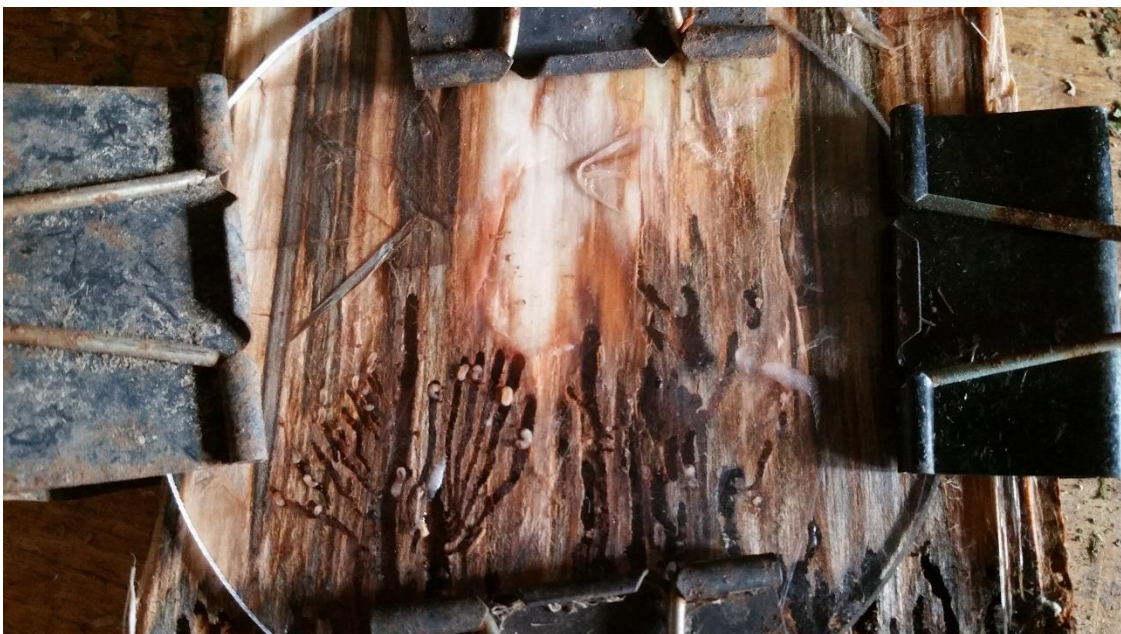
Obr. 9: Schéma tzv. sendviče, tedy dvou plexiskel s větracími otvory, mezi která se vkládá výřez lýka s kůrovci. Metoda umožňuje pozorování aktivity brouků a vývoje nedospělých stádií. Převzato z práce Wermelinger a Seifert (1998).

Sendvičová metoda chovu představuje velmi výhodný neinvazivní způsob, jak sledovat chování kůrovcovitých a rychlost vývoje jejich nedospělých stádií. Princip metody spočívá ve vložení lýka do „sendviče“, složeného ze dvou stejně velkých plexiskel, které se k sobě přidělávají pomocí šroubů a matek s podložkami (v Obr. 9 značeno písmenem a). Do vrchní části sendviče je vyvrtáno několik typů otvorů. Jedním typem jsou otvory sloužící k pronikání vzduchu a vlhkosti z a do sendviče (v Obr. 9 značeno písmenem c). Tyto otvory jsou kryty jemnými mřížkami, které zamezují broukům uniknout ze sendviče. Dalším typem jsou otvory, kterými se brouci do sendviče vkládají (v Obr. 9 značeno písmenem d). Ty jsou kryty víčky, které zamezují úniku brouků ihned po vložení do sendviče.



Obr. 10: Foto jiné verze sendviče, která byla vytvořena tak, aby nedocházelo k uzavření lýka uvnitř, což omezilo rozvoj plísní.

Namísto výrobně náročných konstrukcí z Obr. 9 a 10 je možno využít i dvou skel, v našem případě o průměru 10 centimetrů, a 4 kancelářských svorek. Lýko je vloženo mezi dvě skla a upevněno kancelářskými svorkami, viz Obr. 11.



Obr. 11: Foto provizorního sendviče.

Sendviče všech konstrukcí byly po osazení lýkožrouty vloženy do klimatizovaných boxů značky Sanyo MIR 153 (Sanyo Inc., Osaka, Japonsko), ve kterých byla nastavena různá teplota. Nastavované teploty byly: 15, 17, 20, 21,5 a 25 °C. Do klimaboxu byla vložena také nádoba s vodou, která zvýšila vlhkost uvnitř a zpomalila vysychání lýka. Průběh vývoje byl každý den kontrolován a zjištěné výsledky zaznamenány do tabulek. Na Obr. 14 jsou již viditelné požerky lýkožrouta severského v průběhu pokusu.

Vzhledem k vysoké úmrtnosti lýkožrouců, vkládaných do sendvičů přímo, byla zavedena jednodušší metoda, která spočívala v odloupení části lýka, včetně matečné chodby s vajíčky, a jejího vložení do sendviče. Dále pokus pokračoval stejně jako výše popsaném případě. Na Obr. 15 je zřejmý probíhající vývoj lýkožrouta severského.



Obr. 12: Foto sendvičů na začátku pokusu z vrchní strany.



Obr. 13: Foto sendvičů na začátku pokusu ze spodní strany.



Obr. 14: Foto průběhu pokusu.





Obr. 15: Foto průběhu pokusu.

### 3.3. Statistické hodnocení výsledků

Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistika verze 12, metodou popisných statistik, a zpracovány do grafů v programu Microsoft Excel 2013.

Pro porovnání rychlosti vývoje lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového byly použity výsledky z výzkumu teplotně závislé rychlosti vývoje lýkožrouta smrkového Wermelinger a Seiferta (1998).

**Table 1.** Duration of development and corresponding rates (1/duration) of *I. typographus* at constant temperatures

Temperature	Eggs		Larvae		Pupae		Egg-Pupa		Maturation feeding	
	M ± SD	N	M ± SD	N	M ± SD	N	M ± SD	N	M ± SD	N
<b>Duration (d)</b>										
12°C	22.8 ± 2.24	70	—	—	—	—	—	—	—	—
15°C	11.8 ± 1.60	129	30.2 ± 4.62	13	10.8 ± 1.47	24	48.9 ± 5.56	15	—	—
20°C	5.9 ± 0.73	214	17.8 ± 2.92	60	6.1 ± 0.51	63	29.1 ± 2.59	59	16.9 ± 6.57	45
25°C	3.7 ± 0.58	458	12.5 ± 2.26	52	3.6 ± 0.55	38	20.1 ± 2.66	49	12.8 ± 5.45	33
30°C	2.8 ± 0.52	147	11.3 ± 1.64	27	2.4 ± 0.50	33	17.3 ± 1.98	41	11.2 ± 2.50	29
33°C	2.7 ± 0.44	95	(8.5 ± 1.97)	4)	(2.7 ± 0.35)	3)	(13.2 ± 1.71)	3)	—	—
<b>Rates (d<sup>-1</sup>)</b>										
12°C	0.044 ± 0.004	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15°C	0.086 ± 0.010	—	0.034 ± 0.005	—	0.094 ± 0.013	—	0.021 ± 0.0025	—	—	—
20°C	0.173 ± 0.022	—	0.057 ± 0.009	—	0.165 ± 0.014	—	0.035 ± 0.0031	—	0.070 ± 0.033	—
25°C	0.280 ± 0.046	—	0.083 ± 0.014	—	0.285 ± 0.054	—	0.051 ± 0.0063	—	0.091 ± 0.036	—
30°C	0.376 ± 0.079	—	0.090 ± 0.014	—	0.429 ± 0.084	—	0.059 ± 0.0066	—	0.094 ± 0.023	—
33°C	0.376 ± 0.064	—	(0.122 ± 0.320)	—	(0.379 ± 0.051)	—	(0.077 ± 0.0098)	—	—	—

(M = mean, SD = standard deviation, N = sample size).

Obr. 16: Tabulka výsledků rychlosti vývoje lýkožrouta smrkového v různých teplotách (B. Wermelinger and M. Seifert, 1998).

## 4. Výsledky

### 4.1. Rychlost vývoje lýkožrouta severského

Tab. I: Tabulka shrnující výsledky sledování rychlosti vývoje lýkožrouta severského v různých teplotách.

Teplota (°C)	Vajíčko (dny ± SD), n	Larva (dny ± SD), N	Kukla (dny ± SD), n	Celkem (dny ± SD), n
25	2,96 ± 0,84; n=52	10,67 ± 0,88; n=52	4 ± 0,6; n=29	17,86 ± 1,51; n=29
21,5	4 ± 0,71; n=9	17 ± 1,20; n=8	7,63 ± 1,06; n=8	28,63 ± 1,6; n=8
20	4,6 ± 0,97; n=10	16 ± 1,05; n=10	7,20 ± 1,03; n=10	27,8 ± 1,99; n=10
17	5,89 ± 1,05; n=9	19 ± 0,87; n=9	10,33 ± 1,21; n=6	35 ± 2,53; n=6
15	7,25 ± 0,86; n=16	19,69 ± 0,7; n=16	12,3 ± 1,16; n=10	39,3 ± 1,42; n=10

V tabulce (Tab. I) jsou v prvním sloupci znázorněny teploty, ve kterých pokusy probíhaly. V následujících sloupcích jsou uvedeny průměrné hodnoty rychlosti vývoje jednotlivých vývojových stádií lýkožrouta severského. V jednotlivých sloupcích je také uvedena směrodatná odchylka (SD). Taktéž je v každém sloupci uvedeno množství jedinců (n).

První larvy v teplotě 25 °C se vylíhly z vajíček dne 3. 6. 2017 po 2 až 6 dnech od naklazení, v průměru po 2,96 dnech ± 0,84 dne (viz Obr. 17). Larvální vývoj probíhal 8 až 13 dní, v průměru 10,67 dne ± 0,88 dne (viz Obr. 18). Vývoj kukly probíhal od 3 do 5 dní, v průměru 4 dny ± 0,6 dne (viz Obr. 19), přičemž 44,23 % kukel uhynulo vlivem houbových patogenů v průběhu svého vývoje. Celková doba vývoje byla 15 až 23 dní, v průměru 17,86 dne ± 1,51 dne (Viz obr. 20).

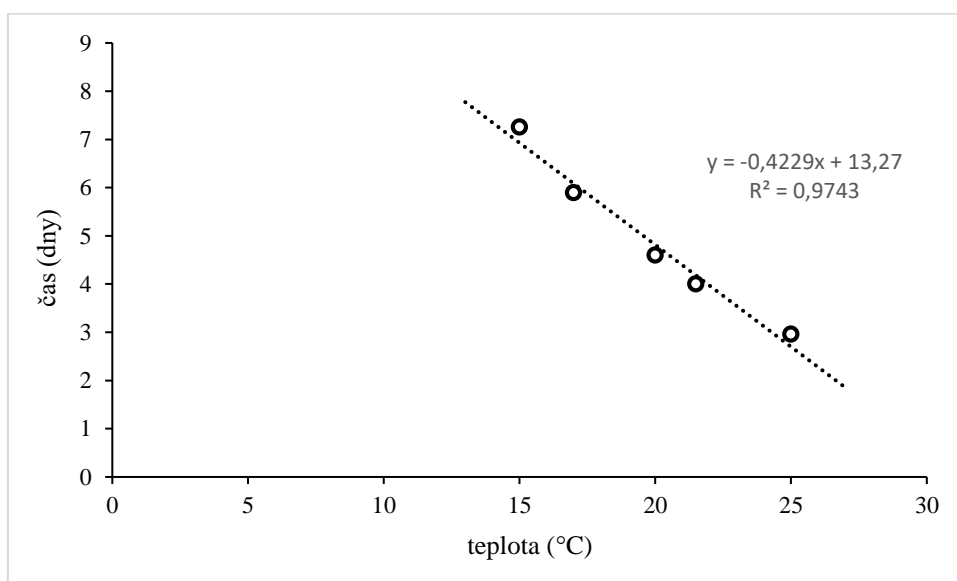
První larvy v teplotě 21,5 °C se vylíhly z vajíček dne 5. 6. 2017 po 3 až 5 dnech od naklazení, v průměru po 4 dnech ± 0,71 dne (viz obr. 17). Vlivem houbových patogenů uhynulo 11,11 % vajíček. Larvální vývoj probíhal 15 až 18 dní, v průměru 17 dní ± 1,2 dne (viz Obr. 18). Vývoj kukly probíhal od 6 do 9 dnů, v průměru 7,63 dní ± 1,06 dne (viz Obr. 19). Celková doba vývoje byla 26 až 30 dní, v průměru 28,63 dní ± 1,6 dne (viz Obr. 20).

První larvy v teplotě 20 °C se vylíhly z vajíček 12. 5. 2017 po 4 až 6 dnech od naklazení, v průměru po 4,6 dnech ± 0,97 dne (viz Obr. 17). Larvální vývoj probíhal 15 až 18 dní, v průměru 16 dní ± 1,05 dne (viz Obr. 18). Vývoj kukly probíhal od 6 do 9 dní, v průměru

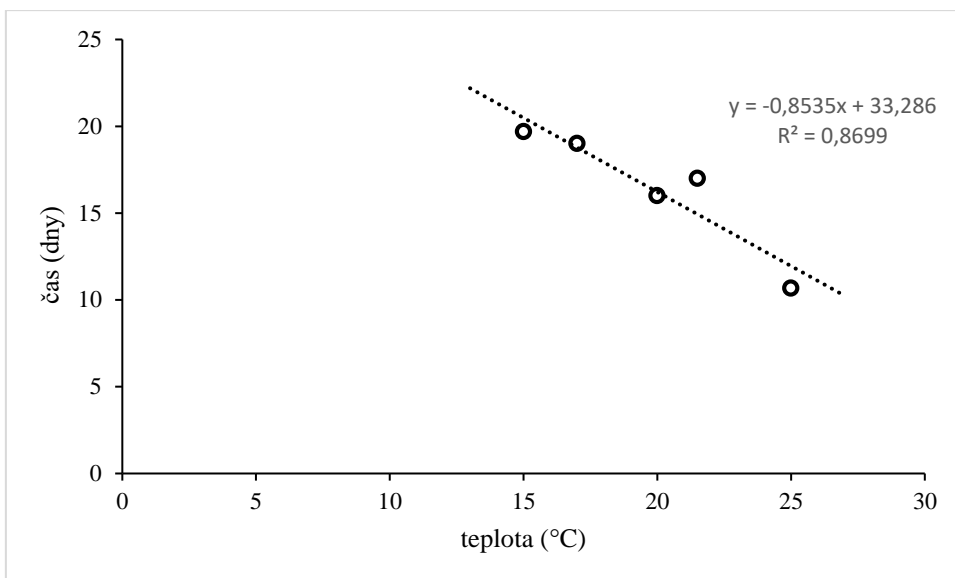
7,2 dne  $\pm$  1,03 dne (viz Obr. 19). Celková doba vývoje byla 27 až 31 dní, v průměru 27,8 dne  $\pm$  1,99 dne (viz Obr. 20).

První larvy v teplotě 17 °C se vylíhly 6. 6. 2017 po 5 až 8 dnech od naklazení, v průměru po 5,89 dnech  $\pm$  1,05 dne (viz obr. 17). Larvální vývoj probíhal 17 až 20 dní, v průměru 19 dní  $\pm$  0,87 dne (viz Obr. 18). Vývoj kukly probíhal 9 až 12 dní, v průměru 10,33 dní  $\pm$  1,21 dne (viz Obr. 19), přičemž 33,33% uhynulo vlivem houbových patogenů v průběhu svého vývoje. Celková doba vývoje byla 31 až 38 dní, v průměru 35 dní  $\pm$  2,53 dne (viz Obr. 20).

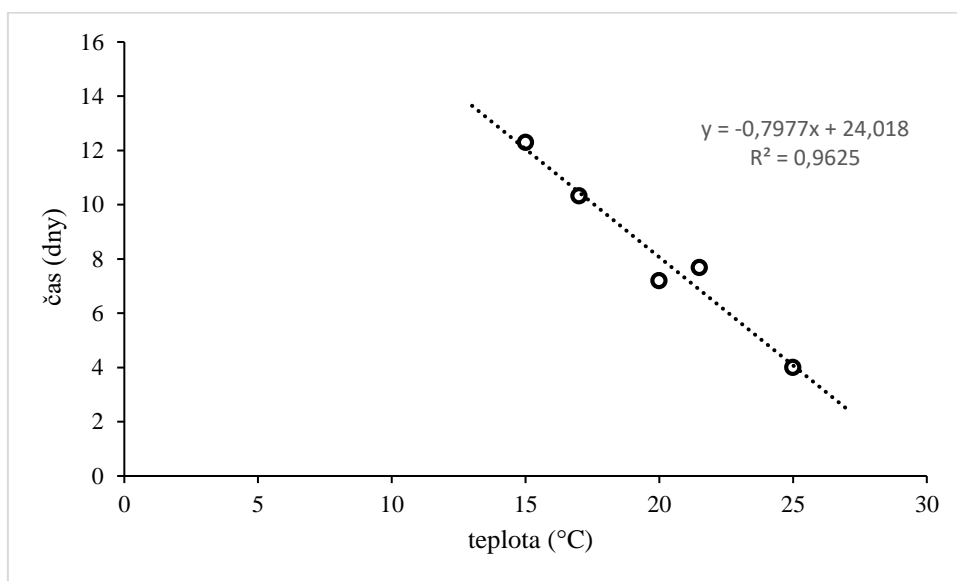
První larvy v teplotě 15 °C se vylíhly 7. 6. 2017 po 6 až 9 dnech od naklazení, v průměru po 7,25 dnech  $\pm$  0,86 dne (viz Obr. 17). Larvální vývoj probíhal 19 až 21 dní, v průměru 19,69 dne  $\pm$  0,7 dne (viz Obr. 18). Vývoj kukly probíhal 11 až 14 dní, v průměru 12,3 dne  $\pm$  1,16 dne (viz Obr. 19), přičemž 37,5 % uhynulo vlivem houbových patogenů v průběhu svého vývoje. Celková doba vývoje byla 27 až 42 dní, v průměru 39,3 dní  $\pm$  1,42 dne (viz Obr. 20).



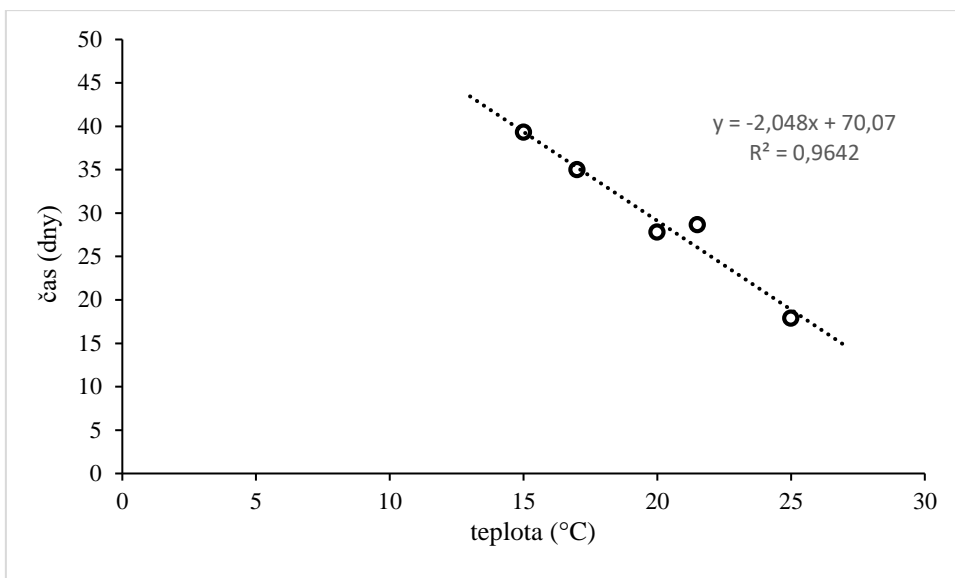
Obr. 17: Průměrné rychlosti vývoje z vývojového stádia vajíčka do stádia larvy v různých teplotách. V grafu je uvedena rovnice přímky a hodnota spolehlivosti R.



Obr. 18: Průměrné rychlosti vývoje z vývojového stádia larvy do stádia kukly v různých teplotách. V grafu je uvedená rovnice přímky a hodnota spolehlivosti R.



Obr. 19: Průměrné rychlosti vývoje z vývojového stádia kukly do stádia dospělce v různých teplotách. V grafu je uvedená rovnice přímky a hodnota spolehlivosti R.



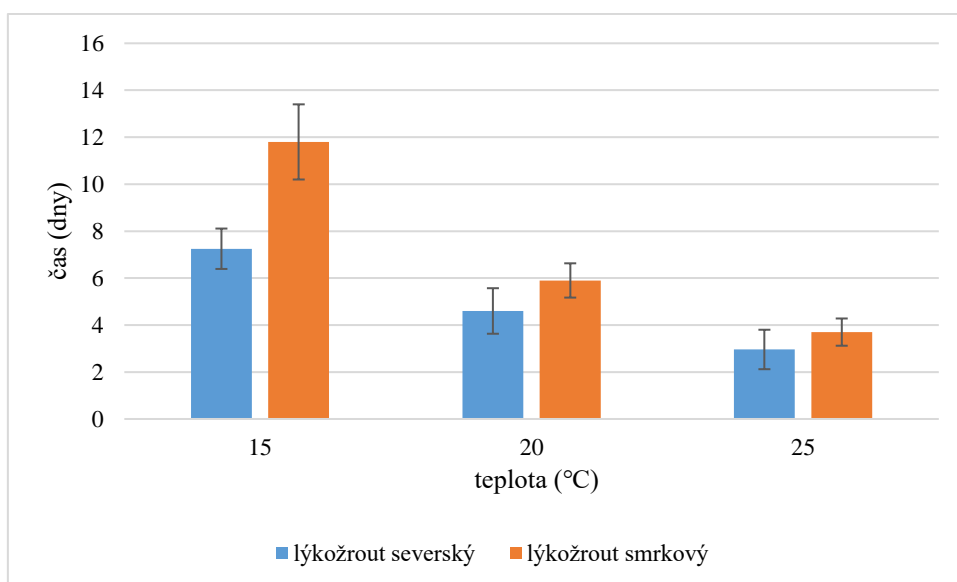
Obr. 20: Průměrné rychlosti vývoje z vývojového stádia vajíčka do stádia dospělce v různých teplotách. V grafu je uvedena rovnice přímky a hodnota spolehlivosti R.

V obrázcích 17 - 20 jsou zaneseny průměrné rychlosti vývoje lýkožrouta severského v závislosti na teplotě okolního prostředí. Je zřejmé, že závislost rychlosti vývoje na teplotě měla téměř lineární charakter.

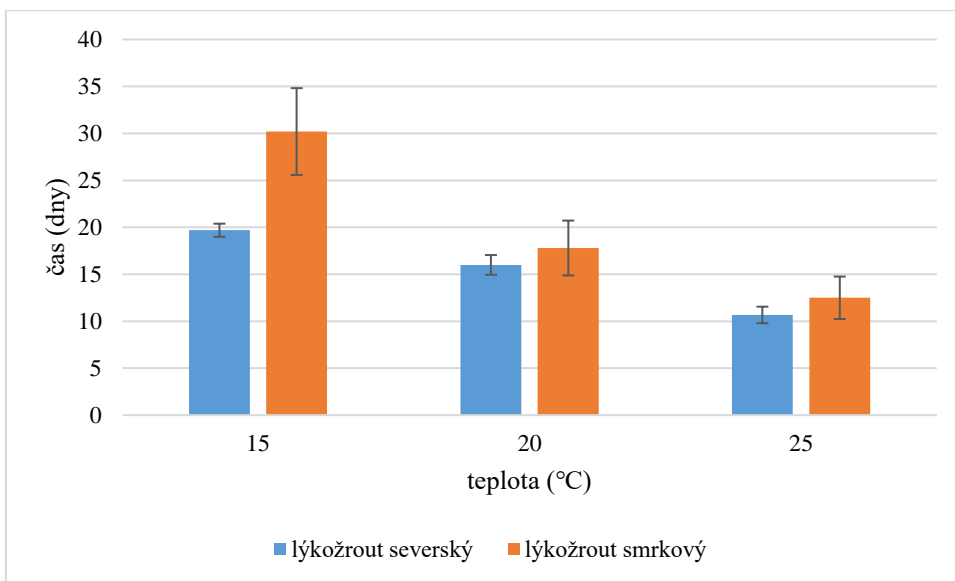
## 4.2. Porovnání rychlosti vývoje lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového

Larvy lýkožrouta smrkového v teplotě 25 °C se vylíhly z vajíček od naklazení v průměru po 3,7 dnech  $\pm$  0,58 dne. Larvální vývoj probíhal průměrně 12,5 dní  $\pm$  2,26 dne. Vývoj kukly probíhal průměrně 3,6 dne  $\pm$  0,55 dne. Celková doba vývoje byla průměrně 17,86 dne  $\pm$  2,66 dne. Larvy lýkožrouta smrkového v teplotě 20 °C se vylíhly z vajíček od naklazení v průměru po 5,9 dnech  $\pm$  0,73 dne. Larvální vývoj probíhal průměrně 17,8 dní  $\pm$  2,92 dne. Vývoj kukly probíhal průměrně 6,1 dne  $\pm$  0,51 dne. Celková doba vývoje byla průměrně 29,1 dne  $\pm$  2,59 dne. Larvy lýkožrouta smrkového v teplotě 15 °C se vylíhly z vajíček od naklazení v průměru po 11,8 dnech  $\pm$  1,6 dne. Larvální vývoj probíhal průměrně 30,2 dní  $\pm$  4,62 dne. Vývoj kukly probíhal průměrně 10,8 dní  $\pm$  1,47 dne. Celková doba vývoje byla průměrně 48,9 dní  $\pm$  5,56 dne (Wermelinger a Seifert, 1998).

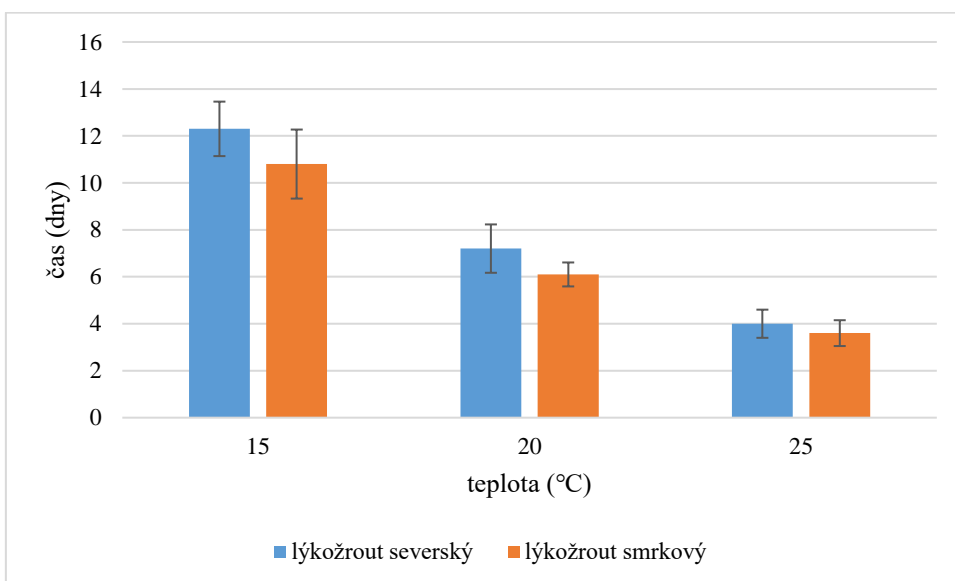
Vývojové stádium vajíčka a stádium larvy lýkožrouta severského vykazují větší průměrnou rychlost vývoje, oproti lýkožroutu smrkovému, ve všech teplotních stupních. V teplotách vyšších než 20 °C je rozdíl průměrné rychlosti vývoje vajíčka a larvy přibližně jeden den. V teplotách pod 20 °C je rozdíl znatelně větší. Ve stádiu vajíčka vyvíjejícím se v 15 °C je průměrná rychlost vývoje lýkožrouta severského vyšší o 4,55 dne (Obr. 21). Ve stádiu larvy pak tento rozdíl narůstá až na 10,51 dní (Obr. 22). Ve vývojovém stádiu kukly je viditelná změna. Ve všech teplotních stupních je průměrná rychlost vývoje kukly lýkožrouta smrkového vyšší, než rychlost vývoje kukly lýkožrouta severského. Průměrná rychlost vývoje kukly lýkožrouta smrkového je vyšší přibližně o jeden až jeden a půl dne (Obr. 23). Průměrná celková délka vývoje lýkožrouta severského je rychlejší, v řádech několika dnů, než rychlost vývoje lýkožrouta smrkového (Obr. 24). Největší rozdíl v průměrné celkové délce vývoje je v pokusech prováděných v 15 °C, kde rozdíl činí 9,6 dne.



Obr. 21: Porovnání průměrných rychlostí vývoje vajíčka lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového v různých teplotách.

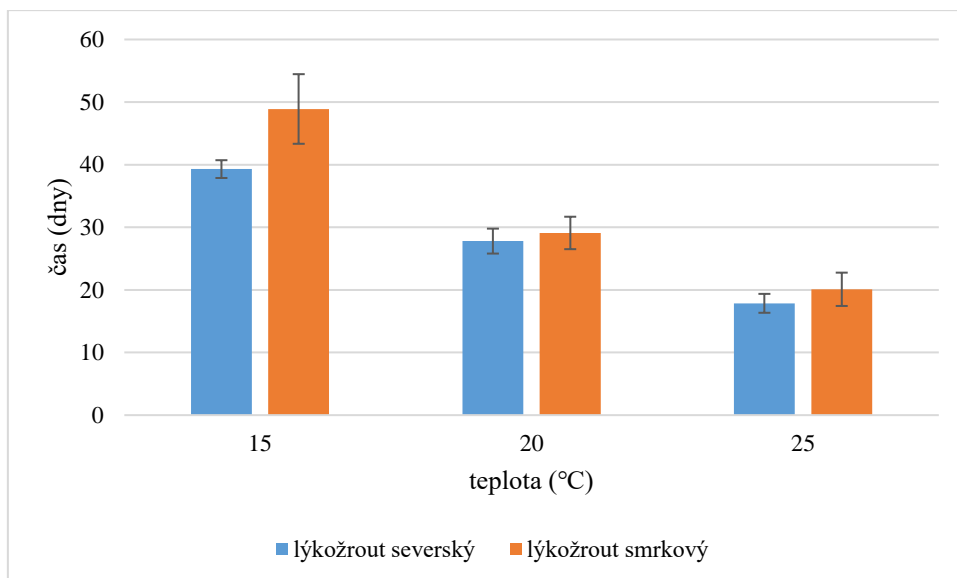


Obr. 22: Porovnání průměrných rychlostí vývoje larvy lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového v různých teplotách.



Obr. 23: Porovnání průměrných rychlostí vývoje kukly lýkožrouta severského a lýkožrouta smrkového v různých teplotách.





Obr. 24: Porovnání průměrných rychlostí vývoje od vajíčka do dospělé lykožrouta severského a lykožrouta smrkového v různých teplotách.

## 5. Diskuze

Cílem studie bylo zjistit, zda se lýkožrout severský vyvíjí rychleji než lýkožrout smrkový, zejména s ohledem na otázku včasnosti zásahů a instalace a výměny ochranných opatření v praxi. Dle Obr. 24 lze říci, že celková rychlost vývoje lýkožrouta severského je vyšší jen v teplotě 15 °C. V ostatních teplotách je vyšší jen průměrná rychlost vývoje lýkožrouta severského.

Z výsledků je viditelné, že se rychlosti vývoje lýkožrouta severského v různých teplotách liší. Lze říci, že s rostoucí teplotou se zkracuje délka vývoje všech jednotlivých vývojových stádií, tedy ve vyšších teplotách se jednotlivá vývojová stadia vyvíjí rychleji. Odchylku od této obecné závislosti představuje pokus ve 21,5 °C, ve kterém je ji možno vysvětlit vlivem nevhodné kvality potravy a následnou vysokou mortalitou, která vedla k malému počtu použitelných výsledků.

Stoupající teplota pozitivně ovlivňuje rychlost vývoje lýkožrouta severského. Teplotní nárůst o 10 °C urychlí jeho vývoj o více než 50%. Rozdíl v průměrné délce vývoje ve 25 °C a 17 °C je necelých 22 dní, konkrétně 21,44 dne.

Získané výsledky byly porovnány s pracemi Mrkvy (1995) a Dudumana (2015). Výzkum Mrkvy (1995) byl prováděn v terénu, nikoliv v laboratorních podmínkách. Autor popsal opožděnější vývoj lýkožrouta severského oproti lýkožroutu smrkovému, zhruba o dva týdny. První generaci trval vývoj 8 až 10 týdnů, druhé generaci v období tropických veder trval nejkratší vývoj 4 až 5 týdnů, vývoj třetí generace byl odhadován na 5 týdnů a více. Výzkum zopakoval též v laboratorních podmínkách, přičemž potvrdil pozorování z terénu (Mrkva, 1995). Výsledky mého pokusu se od závěrů Mrkvova (1995) výzkumu liší až o několik týdnů. Vývoj trvající 8 až 10 týdnů je v laboratorním pokusu spíše artefaktem, jelikož neprobíhalo měření teploty během pokusu, autor k teplotě neuvádí žádné informace, a v práci chybí jakýkoli popis použité metodiky chovu.

Výzkum Dudumana a spol. (2015) probíhal, stejně jako zde prezentovaná studie, sendvičovou metodou. Autoři rovněž prokázali vyšší rychlost vývoje u lýkožrouta severského oproti lýkožroutu smrkovému. Výsledky ve 20°C jsou však odlišné a vývoj trval o 10 dní déle. Zatímco výsledek zmiňované práce je 37,4 dne ± 2,9 dne, výsledek mého pokusu je 27,8 dne ± 1,99 dne. Důvodem tohoto rozdílu mohou být kromě přesnosti použitých inkubátorů i odlišnosti v kvalitě lýka a konstrukci.

Dle Faccoliho (2009) se v letech 1996 až 2005 posunul nástup jarního rojení lýkožrouta smrkového v italských Alpách díky zvyšování průměrných teplot ze začátku června na konec dubna. Lze tedy předpokládat, že stejný trend se projeví i v případě lýkožrouta severského. V souvislosti s časnějším založením první dceřiné generace a urychlením vývoje může dojít k dokončení tří generací na místech, kde se dosud úspěšně realizovaly pouze dvě.

## **6. Závěr**

Vyšší teploty posledních několika dekad, snížené srážkové úhrny i rozšíření smrku mimo původní stanoviště dobře vysvětlují výrazné hospodářské problémy způsobené lýkožroutem severským a smrkovým v některých oblastech ČR. Pokud se budou průměrné roční teploty i nadále zvyšovat, bude kromě rychlejšího vývoje postupně docházet i k prodlužování vegetační sezóny směrem k časnějšímu termínu jarního rojení a tedy zvýšení množství generací, které v daném roce úspěšně dokončí vývoj.

## 7. Použitá literatura

**ANDREWARTHA, H., G.** (1952): Diapause in relation to the ecology of insect. *Biological Reviews*, 27 (1), s. 50 - 107.

**BAKKE, A.** (1975): Agregation pheromone in the bark beetle *Ips duplicatus* (Sahlberg). *Norwegian Journal of Entomology*, 22, s. 67 – 69.

**BYERS, J. A., SCHLYTER, F., BIRGERSSON, G., FRANCKE, W.** (1990): E-myrcenol in *Ips duplicatus*: an aggregation pheromone component new for bark beetles. *Experientia*, 46, s. 1209 – 1211.

**Český hydrometeorologický ústav.** Územní srážky v roce 2015. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>.

**Český hydrometeorologický ústav.** Územní teploty v roce 2015. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>.

**DAVÍDKOVÁ, M., DOLEŽAL, P.** (2017): Sister broods in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management*, 405, s. 13 - 21.

**DOLEŽAL, P., SEHNAL, F.** (2007): Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*, 131 (3), s. 165 - 173.

**DUDUMAN, M., L., OLENICI, N., NUTU, A.** (2015): Comparative analysis of development duration of *Ips duplicatus* and *Ips typographus* bark beetles. Methodology of forest insect and disease survey in central Europe - "Fluctuation of Insects and Diseases": sborník abstraktů z konference, konané ve dnech 22. – 26. června 2015 v S. Michele all'Adige, Italy, s. 13.

**FACCOLI, M.** (2009): Effect of Weather on *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae) Phenology, Voltinism, and Associated Spruce Mortality in the Southeastern Alps. Population Ecology, Environmental Entomology, 38 (2), s. 307 - 316.

**GERÁKOVÁ, M., ZAHRADNÍK, P.** (2010): Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Lesní ochranná služba, Lesnická práce, 12, s. 2 - 8.

**HOLUŠA, J.** (2013): Lýkožrout severský *Ips duplicatus*: význam a možnosti obrany. Lesnická práce, 6. Dostupné z: <http://lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-92-2013/lesnicka-prace-c-6-13/lykozrout-seversky-ips-duplicatus-vyznam-a-moznosti-obrany>.

**HOLUŠA, J., VOIGTOVÁ, P., KULA, E., KRÍSTEK, Š.** (2006). Popis lýkožrouta severského a jeho požerků. Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 13, s. 7 - 9.

**IVARSSON, P., SCHLYTER, F., BIRGERSSON, G.** (1993): Demonstration of de novo pheromone biosynthesis in *Ips duplicatus* (Coleoptera: Scolytidae): Inhibition of ipsdienol and E-myrcenol production by compactin. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 23, s. 655 – 662.

**KNÍŽEK, M., HOLUŠA, J.** (2007): Lýkožrout severský *Ips duplicatus* (Sahlberg). Lesní ochranná služba, Lesnická práce, 4, s. 2 - 4.

**KOŠTÁL, V.** (2006): Eco-physiological phases of insect diapause. Journal of Insect Physiology, 52 (2), s. 113 – 127.

**KULA, E., ŠOTOLA, V.** (2017): Lýkožrout smrkový na neodvětvených a odvětvených smrkových lapácích. Zprávy lesnického výzkumu, 62 (1), s. 42 - 49.

**LIŠKA, J., KNÍŽEK, M., LUBOJACKÝ, J., MODLINGER, R.** (2016): Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2015. Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 19, ISBN 978-80-7417-107-9, s. 13 - 16.

**LOBINGER, G.** (1994): Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (*Col., Scolytidae*). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 67 (1), s. 14 - 17.

**MARTÍNEK, V.** (1955): Nepodceňujme význam sesterského pokolení kůrovce (*Ips typographus* L.). Lesnická práce, 3, s. 125 - 129.

**MARTÍNEK, V.** (1998): Problém přemnožování kůrovce *Ips typographus* (L) a účinného boje s ním v CHKO. Acta Musei Richnoviensis Sect. Natur, Ročník 5, s. 102 - 107.

**MODLINGER, R., LIŠKA, J., KNÍŽEL, M.** (2015): Kůrovci na smrku. Hmyzí škůdci našich lesů, Vydalo Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-7434-206-6, s. 8 - 11.

**MRKVA, R.** (1994): Lýkožrout severský (*Ips duplicatus* Sahlberg) nový významný škůdce smrku. Lesnická práce, 2, s. 35 – 37.

**MRKVA, R.** (1995): Nové poznatky o bionomii, ekologii a hubení lýkožrouta severského. Lesnická práce, 3 - 4, s. 5 – 7.

**Omineca Region Guidelines for Spruce Beetle Haul and Mill Strategies.** Lindgren funnel traps. Dostupné z: [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/forest-health/forest-health-docs/spruce-beetle-docs/spruce\\_beetle\\_funnel\\_traps.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/forest-health/forest-health-docs/spruce-beetle-docs/spruce_beetle_funnel_traps.pdf).

**PFEFFER, A.** (1955): Kůrovci – Scotytoidea. Fauna ČSR, Svazek 6, Vydalo nakladatelství Československé akademie věd, s. 7 - 324.

**PFEFFER, A.** (1989): Čeleď *Scolytidae* Latreille. Kůrovcovití a jádrohlodovití, ISBN 80-200-0089-5, s. 11 - 125.

**RODRÍGUEZ, C. S., COGNATO I A., RIGHI C. A.** (2007): Bark and Ambrosia Beetle (*Curculionidae: Scolytinae*) Diversity Found in Agricultural and Fragmented Forests in Piracicaba-SP, Brazil. Environmental Entomology, 46 (6,8), s. 1254 - 1263.

**SCHEBECK, M., HANSEN, E. M., SCHOPF, A., RAGLAND, G. J., STAUFFER, CH., BENTZ, B. J.** (2017): Diapause and overwintering of two spruce bark beetle species. *Physiological Entomology*, 42 (3), s. 200 - 210.

**SCHOPF, A.** (1985): Zum Einfluß der Photoperiode auf die Entwicklung und Kälteresistenz des Buchdruckers, *Ips typographus* L. (*Col., Scolytidae*). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 58 (4), s. 73 - 75.

**SKUHRAVÝ, V.** (2002): Kalamity lýkožrouta smrkového. Lýkožrout smrkový a jeho kalamity, ISBN 80-7084-238-5, s. 35 - 70.

**ŠRÁMEK, V., VEJPUSTKOVÁ, M., BURIÁNEK, V., FABIÁNEK, P., FADRHOŇSOVÁ, V.** (2016): Projevy sucha 2015 na plochách monitoringu zdravotního stavu lesů ICP Forests. *Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 19*, s. 47 - 50.

**VAKULA, J., GUBKA, A., ZÚBRIK, M., KUNCA, A.** (2011): Lykožrút severský. Nové metody ochrany lesa proti lykožrútovi severskému a iným inváznym druhom, ISBN 978-80-8093-137-7, s. 15 - 86.

**VOTRUBOVÁ, O.** (2011): Trvalá pletiva. Anatomie rostlin, Nakladatelství Univerzity Karlovy, ISBN 9788024618678, s. 79 - 104.

**VORONCOV, A. I., ČERVINKOVÁ, H.** (1986): Škůdci neodkorněného dříví v lese, na pasekách a lesních skladech – Kůrovci (*Scolytidae*). Škůdci dřeva, Vydalo státní zemědělské nakladatelství Praha, s. 24 - 25.

**WERMELINGER, B.** (2002): Development and distribution of predators and parasitoids during two consecutive years of an *Ips typographus* (*Col., Scolytidae*) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 126 (10), s. 521 - 527.

**WERMELINGER, B., EPPER, C., KENIS, M., GHOSH, S., HOLDENRIEDER, O.** (2011): Emergence patterns of univoltine and bivoltine *Ips typographus* (L.) populations and associated natural enemies. *Journal of Applied Entomology*, 136 (3), s. 212 - 224.



**WESLIEN, J.** (1992): The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae): species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. Entomologica Fennica, 3 (4), s. 205 - 2013.

**ZAHRADNÍK, P.** (2004): Lýkožrout severský *Ips duplicatus* (Sahl.). Ochrana smrčín proti kůrovci, Lesnická práce, ISBN 80-86386-48-1, s. 4 – 19, 24 - 27.

**ZAHRADNÍK, P.** (2015): Historie kůrovcové kalamity na Šumavě a její možné dopady na budoucí vývoj. Dostupné z: <http://www.npsumava.cz/gallery/31/9433-zahradnik.pdf>.

**ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK, M.** (2007): Kůrovci na jehličnanech. Lesní ochranná služba, Lesnická práce, 4, s. 2 - 8.

**ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK M.** (2016): Lýkožrouti na smrku a sucho. Lesní ochranná služba, Lesnická práce, 4, s. 1 - 8.

**ZAHRADNÍK, P., ZAHRADNÍKOVÁ, M.** (2016): Použití feromonových lapačů v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému. Silvarium.cz. Dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnictvi/pouziti-feromonovych-lapacu-v-ochrane-lesa-proti-lykozroutu-smrkovemu>.

## **Zdroje obrázků**

**KNÍŽEK, M.**: European spruce bark beetle (*Ips typographus*) (Linnaeus, 1758). Forestry and Game Management Research Institute. Dostupné z: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1191005>.

**KNÍŽEK, M., ZAHRADNÍK, P.,** (2004): Popis lýkožrouta severského a jeho požerků. Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 13, ISBN 80-86461-64-5, s. 7.

**LIŠKA, J.** (1995): Northern bark beetle (*Ips duplicatus*) (Sahlberg, 1836). Forestry and Game Management Research Institute. Dostupné z: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2111095>.

**LIŠKA, J., KNÍŽEK, M., LUBOJACKÝ, J., MODLINGER, R.** (2016): Živočišná škůdci v lesích Česka v roce 2015. Zpravodaj ochrany lesa, Svazek 19, ISBN 978-80-7417-107-9, s. 13.

**LUBOJACKÝ, J., KNÍŽEK, M., ZAHRADNÍK, P.** (2017): Biotičtí činitelé. Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2017, s. 26. Dostupné z: [http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelska\\_cinnost/zpravodaj\\_ochrany\\_lesa\\_suppl/ZOL\\_suppl\\_2017.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelska_cinnost/zpravodaj_ochrany_lesa_suppl/ZOL_suppl_2017.pdf).

**PFEFFER, A.** (1955): *Ips sexdentatus* – lýkožrout borový. Fauna ČSR, Svazek 6, Vydalo nakladatelství Československé akademie věd, s. 241.

**WERMELINGER, B., SEIFERT, M.** (1998): Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). Journal of Applied Entomology, 122, ISSN 0931-2048, s. 186.