ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESA

Diplomová práce

Postupy a možnosti managementu akátových porostů

Autor: Pavel Beneš

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Konzultant: Ing. Martin Baláš, Ph.D.

2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Postupy a možnosti managementu akátových porostů“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Ivana Kuneše, Ph.D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Uhlířských Janovicích dne

…….

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl velmi poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D., za ochotu, trpělivost a cenné rady vedoucí k sepsání této práce. Velké poděkování patří také mému konzultantovi Ing. Martinu Balášovi, Ph.D., za velkou pomoc spojenou s měřením v terénu a konzultací výsledků.

Dále bych chtěl poděkovat také mé rodině a blízkým přátelům za důvěru a podporu během celého studia.

Tato práce vznikla za podpory hlavního města Prahy v rámci projektu MHMP 789027/2020 Reprodukční schopnost akátu bílého odvozená od jeho semenné banky.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavel Beneš

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Postupy a možnosti managementu akátových porostů

Název anglicky

Approaches to Management of Black Locust Stands

Cíle práce

Aktualizovat rešeršní rozbor týkající se akátu.
Zhodnotit prosperitu podsadeb akátu lípou v iniciálním období po založení.
Zhodnotit experiment založený na cílenou aplikaci herbicidu na akát.

Metodika

Navažte na aktivity realizované v bakalářské práci.

Aktualizujte rešerši zabývající se problematikou akátu v České republice (do října 2021).

Proveďte další sérii měření u podsadeb lípou v rámci experimentálního a demonstračního objektu na Cholupickém vrchu v Praze. Zaměřte se na vyhodnocení výšky, tloušťky v krčku případně další doprovodná měření. Výstupy měření předložte do listopadu 2021.

Vyhodnoťte experiment s aplikací herbicidu v různých pozicích vůči bázi kmínku založený na stanici Truba. Zaměřte se při tom na úspěšnost ošetření (mortalitu ošetřených akátů), případně počet výmladků, které zásah indukoval. Hodnocení proveďte v květnu až červnu 2021.

Počty měření přizpůsobte potřebám statistické analýzy dat.

Při vypracování postupujte podle zásad uvedených v nařízení děkana č. 7/2021.

Rukopis práce k finální kontrole předložte do března 2022.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

Robinia pseudoacacia; podsadby; Tilia; herbicid

Doporučené zdroje informací

KOLBEK J., VÍTKOVÁ M. and VĚTVIČKA V. (2004). Z historie středoevropských akátin a jejich společenstev [Z historie středoevropských akátin a jejich společenstev]. Zprávy České botanické společnosti, Praha 39: 287–298

KUNEŠ I. and BALÁŠ M. (2020). Trnovník akát (Robinia pseudoacacia) – jeho množení, pěstování a likvidace: review. [Black locust (Robinia pseudoacacia) – its propagation, silviculture and eradication: review]. Zprávy lesnického výzkumu 65, (1): 11–19.

KUNEŠ I, BALÁŠ M, GALLO J, ŠULITKA M, SURAWEERA CH (2019). Trnovník akát (Robinia pseudoacacia) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review [Black locust (Robinia pseudoacacia) and its role in Central Europe and Czech Republic: review]. Zprávy lesnického výzkumu 64 (4): 181–190.

NICOLESCU V.-N., HERNEA C., BAKTI B., KESERŰ Z., ANTAL B. and RÉDEI K. (2018). Black locust (Robinia pseudoacacia L.) as a multi-purpose tree species in Hungary and Romania: a review. Journal of Forestry Research. doi:10.1007/s11676-018-0626-5

VÍTKOVÁ M., MÜLLEROVÁ J., SÁDLO J., PERGL J. and PYŠEK P. (2017). Black locust (Robinia pseudoacacia) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. Forest Ecology and Management 384: 287-302. doi:https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057

VÍTKOVÁ M., PERGL J. and SÁDLO J. (2016). Black locust: from global ecology to local management – a case study from the Czech Republic. In Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges, Eds F. KRUMM AND L. VÍTKOVÁ.pp 306–318. European Forest Institute.

VÍTKOVÁ M. (2014). Management akátových porostů [Management of Black Locust Stands] Životné prostredie 14: 81–87

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 7. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 18. 11. 2021

1 ABSTRAKT

Tématem předkládané diplomové práce jsou „Možnosti a postupy managementu akátových porostů“. Teoretická část práce obsahuje literární rešerši, jež se zabývá trnovníkem akátem a také druhy lip (především lípou srdčitou), které jsou využívány při přestavbách akátových porostů. Největší pozornost je zaměřena na výskyt akátu, jeho rozšíření po světě a také jeho bohatou semennou banku. Popisována je jeho problematika, management akátových porostů až po samotné metody případné likvidace akátu.

V metodické části je popsána lokalita Cholupický vrch (Praha – Modřany), kde probíhala demonstrace přestaveb akátových porostů. Na tomto území se v minulosti nacházel porost s nepůvodními dřevinami, v čele s trnovníkem akátem a borovicí černou. Mezi roky 2018 a 2019 zde bylo vysazeno 3100 ks sazenic a 600 ks poloodrostků (PONG) lípy srdčité. Z těchto jedinců byl vybrán vzorek o počtu 582 ks sazenic a 278 ks poloodrostků, na kterém byla zkoumána jejich prosperita. Vyhodnocena byla ujímavost, tloušťkové a výškové přírůsty obou typů tohoto sadebního materiálu. Po vyhodnocení se jevily poloodrostky jako sadební materiál s vyšší ujímavostí a také s vyššími výškovými i tloušťkovými přírůsty.

Zároveň byly vytvořeny plochy sazenic a poloodrostků, odlišující se místem v oplocence a podmínkami prostředí (volná plocha, porost). Na těchto plochách byl měřen obsah a fluorescence chlorofylu na listovém aparátu za účelem zjištění vitality a případného poškození stresovými faktory.

Dále je v metodické části popsán experiment s aplikací herbicidu na semenáčcích akátů. Byly porovnávány varianty bez provedení střihu s variantami střiženými v různých výškách (0 cm, 5 cm a 20 cm) nad zemí, u nichž byl hodnocen dopad po ošetření herbicidem na střiženou plochu. Mortalita se dostavila pouze u variant s následnou aplikaci herbicidu.

Rovněž vznikly obdobné střižené varianty bez aplikace herbicidu. Tyto varianty se ve většině případů zmladily pomocí pařezových (kmenových) výmladků a byl zde stejným způsobem jako na Cholupickém vrchu měřen obsah a fluorescence chlorofylu na listech akátů. Posledním typem byly varianty nestřižené vůbec, které se odlišovaly postřikem herbicidu na list během jara.

Klíčová slova: *Robinia pseudoacacia*; podsadby; *Tilia*; herbicid;

2 ABSTRACT

The topic of the thesis is "Possibilities and procedures of acacia growth management". The theoretical part of the thesis contains a literature research, which covers the species used in recultivation of acacia growths, namely the black locust and also various species of linden (especially heart-shaped linden). The most attention is devoted to the occurrence of black locust growths, its spread around the world and also its rich seed bank. The thesis describes the problems, management, and liquidation methods of acacia growths.

The methodological part describes the locality Cholupický vrch (Prague-Modřany), where a demonstration of acacia recultivation took place. In the past, there was a growth of non-native trees in this area, including black locust and black pine. Between 2018 and 2019, 3100 standard-sized transplants and 600 large transplants (PONG) of heart-shaped linden were planted there. From these specimens, a sample of 582 standard-sized transplants and 278 large transplants was selected and examined for their prosperity. The survival rate, thickness and height increments of both forms of this planting material were evaluated. After evaluation, the large transplants were found to have a higher survival rate, and also greater height and greater thickness increments.

At the same time, areas of standard-sized transplants and large transplants were created, differing in the placement of the fence and environmental conditions (open area, vegetation). The content and fluorescence of chlorophyll on the leaf apparatus were measured in these areas in order to determine vitality and possible damage by stress factors.

Furthermore, the methodological part describes the experiment with the application of herbicide on acacia seedlings. Uncut variants were compared with variants cut at different heights (0 cm, 5 cm and 20 cm) above ground, and the impact on the cut seedling area after herbicide treatment was evaluated. Mortification transpired only in variants with subsequent herbicide application.

Similarly cut variants without herbicide application have also emerged. In most cases, these variants were rejuvenated using stump (stem) saplings, and the chlorophyll content and fluorescence of acacia leaves were measured in the same way as on Cholupický vrch. The last variant evaluated was not cut at all, which differed from the other variants in having been sprayed by the herbicide on the leaf during the spring.

Keywords: *Robinia pseudoacacia*; undergrowth; *Tilia*; Herbicide

OBSAH

1 Abstrakt 6

2 Abstract 7

3 Úvod a cíle práce 14

4 Rozbor literatury k problematice 16

4.1 Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia* L.) 16

4.1.1 Rodové zařazení, druhy akátu 16

4.1.2 Původní výskyt a jeho rozšíření 18

4.1.2.1 Původní výskyt 18

4.1.2.2 Rozšíření v Maďarsku 20

4.1.2.3 Rozšíření v ČR, na Slovensku a Polsku 21

4.1.3 Podnebí, půdy a ekologické podmínky 23

4.1.4 Vzhled 25

4.1.4.1 Letorosty, trny, listy, pupeny 25

4.1.4.2 Květy 26

4.1.4.3 Plody 27

4.1.5 Semenná banka 27

4.1.5.1 Produkce semen 27

4.1.5.2 Stratifikace, zkouška klíčivosti 28

4.1.5.3 Šíření semen 29

4.1.6 Kořenová a pařezová výmladnost, růst semenáčků 29

4.1.7 Kořenový systém 30

4.1.8 Nitrifikace, alelopatie 31

4.1.8.1 Nitrifikace 31

4.1.8.2 Alelopatie 31

4.1.9 Management akátu 32

4.1.10 Poškození 34

4.1.10.1 Onemocnění semen a semenáčků ... 35
4.1.10.2 Onemocnění listů ... 35
4.1.10.3 Onemocnění kmene ... 36
4.1.10.4 Onemocnění kořenů ... 37
4.1.11 Využití ... 37
4.1.11.1 Využití květů, listů a semen ... 37
4.1.11.2 Využití dřeva ... 38
4.1.12 Likvidace akátu ... 39
4.1.12.1 Fyzikální metoda ... 40
4.1.12.2 Mechanická metoda ... 40
4.1.12.3 Chemická metoda ... 43
4.1.12.4 Biologická metoda ... 44
4.2 Všeobecně o lipách ... 45
4.2.1 Rod *Tilia* ... 45
4.2.2 Lípa malolistá (lípa srdčitá), *Tilia cordata* Mill. ... 46
4.2.3 Lípa velkolistá, *Tilia platyphyllos* SCOP. ... 48
4.2.4 Lípa stříbrná, *Tilia tomentosa* Moench ... 48
4.3 Fluorescence chlorofylu ... 49
5 Metodická část ... 50
5.1 Experimentální a demonstrační objekt (Cholupický vrch) ... 50
5.1.1 Charakteristika stanoviště ... 50
5.1.2 Popis výsadby ... 51
5.1.3 Popis sběru dat ... 52
5.1.4 Měření výškového přírůstu ... 53
5.1.5 Měření tloušťkového přírůstu ... 53
5.1.6 Měření obsahu a fluorescence chlorofylu ... 54
5.1.7 Statistické vyhodnocení a zpracování dat ... 55

5.2 Experiment s aplikací herbicidu založený na stanici Truba 56
5.2.1 Aplikace herbicidu (úspěšnost ošetření) 56
5.2.2 Měření obsahu a fluorescence chlorofylu 58
6 Výsledky 59
6.1 Experimentální a demonstrační objekt na Cholupickém vrchu 59
6.1.1 Mortalita, ujímavost sazenic a poloodrostků (PONG) 59
6.1.2 Výškový přírůst 60
6.1.3 Tloušťkový přírůst 64
6.1.4 Měření obsahu chlorofylu 67
6.1.5 Měření fluorescence chlorofylu 72
6.2 Experiment s aplikací herbicidu založený na stanici Truba 77
6.2.1 Aplikace herbicidu (úspěšnost ošetření) 77
6.2.2 Měření obsahu chlorofylu 81
6.2.3 Měření fluorescence chlorofylu 85
7 Diskuze 88
8 Závěr 91
9 Použité zdroje 92

Seznam tabulek, grafů a fotografií

Tabulky

Tabulka 1 Taxonomické zařazeni *Robinia pseudoacacia* L. 18

Tabulka 2 Taxonomické zařazení rodu *Tilia*. 46

Tabulka 3 Množství sadebního materiálu, který byl vysázen na lokalitách Praha–Modřany, Praha–Běchovice v letech 2018 a 2019. 52

Tabulka 4 Množství sadebního materiálu, u něhož byly měřeny výšky a tloušťky. Tabulka popisuje jednotlivé plochy a počty řad s množstvím sazenic a poloodrostků (PONG). 53

Tabulka 5 Tabulka popisující varianty akátů vytvořené na výzkumné stanici Truba. . 58

Tabulka 6 Absolutní (cm) a relativní (%) výškové přírůsty sazenic a poloodrostků během dvou vegetačních období. 61

Tabulka 7 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty výškových přírůstů pro období jaro 2020–podzim 2020, podzim 2020–podzim 2021 a jaro 2020–podzim 2021. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm. 62

Tabulka 8 Absolutní (cm) a relativní (%) tloušťkové přírůsty sazenic a poloodrostků (PONG) během dvou vegetačních období 66

Tabulka 9 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty tloušťkových přírůstů sazenic a poloodrostků pro období jaro 2020–podzim 2020, podzim 2020–podzim 2021 a jaro 2020–podzim 2021. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm. .. 66

Tabulka 10 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot obsahu chlorofylu v listech lípy srdčité (srpen 2020, červen 2021 a září 2021). Hodnoty jsou uvedené v mg/m^2. 68

Tabulka 11 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot fluorescence chlorofylu v listech lípy srdčité (srpen 2020, červen 2021 a září 2021). 73

Tabulka 12 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty výšek a tlouštěk střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm. 79

Tabulka 13 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot obsahu chlorofylu v listech akátů (červen 2021 a září 2021). Hodnoty jsou uvedené v mg/m^2 82

Tabulka 14 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot fluorescence chlorofylu v listech akátů (červen 2021 a září 2021). 85

Grafy

Graf 1 Sloupcový graf vyjadřující mortalitu sazenic a poloodrostků (PONG), jež byla zjištěna na měřených jedincích lípy srdčité v místě Cholupický vrch (Praha–Modřany). V grafu jsou znázorněny počty odumřelých jedinců ve třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021). 59

Graf 2 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami výšek sazenic a poloodrostků (PONG) na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021).. 60

Graf 3 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami výšek sazenic a poloodrostků (PONG) na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021).. 60

Graf 4 Krabicový graf výškových přírůstů (jaro 2020–podzim 2021) dle sadebního materiálu na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany).. 63

Graf 5 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami tloušťkových přírůstů sazenic a poloodrostků na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021)..... 64

Graf 6 Krabicový graf tloušťkových přírůstů (jaro 2020–podzim 2021) dle sadebního materiálu na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany).. 65

Graf 7 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků (PONG) lípy srdčité. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty (mg/m^2) měřené v srpnu 2020, v červnu 2021 a v září 2021 na lokalitě Cholupický vrch (Praha–Modřany). 67

Graf 8 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m^2) naměřené v srpnu 2020. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05..... 69

Graf 9 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m^2) naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05..... 70

Graf 10 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m^2) naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantam, a to na hladině významnosti α = 0,05.. 71

Graf 11 Tento graf popisuje fluorescenci chlorofylu v listech lípy srdčité. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty měřené v srpnu 2020, v červnu 2021 a v září 2021 na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany).. 72

Graf 12 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v srpnu 2020. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. 74

Graf 13 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. 75

Graf 14 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05.. 76

Graf 15 Aplikace herbicidu a provádění střihu v různých pozicích vůči kmínku, na Výzkumné stanici Truba. Graf znázorňuje živé a odumřelé jedince akátu a jejich reakci na Roundup. 77

Graf 16 Sloupcový graf s průměrnými hodnotami výšek střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku. 79

Graf 17 Sloupcový graf s průměrnými hodnotami tlouštěk střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku 79

Graf 18 Krabicový graf výšek střižených a nestřižených variant akátů. Měření probíhalo na Výzkumné stanici Truba v říjnu 2020..... 81

Graf 19 Obsah chlorofylu v listech akátů na různých variantách střižených a nestřižených jedinců. Střižení jedinci akátu se liší výškou střihu nad zemí. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty (mg/m^2) měřené v červnu 2021 a v září 2021 na Výzkumné stanici Truba.. 81

Graf 20 Obsah chlorofylu v listech akátu na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m^2) naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.. 83

Graf 21 Obsah chlorofylu v listech akátu na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m^2) naměřené v září 2021.Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.. 84

Graf 22 Tento sloupcový graf popisuje fluorescenci chlorofylu v listech akátů u různých variant výšek střihu kmínku nad zemí. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty měřené v červnu 2021 a srpnu 2021.. 85

Graf 23 Fluorescence chlorofylu v listech akátů na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. 86

Graf 24 Fluorescence chlorofylu v listech akátů na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.. 87

Fotografie

Obr. č.1: Výřez z porostní mapy, jež byla poskytnuta Lesy hl. m. Praha. Zkoumaná lokalita nese označení 143 A 7. 51

Obr. č. 2: Pohled zachycující vnitřní část oplocenky, kde probíhá přestavba akátového porostu. Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (24. 6. 2021) 52

Obr. č. 3: Fotografie, na které je zachycena varianta 20- (střih 20 cm nad zemi, bez aplikace herbicidu. Je zde patrná v pařezová (kmenová) výmladnost. Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (18. 10. 2021)..... 57

Obr. č. 4: Fotografie, která zachycuje varianty akátů (experiment s aplikaci herbicidu). Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (18. 10. 2021) 58

3 ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Akát je introdukovaná severoamerická dřevina, jež způsobuje mnoho kontroverzí mezi skupinami ochranářů, lesníků, zahradníků, včelařů apod. Disponuje velkým potenciálem využití, ovšem je známo také mnoho negativních vlastností a rizik s jeho pěstováním spojených. I přes známá rizika je v mnoha zemích využíván za účelem zamezení eroze svahů, pro výrobu kvalitních výrobků ze dřeva, estetické účely v zahradnictví a nelze opomenout ani velkou oblíbenost u včelařů. Protipólem jsou problémy spojené s agresivní invazností a vytlačováním původních druhů.

Mezi roky 2018 a 2019 byl vytvořen v Praze–Modřanech demonstrační objekt, v němž docházelo k přestavbě nepůvodního porostu s převažujícím zastoupením trnovníku akátu a borovice černé. Konkrétně se jednalo o lokalitu Cholupický vrch (ulice V Lipinách). Ve třech oplocenkách, mající přibližnou plochu 1 ha, bylo vysázeno 3700 ks sadebního materiálu lípy srdčité. Tato výsadba zahrnovala 3100 ks standartních sazenic a 600 ks poloodrostků (PONG) lípy. Výsadba proběhla v podzimních měsících a byly použity motorové jamkovače s různými průměry vrtáků.

Na vzorku 582 ks sazenic a 278 ks poloodrostků (PONG)byly měřeny výšky a tloušťky. Během dvou vegetačních období byly vypočteny výškové, tloušťkové přírůsty a rovněž byla pozornost zaměřena na mortalitu těchto jedinců.

Za pomoci přenosných přístrojů byl měřen obsah a fluorescence chlorofylu na listech sadebního materiálu lípy srdčité. Vybrána byla místa v oplocence na volné ploše a pod porostem, aby bylo možné následné porovnání a zhodnocení.

Na výzkumné stanici Truba, v blízkosti Kostelce nad Černými lesy vznikl experiment s aplikací herbicidu, jenž byl aplikován na určité řezné plochy rostlin lišících se výškou zastřižení. Porovnáváno bylo celkem osm variant. U variant bez aplikace herbicidu byl v červnu 2021 a pak následně v říjnu 2021 měřen obsah a fluorescence chlorofylu. Dvě varianty byly zcela ponechány bez střihu. Varianta kontrolní, sloužící pro porovnání s ostatními variantami a také varianta s postřikem herbicidu na list (jaro).

Zjištěná data z terénního šetření byla pomocí programů MS Excel a STATISTICA 12 graficky vyhodnocena. Vytvořené varianty byly mezi sebou porovnávány a byly zjišťovány statistické odlišnosti.

Cíle práce:

Prvním cílem bylo doplnit a aktualizovat rešeršní část, která je věnována problematice akátu, především jeho významným vlastnostem, managementu až po možnosti jeho obtížné likvidace. Také jsou zde popisovány druhy lip a jejich charakteristiky.

Druhým cílem bylo posoudit a zjistit dendrometrická data, týkající se výsadby sazenic a poloodrostků (PONG) na lokalitě Cholupický vrch. Vyhodnotit ujímavost, tloušťkové a výškové přírůsty obou typů sadebního materiálu lípy srdčité. Posoudit stav, zjistit vitalitu a případný výskyt stresových faktorů u experimentálních kultur.

Třetím cílem této práce bylo založit a posoudit experiment s aplikací herbicidu na stanici Truba, kde byl na 3letých sazenicích akátů proveden střih a ošetření herbicidem v různých kombinacích.

4 ROZBOR LITERATURY K PROBLEMATICE

4.1 Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia* L.)

4.1.1 Rodové zařazení, druhy akátu

Trnovník akát je středně velký strom, obvykle vysoký 12–18 m a v průměru dosahuje tloušťky 30–76 cm. Na lepších stanovištích může dosáhnout výšky až 30 m a 122 cm nebo i více v průměru. Kmen vzrostlých stromů je obvykle krátký, rovný a ve výšce 3–5 m se odděluje na několik statných větví (HUNTLEY 1990). Akát je dlouho žijící dřevinou a někteří zástupci se mohou dožít 200–250 let.

Rod *Robinia* patřící do čeledi *Fabaceae* zahrnuje asi 20 listnatých druhů, které původem pochází převážně z teplých a suchých oblastí Severní Ameriky a Mexika (HUNTLEY 1990).

Kromě *Robinia pseudoacacia* L. mají habitus stromu jen *R. luxurians* (Dieck) Schneid. a *R. viscosa* Vent., které dorůstají výšky okolo 12 metrů (BARTHA a kol. 2008). *Robinia luxurians* (Dieck) Schneid. je velmi dekorativní druh, kvete v květnu až v červnu a pěstován je od roku 1881 (KERESZTESI 1983).

Dalšími druhy rodu *Robinia* jsou keře s výškou od 20 centimetrů do 4 metrů. Pouze *R. pseudoacacia* L. má bílé květy a plody bez ochlupení na rozdíl od ostatních druhů rodu *Robinia*, které mají růžové nebo purpurově červené květy a povrch plodu chlupatý nebo žláznatý (BARTHA a kol. 2008).

Robinia viscosa Vent. se vyznačuje lepkavými výmladky, lepkavými plody a růžovými květy. Zřídka se pěstuje keřovitý akát *Robinia hispida* L. se silným ochlupením a tmavě růžovými nebo purpurově červenými květy. *Robinia* × *ambigua* Poir. je vyšlechtěn jako hybrid *R. pseudoacacia* L. a *R. viscosa* Vent., který má lepkavé výmladky a květy světle růžové barvy. V maďarských školkách byl vypěstován druh *„Decaisneana“*, který je bohatý na květy a disponuje velkou produkcí nektaru (BARTHA a kol. 2008).

Robinia hispida L. a *R. fertilis* jsou nízké keře, vzhledově velmi podobné. *Robinia fertilis* je diploidní, na rozdíl od *R. hispida* L., který je triploidní. Je pravděpodobné, že tento triploidní druh pochází z *R. fertilis*. Dalším druhem je *R. neomexicana,* což je strom vysoký jen okolo 3 metrů (OLSON, DAVID 1974).

Ve své původní oblasti jsou rozlišitelné tři typy růstu:

1. *Pinnata*

Tento typ má dlouhý kmen, který je viditelný mezi listy (BARTHA a kol. 2008). Vyskytuje se obvykle společně s *Picea rubra* Hill. a *Acer saccharum* Michx. f., hlavně v severní části přirozeného areálu v nadmořské výšce kolem 800 m (KERESZTESI 1988).

2. *Palmata*

Kmen tohoto typu bývá obvykle obtížně rozpoznatelný mezi listy (BARTHA a kol. 2008). Jeho přirozený výskyt je v Apalačských horách (KERESZTESI 1988).

3. *Spreading*

Typický pro tento typ je nízký růst kmene a celkově pomalý růst celé dřeviny (BARTHA a kol. 2008). Běžný je v menších nadmořských výškách v Apalačských horách a v jižní části přirozeného areálu (KERESZTESI 1988).

Z hlediska lesnictví je nejzajímavější druh R. p. Cv. *Rectissima,* syn.: R. p. Var. *Rectissima,* který patří k prvnímu typu a má přímý kmen dobře viditelný skrze listy. Větve tohoto druhu jsou štíhlé a svírají ostrý úhel. Semena se vyvíjejí jen zřídka, a proto se množí převážně kořenovými výmladky (BARTHA a kol. 2008). Tento taxon byl poprvé popsán v roce 1936 (KERESZTESI 1988).

Akát patří mezi nebezpečné invazivní, nepůvodní druhy, kterých je u nás 30 včetně rostlin a stromů (VEVERKOVÁ 2009). Invazivní druhy jsou ve většině případů zavlečené pomocí člověka, ať už úmyslně nebo omylem. Mají sklon se silně šířit do přirozených společenstev (louky, pastviny, lesy), kde převládnou místní vegetaci. Následně dochází k postupnému ochuzování původní vegetace o druhy, které nezvládají konkurovat s tímto invazivním druhem. Při šíření tedy omezuje především původní druhy a snižuje pestrost přírodního bohatství. Snížení rozmanitosti může mít velký dopad na faunu, a dokonce i na člověka. V místech velkého negativního působení dochází často k omezování těchto nebezpečných druhů (KŘIVÁNEK a kol. 2004).

Míra invazivnosti se mění podle typu biotopu, ale také podle konkrétních podmínek lokality. Pouze asi 10 % druhů zcela mění podmínky prostředí a dosud existující vegetaci. Většina invazivních druhů se zde začala šířit v 19. a 20. století (KŘIVÁNEK a kol. 2004).

Převážná část kultivarů akátu byla pěstována v Evropě, většinou ve Francii, a to v první polovině 20. století. Nejčastěji se jedná o následující:

- cv. *Inermis*–výmladky jsou bez trnů.
- cv. *Microphylla*–malé a úzké listy.
- cv. *Pyramidalis*–výmladky jsou téměř bez trnů, krátké a vztyčené, koruna je sloupovitá.
- cv. *Semperflorens*–vyznačuje se dobrým růstem a kvete 2krát za sezónu.
- cv. *Tortuosa*–větve jsou více zakřivené než ostatní druhy, výmladky jsou spirálovitého růstu a listy většinou visí směrem dolů.
- cv. *Umbraculifera*–pomalu rostoucí druh, beztrnovité výmladky a menší listy než u ostatních druhů.
- cv. *Unifolia*–výmladky jsou bez trnů, vytváří pouze jeden list dlouhý 15 cm, pod kterým je vidět několik malých deformovaných listů (BARTHA a kol. 2008). Hojně vysazován je ve městech a známý je jako jednolístkový druh (SPOHN, SPOHN 2013).

Různé variety a kultivary akátu mají různé vlastnosti a liší se dobou kvetení. Například Var. *Praecox* kvete velmi raně, var. *Galiana* je charakterizována pozdnějším kvetením a var. *Semperflorens* kvete obvykle ve dvou vlnách až průběžně (KERESZTESI 1983). Často se od sebe velmi liší především vzrůstem, tvarem lístků, listového vřetena, přítomností nebo nepřítomností trnů (CHRTKOVÁ 1995).

Taxonomické zařazení

Tabulka 1 Taxonomické zařazeni Robinia pseudoacacia L.

Říše	*Plantae*	Rostliny
Pododdělení	*Spermatophytina*	Semenné rostliny
Třída	*Magnoliopsida 2*	Vyšší dvouděložné
Řád	*Fabales*	Bobotvaré
Čeleď	*Fabaceae*	Bobovité
Rod	*Robinia*	Trnovník
Druh	*Robinia pseudoacacia* L.	Trnovník akát

(PLADIAS– databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz)

4.1.2 Původní výskyt a jeho rozšíření

4.1.2.1 Původní výskyt

Původní výskyt akátu není s přesností známý a okolo jeho přesnější lokalizace koluje mnoho otazníků. VADAS (1914) uvádí za původní areál jihovýchod USA, konkrétně

jižní svahy pohoří Alleghany a poříčí řeky Mississippi. Jednalo se především o lesní okraje a stráně v okolí řek (HUNTLEY 1990).

Východní část původního areálu výskytu je soustředěna v Apalačských horách a rozkládá se od centrální Pensylvánie, jižního Ohia, jižní až severovýchodní Alabamy, severní Georgie až po severozápadní Jižní Karolínu (HUNTLEY 1990). Akát zde kolonizuje území ve výškách od 150 do 1500 m n. m (BARTHA a kol. 2008).

Západní část původního výskytu zahrnuje jižní Missouri, severní Arkansas, severovýchodní Oklahomu a pohoří Ouachita v centrálním Arkansasu a jihovýchodní Oklahomě. Odlehlé populace mimo hlavní souvislý areál výskytu se objevují v jižní Indianě, Illinois, Kentucky, Alabamě a v Georgii (HUNTLEY 1990). Západní část leží mezi 32–37° s. š. a 90–95° z. d. (BARTHA a kol. 2008).

Ve starší literatuře je zmiňováno, že Jean Robin, královský zahradník Ludvíka XIII., přivezl poprvé akát v roce 1601 z Virginie do Francie, kde byl dlouho pěstován a budil zde velkou pozornost. Jako okrasný strom se stal úspěšným a kolem roku 1700 byl v Německu běžnou dřevinou. V dnešní době celková odhadovaná plocha akátu je 3,25 mil. ha. Byl vysazován především za účelem zabránění eroze na strmých svazích a kopcích v jihovýchodní Evropě a Asii. Ne všude se však dokázal rozšířit. Například na Novém Zélandu bylo pěstování akátu neúspěšné a v Austrálii bylo potlačeno kvůli jedovatému účinku vůči člověku a skotu (BARTHA a kol. 2008).

ERNYEY (1927) zpochybňuje skutečnost týkající se introdukce akátu díky Jeanu Robinovi, tudíž odmítá již zmiňovaný rok 1601. Více pravděpodobná je podle jeho názoru informace, že akát byl do Evropy dovezen Španěly, Angličany a Portugalci. Zřejmě tedy existovalo více možností nebo současných cest introdukce akátu do Evropy. Názory na první introdukci jsou různé a navzájem se vyvrací.

Jedná se o jednu z první severoamerických dřevin, které byly do Evropy přivezeny (KOLBEK a kol. 2004). Postupem času byl akát široce rozšířen a stal se naturalizovaný po celých Spojených státech, jižní Kanadě a části Evropy a Asie (HUNTLEY 1990).

V některých zemích, jako je Maďarsko, Polsko a Rakousko, se akát vysazoval většinou na písčité půdy na rovinatých pláních. V České republice a Švýcarsku se používal k ochraně strmých erodovaných svahů podél řek, kde ochraňoval půdu (KOLBEK a kol. 2004).

4.1.2.2 Rozšíření v Maďarsku

Do Maďarska byl dovezen v letech 1710–1720 a zpočátku byl sázen jako okrasný strom v parcích a podél silnic. Pro zalesnění byl poprvé použit v roce 1750 poblíž Komáromu a kolem opevnění Komárom-Herkály na ploše 290 ha. Jelikož se osvědčil, zvýšil se o něj zájem a začal se pěstovat na nejrůznějších půdách, jako jsou alkalické půdy nebo písky. Mezi roky 1830–1848 byly ministerstvem financí poskytnuty prostředky k výsadbě 750 ha v oblasti Mezőhegyes. Kvůli větrům a pohybu písku bylo v roce 1863 v kraji Ásotthalom vysázeno dalších 2 520 ha akátového porostu, který měl tento problém vyřešit. Období hromadných plantáží v Maďarsku nastalo v letech 1865–1895 (BARTHA a kol. 2008).

V roce 1920 došlo v důsledku Trianonské smlouvy (mírová smlouva po 1. světové válce) k velké ztrátě lesů a celkového území Maďarska (TOBISCH, KOTTEK 2013). Zákon o zalesňování v roce 1923 navrhoval v příštích 15 letech zalesnit 110 000 ha lesních porostů v oblastech nevhodných pro zemědělství. Nakonec bylo realizováno zalesnění na 52 000 ha a z toho 37 900 ha bylo věnováno akátu. V národním zájmu bylo po druhé světové válce zalesnit především plochy, které byly poškozeny. Akát se stal jedním z předních druhů pro znovuzalesnění (BARTHA a kol. 2008).

Místní zemědělci si uvědomili využitelnost akátového dřeva jako vynikajícího paliva a stavebního dříví (KERESZTESI 1988). S pěstováním akátu je zde mnoho zkušeností, a to více než 250 let (BARTHA a kol. 2008).

Databáze Státní lesní služby vykázala v roce 2001 asi 364 000 ha porostů akátu v Maďarsku. Odhad byl zjevně hrubý a skutečná plocha byla ještě vyšší, jelikož výše uvedený údaj zahrnoval pouze registrované lesní porosty. V dnešní době je akát vysazen asi na třetině celkové plochy lesních porostů a v roce 2003 tvořila tato dřevina 22,1 % všech zalesněných oblastí (BARTHA a kol. 2008). Stal se zde národním stromem a poskytuje 25 % roční produkce dřeva. V roce 2005 akátové porosty pokrývaly 395 000 ha, což je 22,6 % z celkové plochy lesů (VÍTKOVÁ 2014). TOBISCH, KOTTEK (2013) uvádí zastoupení 24 %, byť největší podíl objemu dříví v lese tvoří druhy *Quercus robur* L. a *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

Každoročně je zde vytěženo asi 7 mil. m^3 akátu. Z toho se 55 % využívá pro palivové účely a 45 % jako průmyslová surovina (HALUPA, RÉDEI 1992).

Jak je patrné, plocha akátu se v Maďarsku neustále zvyšovala a zřejmě se bude zvyšovat i nadále. Vyskytovalo se zde asi 37 000 ha v roce 1885, 109 000 ha v roce 1911, 186 000 ha v roce 1938 a 415 000 ha v roce 2009. Nejvýznamnější oblasti pěstování akátu v Maďarsku se nacházejí na jihu a jihozápadě Zadunají, na rovině mezi řekami Dunaj a Tisza (střední Maďarsko) a v severovýchodním Maďarsku (Oblast Nyírség) (RÉDEI a kol. 2011).

Ve srovnání s Maďarskem leží přirozená oblast akátu více na jihu, a to o 5–10° z. š., kde se druh přizpůsobil relativně vlhkému podnebí, horkému létu a mírné zimě. Brzké mrazy omezují jeho rozšíření směrem na jih. V Maďarsku jsou srážky menší oproti přirozenému areálu, avšak průměrná roční teplota je podobná teplotě v Americe. Severní hranice druhu se kryje s pásmem mrazivých dnů a pozdější mrazy způsobují mortalitu listů (BARTHA a kol. 2008).

4.1.2.3 Rozšíření v ČR, na Slovensku a Polsku

Na území ČR a Slovenska tvoří akát souvislé porosty a je zde nejrozšířenější introdukovanou dřevinou. V ČR se vyskytuje přibližně 12 000 ha akátových porostů, což je 0,46 % redukované plochy všech dřevin. Více než polovina akátových porostů se nachází v čistých akátinách s podílem více než 90 % této dřeviny. Jedná se většinou o lesy hospodářské, případně lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích. Plošně obývá s největší četností nejteplejší oblasti, například jižní Moravu, střední Čechy, Litoměřicko a Roudnicko. Nejčastěji lze nalézt v říčních údolích a na svazích do nadmořské výšky asi 500 m (VÍTKOVÁ 2014). Jedná o svahy strmé 30–40 °, které jsou jižně exponované. Výskyt akátu nad 750 m n. m. je poměrně vzácný (VÍTKOVÁ a kol. 2018). V ČR se vyskytuje často v termofytiku, v mezofytiku, zřídka také v oreofytiku, dále i v planárním až submontánním stupni (CHRTKOVÁ 1995).

Poprvé byl u nás propagován od šedesátých let 18. století. V minulosti je známo pěstování na Křivoklátsku (1785), na Červenohrádecku (1795), na Písecku (1800), na Židlochovicku (1802) a ve Valdické oboře u Jičína (1803) (NOŽIČKA 1957). Nejprve byl akát používán jako okrasná dřevina v parcích a zahradách (Hluboká, Zvíkov, Orlík, Veltrusy) a až později se stal dřevinou pro zalesňování svahů, užívaných jako pastviny (KOLBEK a kol. 2004).

Největší a nejvýznamnější akátové porosty jsou známy z konce 20. století. Byla to místa s nadmořskou výškou asi 680–700 m a konkrétně se nacházela ve středních Čechách,

v blízkosti Prahy a podél řek. Zejména podél Vltavy, Sázavy a Berounky byly záměrně osazovány strmé a suťové stráně, které byly ohroženy erozí (KOLBEK a kol. 2004).

Introdukován na Slovensko byl v roce 1710–1720, byť k zalesňování byl použit až v roce 1801. Tvoří zde přibližně 33 000 ha, což je 1,73 % z celkové výměry lesů. Obývá zde území do nadmořské výšky 800 m, která jsou většinou klasifikována jako hospodářské lesy (VÍTKOVÁ 2014).

V Polsku je akát pěstován s určitostí více než 200 let (KUNEŠ a kol. 2019). Vyskytuje se po celé zemi, s převahou v západní části země. Klíčovou oblastí v Polsku je industrializovaná lesní oblast Bełchatów, kde je akát využíván již 30 let za účelem rekultivace ploch v okolí uhelných dolů a elektráren. Tvoří zde 3,4 % lesních porostů a zcela dominuje v 0,1 %. Jeho odolné dřevo je zde využíváno pro energetické plantáže s obmýtím do 40 let a s obmýtím okolo 5–7 let. Produkcí nektaru je druhou nejdůležitější dřevinou, hned za lípou. Tento druh je v Polsku již 20 let šlechtěn, ovšem ve velmi omezené míře. Jsou zde registrovány 2 semenné sady a 34 výběrných stromů. Celková těžba akátu činila v roce 2012 asi 83 600 m^3, z čehož 57,6 % bylo určeno pro palivové účely (WOJDA a kol. 2015).

Zájem o akát roste v Evropě i v Asii. Porosty akátu se mezi roky 1958 a 1978 zvýšily z 337 000 na 1 890 000 ha. Jednalo se o 1 017 000 ha v Jižní Koreji, 275 000 ha v Maďarsku, 191 000 ha v Rumunsku, 144 000 ha v bývalém Sovětském svazu a 100 000 ha ve Francii. Tato čísla nezahrnují Čínu, kde je akát taktéž hojně využíván. V posledních letech je pěstován převážně za účelem výroby energie, například v Jižní Koreji a Maďarsku (KERESZTESI 1983).

Rychlé šíření lze přičíst jeho přizpůsobivosti širokému rozsahu prostředí, rychlému růstu, častým a hojným semenným letům, vysokému přežití semenáčků a skutečnosti, že je mimo areál svého výskytu napadán jen několika nemocemi a škůdci (KERESZTESI 1988). Historická tradice zalesňování akátem vedla k jeho popularitě, rozšíření a v některých zemích je také důležitou součástí ekonomiky (VÍTKOVÁ a kol. 2017).

GRÜNEWALD a kol. (2009) popisuje experiment s pěstováním rychle rostoucích dřevin a jejich produkcí biomasy v Německu. Tento experiment se soustředil především na dřeviny *Populus, Salix* spp. a *Robinia pseudoacacia* L. Výsledky roční produkce suché biomasy akátu se pohybovaly mezi 3 až 10 t ha^{-1}, které byly podstatně větší než

biomasa topolů a vrb na stejné lokalitě. Roční produkce biomasy akátu se s věkem zvyšovala. Na 4letých jedincích byla produkce přibližně 3 t ha^{-1} rok^{-1}. Po 9 letech se roční produkce pohybovala od 6,9 do 7,6 t ha^{-1}. Nejvyšší produkce biomasy byla naměřena u 14letého porostu s 9,5 t ha^{-1} rok^{-1}.

Vzhledem k předpokládanému globálnímu oteplování dojde zřejmě ke zvýšené pozornosti tykající se možnosti využívání akátu pro biomasu (MEYER–MÜNZER a kol. 2015). V budoucí době lze očekávat, že akát se bude velmi rychle šířit ve středomořských zemích Evropy (Itálie, Řecko a Turecko), dále pak v Asii (Čína, Korea) (RÉDEI a kol. 2011, RÉDEI a kol. 2002).

4.1.3 Podnebí, půdy a ekologické podmínky

Ve svém původním areálu roste akát nejlépe na místech charakterizovaných vlhkým podnebím a ročními srážkami 1020–1830 mm spojenými s průměrnými teplotami v lednu od -4 do 7 ° C a v srpnu od 18 do 27 ° C. Přesto byl akát zavlečen do mnoha částí světa a dokáže přežívat při klimatických podmínkách lišících se od původního klimatu (HUNTLEY 1990).

KERESZTESI (1988) uvádí, že růst akátu v oblasti přirozeného výskytu je omezen na území, kde se průměrné roční srážky pohybují mezi 1000–1500 mm, z toho 500–700 mm ve vegetačním období. Průměrné červencové teploty jsou okolo 20–27 ° C, s maximem 30–38 ° C. Průměrné lednové jsou 2–8 ° C, s minimem teplot mezi -10 ° C až -25° C.

Akát má poměrně vysoký požadavek na tepelný součet pro růst, který pravděpodobně vysvětluje jeho častý výskyt v nížinných oblastech Evropy (HUNTLEY 1990).

Této dřevině se daří nejlépe na vlhkých, bohatých půdách, půdách vápencového původu, půdách bez výrazného vývoje podloží a často se vyskytuje na vlhkých svazích východních hor pod 1040 m n. m. Rozkládá se na široké škále narušených lokalit jako jsou například stará pole (HUNTLEY 1990).

Mezi další potenciální stanoviště patří otevřené suché lesy a křoviny, aluviální stanoviště, agrární krajina, městské a průmyslové prostředí a narušená místa, např. místa po požáru, lesní mýtiny nebo degradované lesní plantáže (VÍTKOVÁ a kol. 2017).

Akát je velmi citlivý na špatně odvodněné nebo kompaktní půdy. Vyhýbá se mokrým nebo zhutněným půdám kvůli požadavku na půdní provzdušněnost (HUNTLEY 1990).

V oblastech zaplavených nebo s podzemní vodou blízko povrchu může jen těžko přežívat. Pokud je půda příliš zhutněna, může se voda hromadit na povrchu a v tomto případě akát často umírá. Vhodnější je tekoucí voda na povrchu a dobře okysličená stékající voda na svazích, která nevytváří neprovzdušněné podmínky v půdě (BARTHA a kol. 2008).

Pro růst jsou optimální hluboké, dobře provzdušněné, na živiny bohaté půdy v teplých oblastech. V tomto případě dosahují jedinci výšky až 35 m, tvoří rovné kmeny a poskytují vysoce kvalitní dřevo (SÁDLO a kol. 2017).

Ačkoli tento druh je považován jako velmi náchylný k poškození ohněm, vědci dospěli k závěru, že části studované oblasti v Illinois byly přeměněny na akátový porost po výskytu požáru (HUNTLEY 1990). Kladnou reakci na oheň diskutuje i VEVERKOVÁ (2009) podle níž se akát vyskytuje velmi často na kamenitých suchých náspech kolem železničních kolejí. Zde se mu velmi dobře dařilo po požárech, které vznikaly od jisker z komínů parních lokomotiv.

Při rekultivacích výsypek v Západní Virginii byl akát velmi úspěšný druh, ale přežití klesalo se zvyšujícím se sklonem svahu. Na svazích větších než 25 % se na každé 10% zvýšení sklonu snížilo přežití o 3,4 %. Na svazích strmějších, větších než 40 % byl růst nepřímo úměrný strmosti svahu. Přežití bylo asi 80 % při nadmořských výškách od 340 do 670 m. Nad 670 m n. m. přežití stabilně klesalo s rostoucí výškou a ve 1330 m n. m. přežití bylo méně než 65 % (HUNTLEY 1990).

Bylo zjištěno, že růst akátu koreluje s vlastnostmi podloží, které ovlivňují odvodnění a provzdušňování – plasticitu, kompaktnost a strukturu půd. Bylo předpokládáno, že množství přítomných minerálních živin a rozdíly v půdní reakci mezi pH 4,6 a pH 8,2 neovlivňují růst. Nicméně bylo dokázáno, že se růst akátu zvýšil při změně hodnoty pH ze 4,3 na 6,9. Růst se naopak snížil se zvýšením pH na 7,7 (ROACH 1965). HUNTLEY (1990) uvádí jako nejvhodnější pH v rozmezí 4,6–8,2.

Rozklad opadu akátu velmi ovlivňuje půdní vlastnosti. Vápník, hořčík, draslík, dusičnany a pH se zvyšují s rozkladem opadu. Tento opad se rychle rozkládá a uvolňuje rozpustné dusičnany, které jsou snadno dostupné pro jiné rostliny v okolí (ROACH 1965, BARTHA a kol. 2008).

Příjem živin je ve srovnání s bukem nebo dubem letním nižší, přesto největší nároky má na začátku vegetačního období. Akát vyžaduje hodně světla, ale v prvních 6–8 letech je tolerantní k částečnému zastínění. Při silném slunečním záření propouští jeho listy poměrně velké množství světla na povrch země (BARTHA a kol. 2008).

Akát je velmi citlivý na konkurenci a v otevřeném prostředí, kde je hustý bylinný kryt, dochází vlivem buřeně k omezenému růstu (HUNTLEY 1990). Vegetativně obsazuje jen lesní okraje, kde jsou ideální světelné poměry (VÍTKOVÁ 2011). V uzavřeném lesním porostu je omezen nedostatkem světla, trpí zde nízkou schopností konkurence a nedokáže plně využít svůj rozmnožující potenciál (MEYER–MÜNZER a kol. 2015). V zabuřeném prostřední má problém přežít, ovšem pokud má místo k růstu, dokáže ho rychle vyplnit (ROACH 1965). To potvrzuje i výsadba akátu v Illinois, kde přežití vysazených akátů byla 83 % na řídce zabuřených stanovištích, ale pouze 31 % na vegetačně hustých stanovištích (HUNTLEY 1990).

Průměrný roční výškový růst 5letých sazenic se pohybuje od 0,3 m na silně erodovaných místech do 0,8 m. (HUNTLEY 1990). Tuto informaci potvrzuje i KOLBEK a kol. (2004), který uvádí roční přírůst 0,6–0,8 m, jenž po 30letech pomalu klesá.

4.1.4 Vzhled

4.1.4.1 Letorosty, trny, listy, pupeny

Letorosty akátu jsou červenohnědé, na povrchu s mnoha lenticelami (BARTHA a kol. 2008). Mohou být místy i řídce chlupaté (CIERJACKS a kol. 2013).

Na stonku se nachází krátké, rovné, ostré trny, obvykle v párech (MAISENHLEDER 1969). Jedná se o zploštělé, pichlavé trny, které jsou u starších jedinců menší nebo mohou zcela chybět (BARTHA a kol. 2008). Dvojice trnů se vyvíjí z palistů a jsou patrné již v druhé polovině prvního roku (MAISENHLEDER 1969).

Děložní lístek je oválný až vejčitý se zaobleným vrcholem. Hladký je na obou stranách a na spodní straně je mírně bledší (MAISENHLEDER 1969).

První list se objevuje do týdne po klíčení. Listy jsou střídavé, nepravidelně zpeřené. Lístků je obvykle 3–15 protilehlých nebo střídavých. Koncové listy bývají o něco větší než ostatní. Jsou oválné až vejčitě podlouhlé, tmavozelené, na obou stranách hladké (MAISENHLEDER 1969). Informace o počtech a rozměrech listů jsou u ostatních autorů různé a mírně se liší. Například BARTHA a kol (2008) uvádí, že listy jsou

lichozpeřené, a tvoří je 9–19 protilehlých listů. Jednotlivé lístky jsou eliptické, 2,5–4,5 cm dlouhé a 1–2,5 cm široké. Okraj je celý, špička je zaoblená. Listová čepel je poměrně tenká, na horní straně světle zelená nebo šedozelená a na spodní straně modrozelená. Řapík bývá krátký.

Mladé listy bývají pokryty chloupky, na rozdíl od starších listů, které jsou lysé (CIERJACKS a kol. 2013).

Listový aparát má schopnost reagovat na změny klimatu, především na světelné podmínky. V případě nepříznivých podmínek dochází k přiklánění vřeten listů směrem k sobě (VĚTVIČKA 1999).

Zcela chybí terminální pupeny, axilární pupeny jsou nepatrné. Bývají kulaté, lehce rezavé, pokryté bílým řídkým ochlupením a částečně skryté v listové jizvě (MAISENHLEDER 1969). Chráněné jsou světle zbarvenými trojúhelníkovými jizvami. Pupeny se začínají otevírat ve druhé polovině dubna. Akát kvete od poloviny května do poloviny června a k opadu listů dochází během října (BARTHA a kol. 2008).

Kůra akátu je hnědavě šedá, silná a hluboce zvrásněná (ROACH 1965). V mladém věku je kůra hladká, se zjevnými lenticely. Starší stromy mají kůru velmi tlustou, šedohnědou se žlutavě hnědými prasklinami (BARTHA a kol. 2008).

Byly stanoveny teplotní hodnoty a bylo zkoumáno množství dnů, které splňují některá teplotní kritéria. Pupeny se otevírají po 20–25 dnech s průměrnou denní teplotou vyšší než 3 ° C a nejvyšší teplotou nejméně 10 ° C. Do začátku kvetení je potřebná doba 28–33 dní s vyšší minimální teplotou než 4 ° C. Ze zjištěných údajů od otevírání pupenů po opad listů uplyne 177 dní, což znamená délku vegetační doby 5,5–6,5 měsíce (BARTHA a kol. 2008).

4.1.4.2 Květy

Květy jsou složeny z 5 bílých okvětních lístků (ROACH 1965). Mají atraktivní vůni. Květenstvím je hrozen, který je 10–20 cm dlouhý a skládá se z 10–25 květů. Květenství zpočátku stojí vzpřímeně, postupně začíná spíše viset směrem dolů. Stopka je 8–10 mm dlouhá, kališní lístky jsou zvonovité, načervenalé a dva centrální téměř splývají. Květy obsahují celkem 9 tyčinek. Podlouhlý vaječník má zakřivenou a hustě chlupatou bliznu. Blizna je zaoblená, s drsným povrchem (BARTHA a kol. 2008).

Kalich je zvonkovitý, dvoupyský a dlouhý 4–5 mm. Bývá lysý, červenozelený, zelený až zelenohnědý. Koruna je bílá, růžová až červenofialová a velká 15–20 mm. Pavéza má srdčitý tvar, je okrouhlá až vejčitá. Člunek je tupý a trojúhelníkový. Má 10 přibližně stejně dlouhých tyčinek (tato informace je odlišná od předchozího autora). Semeník má podlouhlý tvar a obsahuje mnoho vajíček. Čnělka je mírně zahnutá a pod bliznou chlupatá (CHRTKOVÁ 1995).

4.1.4.3 Plody

Plodem je zploštělý, podlouhlý lusk, který dozrává během září a října. Lusky se otevírají na stromě a semena jsou rozptýleny od září do dubna (HUNTLEY 1990). Podle jiných autorů, plody zůstávají v zimě na stromech a opad semen pokračuje i v letním období. Částečně to lze odůvodnit genetickými rozdíly a většinou odlišnými podmínkami prostředí. Není výjimečným jevem, že většina plodů z předchozího roku je stále na stromě i následující rok. Přibližně polovina semen padá volně a polovina spolu s lusky (BARTHA a kol.2008).

Lusky jsou rovné, ploché, 6–11 cm dlouhé, 1–2 cm široké a pojmou 4–8 semen. Semena jsou 3–5 mm dlouhá, ve tvaru ledviny, stlačená ze stran. Mají černohnědou barvu, často jsou pestrá s velmi tvrdým povrchem, hladká a lesklá (BARTHA a kol.2008). Tyto mnohosemenné lusky pukají v obou švech. Hilum bývá výrazné, okrouhlé a radikula je odstátá (CHRTKOVÁ 1995).

4.1.5 Semenná banka

4.1.5.1 Produkce semen

Semena produkuje akát přibližně ve věku od 6 let v 1 až 2letých intervalech. Největší produkce semen nastává mezi 15–40 lety a pokračuje až do věku 60 let. Akát poskytuje přibližně 7–15 kg semen na 45 kg lusků (HUNTLEY 1990).

Produkce osiva byla zkoumána sběrem z padlých stromů, studií z horních vrstev půdy pod akátovým porostem. Získaná data o bance semen mohou poskytnout důležité informace o strategii přežití, což je zvláště důležité z hlediska invazivnosti. Výnosy byly v průměru 0,28 kg osiva za rok na jednoho jedince v uzavřeném porostu. Podle průměrné hmotnosti 18,5 g/1000 semen se jedná o 15 000 kusů semen každý rok. Podrobnosti této studie nebyly blíže zveřejněny, ale je pravděpodobné, že zkoumané stromy nebyly starší než 40 let. Stromy na okrajích, menší skupiny nebo volně stojící a starší stromy mohou produkovat dokonce ještě mnohem více semen. Některá šetření

ukazují, že na 1 ha akátového lesa lze nalézt v průměru 200 kg semen. Někdy je uváděno pouze 125 kg na 1 ha. Na základě výše uvedeného výpočtu to znamená asi 7 milionů semen na 1 ha ročně (BARTHA a kol. 2008).

HUNTLEY (1990) uvádí, že semenná banka shromážděná ve 25–30 let starém akátovém porostu byla 770 kg na 1 ha a ve 30 let starém porostu lze nalézt 35 semen v průměru na plošce 10 × 10 cm.

Ze studie 50letého porostu vyplývá, že semenná banka si udrží životnost semen po dobu minimálně 44 let, spíše déle (BARTHA a kol. 2008). Počty semen rostou exponenciálně s věkem porostu a mají 92–96% klíčivost. Suchá semena lze uložit a uchovat si jejich životaschopnost velmi dlouho, a to po dobu 10 let, pokud jsou umístěna v uzavřených nádobách při teplotě 0–5 °C. Skladováním semen se zajišťují vyváženější vlhkostní podmínky, které zabraňují vysychání a eliminují kolísání teploty. Kromě těchto faktorů je nízká hodnota kyslíku, CO_2 je vysoké a světlo je eliminováno. Součet těchto účinků je velmi výhodný pro přežití semen (HUNTLEY 1990). Další možností je otevřené skladování v chladném prostředí, a to po dobu 3–4 let (OLSON, DAVID 1974).

Za přirozených podmínek jen malá část semen klíčí, což je způsobeno tvrdým pláštěm semene, který je charakteristický pro druhy *Fabaceae*. Tvrdý plášť a dlouhé období před klíčením je součástí strategie přežití tohoto druhu. Tvrdost pláště je do značné míry ovlivněna podmínkami prostředí. Za sušších podmínek bude klíčivost menší. Pokud je stanoviště vlhčí, plášť změkne a je větší příležitost pro klíčení. Rovněž chladné počasí může zkrátit dobu klíčení semen, což je potvrzeno pomocí experimentů. K přirozenému klíčení pravděpodobně přispívá nízká teplota a sníh. Praskání nebo poškození pláště může být ovlivněno mnoha dalšími abiotické nebo biotické faktory, například kyselé nebo alkalické prostředí, teplotní fluktuace nebo šlapání (BARTHA a kol. 2008).

Přirozené klíčení v porostech akátu je v literatuře mnohokrát zaznamenáno, ale je zde velká pravděpodobnost, že semenáčky odumřou během několika let. K mortalitě semenáčků dochází z důvodu nedostatečně vyvinutého kořenového systému. Při pěstování semenáčků je tento druh velmi náchylný k plevelům (BARTHA a kol. 2008).

4.1.5.2 Stratifikace, zkouška klíčivosti

Jelikož pláště semen jsou nepropustné, klíčení pro pěstební účely musí být vyvoláno předosevní přípravou. Namočením do koncentrované kyseliny sírové, ponoření do vroucí vody nebo mechanickou skarifikací. Tyto způsoby se osvědčily jako

nejvhodnější (HUNTLEY 1990). Jako nejvíce účinná metoda je některými autory považována macerace pomocí kyseliny sírové. Pro každou správnou dávku osiva by měl být proveden předběžný test, který určí správnou dobu namáčení. Předem určená doba máčení se pohybuje od 10 do 120 minut. Následně se po ošetření kyselinou osivo musí důkladně propláchnout vodou (OLSON, DAVID 1974).

Po dobu 10–40 dnů při denních střídavých teplotách se klíčivosti pohybují od 10–93 %. Pro správné klíčení není světlo příliš důležitým faktorem. Klíčivost závisí především na účinnosti ošetření v rámci předosevní přípravy a propustnosti semenného pláště pro vodu, a to bez poškození embrya (OLSON, DAVID 1974). Druh klíčení akátu je epigeický (HUNTLEY 1990).

4.1.5.3 Šíření semen

Šíření semen může být zajištěno více způsoby. Jedním z nich může být vliv větru, který hraje důležitou roli v okolí silnic a železnic. Pomocí dopravních prostředků se mohou šířit až o stovky metrů. Dalším z důvodů může být aktivita zvířat (endozoochorie) (BARTHA a kol. 2008).

Přibližně polovina semen se nachází v horních 3 cm humusové vrstvy. Mezi 3–6 cm se vyskytuje asi 35–36 % semen a mezi 6–12 cm lze nalézt 13–14 %. Vertikální posun semen může vykazovat rozdíly mezi stanovišti, ale nezávisí to na struktuře půdy (rozdíly mezi pískem, hlinité a jílovité půdy jsou 5%), nýbrž na teplotě a vlhkosti stanovišť. Hlavním důvodem je složení půdní mikrofauny. Například velmi důležitou roli zde hrají žížaly, které se podílí na driftu semen a tím se tak semena dostávají hlouběji. Přirozeně jsou biotické faktory doplněny o abiotickými faktory, jako jsou praskliny v půdě, déšť atd. Tvrdý plášť semene pomáhá k akumulaci semen a také jeho malá velikost, zaoblený ledvinovitý tvar a hladký povrch usnadňují vklouznutí ve štěrbinách půd (BARTHA a kol. 2008).

4.1.6 Kořenová a pařezová výmladnost, růst semenáčků

Akát se velmi dobře zmlazuje pomocí kořenových a pařezových výmladků, především po poškození nadzemní části nebo poškození kořenů. Pařezové a kořenové výmladky rostou v prvních letech velmi rychle, jelikož využívají rozšířený kořenový systém. Poté dochází k poklesu růstu po dobu vývoje vlastního kořenového systému (BARTHA a kol. 2008). Výmladky se obvykle objevují ve čtvrtém nebo pátém roce (HUNTLEY 1990). Akáty mají schopnost se velmi rychle rozšířit na okolní plochy. Dalšímu šíření

do krajiny je často zabraňováno obhospodařováním okolních polí a pozemků (VÍTKOVÁ 2011). Výmladky vytváří i jedinci starší 70let. Oproti semenáčkům výmladky zpočátku rostou rychleji (ročně až 4 m) a zároveň dříve dosahují reprodukční zralosti (VÍTKOVÁ, KOLBEK 2010).

Semenáčky akátu mohou v prvním roce dosáhnout až 1 metr výšky. Růst výšky kulminuje na 2 metrech za rok ve 2.–5. roce a růst tloušťky kulminuje na 7–10 mm za rok v 8.–10. letech. Výškový růst je do 20. roku velmi dynamický, ovšem mezi 20.–30. rokem se snižuje a nad 35 let už není příliš značný (BARTHA a kol. 2008).

Jako solitérní jedinci dosahují akáty výšky do 20 m, jedinci uvnitř porostu dosahují výšky až 30 m (HUNTLEY 1990). Pokud stojí volně jako solitér, silné větve začínají růst v nízké úrovni, zápoj je nepravidelný nebo má klenutý tvar. Pokud se jedinec nachází v uzavřeném prostoru, kmen je dlouhý, pouze v horní části se rozděluje na větve. Tvar koruny je obrácený kužel a kmen je obvykle klenutý nebo klikatý a náchylný na rozvětvení (BARTHA a kol. 2008). Zřídka může docházet v uzavřeném porostu k pokřiveným a zkrouceným kmenům se silným větvemi. Tyto vlastnosti mohou být částečně dědičné (KERESZTESI 1988).

4.1.7 Kořenový systém

Akát obvykle vytváří mělký a široce se šířící kořenový systém vynikající pro vázání a zpevňování sypké půdy, ale je také schopný produkovat hluboké kořeny. Schopnost hlubokého zakořenění může vysvětlovat, proč může akát růst v sušších oblastech, než je jeho původní areál. V aridnějších regionech jihozápadní Severní Ameriky stromy mohou vyvinout svislé kořeny o délce od 6,1 do 7,6 m. Radiální šíření kořenů je asi 1–1,5násobek výšky stromu (HUNTLEY 1990).

Růst kořenů je nepříznivě ovlivněn vodou zaplavenými půdami nebo zhutněním pastvou. I když strom za těchto podmínek přežije, kořeny mohou být částečně poškozeny a vlastnosti fixace dusíku jsou sníženy (ROACH 1965). Pokud kořeny akátu nemohou proniknout do vrstev kompaktních půd, v takových případech kořeny nadále rostou vodorovně a kořenový systém bude vrstvený (BARTHA a kol. 2008).

Celkově je kořenový systém poměrně bohatý, dokáže držet půdu a roztrhávat skalní podklad (KOLBEK a kol. 2004). Kůlový kořen je krátký a dochází k vytvářením četných kořenových výběžků, které bývají velmi dlouhé, plazivé a poměrně mělké (CHRTKOVÁ 1995).

4.1.8 Nitrifikace, alelopatie

4.1.8.1 Nitrifikace

Nitrifikační účinky akátu velmi ovlivňují vegetaci a jeho okolní prostředí. Nitrifikace je způsobena aktivitou bakterií fixujících dusík jako *Rhizobium leguminosarum, R. tropici, R. meliloti, R. trifolii, R. japonicum, Mesorhizobium amorphae, M. loti* a *M. huakuii*. Bakterie „infikují" akát již ve stádiu semenáčků a podporují vytváření kořenových hlízek, ve kterých dochází k fixaci dusíku. Kořenové hlízky dorostou za 2 měsíce na 1 mm v průměru, u starších jedinců může být průměr více než 10 mm. Fixace dusíku je obecně nejintenzivnější ve vrchních 15 cm půdy a počet kořenových hlízek s hloubkou neustále klesá (BARTHA a kol. 2008). Postupem času dochází ke změně chemismu v půdě a k založení nitrofilní vegetace (MEYER–MÜNZER a kol. 2015).

Lesní porosty se skládají ze stromů a keřů jako jsou: *Celtis occidentalis* L., *Padus serotina* Ehrh., *Ptelea trifoliata* L., *Sambucus nigra* L. Na suchých stanovištích mohou růst keře jako *Juniperus communis* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus spinosa* L. *a Rosa canina* L. (VÍTKOVÁ, KOLBEK 2010).

Druhy, které se v tomto prostředí vyskytují, jsou převážně: *Alliaria petiolata* M. Bieb., *Anthriscus sylvestris* L., *Chelidonium majus* L., *Galium aparine* L. *a Urtica dioica* L. (VÍTKOVÁ, KOLBEK 2010).

V uzavřených lesních porostech může být uvolněno asi 59 kg dusičnanů/ha za 1 rok, které následně mohou být využívány jinými rostlinami. Za 16–20 let ve starých lesních porostech dochází k obohacení horních 50 cm půdy o 590 kg/ha (KERESZTESI 1988). CIERJACKS a kol. (2013) uvádí odhadovanou míru symbiotické fixace dusíku pohybují se od 23 do 300 kg/ha za 1 rok. Výše zmíněné hodnoty jsou přibližně dvojnásobkem hodnot naměřených v ostatních typech lesů (KERESZTESI 1983).

Ohledně vlivu fixace dusíku akátem na půdu lze konstatovat, že koncentrace organického dusíku v hloubce 30 cm je u porostů akátu přibližně trojnásobně větší než u borovice a dvojnásobně vyšší než u dubu (MONTAGNINI a kol. 1991).

4.1.8.2 Alelopatie

Celá dřevina je kromě květů jedovatá a do svého okolí vylučuje látky, které jsou pro ostatní rostliny toxické. Tento jev je známý jako alelopatie (VEVERKOVÁ 2009).

Alelopatické účinky jsou způsobeny metabolity rostliny (fenoloidy a deriváty aminokyselin), které inhibují růst a vývoj jiných rostlin. Například březové porosty rostoucí v blízkosti akátů mívají menší listy, konce letorostů začínají obvykle usychat a v následně může docházet k mortalitě. Podobné, ale méně zjevné změny lze pozorovat také na bucích. V Rusku je akátem způsobeno zpomalování růstu jilmů a snižování jejich fotosyntézy (BARTHA a kol. 2008).

Studie ukazují, že látky uvolňované prostřednictvím spadaných listů inhibují růst různých plevelů a druhů plodin. Z listů byly identifikovány látky, které způsobovaly potlačení růstu kořenů u zkoumaných druhů, zejména travin. Taktéž byl pozorován pokles hmotnosti, který dosahoval u kořenů 35–76 %. Spekuluje se, že tento jev je způsoben poklesem celkového obsahu chlorofylu (NASIR a kol. 2005).

Celkově jedinci rodu *Robinia* obsahují neproteinové kyseliny, jako jsou toxalbumin robin, chalkonový butein, flavanolový robinetin, kyselinu ellagovou, ellagotaniny a kondenzované třísloviny. Dále se do půdy dostávají fenolkarboxylové kyseliny, jako je kyselina syringová a většinou díky tomu je znemožněno klíčení jiných rostlin v okolí (CHRTKOVÁ 1995).

VÍTKOVÁ (2014) uvádí, že alelopatie byla zjištěna jen v laboratorních podmínkách a změna keřového a bylinného patra je způsobena celkovou změnou ekologických podmínek prostředí.

U většiny typů stanovišť vede pěstování akátu k výraznému zpomalení růstu některých druhů rostlin, což může být způsobeno půdním využíváním látek nebo nepříznivými mikrobiologickými procesy. Přeměna půdních živin a alelopatické účinky mohou vysvětlovat nízkou druhovou bohatost bylinné vrstvy, v níž dominují nitrofilní rostliny nebo rostliny se širokým rozsahem ekologické tolerance (BARTHA a kol. 2008).

4.1.9 Management akátu

Pojem „management“ by neměl být označením pouze pro samotnou likvidaci. Lze zvolit 3 různé přístupy k akátovým porostům.

1. Ponechání akátového porostu sukcesnímu vývoji

V primárním areálu akátu po 20–30 letech klesá jeho podíl na přibližně 4 %. Dochází k rozšiřování především stínomilných druhů. Ovšem podle sledovaných trvalých ploch k tomuto procesu v ČR nedochází (VÍTKOVÁ 2011).

V údolích Berounky, Vltavy a Sázavy se vyskytují silně proschlé akáty, které jsou ohrožovány povětrnostními vlivy. Jedná se o svažitý terén a jedince starší 70 let. Zde se pod rozpadajícími akáty postupně začaly objevovat přirozené druhy, jako je *Fraxinus excelsior* L. nebo *Acer platanoides* L. Xerofilnější stanoviště byla obsazována teplomilnými druhy, jako je *Acer campestre* L. nebo *Rhamnus catharticus* L. (VÍTKOVÁ 2011).

Tento přístup zahrnuje ponechání porostu bez zásahu a vylučuje těžbu, která způsobuje zmlazení. Lze doporučit tento způsob u porostů, které nejsou možným rizikem pro přirozená společenstva, lidi ani okolní stavby (VÍTKOVÁ 2011). Vhodný v místech, kde se v okolí vyskytují konkurenčně silné původní dřeviny, jako jsou jasan, javor, brslen, trnka nebo řešetlák. Takové dřeviny mohou ve věku 50–70 let akát zcela nahradit (PERGL a kol. 2016).

2. Ponechání akátového porostu sukcesnímu vývoji-potlačení jeho invazního šíření

Tento typ managementu je vhodný v intenzivně zemědělsky obhospodařovaných oblastech. Akátové porosty obklopené poli (ornou půdou) nejsou zdrojem případného dalšího šíření do krajiny. Jiná situace nastává v okolí luk a pastvin, kde je nutné výmladky pravidelně likvidovat (VÍTKOVÁ 2011).

3. Odstranění akátových porostů

Uplatňuje se v ochranářsky cenných ekosystémech, jako stepní lokality, zakrslé doubravy nebo reliktní bory. Není vhodný pro místa s výskytem refugií vzácných taxonů. Tento management tedy zahrnuj likvidaci na hodnotných biotopech a zajištění porostů v okolí, které jsou možným rizikem jeho šíření. Asanovaná plocha musí být kontrolována a musí být zabráněno opětovnému zarůstání akátem (VÍTKOVÁ 2011).

Hlavní problém spočívající s pěstováním akátu je jeho rozšíření na nechtěná a nevhodná místa. Během poměrně krátké doby dokáže díky svým invazivním vlastnostem obsadit velká území. Neméně velkým problémem je i následná likvidace, kterou nelze zajistit jednoduchým vykácením (VEVERKOVÁ 2009).

Z hlediska ochrany přírody a přírodních fytocenóz je akát nepochybně rizikovým druhem (VÍTKOVÁ 2011). Neexistuje jednoduché a stoprocentně účinné řešení, které by bylo vhodné pro boj s akátovými porosty. Z důvodu velmi silné regenerace jedinců se jedná o náročný, dlouhodobý proces (KUNEŠ a kol 2020). V porostech bez zásahů

dochází ke zhoršování situace a k neustálému obohacování půdy dusíkem, což vede k vytlačování původních druhů a pokračování invaze (VEVERKOVÁ 2009).

Kvůli svým vlastnostem je akát považován za kontroverzní. Především jeho možné negativní dopady na životní prostředí jsou hlavním důvodem zařazení mezi nejinvazivnější druh v Evropě. V posledním desetiletí vyvolal bouřlivé debaty, do nichž byli zapojeni politici, výzkumníci, ochránci přírody, správci půdy, lesníci, včelaři a zahradníci. S ohledem na dopad biologické rozmanitosti byl navržen na seznam invazivních nepůvodních druhů (SÁDLO a kol. 2017). Ohrožuje zejména suché a polosuché travní porosty a způsobuje zánik mnoha ohrožených rostlin a bezobratlých v důsledku změn světelného režimu, mikroklimatu a půdních podmínek. Často dochází ke střetu zájmů při určování priorit managementu akátu mezi ochranou přírody, lesnictví a veřejností (VÍTKOVÁ a kol. 2017).

Pro pěstování akátu a jeho soulad s naší přírodou je potřebný zodpovědný přístup a správné zacházení. Pokud je úmyslem akát využívat, pozornost musí být věnována případnému nekontrolovanému šíření, které je nežádoucí (VEVERKOVÁ 2009).

V různých zemích se pohlíží na akátové porosty jiným pohledem. Bývá brán jako invazivní druh i jako velmi kvalitní surovina. Ačkoliv je ve Slovinsku považován za introdukovanou dřevinu, bývá ponecháván, pokud neohrožuje cenná přirozená společenstva. V ČR, Švýcarsku a Polsku je problematickým druhem a odstraňuje se z hodnotných porostů. Ovšem v Německu, Maďarsku a Slovensku jsou akáty často pěstovány za účelem produkce dřeva. Energetické porosty akátu jsou na Slovensku hojně pěstovány pro výhřevnou biomasu (VÍTKOVÁ 2014).

4.1.10 Poškození

Po dlouhou dobu po zavlečení akátu do Evropy nebyly známy žádné významné patogeny a předkládaný zdroj potravy byl poprvé objeven u polyfágních členovců (BARTHA a kol. 2008).

KOLBEK a kol. (2004) uvádí, že na území ČR ani v celé Evropě se nenachází přirození nepřátelé, kteří by dokázali potlačit jeho invazivnost. I přes zvýšený výskyt klíněnky *Phyllonorycter robiniellus* nedošlo k většímu poškození akátu.

V Americe bývá poškozován širokou škálou hmyzu a chorob, pravděpodobně více než jakékoli jiné druhy. Mezi velmi rozšířené patří *Megcallene robiniae* a houby *Phellinus rimosus* nebo *Polyporus robiniophilus* (HUNTLEY 1990).

4.1.10.1 Onemocnění semen a semenáčků

V některých školkách byla mortalita způsobená chorobami poměrně vysoká. Pokud nejsou semena vhodně ošetřena stratifikací, mohou být poškozena plísněmi v půdě a nemusí tak správně vyklíčit (HEPTING 1971). Semena a plody mají jen málo známých škůdců. KUNEŠ a kol. (2019) uvádí výskyt parazitovaných semen lesknatkou čimišníkovou (*Eurytoma caraganae*), jenž byla zaregistrována při testování akátového osiva s lesních porostech v Praze.

Druhá generace *Etiella zinckenella* poškozuje lusky akátu, jelikož housenky tohoto druhu se živí vyvíjejícími se semeny. Podobně škodí larvy *Bruchidius cisti*, jež se vyvíjí v semeni a imago se uvolňuje kousáním lusků (HUNTLEY 1990). Monofágním semenný predátorem je *Bruchophagus robiniae,* který se živí a vyvíjí uvnitř semene (LÁSZLÓ a kol. 2021).

Semenáčky akátu zřídka hynou kvůli infekci hub *Phytophtora* spp. (BARTHA a kol. 2008). Například *Phytophthora parasitica* způsobuje v některých školkách scvrknutí vrcholků mladých semenáčků. Tento patogen se vyskytoval ve školkách ve Virginii a Severní Karolíně. Nejzávažněji byly poškozeny rostliny staré 1 až 3 týdny, které často všechny zahynuly. U starších sazenic se někdy vyvinuly nekrotické poškození na stonku, řapíku nebo listu. Kořeny zůstávají při této nemoci nepoškozené (HEPTING 1971).

Savci, především za dlouhých a chladných zim, poškozují pupeny, loupají kůru na mladších jedincích. Patří sem hlavně *Microtus arvalis, Evotomys glareolus, Apodemus sylvaticus, A. agrarius, Arvicola terrestris. Lepus europeus* a *Oryctolagus cuniculus* (BARTHA a kol. 2008)

4.1.10.2 Onemocnění listů

Listové nemoci akátu mají pouze akademický význam. Výjimkou jsou lesní školky, kde jsou velké počty rostlin jednotné velikosti a obvyklé zavlažovací postupy způsobují rozšíření nemocí. Velmi častými patogeny jsou *Erysiphe polygoni*, *Microsphaera diffusa* a *Phyllactinia guttata* (*P. corylea*) (HEPTING 1971).

Mezi listové škůdce patří *Parectopa robiniella*, jehož kukla přezimuje v bílém kokonu na okraji listů. Tento druh je všude přítomný v Maďarsku a v teplejších letech může být infekce 100%. Housenka *Phyllonorycter robiniellea* škodí na okraji listu, kde přezimuje. Dále může poškozovat listy, výhonky a také kořeny (BARTHA a kol. 2008).

Téměř každý rok se objevují ohniska *Odontotu dorsalis*. Akát bývá v celém regionu značně defoliován a během let s nízkými srážkami mnoho jedinců odumře (HUNTLEY 1990). *Odontotu dorsalis* poškozuje listy brzy z jara, do léta dochází k opadu listů a tím ke ztrátě přírůstu. Listy mají nápadný „spálený“ vzhled (ROACH 1965).

Parthenolecanium corni byl do Maďarska zavlečen v 80. letech 20. století a mohl zde způsobit možné vyhynutí akátu. Ve skutečnosti byly silně poškozeny pouze plantáže na nepříznivých stanovištích (BARTHA a kol. 2008).

4.1.10.3 Onemocnění kmene

Nejsou známa žádná onemocnění, která by vážně poškozovala kmeny akátu. Na přijatelně dobrých místech je strom obecně zdravý a není úspěšně napaden houbami nebo patogeny. Odumřelé části kmene jsou běžně obsazovány sekundárními houbami, především *Fomes rimosus* nebo *Polyporus robiniophilus* (HEPTING 1971). Jedná se o houbu, která poškozuje jádro stromu a napadá hlavně starší jedince (ROACH 1965). Dochází ke hnilobě dříví, které je pak následně měkké a méně odolné (HEPTING 1971).

YELPITIFOROV a KLYMENKO (2020) provedli výzkum na Ukrajině, ve kterém se zabývali jmelím. Zde uvádí, že jmelí se výrazně více vyskytovalo na akátu než na ostatních dřevinách, jako byly *Acer saccharinum* L., *Tilia cordata* Mill., *Crataegus monogyna* Jacq., *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus sylvatica, Populus x canadensis* Moench., *Betula populifolia* a další. Parazitováno bylo více než 50 % korun.

Jedinci *Megacallene robiniae* způsobují ve dřevě otvory sloužící pro houby způsobující hnilobu a rozsáhlý rozpad dřeva. Poškození obvykle začíná v mladém věku a může být tak rozsáhlé, že stromy nejsou vhodné pro jakékoliv použití (HUNTLEY 1990). *Megacyllene robiniae* způsobuje poškození larvami, které tvoří tunely a poškozují dřevo, které je pak následně náchylnější na poškození větrem. Pomalu rostoucí stromy jsou více náchylnější na poškození. Rychleji rostoucí akáty, starší než 10 let nejsou většinou ohroženi v tak vysoké míře. Pro minimalizaci poškození se doporučuje výběr kvalitních míst pro výsadbu a stimulace růstu uvolňováním nebo hnojením. Udržování

silného stínu při výsadbě ve směsích s jinými tvrdými dřevinami je také možným řešením snižující poškození (ROACH 1965).

Polyporus robiniophilus je houba, která je vzácná, příležitostně se vyskytuje v jižní Apalačské oblasti a běžná je v údolí řeky Ohio. Důsledkem je hniloba jádrového dřeva (HEPTING 1971).

Na kmeni starších stromů zřídka poškozují polyfágní druhy, jako je *Aegosoma scabricorne, Leperisinus fraxini* nebo *Cossus cossus* (BARTHA a kol. 2008).

4.1.10.4 Onemocnění kořenů

Závažná onemocnění kořenů akátu nejsou příliš známá. Zmínit lze ovšem *Phytophthora cinnamomi,* způsobující hnilobu hlavních kořenů a *P. citrophthora*, což je patogen způsobující hnilobu celkového kořenového systému (HEPTING 1971).

Kořeny semenáčků poškozuje především *Melolontha vulgaris, M. hippocastani* a na písčitých stanovištích *Polyphylla fullo* (BARTHA a kol. 2008).

4.1.11 Využití

Jedná se o druh, který má následující vlastnosti:

- Roste velmi rychle (věk těžby je 30–35 let).
- Dřevo je těžké, tvrdé a trvalé (výjimečné dřevo, využití pro sloupovinu, vinice, dobré pro parketové podlahy a v současné době oblíbené při výrobě podpěr a buničiny).
- Dokáže přežívat na půdách chudých na živiny a vodu (BARTHA a kol. 2008).

4.1.11.1 Využití květů, listů a semen

Kromě vyjmenovaných výhodných charakteristik dává akát základ pro výrobu vysoce kvalitního medu (BARTHA a kol. 2008). V příznivých letech poskytuje v Maďarsku 50–60 % veškerého medu, který je světle nažloutlé barvy a s jemnou chutí. Výhodou je, že dochází ke krystalizaci až po dlouhé době, někdy až po několika letech (KERESZTESI 1988). Důvodem je vyšší obsah fruktózy (WOJDA a kol. 2015). Med akátu je o 30 % cennější, než ostatní medy a je velmi oblíben (KERESZTESI 1983). Květy produkují velké množství nektaru s více než 50% podílem cukru (SPOHN, SPOHN 2013). Z jednoho jedince je poskytnuto až 8 kg velmi kvalitního medu (JIRÁSEK, STARÝ 1986).

Akátové květy jsou také velmi oblíbené jako základní surovina moučníků. Kvůli rychlému vadnutí je nutné jejich rychlé zpracování (DREYER, DREYER 2010).

Květy jsou rovněž používány pro výrobu léčiv (*Flos acaciae*). Voní, medově sladce chutnají a mají krémovou barvu. Obsahují silice (nerol, farnezol, linalol), aldehydy, ketony s broskvovou vůní, dále pak flavonoly (robinin, robinetin), chalkony (butein, robtein) a aminokyselinu kanavanin. Tato látka slouží převážně jako vzhledové, čichové a chuťové korigens v čajových směsích (JIRÁSEK, STARÝ 1986).

V Jižní Koreji jsou listy akátu používány jako krmivo pro výkrm prasat a chov brojlerových kuřat. Pro tento účel byla vyšlechtěna tetraploidní odrůda, která má listy třikrát větší než diploidní odrůdy a obsahuje 1,4krát více bílkovin (KERESZTESI 1988).

Použití semen jako potravy pro zvířata nejsou známy. Semena totiž obsahují silně jedovaté bílkoviny robin a phasin (BARTHA a kol. 2008). SPOHN, SPOHN (2013) uvádí, že především kůra a semena obsahují jedovaté lektiny a glykosidy. V listech se nevyskytují vůbec nebo jen ve velmi malé míře. Pro konzumaci listů nebo jejich jiné použití se doporučuje tepelná úprava, čímž se ztrácí jedovaté účinky (DREYER, DREYER 2010). Výrobky z akátu mohou mít význam i v terapii. Esence z akátu a čerstvá kůra se používá při léčbě gastritidy a bolesti hlavy. Lidová medicína doporučuje květ akátu jako sedativum proti kašli (BARTHA a kol. 2008).

4.1.11.2 Využití dřeva

Akátové dřevo je použitelné pro mnoho účelů. Akát je v Americe považován jako vhodný pro palivové dřevo a poskytuje úkryt pro divokou zvěř a ptáky, kteří sídlí v jeho dutinách (HUNTLEY 1990).

Ačkoli akát u nás zatím není důležitou hospodářskou dřevinou, která se pěstuje za účelem využití dřeva, používá se pro širokou škálu produktů a pěstuje se pro mnoho specializovaných účelů. Zmínit lze například plotové sloupky, důlní trámy, stožáry, železniční pražce, dřevěné konstrukce lodí, bedny (HUNTLEY 1990). Dále je vhodnou surovinou pro výrobu sportovního nářadí, jako jsou lyže. Díky následné příjemné chuti sudového vína, je velmi oblíbený mezi vinaři a slouží jako materiál pro výrobu sudů. V dávných dobách se z akátu vyráběla soukolí do mlýnských stolic (KOLBEK a kol. 2004).

Toto tvrdé a kvalitní dřevo je hojně využíváno pro výrobu zahradního nábytku, dětských hřišť nebo je používáno jako kůly na vinice. Jeho barva a struktura se velmi oblíbila při výrobě šperků a dekorací ze dřeva (VEVERKOVÁ 2009). Dřevo je tuhé jako jasanové, tvrdostí je podobné habru a je odolnější a trvanlivější než dřevo dubové (DREYER, DREYER 2019).

Akát patří mezi jádrové dřeviny. Jádro je velmi široké, žlutozelené až zlatohnědé s ostrým přechodem do běli, která je naopak velmi úzká a má nažloutlou barvu. Letokruhy jsou dobře patrné s výraznými hranicemi mezi sebou. Cévy mají kruhovitě pórovité uspořádání a jsou v letním dřevě viditelné v podobě drobných světlých teček (ZEIDLER 2012).

Akát je slibným druhem pro lesnictví s krátkou dobou obmýtí (RÉDEI a kol. 2002). Především vysoká výhřevnost a rychlý růst jsou dobrými předpoklady pro tzv. energetické plantáže (VÍTKOVÁ 2014).

Obmýtí jsou relativně krátká, a to 20–30 let, ale na nejvhodnějších půdách až 40 let (KERESZTESI 1988). Disponuje hustotou dřeva 690 kg/m^3 a rychlost růstu je udávána na 2–6 cm/den (HALUPA, RÉDEI 1992). Výhodou je také skutečnost, že hoří velmi dobře i za čerstvého stavu (KERESZTESI 1988). Vlhkost čerstvého dřeva se pohybuje okolo 30 %, a tudíž je možné jeho spalování bez předchozího sušení. Během spalování nedochází ke znečištění komínů v tak vysoké míře (WOJDA a kol. 2015).

Akátové porosty přispívají ke zvýšení krajinné diverzity a plní funkci biocenter a biokoridorů (VÍTKOVÁ 2011).

V posledních letech se zvýšila pozornost na akát z následujících důvodů:

1. Stimulace globálních změn klimatu, rychlý růst, odolnost vůči suchu.

2. Rozšiřující se druh (Maďarsko, Rumunsko, Francie, Německo, Korea a Čína).

3. Vhodné vlastnosti z pohledu managementu plantáží (RÉDEI a kol. 2002).

Literatura o akátu je většinou zaměřena výhradně na ekonomický nebo na ekologický potenciál (SÁDLO a kol. 2017).

4.1.12 Likvidace akátu

Roztroušené akáty rostoucí v zapojených lesních porostech nejsou tak závažným problémem, jelikož v zapojených porostech nebo v porostech s bohatým podrostem

nemá akát tak velkou šanci k přirozené obnově. Kvůli vysoké konkurenci ostatních dřevin a keřového patra nemá příliš velký prostor pro další invazi (VEVERKOVÁ 2009). Také díky své světlomilnosti se nedokáže šířit do zapojených lesních porostů (PERGL a kol. 2016). Řešením pro likvidaci v takovýchto podmínkách je čas a trpělivost, kdy sám odumře a mrtvé dřevo pak slouží jako prostor pro různé druhy živočichů (VEVERKOVÁ 2009).

V narušených porostech, mýtinách, na okrajích lesů a v světlých porostech (např. reliktní doubravy a bory) bez přirozené obnovy je důležitá likvidace jedinců, kteří jsou zdrojem semene (VEVERKOVÁ 2009). Semenáčky se snadno dokážou uchytit, a to především na narušené ploše (PERGL a kol. 2016). Nezbytné je také potlačení akátových výmladků za použití totálního herbicidu. Cílem je umožnit ostatním druhům akát přerůst a zastínit (VEVERKOVÁ 2009).

Hlavní metody likvidace porostů: použití herbicidu (zatření pařezů), postřik na list, injektování stromu, obalení vysokého pařezu igelitem, kroužkování stromů a pastva. Metody likvidace závisí na velikosti a stáří akátových porostů. Pro úspěšnou likvidaci a účinnost je v mnoha případech nutná kombinace více metod (VEVERKOVÁ 2009).

Odstranění a pozdější rekonstrukce akátových porostů je velmi složitá a časově náročná. Metody likvidace lze rozdělit na biologické, fyzikální, mechanické, chemické a kombinované (VÍTKOVÁ 2011).

4.1.12.1 Fyzikální metoda

Touto metodou je myšleno vypalování akátových porostů. Jedná se o neúčinný způsob, jehož výsledkem je podpoření vegetativního a generativního zmlazení. Půda se tak stává vhodnější pro klíčení semen a nastává zcela opačný efekt (VÍTKOVÁ 2011).

4.1.12.2 Mechanická metoda

Mechanická metoda je používána pro likvidaci plošně rozsáhlých akátových porostů. Pouhá mechanická metoda není ovšem vůbec doporučována (VÍTKOVÁ 2011). TRYLČ (2007) uvádí, že mechanická likvidace bez použití herbicidů je neúčinná a ani po 30 letech není možné akát eliminovat. Po odstranění jedince navíc dochází k silnému zmlazení až do vzdálenosti 15 m (PERGL a kol. 2016).

VÍTKOVÁ (2011) rozděluje mechanickou likvidaci:

- Smýcení všech jedinců řezem provedeným u země. Provedení v létě způsobí, že akát dokáže obrazit, ale nezdřevnatělé výmladky v zimě zmrznou.
- Smýcení všech jedinců řezem provedeným cca 1 m nad zemí. 2–3 roky po tomto zásahu lze provést řez u země.
- Vytrhnutí 5–10 let starých jedinců i s kořeny. Výsledkem je často následné a hojné zmlazení kořenového systému.

Další mechanické metody:

Kroužkování

Tuto metodu lze uplatnit i pro ostatní dřeviny, které se zmlazují pomocí kořenových nebo pařezových výmladků (např. javor jasanolistý) (PERGL a kol. 2016).

Kroužkování je metoda, během které je v prsní výšce ořezán pruh lýka. Ve Švýcarsku je během kroužkování ponechán neporušený pruh kůry, pomocí něhož jedinec stále transportuje živiny a po několika letech umírá (VÍTKOVÁ 2011). Na odumření akátu mají vliv také dřevokazné houby (VEVERKOVÁ 2009).

V Německu a Rakousku je kroužkování prováděno kolem dokola. Tento způsob nebyl úspěšný v ČR ani na Slovensku a preferuje se švýcarský postup. Kroužkováním po celém obvodu je docíleno prudké vyhnání výmladků. Tato schopnost trvá několik let, jelikož v kořenech je mnoho zásobních látek (VEVERKOVÁ 2009). Kroužkování je zpravidla prováděno na jaře, případně začátkem léta, kdy je intenzivní růst. Rizikem mohou být následné škody na zdraví a majetku během odumírání jedinců kvůli padajícím uschlým větvím z postupně odumírající koruny (VÍTKOVÁ 2011).

Během této metody je odříznuta kůra až do dřeva, a tedy do hloubky asi 2 cm. Jedním z možných způsobů je provedení pomocí motorové pily. Výhodou je rychlost zásahu, ovšem nevýhoda je příliš slabý tenký kroužek, který časem zarůstá hojivým pletivem. Další varianta je tzv. obobrování pomocí mačety nebo motorové pily. V tomto případě vzniká 20–30 cm široký pruh zbavený kůry a kambia. Zde je výhodou menší možnost zahojení rány, na druhou stranu je tato metoda více časově a fyzicky náročná (VEVERKOVÁ 2009).

Poslední variantou je spirálování, kdy je kolem kmene vyříznuta spirála. Principem je ponechání neporušeného pruhu kůry, díky čemuž nebude moci jedinec okamžitě obrážet. Dojde k vyčerpání stromu živinami a jedince odumře (VEVERKOVÁ 2009).

Igelitování

Igelitování zahrnuje pokácení stromu na výšku 1 m a následné zabalení horní poloviny do tmavého igelitového pytle. Důležité je provést obalení igelitem v průběhu června a července. Výmladky rostou směrem do pytle a důsledkem tepla zcela odumřou, případně zbylé zmrznou během zimy (VÍTKOVÁ 2011).

Výhonky se pomalu dusí a akát tím vyčerpává spoustu zásobních látek, díky čemuž postupně odumírá. Z důvodu časové a fyzické náročnosti je tato metoda použitelná převážně u menších ploch nebo u vzrostlejších stromů. I v tomto případě je vhodná kontrola několik následujících let (VEVERKOVÁ 2009).

Další možnosti

TRYLČ (2007) uvádí další možnost, kterou lze aplikovat pro jedince o průměru do 5 cm. Spočívá v řezu ve výšce 10–15 cm a následném rozštípnutí pařezu.

Metoda kácení je možná u vzrostlých akátům, větších výmladků, u jednotlivých stromů i větších porostů. Kmeny akátů jsou řezány nízko nad zemí a následně je nezbytné zatření čerstvého pařezu pomocí totálního herbicidu. Velmi často je jako herbicid používám Roundup. Bez použití herbicidu by došlo k intenzivnímu obrážení a k dalším akátovým výmladkům. Pro aplikaci je používán jen slabě ředěný roztok o vysoké koncentraci. Bývá používám i neředěný herbicid, ovšem při nedostatku vláhy nedokáže proniknout až do kořenů a není tedy tak účinný (VEVERKOVÁ 2009). Řezné plochy by měly být ošetřeny před zaschnutím rány, aby byla účinná látka co nejvíce vstřebána. U akátu se udává limitní doba mezi pokácením a aplikací herbicidu na řeznou plochu okolo 10 minut (KŘIVÁNEK a kol. 2004). Nezbytná je aplikace na konci vegetačního období, kdy herbicid je vstřebán vodivými pletivy rostliny a transportován do kořenů (VÍTKOVÁ 2011). Podle doby, počasí a způsobu aplikace herbicidu se účinnost zásahu pohybuje od téměř 100 % až k pouze 20 %. Špatný způsob aplikace vyžaduje opětovný zásah a další zátěž pro stanoviště. Ideálními podmínkami je slunné počasí a nízká větrnost (KŘIVÁNEK a kol. 2004).

Nevhodné je nátěr aplikovat na jaře a v létě, jelikož proudící míza ho vytlačuje a účinnost se tak snižuje. Naprosto stejný problém nastává v období zimy, kdy proudění látek je velmi omezené a herbicid se nedostane až ke kořenům. Pro rozeznání a označení natřených pařezů je vhodné použití potravinářského barviva (VEVERKOVÁ 2009).

Při kácení je vhodné brát v potaz i rychlý odvoz dřeva a následnou eliminaci uvolnění semen, které by mohlo zapříčinit další rozšiřování akátu. I po odstranění přetrvává v okolní půdě velké množství dusíku a je nezbytná kontrola kořenové výmladnosti (VEVERKOVÁ 2009).

Po odstranění akátu je nezbytná následná péče o asanovanou plochu. Doporučována je každoroční kontrola plochy po dobu následujících 3–5 let. Výmladky dokážou růst velmi rychle, v primárním areálu až 3 m za rok (VÍTKOVÁ 2011). Je dokázáno, že po jednorázovém zásahu dochází většinou ke zvýšení růstu než k jeho eliminaci (KŘIVÁNEK a kol. 2004). TRYLČ (2007) uvádí jako nejvýhodnější metodu odstraňování výmladků dvakrát ročně. Ani po 30 letech mnohdy nemusí dojít k úplné likvidaci (VÍTKOVÁ 2011).

V Maďarsku je velmi efektivní metoda, během které jsou vyvrtány 4–7 cm hluboké otvory o průměru 8 mm, směřující rovnoběžně s kůrou pod úhlem 10° ke xylému. Následný otvor je naplněna herbicidem a utěsněn vápenným tmelem. Počet otvorů závisí na velikosti stromu. Měl by takto být vyvrtán jeden otvor na každých 10 cm obvodu kmene. Aplikací ve druhé polovině srpna až září odumře celý jedinec a dojde k potlačení i regenerace kořenového systému (ŠEFFEROVÁ-STANOVÁ a kol. 2008).

4.1.12.3 Chemická metoda

Chemická metoda lze aplikovat v případě, že uschlé jedince je zapotřebí v porostu zanechat. Například za účelem ochrany před erozí a přílišným osluněním na nepřístupných terénech. Při aplikaci chemické metody jsou používány injektážní technologie (VÍTKOVÁ 2011). Metoda injektování spočívá v navrtání nebo záseku do živého stromu, do kterého je aplikován silný roztok herbicidu. Tento otvor je možné vytvořit mačetou, vrtákem nebo podobným náčiním. Je důležité, aby otvor byl hluboký a herbicid tak pronikl do koruny i ke kořenům. Tato metoda by měla být prováděna v červenci a srpnu. Užitečným nástrojem je tzv. hypo-sekerka, jíž zaseknutím je do kmene aplikován herbicid a následně se dostává do dalších vodivých pletiv (VEVERKOVÁ 2009). Záseky směřují shora dolů, rozmístěny jsou pravidelně od sebe

a odděleny jsou cca 10 cm vrstvou nenarušené kůry. Do zásеků je vpraven herbicid v koncentraci 33–100 % (VÍTKOVÁ 2011). Nevýhodou je poměrně vysoká pořizovací cena (VEVERKOVÁ 2009).

Postřik totálního herbicidu na list se používá proti obrážejícím výmladkům z kořenů, pařezů a kmenů. Pro správnou účinnost je stěžejní načasování a četnost postřiku. Postřik je prováděn ve dvou fázích, kdy první postřik je aplikován v červenci a druhý postřik je aplikován na podzim. Brzký postřik je většinou neúčinný, z důvodu proudící mízy, která zabraňuje herbicidu dostat se do rostliny. Byť většina jedinců ztratí listy, po asi 6 týdnech se vzpamatovává a začíná opětovně obrážet zelenými lístky, které bývají často zdeformované. Nutno zmínit i vliv hustoty postřiku. Husté postřiky dokážou zasáhnout obvykle jen horní patro a spodní patro je tedy herbicidem zasaženo jen menší míře (VEVERKOVÁ 2009). Aplikace přímo na list je vhodná do výšky 4 m. Při vyšší výšce hrozí riziko zasažení ostatních druhů (VÍTKOVÁ 2011).

Nejpoužívanější jsou herbicidní přípravky na bázi glyfosátů (např. Roundup, Glyfogan, Taifun). Tyto látky jsou vstřebávány zelenými částmi rostlin a transportovány do kořenů. Po několika týdnech se dostavuje žloutnutí a vadnutí rostlin. Pro půdu jsou tyto látky neškodné, a to díky rychlému rozkladu. Některé přípravky ovšem mohou být pro člověka nebo živočichy škodlivé (KŘIVÁNEK a kol. 2004).

4.1.12.4 Biologická metoda

Likvidace pomocí herbivorního hmyzu, patogenních organismů nebo hub není v České republice známa (VÍTKOVÁ 2011, KŘIVÁNEK a kol. 2004). Ovšem v Itálii je využívána severoamerická klíněnka *Phyllonorycter robiniella,* jíž přemnožení zapříčiňuje zasychání a opad listů. Tento škůdce ovšem nemá vliv na životaschopnost akátu v ČR (VÍTKOVÁ 2011*).* Lze konstatovat, že v Evropě chybějí přirození nepřátelé, kteří by napadali i ostatní části akátu (dřevo, semena). V Severní Americe je považován za velmi poškozovaný druh, než jsou ostatní autochtonní listnaté dřeviny. Je zde poškozován především dřevokazným hmyzem a jádrovou hnilobou (HUNTLEY 1990).

Pastva ovcí a koz je používána k omezování výmladnosti na xerotermních lokalitách a zároveň jsou eliminovány i vysoké trávy, jako jsou *Arrhenatherum elatius* L. a *Elytrigia repens* L. (VÍTKOVÁ 2011).

Pastva bývá prováděná na plochách, kde již došlo k mechanickým zásahům. Pomocí pastvy je eliminováno další rozšiřování akátů, a to jak výmladků po těžbě nebo nových jedinců v půdě. Nejvhodnější čas je začít pastvu hned po provedení těžby. Pro tento způsob jsou vhodné kozy a ovce, které dokážou aktivně vyhledávat a spásat lístky, malé větvičky i kůru. Naprosto nevhodnými jsou koně a krávy, jejichž zažívání se nedokáže vypořádat s jedovatými látkami akátu (VEVERKOVÁ 2009). Případné otravy se projevují průjmy, špatným dýcháním, slabostmi srdce, křečemi, případně ochrnutím a v těch nejhorších případech nastává i smrt (JIRÁSEK, STARÝ 1986). Výhodou metody spásání jsou nízké finanční náklady a dobré výsledky (VEVERKOVÁ 2009).

TRYLČ (2007) nesouhlasí s předchozím názorem a diskutuje, že při pastvě nedochází k úplné likvidaci akátu a probíhá průběžná regenerace jedinců.

4.2 Všeobecně o lipách

4.2.1 Rod *Tilia*

Do tohoto rodu patří opadavé stromy, jejichž kořenová soustava je mohutná, v obrysu srdčitá a se silnými postranními kořeny. Borka je v mládí hladká, později se stává podélně rozpukanou. Dřevo tohoto rodu je roztroušeně pórovité a jádro je jen slabě patrné (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992). Dřeňové paprsky lze zpozorovat pouze na radiálním řezu. Letokruhy jsou obtížně rozlišitelné, dřevo je bez nápadné kresby a s možným výskytem nazelenalých pruhů nebo skvrn. Vůně dřeva není tak výrazná ve srovnání s ostatními dřevinami, ovšem svoji vůni si zanechává na poměrně dlouhou dobu (ZEIDLER 2012).

Listy jsou dvouřadě střídavé, srdčité s dlouhým řapíkem a pilovitou čepelí. V paždí žilek na rubu listů jsou chomáčky chloupků (tzv. akarodomacie), kde jsou ukryty symbiotičtí roztoči požírající vajíčka mšic a výtrusy hub (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992). V době rozkvětu i po odkvetu lip je na spodní straně listů možný výskyt zdobnatky lípové. Jedná se o mšice, které zde tvoří medovici (VESELÝ 2016).

Ke květenství je přirostlý listen, jež slouží jako létací aparát pro šíření plodů. Oboupohlavné květy silně voní a jsou atraktivní pro medonosný hmyz. Skládají se z 5 korunních lístků, 15–80 tyčinek, semeníkem se 2 vajíčky, sloupovité čnělky a 5laločné blizny. Plodem je jednopouzdrý oříšek. V mírném pásu severní polokoule se nachází asi 30–40 druhů lip (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Taxonomické zařazení

Tabulka 2 Taxonomické zařazení rodu Tilia.

Říše	*Plantae*	Rostliny
Pododdělení	*Spermatophytina*	Semenné rostliny
Třída	*Magnoliopsida 2*	Vyšší dvouděložné
Řád	*Malvales*	Slézotvaré
Čeleď	*Malvaceae*	Slézovité
Rod	*Tilia*	Lípa

(PLADIAS-databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz)

4.2.2 Lípa malolistá (lípa srdčitá), *Tilia cordata* Mill.

Areál této dřeviny zasahuje od severního Španělska až po Kavkaz. Hojně se vyskytuje v Polsku a Pobaltí (SPOHN, SPOHN 2013). Původem pochází z území, které se táhne z Anglie až do severního Ruska. Nelze ji nalézt v Turecku a v oblastech extrémně na severu, či na jihu (RUSHFORTH 2006). Je to původní evropský druh, který roste od nížin až do hor. Přirozeně obývá vlhčí půdy, lužní, suťové a dubohabrové lesy na celém našem území (BEDNÁŘOVÁ 2019). Vyhýbá se extrémně kyselým půdám. Nejvíce toleruje polostín, poměrně dobře odolává mrazu a snáší kontinentální klima. Velmi snadno zmlazuje, především díky silné pařezové i kmenové výmladnosti. V dutinách starých kmenů vytváří adventivní kořeny (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Je to listnatý strom, který dorůstá běžně výšky 25 m, mnohdy až 40 m (DREYER, DREYER 2019). Koruna je vejčitého tvaru a je tvořená hustými větvemi. Borka je v mládí hladká, později rozpraskaná (VYTÁSEK, BRZÁKOVÁ 2020). Kořenová soustava je v obrysu srdčitá a má silné postranní kořeny (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Letorosty jsou navrchu červenavé, naspodu zelenavé a lysé. Pupeny mají vejcovitý tvar, jsou 4–7 mm dlouhé a taktéž lysé. Okrouhle srdčitá čepel má délku až 8 cm, na líci je tmavě zelená a na rubu šedozelená. Řapík je lysý, dlouhý 2–5 cm a má načervenalou barvu (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992). Srdčité listy jsou asi 6 cm velké (DREYER, DREYER 2019). V úžlabí žilek na spodní straně listu jsou nápadně rezavé chloupky, kde se často vykytují například drobní roztoči. Svrchní strana listu je hladká a lesklá. Pod listenem 7–10 cm dlouhým visí 4–10 květů (SPOHN, SPOHN 2013). Květy mají pětičetnou žlutavou korunu a velký počet tyčinek s bělavými nitkami. Kvetou v červnu

až v červenci (VYTÁSEK, BRZÁKOVÁ 2020). Plody jsou kulovité, asymetrické hladké. Kulovitá semena jsou 3,5–4,5 mm velká v průměru. Jsou dormantní a vyžadují předosevní přípravu. Lípa srdčitá začíná plodit již ve 30–40 letech, ovšem jako solitér plodí již ve stáří 15–20 let (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Tento okrasný strom z čeledi lípovitých (*Tiliaceae*) bývá vysazován v parcích jako symbol naší státnosti. V neposlední řadě se jedná o symbol všech Slovanů (VYTÁSEK, BRZÁKOVÁ 2020). Je to velmi oblíbená a medonosná dřevina. Z tohoto důvodu je vysazována u lidských obydlích, v alejích podél cest, na rozcestích a návsích. V souvislých lesních porostech se vyskytuje jen zřídka, spíše v keřovité formě (BEDNÁŘOVÁ 2019). Je součástí lesních porostů, ale také je často vysazována jako solitér. V solitérním postavení může šířka její koruny být větší než výška (RUSHFORTH 2006).

Dochází k samovolnému křížení lip, čímž vznikají nové hybridy, označovány jako lípa obecná nebo lípa evropská. Tito kříženci u nás rostou častěji než původní druhy (BEDNÁŘOVÁ 2019).

Poměrně citlivě reaguje na znečištění vzduchu a na zasolení půdy. Proto jsou ve městech vysazovány většinou kříženci lípy malolisté a lípy velkolisté, kteří snáší větší míru znečištění. (SPOHN, SPOHN 2013).

Vyznačuje se svou dlouhověkostí, a dokonce i ve vysokém věku velmi dobře prosperuje. Podle lidové moudrosti lípa 300 let roste, 300 let stojí a 300 let umírá (DREYER, DREYER 2019). Nejsou výjimkou jedinci starší 2000 let, jejichž obvod kmene může být více než 6 m. Takto široký kmen většinou mívá zetlené vnitřní jádro a vnější bělová vrstva místo svých zásobovacích funkcí přejímá funkci podpůrnou (RUSHFORTH 2006).

Lipové dřevo je velmi ceněno mezi sochaři a řezbáři. Díky jeho vlastnostem se snadno opracovává. Je měkké, ovšem není příliš trvanlivé (SPOHN, SPOHN 2013). Zhotovují se z něho hudební nástroje, sochy, vyřezávaný nábytek. Z lýka se vyráběly provazy a obuv (BEDNÁŘOVÁ 2019). V dnešní době ho většinou nahrazují umělé materiály nebo africké palmové (*Raphia farinifera*) lýko (SPOHN, SPOHN 2013).

Pupeny našly svoje uplatnění v gemmoterapii. Vyrábí se z nich tinktura vhodná jako uklidňující a antistresový prostředek. Problémy se zažíváním léčí uhlí z lipového dřeva, které dokáže nahradit živočišné uhlí (VYTÁSEK, BRZÁKOVÁ 2020).

4.2.3 Lípa velkolistá, *Tilia platyphyllos* SCOP.

Rozšíření této lípy sahá až do západní, střední, jižní a jihovýchodní Evropy. Tento strom má schopnost dožívat se až 1000 let (SPOHN, SPOHN 2013). Roste v listnatých, roklinových lesích a na okraji cest. Velmi oblíbený je v Německu. Označovány jím jsou místa a hranice v široké, otevřené krajině. V minulosti se pod korunami konala soudní jednání a jako posvátný strom byl vysazován vedle kaplí (DREYER, DREYER 2019). Tato polostinná dřevina je náročná na vzdušnou vlhkost a je velmi citlivá k pozdním mrazům. Také je citlivá k imisím, a proto není příliš doporučována k výsadbám v centru měst (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Tento opadavý strom dorůstá výšky až 40 m. Srdčité listy mají na spodní straně bělavé chomáčky chloupků v úžlabí žilek. Květy mají žlutou barvu a visí po dvou až po pěti pod křídlatým listenem (DREYER, DREYER 2010).

Letorosty jsou pýřité nebo lysé, s vejcovitými pupeny 3–9 mm dlouhými. Čepel listů je srdčitá, mělce laločnatá a dlouhá 7–12 cm. Květenství je výrazně převislé. Květy jsou složeny po 3–5, s kališními lístky 5–7 mm dlouhými a korunními lístky o délce 8–10 mm. Plod je kulovitý 6–13 mm dlouhý, žebernatý s hladkým oplodím. Je poměrně tvrdé a v prstech lze jen ztěžka zmáčknout (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

Velmi se podobá lípě srdčité a bývá s ní i často zaměňována. Rozdíly jsou větší a asymetricky srdčité listy, dále pak bílé chomáčky chloupků na rubu listů (DREYER, DREYER 2010). Oproti lípě malolisté raší i kvete asi o 2 týdny dříve. Od lípy obecné lze odlišit listy, které mají chlupaté řapíky a jsou až 15 cm dlouhé (SPOHN, SPOHN 2013).

V sadovnictví je oblíbenou dřevinou a pěstována je jako alejový, ale i solitérní strom. Plní funkci meliorační a půdoochranné dřeviny (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

4.2.4 Lípa stříbrná, *Tilia tomentosa* Moench

Původním areálem je jihovýchodní Evropa a Malá Asie. Poměrně dobře snáší suché léto a větší míru znečištění vzduchu. Z tohoto důvodu patří k častým parkovým a uličním stromům. Květy se otevírají asi o 2 týdny později než u lípy malolisté. *Tilia tomentosa*

„petiolatis“ je převislou odrůdou lípy stříbrné. Je charakteristická silně převislými větvemi a velmi dlouhým řapíkem listů (SPOHN, SPOHN 2013).

Jedná se o strom dorůstající výšky 20–40 m s vysokou kuželovitou korunou. Letorosty jsou plstnaté, s šedými a plstnatými pupeny. V paždí žilek se nenachází chomáčky chlupů. Elipsoidní až téměř kulovité plody jsou nezřetelně žebernaté a dlouhé 7–12 mm.

Kvůli příliš silné vůni není vhodná ke sběru květů (SLAVÍK, ŠTĚPÁNKOVÁ 1992).

4.3 Fluorescence chlorofylu

Fluorescence chlorofylu je známa již od 30. let 20. století. Rozvoj nastal až s dostupností patřičných přístrojů, které umožnily provést měření i v terénních podmínkách. Měření těmito přenosnými přístroje je velmi jednoduché a rychlé, ovšem ve srovnání s laboratorními metodami je málo přesné (LINDA a kol. 2019).

Měření chlorofylové fluorescence je jednoduchým, rychlým, spolehlivým a neinvazivním způsobem, kterým lze získat informace o změnách fotosyntetické aktivity listů během působení stresových faktorů (LICHTENTHALER 1996).

Jelikož jsou rostliny vázány na svá stanoviště, musí být vybaveny speciálními mechanismy a způsoby adaptací na stres. Kromě rychlé aklimatizace mohou rostliny také reagovat na změny prostředí speciální dlouhodobou adaptací a změnou různých parametrů, jako je velikost a tloušťka listů, počet a hustota průduchů nebo funkce chloroplastů. Obvykle na rostlinu působí několik stresových faktorů současně, jako je kombinace tepla, vody a světla. Stres má vliv na chemické složení listů a tím mění i energetický tok fotonů. Mění se tedy podíly absorbované světelné energie, která je významná pro fotosyntézu. (LICHTENTHALER 1996)

S tím souvisí chlorofyl, což je zelené barvivo, které je uloženo v chloroplastech buňky. Podílí se na procesu fotosyntézy, jelikož má schopnost pohlcovat sluneční záření a přeměňuje ho na energii, která je následně ukládána v sacharidech (LINDA a kol. 2019).

Za stabilních optimálních podmínek je asi 80 % absorbované světelné energie použito pro fotochemii, dalších asi 15 % je vyzářeno v podobě světla a zbylých 5 % je vydáváno v podobě fluorescence. V případě, že je účinek fotosyntézy vysoký, výtěžek fluorescence je nízký a naopak (SOUKUPOVÁ, ROHÁČEK 2005).

5 METODICKÁ ČÁST

5.1 Experimentální a demonstrační objekt (Cholupický vrch)

Jedním z cílů této diplomové práce bylo provést měření u podsadeb lípou v rámci experimentálního a demonstračního objektu na Cholupickém vrchu v Praze. V této části je popsána charakteristika stanoviště, popis výsadby, popis sběru dat (měření výškového přírůstu, měření tloušťkového přírůstu, měření obsahu, fluorescence chlorofylu) a zpracování dat, včetně statistického vyhodnocení. Sběr dat probíhal shodným způsobem u všech jedinců, a proto je možné tyto jedince vzájemně porovnat.

Tato práce částečně navazuje na diplomovou práci VRKOČOVÉ (2021) a rozšiřuje ji z hlediska množství parametrů a časové řady měření.

5.1.1 Charakteristika stanoviště

Cholupický vrch se nachází v Praze – Modřanech. Je velmi vyhledávanou rekreační oblastí a součástí zahrádkářské osady. V ulici V Lipinách na severozápadním svahu probíhaly v letech 2018–2019 přestavby akátových porostů za účelem výzkumu a demonstrace jednotlivých metod. Tato lokalita patří pod správu Lesů hl. m. Prahy. Likvidace akátu zde byla prováděna speciálními metodami, jejichž hlavním cílem bylo potlačení masivní kořenové (nebo pařezové) výmladnosti. Na základě tohoto experimentu byly zřízeny 3 oplocenky o celkové výměře cca 1 ha. Aktuální dospělý porost se skládá především z nepůvodních dřevin, jako je trnovník akát, borovice černá, dále s domácích a zdomácnělých dřevin jako je jasan ztepilý, dub zimní a modřín opadavý. Bylinné patro zaujímají nitrofilní druhy, které se zde vyskytují z důvodu dusík vázajících symbiotických bakterií na kořenech akátu. Během přestavby akátového porostu byly některé části vyžnuty a došlo zde k aplikaci herbicidu (Roundup), za účelem potlačení agresivní buřeně, především ostružiníku (BENEŠ 2020).

Obr. č.1: Výřez z porostní mapy, jež byla poskytnuta Lesy hl. m. Praha. Zkoumaná lokalita nese označení 143 A 7.

5.1.2 Popis výsadby

Na této experimentální ploše bylo vysázeno celkem 3700 ks lípy srdčité. V roce 2018 se jednalo o výsadbu 1000 ks sazenic a v roce 2019 proběhla další etapa s celkovým počtem 2700 ks. Z toho bylo 2100 ks sazenic (pěstební vzorec 0,5-0,5) a 600 ks poloodrostků (pěstební vzorec 0,5-0,5+1). Evidenční číslo uznaného zdroje reprodukčního materiálu je CZ-3-3-LP-00138-10-4-C (202/170/2015).

Zbylý sadební materiál byl vysázen na lokalitě lesopark Vinice (Praha – Běchovice). Zde se jednalo celkem o 700 ks lípy srdčité, z čehož bylo 400 ks sazenic a 300 ks poloodrostků (PONG).

V tabulce níže (tabulka 3) jsou shrnuty počty kusů obou typů sadebního materiálu, jež byly vysázeny na lokalitách Praha – Modřany a Praha – Běchovice.

K výsadbě byly použity motorové jamkovače a pro každý typ sadebního materiálu byl použit jiný průměr vrtáků. Pro poloodrostky průměr 15 cm, pro sazenice 12 cm a pokud se jednalo o velmi kamenitou půdu, byl použit průměr 9 cm.

U poloodrostků byla očekávána vyšší odolnost vůči vlivu buřeně, která se místy velmi hojně vyskytuje. Sazenice takovou odolnost nemají, ovšem jejich výhodou je lepší snášení půdního sucha daného stanoviště (BENEŠ 2020).

Tabulka 3 Množství sadebního materiálu, který byl vysázen na lokalitách Praha-Modřany, Praha-Běchovice v letech 2018 a 2019.

Rok	Typ sadebního materiálu	Praha-Modřany	Praha-Běchovice	Celkem (ks)
2018	Sazenice	1000	0	1000
2019	Sazenice	2100	400	2500
	Poloodrostky (PONG)	600	300	900

Obr. č. 2: Pohled zachycující vnitřní část oplocenky, kde probíhá přestavba akátového porostu. Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (24. 6. 2021)

5.1.3 Popis sběru dat

U vybraného počtu jedinců sazenic a poloodrostků byly měřeny dendrometrické parametry (výšky a tloušťky v krčku). Jednalo se o celkem 582 ks sazenic a 278 ks poloodrostků (PONG) lípy srdčité. Tito jedinci se nacházeli na celkem devíti ploškách, z nichž jedna nebyla nakonec vůbec obsazena (viz tabulka 4). Měření bylo provedeno ve třech obdobích a sledovány byly hodnoty na začátku a na konci vegetačního období, za účelem zjištění přírůstu. Počáteční měření proběhlo na jaře 2020, následně na podzim 2020 a konečné měření bylo provedeno na podzim 2021. S ohledem na heterogenitu stanoviště byli pro větší objektivnost vybráni jedinci nacházející se na různých místech oplocenky. Část zkoumavých sazenic a poloodrostků byla měřena na volné ploše a část pod porostem. Jelikož výsadba proběhla v pravidelném sponu (1,5 × 1,5 m), byla tím

usnadněna orientace a označení měřených jedinců. Měření bylo prováděno v řadách a každá řada byla na začátku a na konci označena barevnou cedulkou. Na této cedulce byla zaznamenána čísla jednotlivých ploch, čísla řad a pořadová čísla jedinců. Díky tomuto označení bylo usnadněno následné opakované měření a přiřazovaní změřených hodnot ke správným jedincům. Při zjišťování dendrometrických parametrů byla zároveň mechanicky odstraněna buřeň, která v těsné blízkosti konkurovala měřeným jedincům sadebního materiálu.

Tabulka 4 Množství sadebního materiálu, u něhož byly měřeny výšky a tloušťky. Tabulka popisuje jednotlivé plochy a počty řad s množstvím sazenic a poloodrostků (PONG).

Číslo plochy	Počet řad	Počet sazenic (ks)	Počet poloodrostků (ks)
I	8	90	30
II	8	81	30
III	4	58	20
IV	10	119	26
V	10	89	20
VI	9	44	53
VII	13	30	99
VIII	Neobsazena	0	0
IX	6	71	0
		582	**278**

5.1.4 Měření výškového přírůstu

U každého jedince byla měřena jeho výška, a to s přesností na celé cm. Byl použit skládací metr (o délce 2 m), který byl pevně připevněn na dřevěné lati. Za výšku jedince byla považována vzdálenost od povrchu půdy, k nejvyššímu živému pupenu. Ve většině případů se jednalo zároveň o terminální pupen. Byli zaznamenáni také jedinci, u kterých došlo ke zlomu, případně uschnutí terminálního výhonu. Zde bude hodnota vykazovat zápornou hodnotu přírůstu. Měření výšek komplikovala zdejší buřeň, vrstva listového opadu a také zřídka nesprávně vyvrtaná jamka.

Změřené výšky a případné poznámky byly postupně zapisovány do terénního zápisníku a následně přepsány do MS Excel pro snadnější vyhodnocení.

5.1.5 Měření tloušťkového přírůstu

Dále byla u každého jedince měřena i jeho tloušťka, s přesností na milimetry. Měření tloušťky bylo provedeno pomocí milimetrového posuvného měřítka (šuplery). Měřena byla tloušťka v úrovni kořenového krčku, což je místo přechodu kořenové části

v kmínek. S ohledem na kamenitou půdu a velké množství skeletu docházelo občas k mělké výsadbě sadebního materiálu. V tomto případě bylo měření posunuto výše. Pokud měl jedinec značně asymetrický tvar kořenového krčku, byl měřen ve dvou na sebe kolmých směrech a tento výsledek byl zprůměrován.

Změřené tloušťky byly taktéž zapisovány do terénního zápisníku a po změření byla data přepsána do MS Excel a následně vyhodnocena.

5.1.6 Měření obsahu a fluorescence chlorofylu

Data byla měřena pomocí speciálních přístrojů, a to ve třech termínech (srpen 2020, červen 2021 a září 2021).

Obsah chlorofylu byl měřen ručním fluorometrem Opti-Science CCM-300, který pro stanovení relativního obsahu chlorofylu využívá poměr emise fluorescenčního světla o vlnové délce 735 nm ku emisi fluorescenčního světla o vlnové délce 700 nm. Není zde nutná adaptace vzorku na tmu, ale zároveň se nedoporučuje provádět měření na přímém slunci. Přístroj vypočítává obsah chlorofylu podle lineární funkce, kterou lze i kalibrovat. Umožňuje také okamžitý náhled na odhadovanou hodnotu obsahu chlorofylu (mg/m^2 listové plochy). Před měření lze nastavit sílu signálu do optimální úrovně.

Fluoroscence chlorofylu byla měřena přístrojem Opti-Sciences OS30p+. Pro měření je nutná adaptace vzorku na tmu, a to pomocí zatemňovací svorky. Délka adaptace na tmu by měla být minimálně 30 minut. Pomocí namíření sondy přístroje k zemi a sundání měřící svorky se tlačítkem vždy před měřením provádí kalibrace. Po uplynutí 30 minut adaptace vzorku na tmu a úspěšné kalibraci se nasune sonda přístroje do otvoru ve svorce a provádí se měření. Na displeji se následně objeví výsledek a graf. Naměřené hodnoty jsou ukládány v tomto přístroji.

Takto se postupovalo na lokalitě Cholupický vrch, při zjišťování hodnot sadebního materiálu lípy srdčité. Pro měření obsahu a fluorescence chlorofylu byly vytvořeny čtyři varianty, které byly kombinacemi sadebního materiálu a míry zastínění v oplocence. Tímto byla zaručena objektivnost a porovnání výsledků z odlišných míst pod porostem a na volné ploše. V rámci měření panovaly stejné podmínky, což je důležité z hlediska zachování konzistentnosti výsledků. Měřeny byly listy vždy na lícové straně.

Celkem byly zjišťovány hodnoty obsahu a fluorescence chlorofylu u čtyř variant:

1. Sazenice v porostu

2. Sazenice na volné ploše
3. Poloodrostky PONG v porostu
4. Poloodrostky PONG na volné ploše

Dle fluorescence chlorofylu lze identifikovat stresové faktory. Důležitým parametrem je zde poměr Fv/Fm, který detekuje fyziologický stres, ovšem nekáže určit příčinu. Po vyvolání stresových podmínek se poměr Fv/Fm změní velmi rychle, a to v řádech minut, hodin nebo případně dnů. Poměr Fv/Fm klesá s narůstající intenzitou stresových faktorů. Hodnoty pod 0,6 jsou ukazatelem výskytu silných stresorů a poškození je mnohdy již i viditelné (LINDA a kol. 2019). Fluorescence není statickou veličinou, ale mění se v čase. V případě temnostní fáze lze narazit na minimální výtěžek fluorescence, který je označován Fo. Tato situace nastává, pokud je rostlina adaptována na tmu. Dále zde může být popisován maximální výtěžek fluorescence s označením Fm, k němuž dochází v případě vystavení rostliny vysokému saturačnímu světlu. Rozdíl mezi Fm a Fo je nazýván jako maximální výtěžek variabilní fluorescence v temnostně adaptovaném stavu (Fv). Vypočítat lze ze vztahu: $Fv = Fm - Fo$ (SOUKUPOVÁ, ROHÁČEK 2005).

Nejdůležitější stresory, které se podílejí na změně fluorescence chlorofylu jsou: sucho, nedostatek světla, vysoké a nízké teploty, nedostatek živin, poškození herbicidy a další.

5.1.7 Statistické vyhodnocení a zpracování dat

Data naměřená v terénu byla přepsána do MS Excel. V tomto programu došlo ke kontrole dat, vyloučení překlepů a také zde byly zpracovány některé grafy s výsledky. Pro další statistické zpracování byl použit program STATISTICA 12.

Mortalita a ujímavost sazenic a poloodrostků

U měřených jedinců sazenic a poloodrostků byla zjišťována jejich mortalita a ujímavost. Z terénních zápisníků byl spočítán počet uhynulých a životaschopných jedinců podle typu sadebního materiálu. Procentně byla vyjádřena ujímavost, a to poměrem životaschopných jedinců po měřeném období a celkovým počtem měřených jedinců.

Výškový přírůst

U obou typů sadebního materiálu byly během třech sledovaných období vypočítány průměrné výšky, které byly zaneseny do grafu. Výškový přírůst byl zjištěn jako rozdíl výšek oproti předchozímu měřením. S jedinci, kteří v průběhu uhynuli nebylo

pracováno a byli vyřazeni z databáze. V mnohých případech byl naměřen negativní (záporný přírůst), který byl způsoben zlomem, ohybem nebo okusem.

Tloušťkový přírůst

Změny tlouštěk a tloušťkové přírůsty byly zjišťovány obdobným způsobem jako u výšek.

Obsah a fluorescence chlorofylu

Obsah a fluorescence chlorofylu byl zkoumán na čtyřech variantách, které se od sebe lišily typem sadebního materiálu a růstovými podmínkami prostředí. Jednalo se kombinaci sazenic a poloodrostků, které se nacházely na volné ploše nebo pod porostem. Naměřená data byla zobrazena v boxplotech a pomocí statistického vyhodnocení došlo ke zjištění odlišností, jež charakterizovaly indexy nad boxploty. V případě porušení normality dat nebo homogenity rozptylů (Bartlettův test) bylo přistoupeno k neparametrickému testu (Kruskal-Wallisův test). Pokud byly splněny obě tyto podmínky, k vyhodnocení byla použita parametrická ANOVA s následným mnohonásobným porovnáním.

5.2 Experiment s aplikací herbicidu založený na stanici Truba

5.2.1 Aplikace herbicidu (úspěšnost ošetření)

Dalším z cílů této diplomové práce bylo vyhodnotit experiment s aplikací herbicidu v různých pozicích vůči bázi kmínku založený na stanici Truba. Pozornost byla zaměřena na úspěšnost ošetření (mortalitu ošetřených akátů), případně počet výmladků, které zásah indukoval. Během září došlo rovněž k měření výšek a tlouštěk v krčku a tato data budou použita pro zjišťování a porovnání přírůstů v příštích letech.

Tento experiment byl prováděn na Výzkumné stanici Truba u Kostelce nad Černými lesy. Na podzim 2020 byly pořízeny dvouleté krytokořenné sazenice trnovníku akátu, jež měly výšku 51–70 cm. Dodavatelem tohoto sadebního materiálu byly Lesoškolky s.r.o (Řečany nad Labem). Tyto sazenice byly následně přesazeny do plastového (PP) kontejneru o objemu 25 l. Výsadba byla provedena do písčito-rašelinového substrátu s poměrem písku a rašeliny (6:1).

Vzniklo zde osm variant, z nichž každý varianta byla zastoupena patnácti jedinci (celkem 120 jedinců). Tyto varianty se od sebe lišily různou výškou střihu a aplikováním (neaplikováním) herbicidu. Jednotlivé varianty jsou vysvětleny níže v tabulce 5.

Pokud se jednalo o varianty se střihem a použitím herbicidu, došlo k odstřižení jedince ve stanovené výšce pomocí zahradnických nůžek a následně byl na střižené místo aplikován herbicid (Roundup). Aplikace byla provedena pomocí injekční stříkačky, a to ihned po střihu (do 5 minut). Konkrétně se jednalo o Roundup klasik v neředěné formě s účinnou látkou Glyphosate 360 $g.l^{-1}$. Pro srovnání byly vytvořeny varianty se stejnou výškou střihu, ovšem zde nebyl aplikován herbicid. V těchto případech bylo předpokládáno vytvoření výmladků.

Obr. č. 3: Fotografie, na které je zachycena varianta 20- (střih 20 cm nad zemi, bez aplikace herbicidu). Je zde patrná v pařezová (kmenová) výmladnost. Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (18. 10. 2021)

Střižení jedince a následná aplikace herbicidu na řeznou plochu proběhly na podzim 2020. Dvě vytvořené varianty nebyly vůbec střiženy a lišily se od sebe postřikem herbicidu na list, tj. proveden / neproveden (jaro 2021).

U všech variant byl posouzen jejich stav, reakce na střih (výmladky) a reakce na aplikaci herbicidu (mortalita).

Tabulka 5 Tabulka popisující varianty akátů vytvořené na výzkumné stanici Truba.

Varianta	Popis varianty
0-	Střih u země, bez použití herbicidu
5-	Střih 5 cm nad zemí, bez použití herbicidu
20-	Střih 20 cm nad zemí, bez použití herbicidu
0R	Střih u země, s použitím herbicidu
5R	Střih 5 cm nad zemí, s použitím herbicidu
20R	Střih 20 cm nad zemí, s použitím herbicidu
K-	Ponechání bez střihu, bez použití herbicidu
KR(j)	Bez střihu, s použitím herbicidu na jaře

Obr. č. 4: Fotografie, která zachycuje varianty akátů (experiment s aplikaci herbicidu). Foto: Ing. Martin Baláš, Ph.D. (18. 10. 2021)

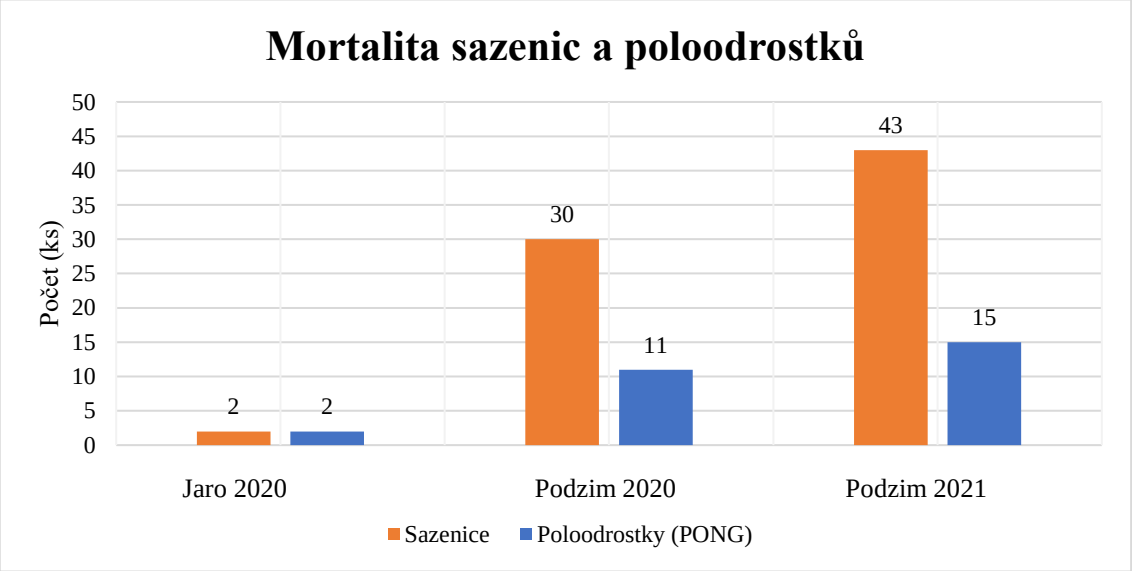
5.2.2 Měření obsahu a fluorescence chlorofylu

Během června 2021 (začátek vegetačního období) a září 2021 (konec vegetačního období) proběhlo měření obsahu a fluorescence chlorofylu u variant 20-,5-, 0-, K-a KR(j). Jednalo se tedy o varianty, u kterých nebyl aplikován herbicid během střihu. Měřeny byly listy na lícové straně, a to u dvanácti jedinců od každé varianty. U varianty KR(j) bylo možné změřit data pouze na začátku vegetačního období, z důvodu následné mortality způsobené postřikem herbicidu na list během jara.

6 VÝSLEDKY

6.1 Experimentální a demonstrační objekt na Cholupickém vrchu

6.1.1 Mortalita, ujímavost sazenic a poloodrostků (PONG)



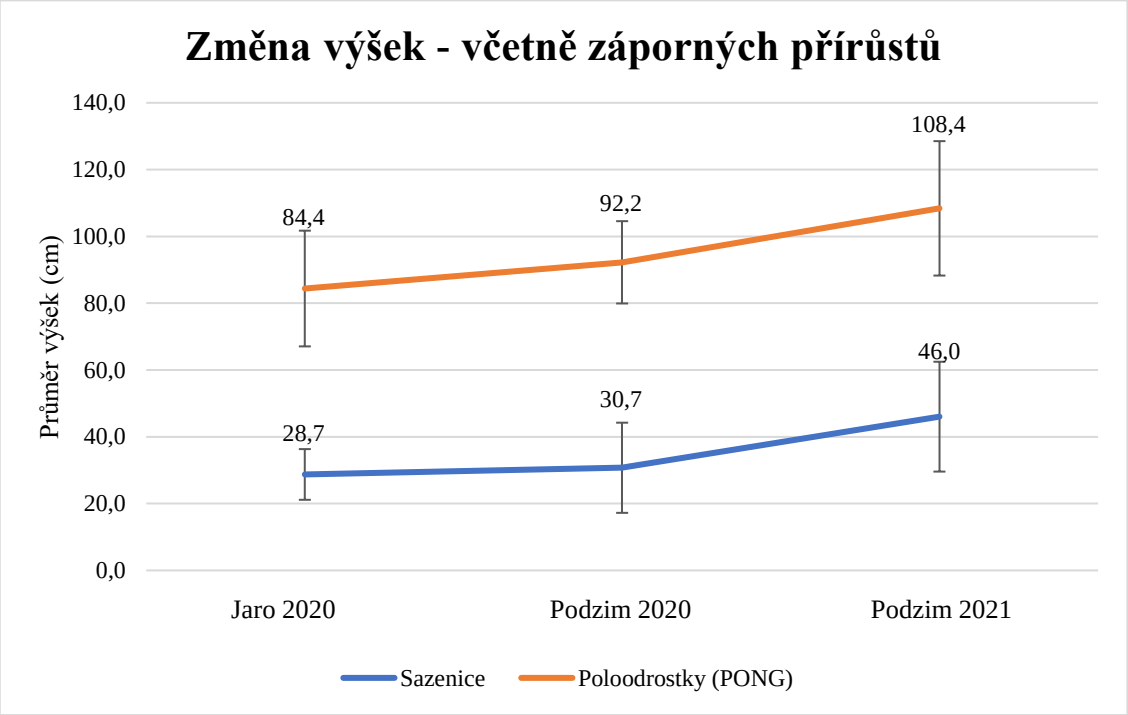
Graf 1 Sloupcový graf vyjadřující mortalitu sazenic a poloodrostků (PONG), jež byla zjištěna na měřených jedincích lípy srdčité v místě Cholupický vrch (Praha-Modřany). V grafu jsou znázorněny počty odumřelých jedinců ve třech sledovaných období (jaro 2020. podzim 2020 a podzim 2021).

Jak již bylo zmíněno v metodické části této práce, byly změřeny výšky a tloušťky celkem 582 ks sazenic a 278 ks poloodrostků (PONG). Změřené poloodrostky tvoří 46 % a sazenice tvoří 19 % ze všech jedinců těchto dvou typů sadebního materiálu, které zde byly v letech 2018–2019 vysazeny. Na této lokalitě byla zjištěna data téměř poloviny všech poloodrostků a téměř pětiny všech vysazených sazenic.

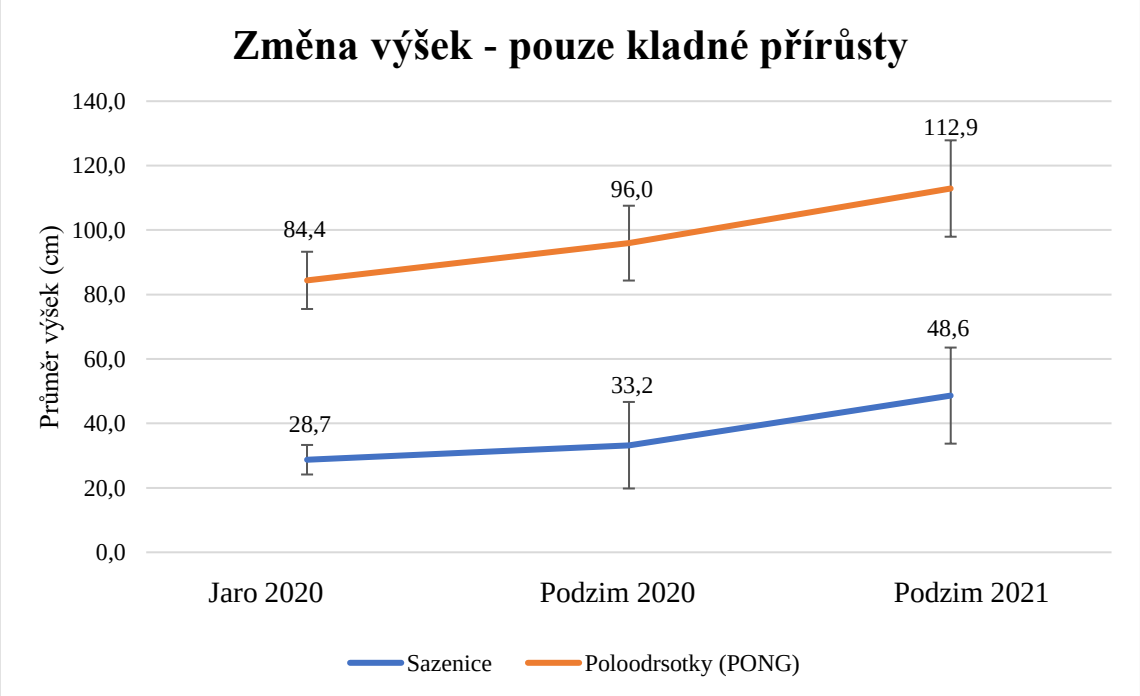
Na grafu 1 jsou znázorněny počty odumřelých jedinců lípy srdčité podle jednotlivých typů sadebního materiálu ve třech měřených obdobích. Na konci vegetačního období 2021 bylo zjištěno odumření 43 ks sazenic a 15 ks jedinců poloodrostků (PONG).

Po výpočtu procentuální ujímavosti vychází po prvním vegetačním období (podzim 2020) hodnota pro sazenice 94,8 % a pro poloodrostky (PONG) 96 %. Během dalšího vegetačního období došlo k mortalitě několika jedinců. Na podzim 2021 dosahuje procentuální ujímavost sazenic hodnoty 92,6 % a pro poloodrostky (PONG) se jedná o hodnotu ujímavosti 94,6 %. Je patrné, že oba typy sadebního materiálu zde prosperují velice dobře. Rozdíly mezi ujímavostí obou typů nejsou příliš odlišné, přesto vychází vyšší ujímavost u poloodrostků (PONG).

6.1.2 Výškový přírůst



Graf 2 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami výšek sazenic a poloodrostků (PONG) na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021). Graf zahrnuje i jedince se zápornými hodnotami přírůstů. Hodnoty jsou zaokrouhleny na jedno desetinné číslo. V grafu jsou znázorněny také směrodatné odchylky v podobě chybových úseček.



Graf 3 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami výšek sazenic a poloodrostků (PONG) na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021). Graf zahrnuje pouze jedince s kladnými hodnotami přírůstů. Hodnoty jsou zaokrouhleny na jedno desetinné číslo. V grafu jsou znázorněny také směrodatné odchylky v podobě chybových úseček.

Na grafech výše (graf 2 a graf 3) jsou znázorněny změny výšek sazenic a poloodrostků (PONG) ve třech sledovaných obdobích (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021). Uvedené hodnoty jsou aritmetickými průměry ze všech jedinců obou typů sadebního materiálu.

Graf 2 zahrnuje všechny jedince včetně těch, kteří vykazovali záporné hodnoty přírůstů. Sem náleží sazenice a poloodrostky se zlomy nebo ohyby vrcholů. Na grafu 3 jsou znázorněny pouze jedinci s kladnými hodnotami přírůstů.

Tabulka 6 Absolutní (cm) a relativní (%) výškové přírůsty sazenic a poloodrostků během dvou vegetačních období.

Sazenice	Jaro 2020–podzim 2020	Podzim 2020–podzim 2021	Jaro 2020–podzim 2021
Absolutní přírůst-výška (záporné)	2	15,3	17,3
Absolutní přírůst-výška (kladné)	4,5	15,4	19,9
Relativní přírůst-výška (záporné)	7 %	50 %	38 %
Relativní přírůst-výška (kladné)	16 %	50 %	43 %
Poloodrostky	Jaro 2020–podzim 2020	Podzim 2020–podzim 2021	Jaro 2020–podzim 2021
Absolutní přírůst-výška (záporné)	7,8	16,2	24,0
Absolutní přírůst-výška (kladné)	11,6	16,9	28,5
Relativní přírůst-výška (záporné)	9 %	18 %	22 %
Relativní přírůst-výška (kladné)	14 %	18 %	26 %

Za dvě vegetační období dosahoval absolutní výškový přírůst sazenic průměrně 17,3 cm, pokud je počítáno i s jedinci, kteří měli v průběhu měření záporné přírůsty. Po vyloučení záporných hodnot byl průměrný absolutní výškový přírůst 19,9 cm. U poloodrostků (PONG) tato hodnota činila 24 cm, včetně jedinců se zápornými přírůsty. Pokud byli tito jedinci vyloučeni z dat, jednalo se o absolutní výškový přírůst poloodrostků (PONG) 28,5 cm (tabulka 6).

Během dvou vegetačních období se pohyboval relativní výškový přírůst sazenic mezi hodnotami 38–43 %. Tato hodnota dosahovala u poloodrostků (PONG) 22–26 % a přírůst zde činil tedy přibližně čtvrtinu výšky jedince.

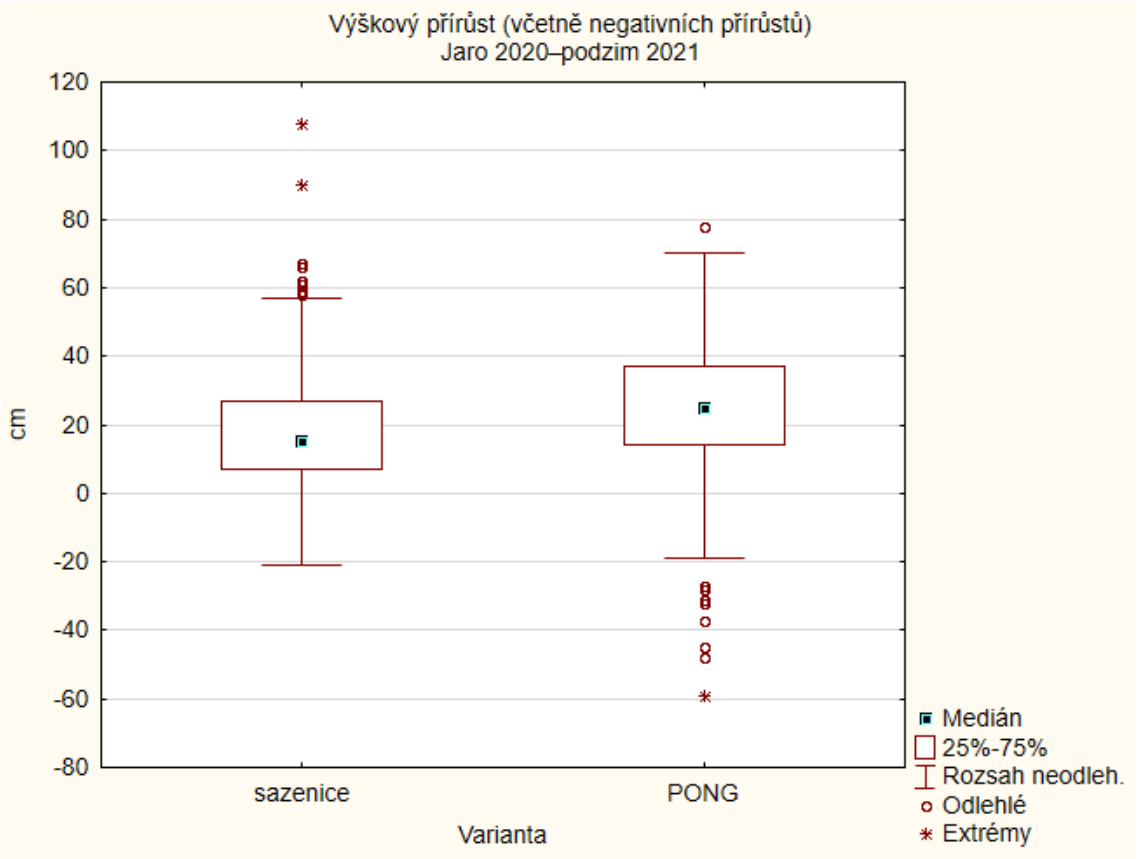
Přestože poloodrostky (PONG) v rámci absolutního přírůstu vykazovaly vyšší hodnoty, absolutní přírůsty značily pravý opak. Ohledně těchto výsledků je vhodné brát relativní přírůsty s rezervou, jelikož se jedná pouze o porovnání s aktuální výškou jedince. Větší míra pozornosti by měla být věnována absolutním přírůstům.

V některých případech docházelo také k negativním přírůstům. Negativní přírůsty u sazenic a poloodrostků byly převážně způsobeny zlomem terminálního výhonu, suchým vrcholem nebo ojediněle okusem zvěře, která vnikla do oplocenky. Těmito negativními přírůsty mohlo dojít ke zkreslení výsledků, a proto byly důsledně poznamenány a při vyhodnocování na ně byla kladena pozornost. Byť rozdíly znamenaly změnu v řádech jednotek cm, je vhodné tyto negativní přírůsty vylišovat zvlášť.

Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší měřenou sazenicí činil 135 cm (podzim 2021). Nejnižší sazenice měla hodnotu 4 cm a nejvyšší 139 cm. Mezi poloodrostky (PONG) byl rozdíl mezi nejnižším a nejvyšším jedincem 151 cm, jelikož nejnižší jedinec měl výšku 10 cm a nejvyšší 161 cm. Tyto markantní rozdíly jsou zapříčiněny zlomem, ohybem nebo uschnutím vrcholu.

Tabulka 7 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty výškových přírůstů pro období jaro 2020–podzim 2020, podzim 2020–podzim 2021 a jaro 2020–podzim 2021. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm.

Jaro 2020–podzim 2020	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice-včetně záporných přírůstů	2	-24	27
Sazenice-pouze kladné přírůsty	3	0	27
Poloodrostky-včetně záporných přírůstů	9	-76	47
Poloodrostky-pouze kladné přírůsty	9	0	47
Podzim 2020–podzim 2021	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice-včetně záporných přírůstů	12	-8	97
Sazenice-pouze kladné přírůsty	12	0	97
Poloodrostky-včetně záporných přírůstů	16	-21	71
Poloodrostky-pouze kladné přírůsty	16	0	71
Jaro 2020–podzim 2021	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice-včetně záporných přírůstů	15	-21	108
Sazenice-pouze kladné přírůsty	17	0	108
Poloodrostky-včetně záporných přírůstů	25	-59	78
Poloodrostky-pouze kladné přírůsty	27	0	78

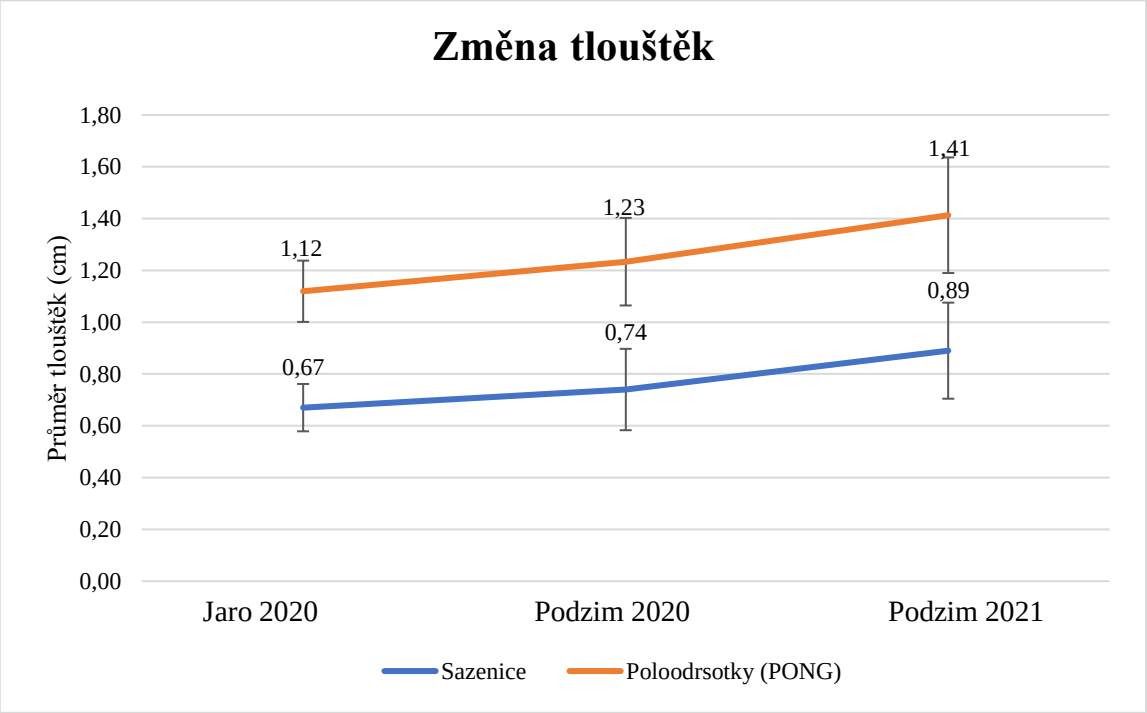


Graf 4 Krabicový graf výškových přírůstů (jaro 2020–podzim 2021) dle sadebního materiálu na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Pomocí histogramů a Shapiro-Wilkova testu byla zjišťována normalita dat. Výsledkem tohoto testu byla p – hodnota = 0,000, jež vyvrací nulovou hypotézu předpokládající normalitu rozdělení.

Provedením Mann-Whitneyova U Testu (p – hodnota = 0,000) došlo ke srovnání středních hodnot dvou souborů dat. Lze konstatovat značně signifikantní rozdíly mezi tloušťkovými přírůsty obou typů sadebního materiálu, a to na hladině významnosti α = 0,05.

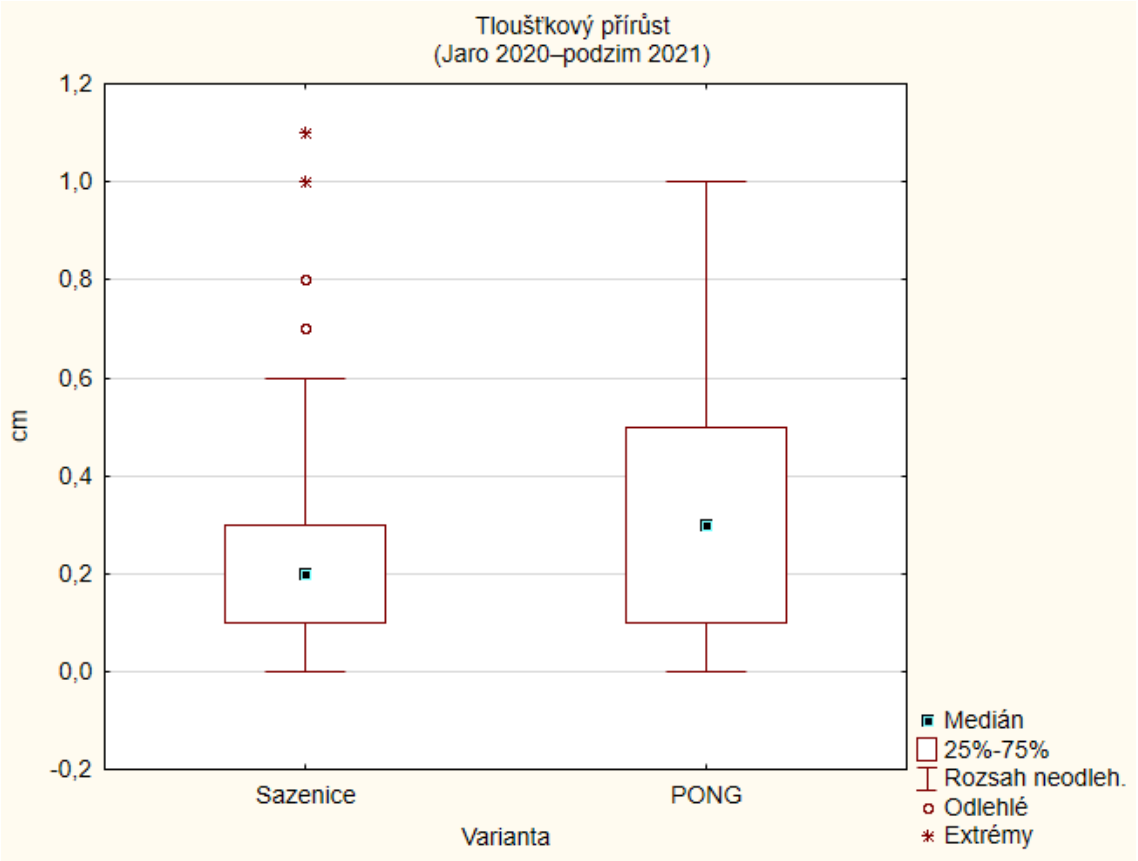
6.1.3 Tloušťkový přírůst



Graf 5 Spojnicový graf s průměrnými hodnotami tloušťkových přírůstů sazenic a poloodrostků na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany) během třech sledovaných období (jaro 2020, podzim 2020 a podzim 2021). Hodnoty jsou zaokrouhleny na dvě desetinná čísla. V grafu jsou znázorněny také směrodatné odchylky v podobě chybových úseček.

Na grafu výše (graf 5) jsou znázorněny změny tlouštěk sazenic a poloodrostků (PONG) ve třech sledovaných období. Uvedené hodnoty jsou aritmeticky průměrnými hodnotami ze všech jedinců jednotlivých typů sadebního materiálu. Grafy obsahují směrodatné odchylky, které ukazují míru odchýlení hodnot od průměru.

V porovnání s výškovými přírůsty zde nebyly naměřeny záporné hodnoty, ovšem některé přírůsty byly nulové a byla zjištěna totožná hodnota oproti měření v předchozím období.



Graf 6 Krabicový graf tloušťkových přírůstů (jaro 2020–podzim 2021) dle sadebního materiálu na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Pomocí histogramů a Shapiro-Wilkova testu byla zjišťována normalita dat. Jako výsledek byla zjištěna p – hodnota = 0,000, která vyvrací nulovou hypotézu předpokládající normální rozdělení.

Provedením Mann-Whitneyova U Testu (p – hodnota = 0,001) došlo ke srovnání středních hodnot dvou souborů dat. Lze konstatovat značně signifikantní rozdíly mezi tloušťkovými přírůsty obou typů sadebního materiálu, a to na hladině významnosti α = 0,05.

Tabulka 8 Absolutní (cm) a relativní (%) tloušťkové přírůsty sazenic a poloodrostků (PONG) během dvou vegetačních období.

Sazenice	Jaro 2020–podzim 2020	Podzim 2020–podzim 2021	Jaro 2020–podzim 2021
Absolutní přírůst	0,07	0,15	0,22
Relativní přírůst	10 %	20 %	25 %
Poloodrostky	Jaro 2020–podzim 2020	Podzim 2020–podzim 2021	Jaro 2020–podzim 2021
Absolutní přírůst	0,11	0,18	0,29
Relativní přírůst	10 %	15 %	21 %

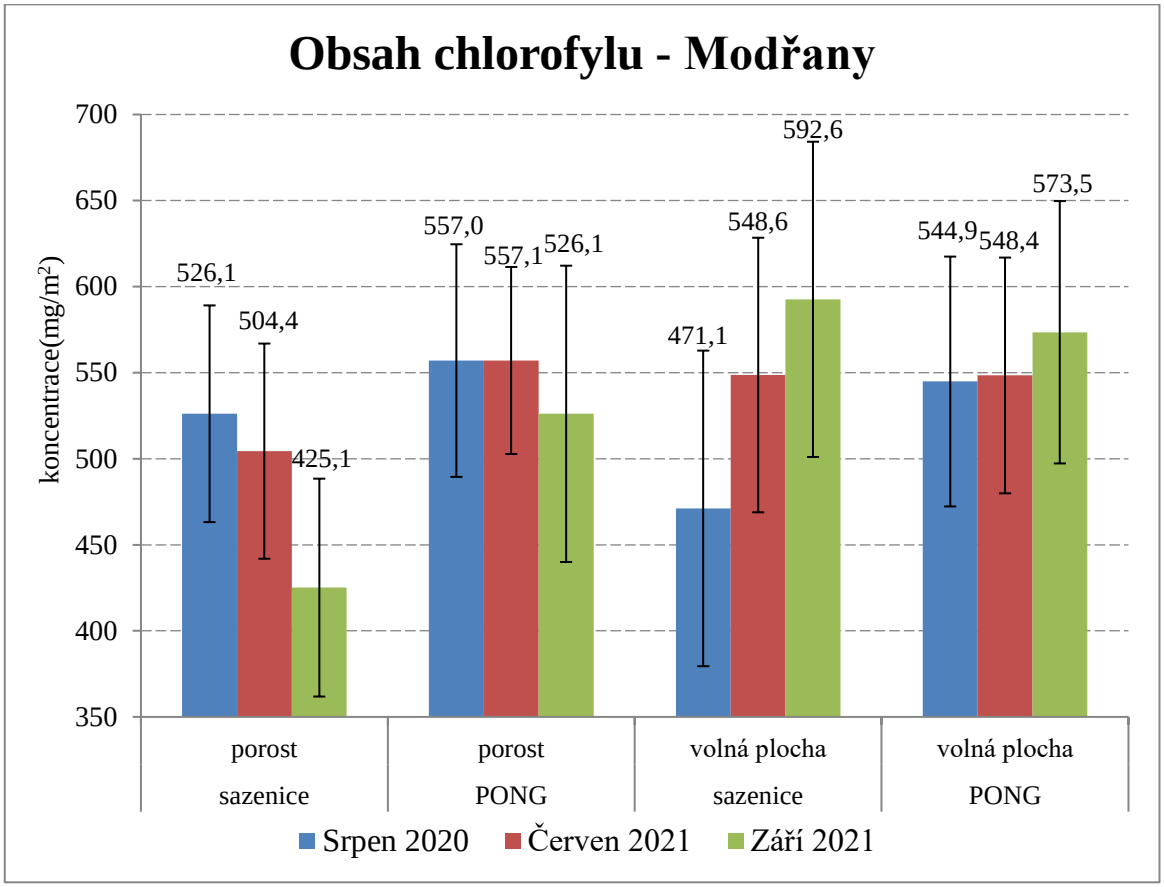
Po výpočtu za období jaro 2020–podzim 2021 přirostly sazenice průměrně o 0,22 cm, poloodrostky (PONG) měly absolutní přírůst 0,29 cm. Po vyhodnocení přírůstů relativních dosahují sazenice 25% přírůst a poloodrostky (PONG) 21% přírůst (tabulka 8).

Tabulka 9 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty tloušťkových přírůstů sazenic a poloodrostků pro období jaro 2020–podzim 2020, podzim 2020–podzim 2021 a jaro 2020–podzim 2021. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm.

	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice (jaro 2020–podzim 2020)	0,0	0	0,5
Poloodrostky (jaro 2020–podzim 2020)	0,1	0	0,5
Sazenice (podzim 2020–podzim 2021)	0,1	0	0,7
Poloodrostky (podzim 2020–podzim 2021)	0,1	0	0,8
Sazenice (jaro 2020–podzim 2021)	0,2	0	1,1
Poloodrostky (jaro 2020–podzim 2021)	0,3	0	1

Tabulka výše (tabulka 9) popisuje některé důležité charakteristiky popisné statistiky. Za období jaro 2020–podzim 2021 byl zjištěn maximální tloušťkový přírůst u sazenic 1,1 cm, u poloodrostků 1 cm.

6.1.4 Měření obsahu chlorofylu



Graf 7 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků (PONG) lípy srdčité. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty (mg/m²) měřené v srpnu 2020, v červnu 2021 a v září 2021 na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany). Rovněž jsou zde zachyceny směrodatné odchylky, které jsou vyjádřeny chybovými úsečkami.

V tomto sloupcovém grafu (graf 7) jsou znázorněny koncentrace chlorofylu, jejichž měření proběhlo ve třech obdobích (srpen 2020, červen 2021 a září 2021). Jak je patrné z grafu, pozornost byla zaměřena na porovnání sadebního materiálu (sazenic a poloodrostků) s místy v oplocence, které se vylišovaly stupněm zastínění (volná plocha, porost).

Poloodrostky PONG vykazovaly ve všech měřených obdobích víceméně vyrovnané a vysoké hodnoty. Při porovnání jedinců v porostu a na volné ploše není tak výrazný rozdíl, jako je tomu u sazenic. Nejnižší průměrná hodnota poloodrostků byla 526,1 mg/m^2 (pod porostem v září 2021). Nejvyšší průměrná hodnota poloodrostků byla 573,5 mg/m^2 (na volné ploše v září 2021).

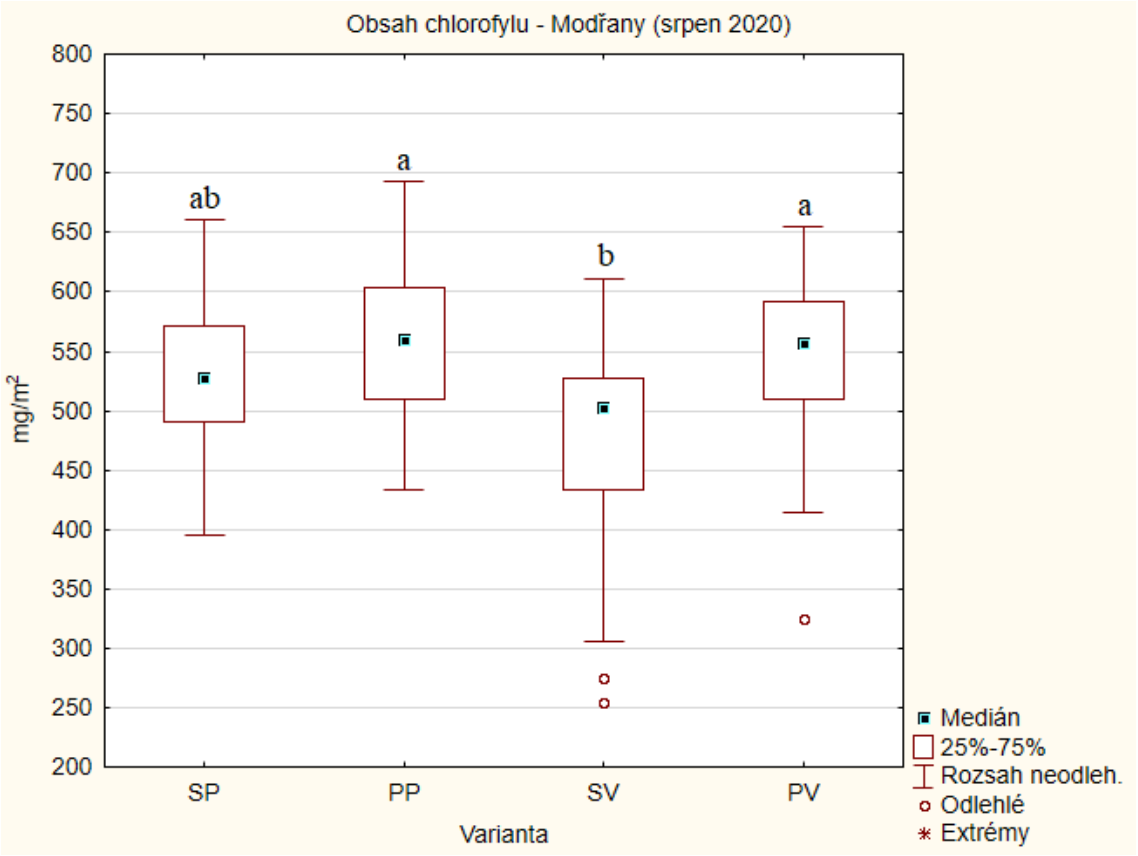
Výsledky měření u sazenic jsou značně proměnlivé a jsou zde patrné markantní rozdíly mezi hodnotami koncentrace chlorofylu. Hodnoty se liší v obdobích měření, ale i na různých místech v porostu nebo na volné ploše. Nejnižší průměrná hodnota sazenic byla

425,1 mg/m^2 (pod porostem v září 2021). Nejvyšší průměrná hodnota sazenic byla 592,6 mg/m^2 (na volné ploše v září 2021). Zde je tedy patrný poměrně velký rozdíl mezi sazenicemi v porostu a sazenicemi na volné ploše. S ohledem na celkově nízké hodnoty obsahu chlorofylu sazenic v porostu lze konstatovat jejich nízkou vitalitu v tomto prostředí.

Tabulka 10 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot obsahu chlorofylu v listech lípy srdčité (srpen 2020, červen 2021 a září 2021). Hodnoty jsou uvedené v mg/m^2.

Srpen 2020				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	528	395	661
PONG	porost	560	433	693
Sazenice	volná plocha	503	255	611
PONG	volná plocha	557	325	655
Červen 2021				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	496	344	642
PONG	porost	557	427	655
Sazenice	volná plocha	553	382	744
PONG	volná plocha	560	401	661
Září 2021				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	439	243	528
PONG	porost	535	338	668
Sazenice	volná plocha	630	363	731
PONG	volná plocha	585	382	699

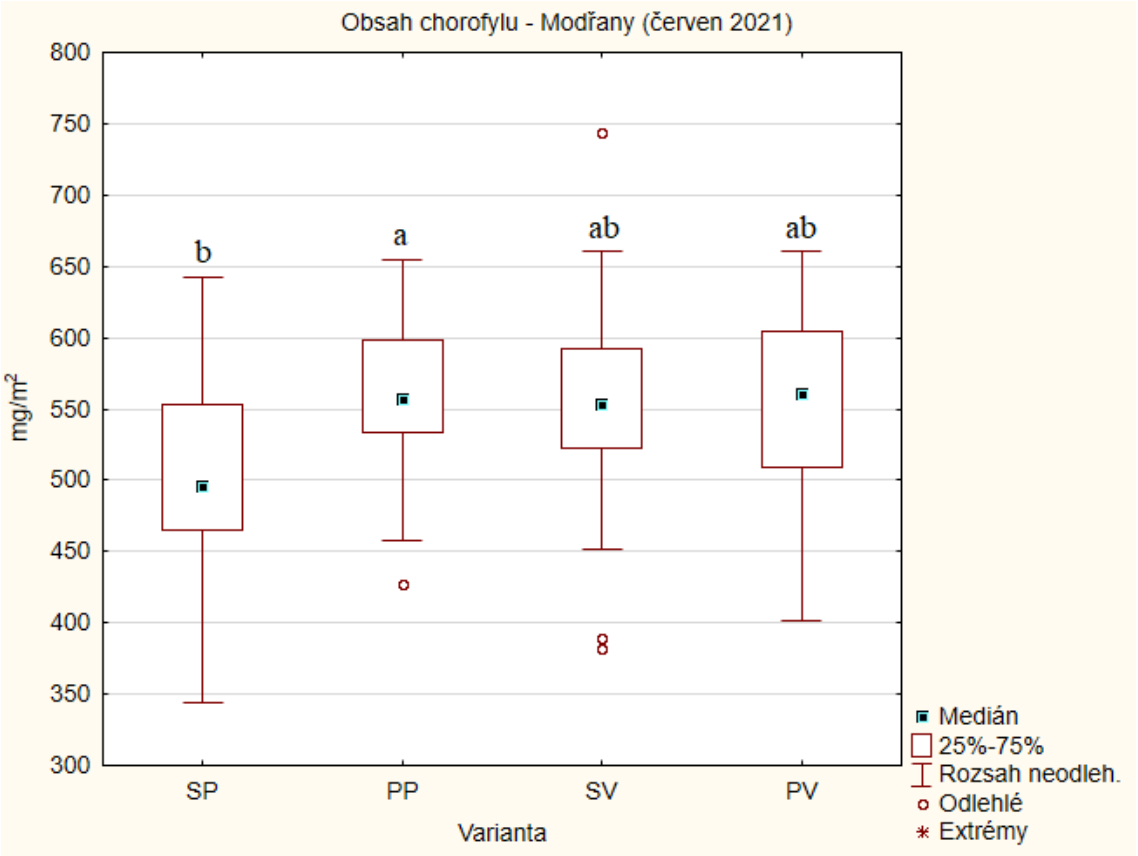
Výše přiložená tabulka (tabulka 10) zobrazuje některé charakteristiky popisné statistiky. Zcela nejmenší hodnota obsahu chlorofylu ze všech změřených dat byla zjištěna u sazenic v porostu (září 2021). Zde byl obsah chlorofylu pouhých 243 mg/m^2. Oproti tomu maximální hodnotou bylo 744 mg/m^2, která patřila variantě sazenic na volné ploše (červen 2021).



Graf 8 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m²) naměřené v srpnu 2020. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Obsah chlorofylu v listech lípy srdčité byl testován na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,001. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

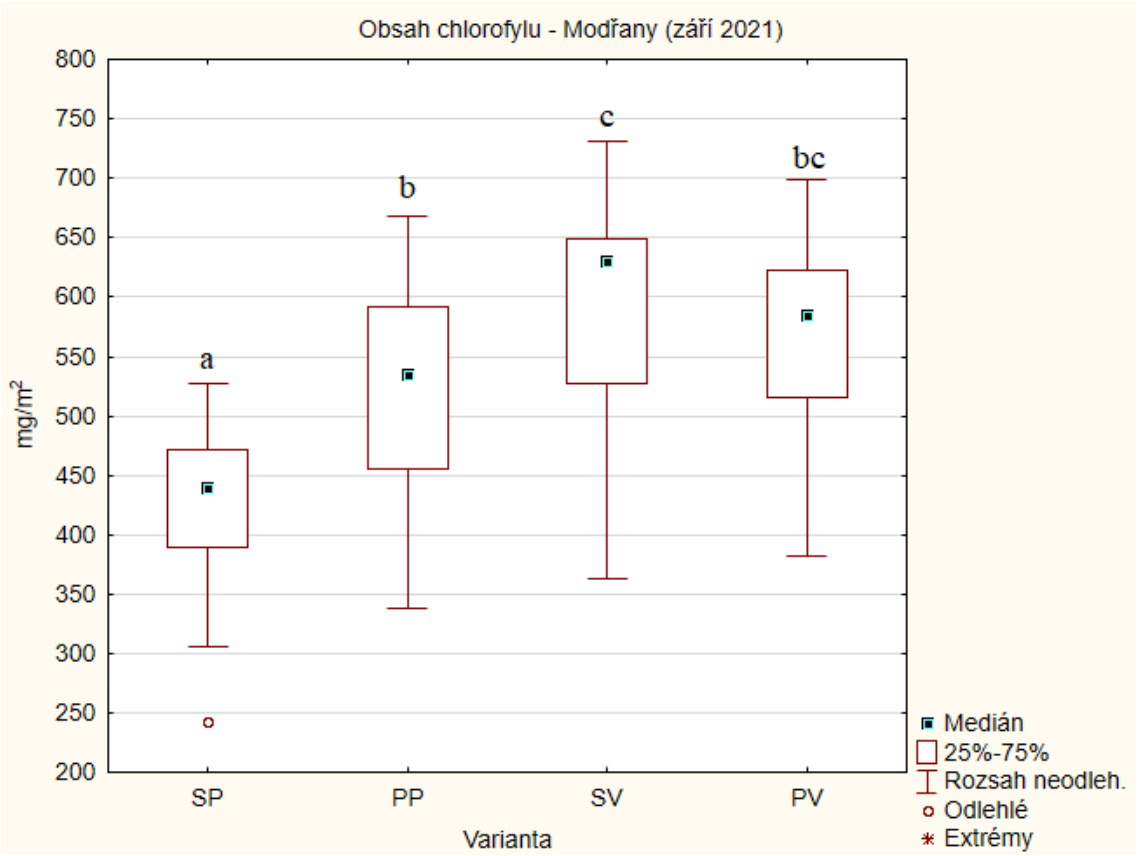
Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukazují, že sazenice v porostu se svými hodnotami nelišily od sazenic z volné plochy. Stejné výsledky byly dosaženy u variant poloodrostků (porost, volná plocha), které rovněž nevykazovaly statisticky významné odlišnosti vůči sobě.



Graf 9 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m2) naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Obsah chlorofylu v listech lípy srdčité byl testován na hladině významnosti α = 0,05. Provedením Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,404 Tato hodnota vyjadřuje normální rozdělení u zkoumaných dat. Testem homoskedasticity (shody rozptylů) a použitím Bartlettova testu byla výsledkem p – hodnota = 0,311. Splněním těchto podmínek přistupuji k vyhodnocení pomocí testu ANOVA.

Výsledky testu ANOVA (Tukeyův HSD test) ukazují, statisticky významnou odlišnost pouze a variant sazenic v porostu a poloodrostků v porostu.



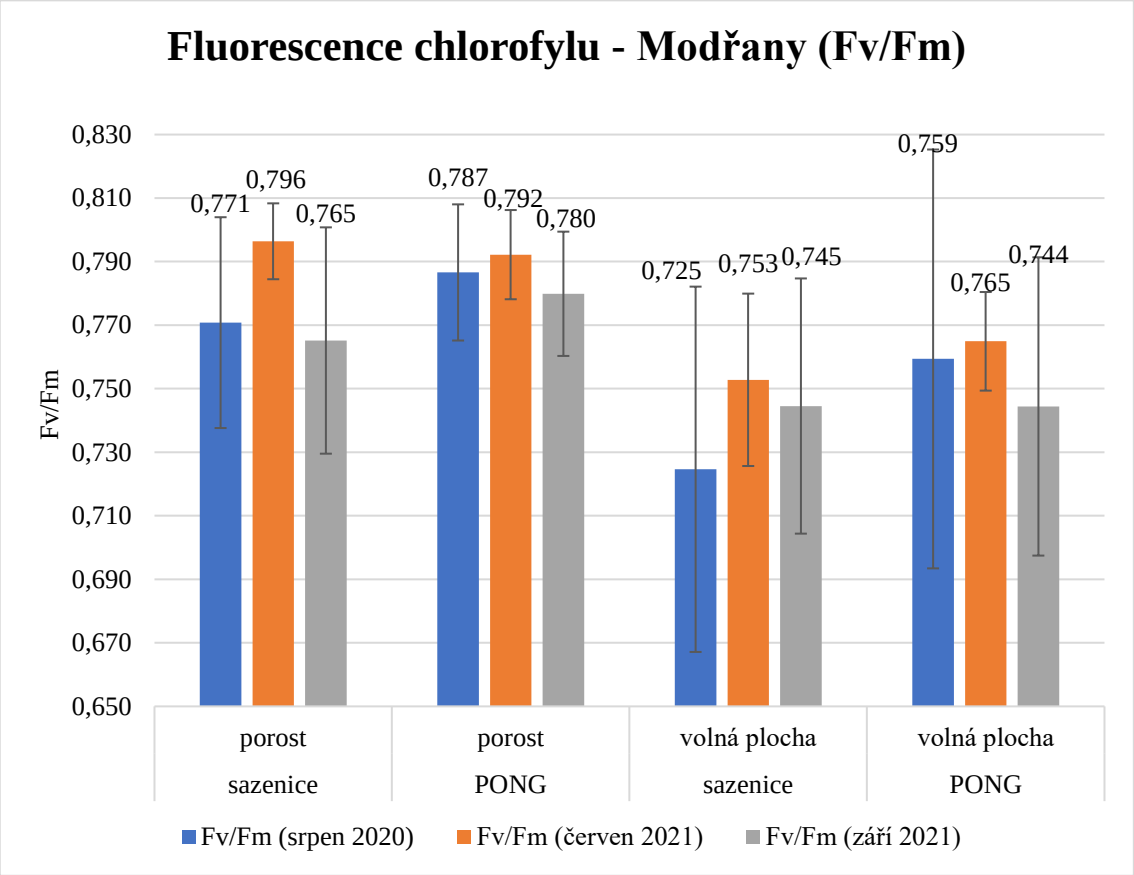
Graf 10 Obsah chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m2) naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantam, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

.

Obsah chlorofylu v listech lípy srdčité byl testován na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla výsledkem p – hodnota = 0,158 Tato hodnota vyjadřuje normalitu u zkoumaných dat. Testem homoskedasticity (shody rozptylů) a použitím Bartlettova testu byla výsledkem p – hodnota = 0,316. Po splnění těchto podmínek přistupuji k vyhodnocení pomocí testu ANOVA.

Výsledky testu ANOVA (Tukeyův HSD test) ukazují velmi statisticky významné rozdíly hodnot mezi sazenicemi obou variant navzájem. Je patrné, že sazenice v porostu mají ze všech přítomných variant zcela nejnižší hodnoty. Poloodorostky v porostu a na volné ploše nejeví příliš velké prokazatelné odlišnosti.

6.1.5 Měření fluorescence chlorofylu



Graf 11 Tento graf popisuje fluorescenci chlorofylu v listech lípy srdčité. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty měřené v srpnu 2020, v červnu 2021 a v září 2021 na lokalitě Cholupický vrch (Praha-Modřany). Rovněž jsou zde zachyceny směrodatné odchylky, které jsou vyjádřeny směrovými úsečkami.

Na sloupcovém grafu je patrný rozdíl fluorescence chlorofylu u variant na volné ploše, ve srovnání s variantami pod porostem. Varianty pod porostem vykazovaly víceméně podobné (vyšší) hodnoty fluorescence a jejich průměrné hodnoty vždy přesáhly hranici 0,765 (Fv/Fm). Zcela nejvyšší průměrnou hodnotu měla varianta sazenic v porostu (červen 2021).

Oproti tomu varianty na volné ploše nedosahovaly tak vysokých hodnot. Varianta sazenic na volné ploše (srpen 2020) měla zcela nejmenší průměrnou hodnotu, která byla 0,725. Směrodatné odchylky jsou patrně vyšší než u variant v porostu a poukazují na variabilitu naměřených dat.

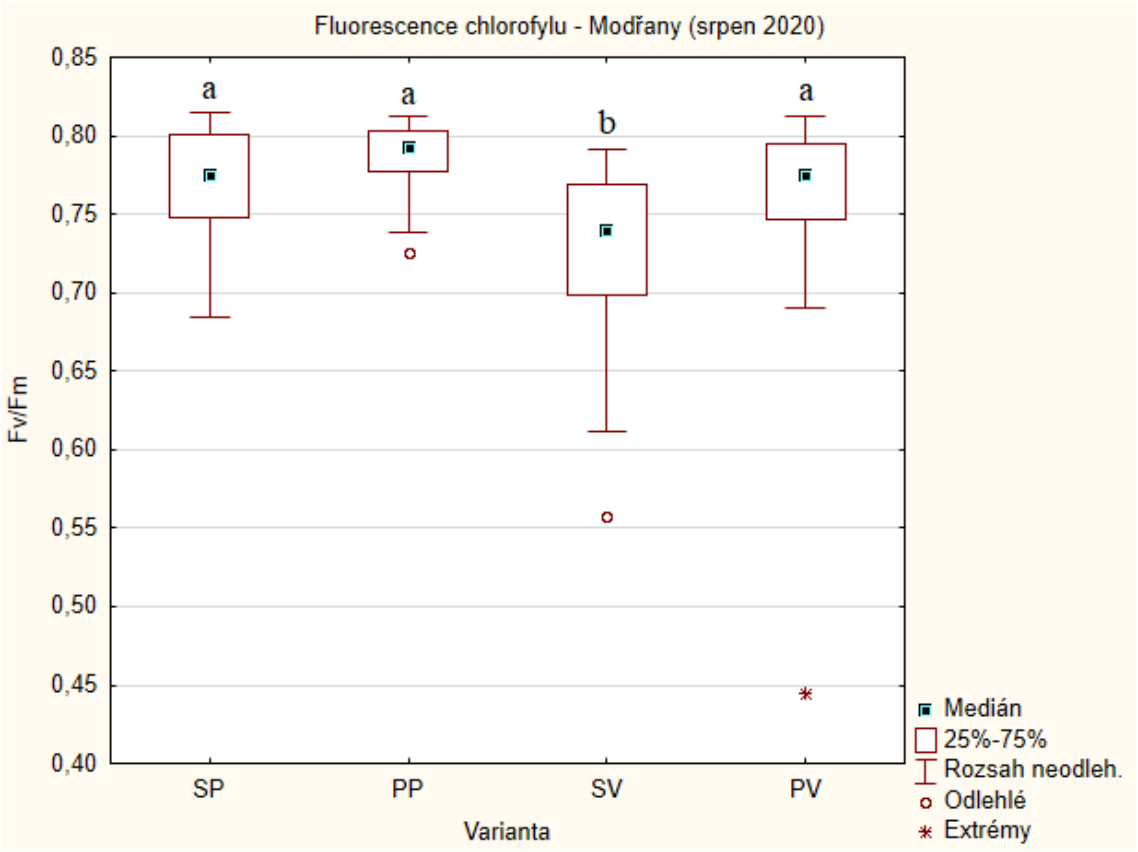
Při porovnání výsledků mezi jednotlivými měsíci měření je nejvyšší fluorescence chlorofylu v červnu 2021, a to u všech variant.

Tabulka 11 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot fluorescence chlorofylu v listech lípy srdčité (srpen 2020, červen 2021 a září 2021).

Srpen 2020				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	0,775	0,684	0,815
PONG	porost	0,793	0,725	0,813
Sazenice	volná plocha	0,740	0,558	0,791
PONG	volná plocha	0,775	0,445	0,812
Červen 2021				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	0,796	0,766	0,817
PONG	porost	0,792	0,761	0,821
Sazenice	volná plocha	0,753	0,655	0,787
PONG	volná plocha	0,765	0,738	0,795
Září 2021				
Typ	Varianta	Medián	Minimum	Maximum
Sazenice	porost	0,765	0,666	0,807
PONG	porost	0,780	0,740	0,809
Sazenice	volná plocha	0,745	0,630	0,798
PONG	volná plocha	0,744	0,620	0,812

Tabulka 11 zobrazuje některé charakteristiky popisné statistiky dat fluorescence chlorofylu. Za 2 vegetační období byla nejnižší naměřenou hodnotou 0,445 u varianty poloodrostků na volné ploše (srpen 2020). S ohledem na takto nízkou hodnotu lze mít podezření na přítomnost stresových faktorů.

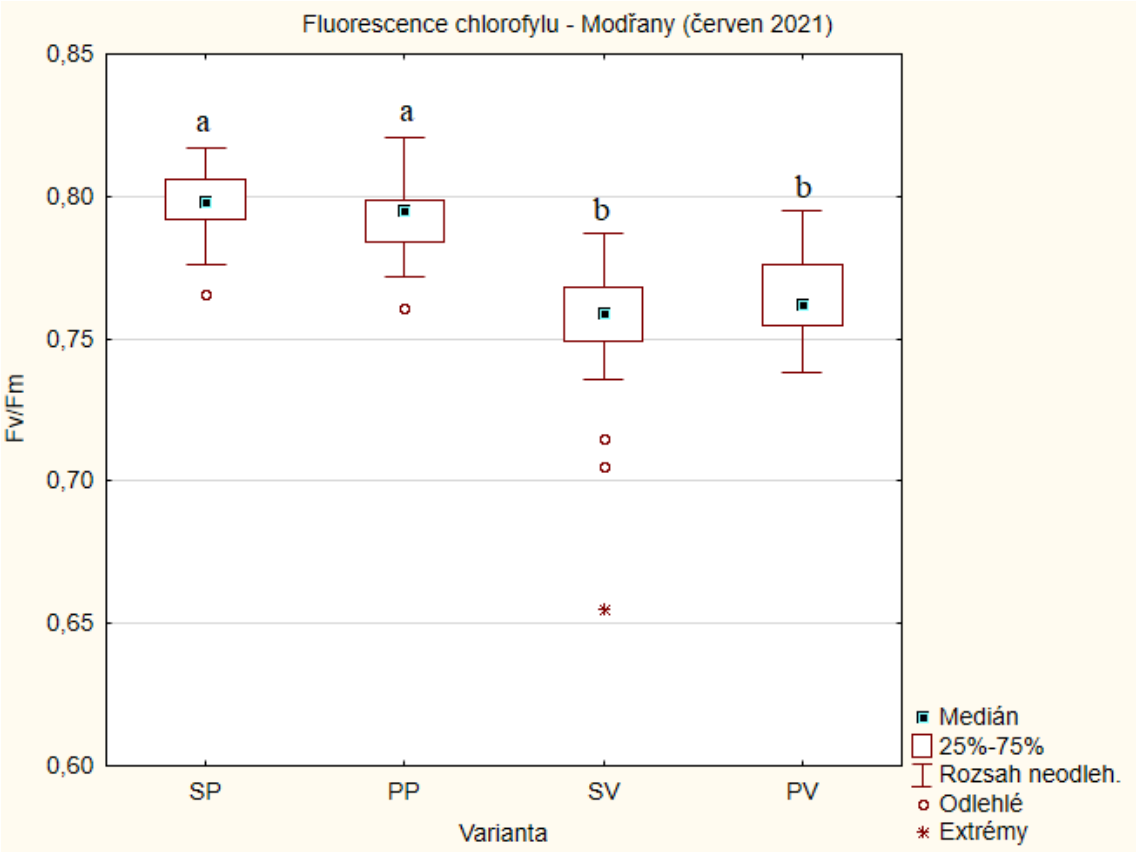
Maxiální fluorescence chlorofylu byla naměřena v červnu 2021 (poloodrostek v porostu) s hodnotou 0,821.



Graf 12 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v srpnu 2020. Pomocí odlišných *indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.*

Fluorescence chlorofylu v listech lípy srdčité byla testována na hladině významnosti α = 0,05. Shapiro-Wilkovým testem byla výsledkem p – hodnota = 0,000. Tato hodnota vyvrací nulovou hypotézu předpokládající normalitu dat. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

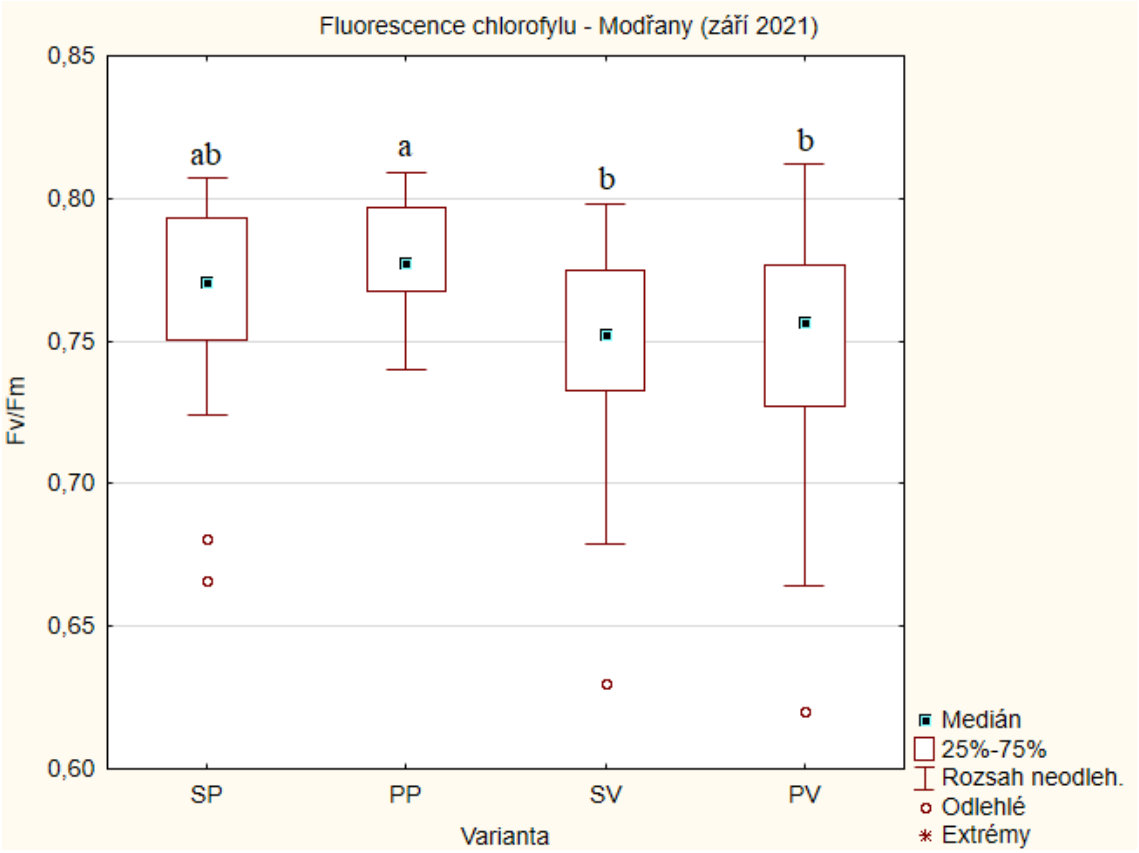
Kruskal-Wallisův test pro hodnoty Fv/Fm v srpnu 2020 ukazuje prokazatelně statisticky výrazné odlišnosti sazenic na volné ploše od zbývajících variant. U sazenic na volné ploše byla fluorescence chlorofylu znatelně nižší.



Graf 13 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Fluorescence chlorofylu v listech lípy srdčité byla testována na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,000. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro hodnoty Fv/Fm v červnu 2021 ukazují statisticky významné rozdíly mezi variantami obou typů sadebního materiálu na volné ploše a v porostu. Mezi jednotlivými typy sadebního materiálu v rámci jednoho typu mikrostanoviště (porost/volná plocha) průkazná odlišnost nalezena nebyla.



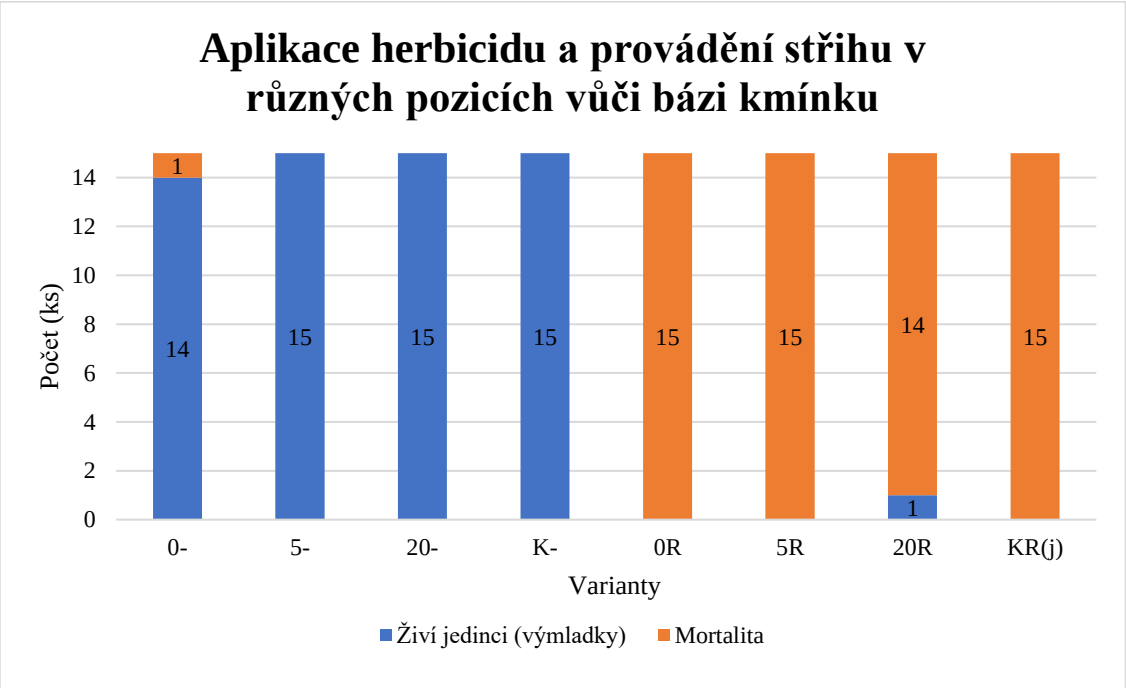
Graf 14 Fluorescence chlorofylu v listech sazenic a poloodrostků lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. (SP-sazenice porost, PP-poloodrostek porost), SV-sazenice volná plocha, PV-poloodrostek volná plocha). Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Fluorescence chlorofylu v listech lípy srdčité byla testována na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,000. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro hodnoty Fv/Fm v září 2021 ukazují signifikantní rozdíly mezi oběma hodnotami u poloodrostků rostoucích na srovnávaných dvou typech mikrostanoviště (porost/volná plocha). Mezi sazenicemi průkazné rozdíly nebyly zjištěny.

6.2 Experiment s aplikací herbicidu založený na stanici Truba

6.2.1 Aplikace herbicidu (úspěšnost ošetření)



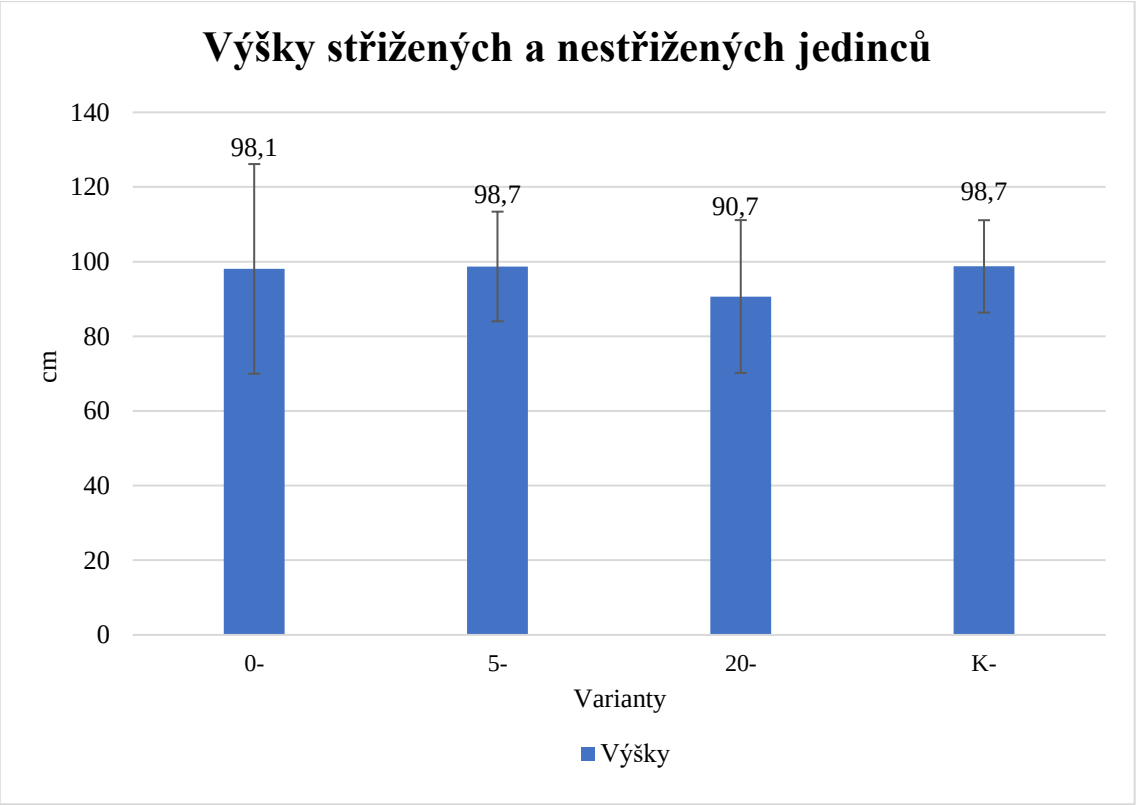
Graf 15 Aplikace herbicidu a provádění střihu v různých pozicích vůči kmínku, na Výzkumné stanici Truba. Graf znázorňuje živé a odumřelé jedince akátu a jejich reakci na Roundup.

V uvedeném sloupcovém skládaném grafu (graf 15) jsou seřazeny varianty akátů, které byly roztříděny podle výšky střihu a případné aplikace herbicidu. Výsledky dokazují mortalitu především za přispění aplikace herbicidu.

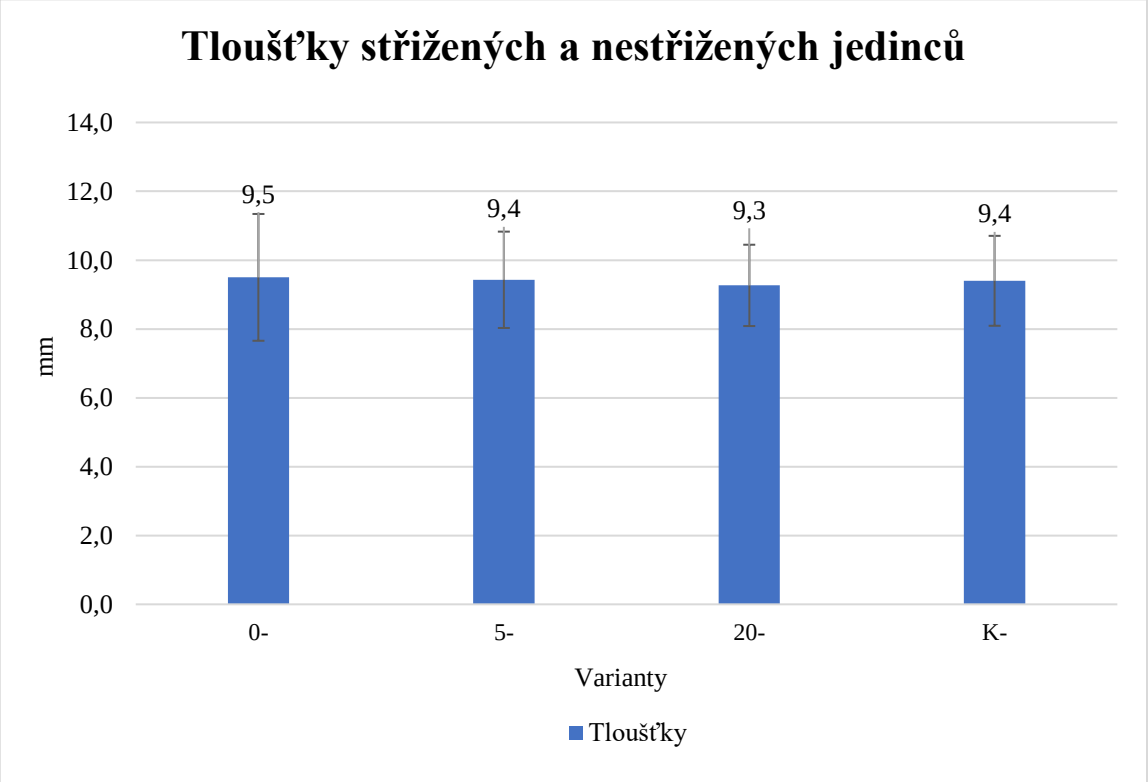
Varianty s provedením střihu bez zatření Roundupem se dokázaly opět zmladit pomocí výmladků. Jednalo se o kmenové (pařezové) výmladky, kořenové výmladky zde nebyly zpozorovány.

Pouze u varianty 0- došlo k mortalitě jednoho jedince. Příčina mortality není známa a může být zapříčiněna mnoho důvody.

U jedinců ošetřených herbicidem došlo k totální mortalitě. Výjimkou je jedinec varianty 20R, který se i přes herbicid dokázal zmladit. Zde je patrné, že k záměrné a cílené likvidaci je nutné použití herbicidu.



Graf 16 Sloupcový graf s průměrnými hodnotami výšek střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku. V grafu jsou znázorněny také směrodatné odchylky formou chybových úseček. Měření proběhlo v říjnu 2020.



Graf 17 Sloupcový graf s průměrnými hodnotami tlouštěk střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku. V grafu jsou znázorněny také směrodatné odchylky formou chybových úseček. Měření proběhlo v říjnu 2020.

U varianty bez střihu (K-) a u variant, kde byl proveden střih v různých pozicích vůči kmínku došlo k vyhodnocení výšek a tlouštěk jedinců akátu. Z hodnot byly vypočteny jejich aritmetické průměry, které byly znázorněny v grafech výše (graf 16 a graf 17).

Tloušťky u všech variant dosahují přibližně stejných hodnot a není zde patrný významný rozdíl. Proto v tomto případě není důležité tyto výsledky více rozebírat.

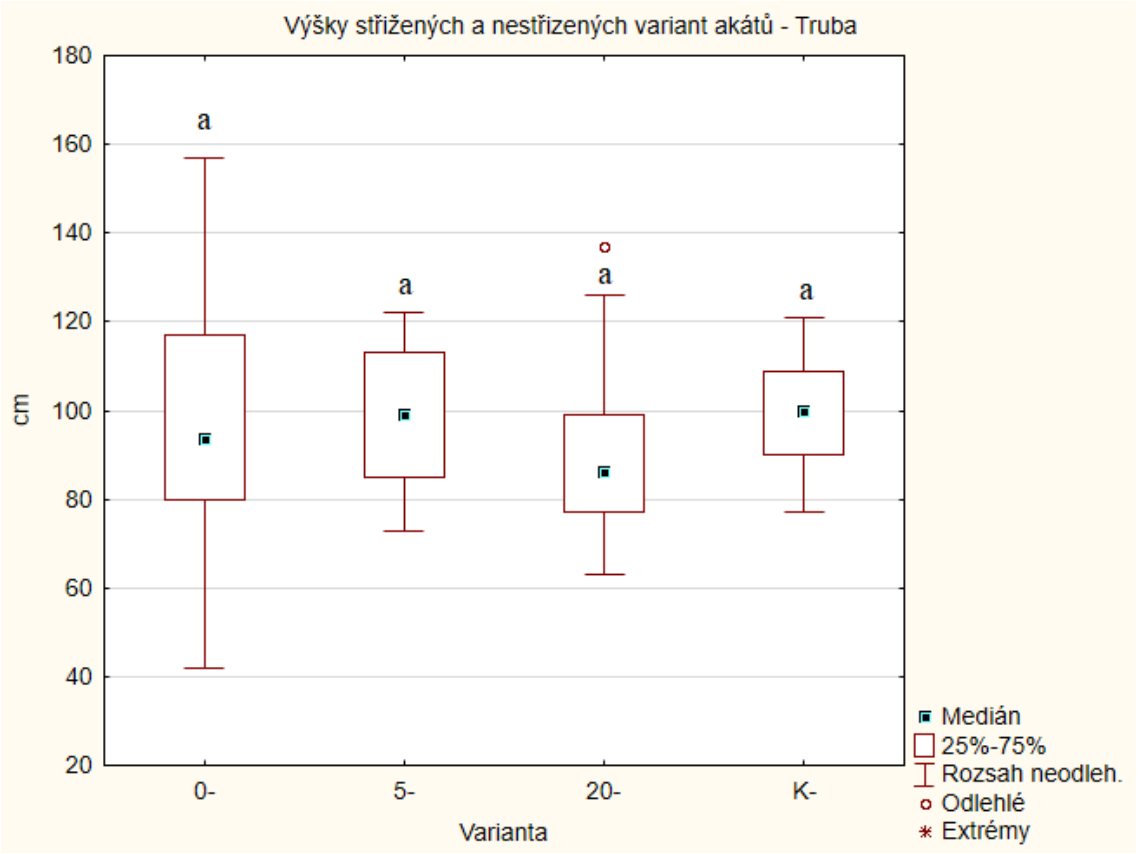
Viditelné rozdíly lze ovšem zpozorovat u hodnot výšek. Varianta 20- (střih 20 cm nad zemí, bez použití herbicidu) vykazuje menší výšku, než je tomu u ostatních variant. V tomto případě byla průměrná výška 90,7 cm.

Zcela nejlépe na střih reagovala varianta 5- (střih 5 cm nad zemí, bez použití herbicidu). Výškově se vyrovnala variantě, u které střih nebyl vůbec proveden a dosahuje průměrné výšky 98,7 cm.

Pomocí směrodatných odchylek je znázorněna variabilita výšek a v mnoha případech někteří jedinci dosáhly výšky i přes jeden metr. Jako příklad lze uvézt varianta 0- (střih 0 cm nad zemi, bez použití herbicidu), u které byla naměřena maximální výška jedince 157 cm a minimální výška 42 cm.

Tabulka 12 Tabulka obsahující mediány, minimální a maximální hodnoty výšek a tlouštěk střižených a nestřižených jedinců podle variant střihu v různých pozicích vůči bázi kmínku. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách – cm.

Výšky			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
0-	94	42	157
5-	99	73	122
20-	86	63	137
K-	100	77	121
Tloušťky			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
0-	1	0,7	1,3
5-	0,9	0,8	1,2
20-	0,9	0,7	1,2
K-	0,9	0,7	1,2

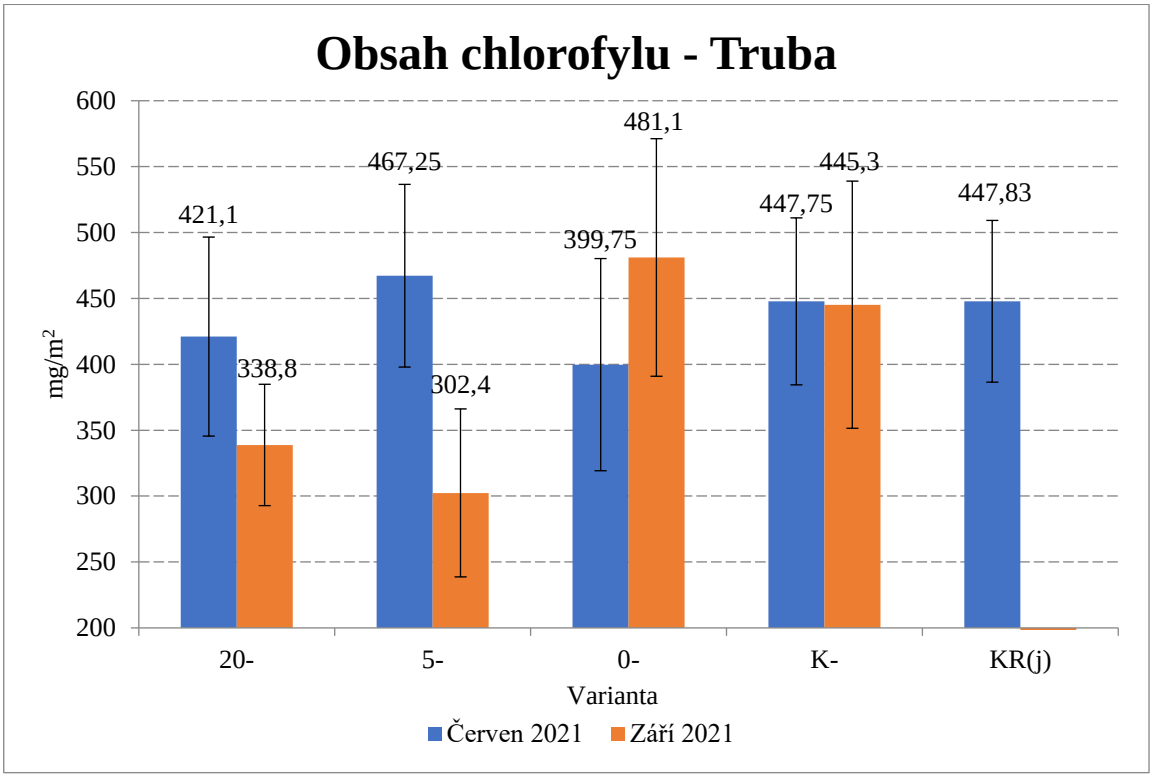


Graf 18 Krabicový graf výšek střižených a nestřižených variant akátů. Měření probíhalo na Výzkumné stanici Truba v říjnu 2020. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Výšky akátů byly testovány na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla výsledkem p – hodnota = 0,407 Tato hodnota vyjadřuje normální rozdělení u zkoumaných dat. Testem homoskedasticity (shody rozptylů) a použitím Bartlettova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,016. Nesplněním jedné z podmínek přistupujeme k vyhodnocení pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Výsledky testu Kruskal-Wallisova testu ukazují nevýznamné statistické odlišnosti mezi variantami.

6.2.2 Měření obsahu chlorofylu



Graf 19 Obsah chlorofylu v listech akátů na různých variantách střižených a nestřižených jedinců. Střižení jedinci akátu se liší výškou střihu nad zemí. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty (mg/m^2) měřené v červnu 2021 a v září 2021 na Výzkumné stanici Truba. Rovněž jsou zde zachyceny směrodatné odchylky, které jsou vyjádřeny chybovými úsečkami. U varianty KR (j) je zachycen obsah chlorofylu pouze v červnu 2021 před aplikací herbicidu, která následně asimilační aparát rostlin v této variantě zlikvidovala.

Tento sloupcový graf (graf 19) zachycuje koncentraci chlorofylu na akátu, zjištěnou v červnu 2021 (na začátku vegetačního období) a v září 2021 (na konci vegetačního období). Porovnáváno bylo pět variant, lišící se výškou střihu a případným použitím herbicidu.

U varianty bez střihu, ovšem s použitím herbicidu na jaře byly žjištěny pouze koncentrace chlorofylu na začátku vegetačního období, jelikož došlo k následné mortalitě všech jedinců.

Varianta bez střihu (K-) vykazovala poměrně shodné průměrné hodnoty, a to v červnu 2021 i v září 2021. Tito jedinci si tedy zřejmě zachovali konstatní hodnoty po celou dobu vegetačního období.

Střih ve výšce 0 cm již naznačuje mírný rozdíl měřených hodnot. V tomto případě dochází k odlišnosti vůči ostatním variantách. Zde je patrná výrazně vyšší hodnota naměřená na konci vegetačního období. Tento jev se u žádných jiných variant

nevyskytuje. Jedná se dokonce o nejvyšší průměrnou hodnotu ze všech měření. Tato hodnota dosahuje 481,1 mg/m^2.

Naprosto největší rozdíl je viditelný u varianty střihu 5 cm nad zemí. Byla zde naměřena nejnižší koncentrace chlorofylu, a to pouhých 302,4 mg/m^2 (v září 2021). Oproti červnové koncentraci (467,3 mg/m^2) je to velmi výrazný rozdíl.

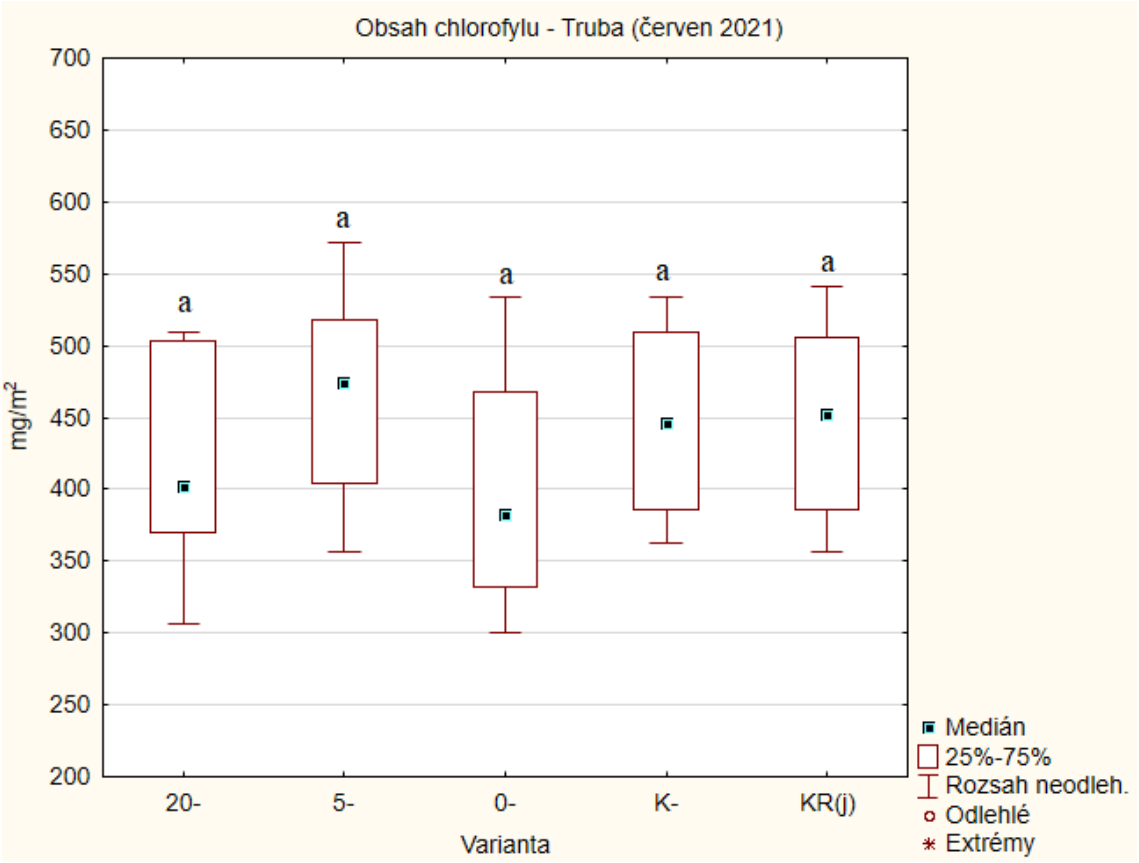
Poslední variantou je střih ve výšce 20 cm nad zemí, kde nižší koncentrace chlorofylu má hodnotu 338,8 mg/m^2 (září 2021) a vyšší koncentrace má 421,1 mg/m^2 (červen 2021).

Data obsahu chlorofylu jsou značně variabilní, a to jak z pohledu variant i období měření.

Tabulka 13 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot obsahu chlorofylu v listech akátů (červen 2021 a září 2021). Hodnoty jsou uvedené v mg/m^2.

Červen 2021			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
20-	402	306	509
5-	474	357	572
0-	383	300	534
K-	446	363	534
KR(j)	452	357	541
Září 2021			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
20-	329	268	458
5-	294	230	420
0-	481	357	655
K-	430	319	668

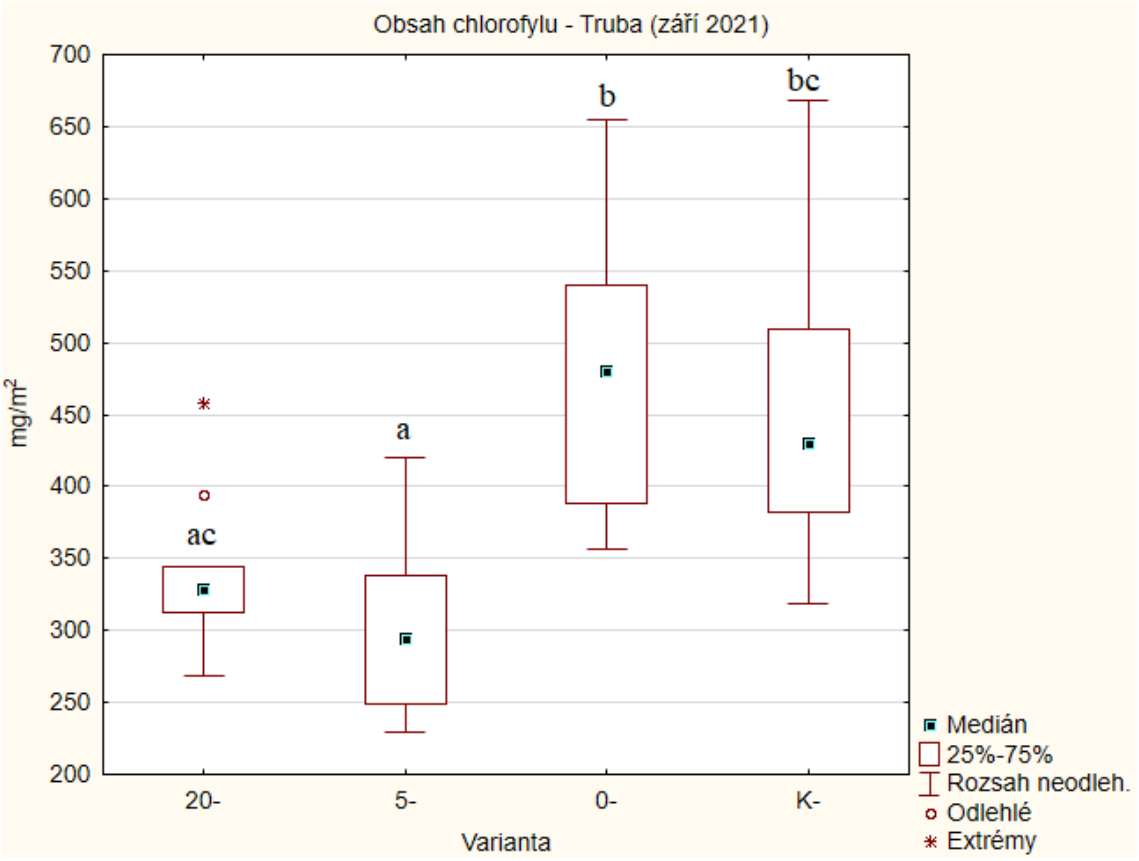
Naprosto nejnižší hodnota obsahu chlorofylu ze všech změřených dat byla zjištěna u varianty 20- (září 2021). Zde byl obsah chlorofylu pouhých 268 mg/m^2. Maximální hodnota 668 mg/m^2 patřila variantě K- (září 2021).



Graf 20 Obsah chlorofylu v listech akátu na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m2) naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α= 0,05. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Obsah chlorofylu v listech akátu byl testován na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,007. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukazují, že mezi variantami nejsou statisticky významné rozdíly.

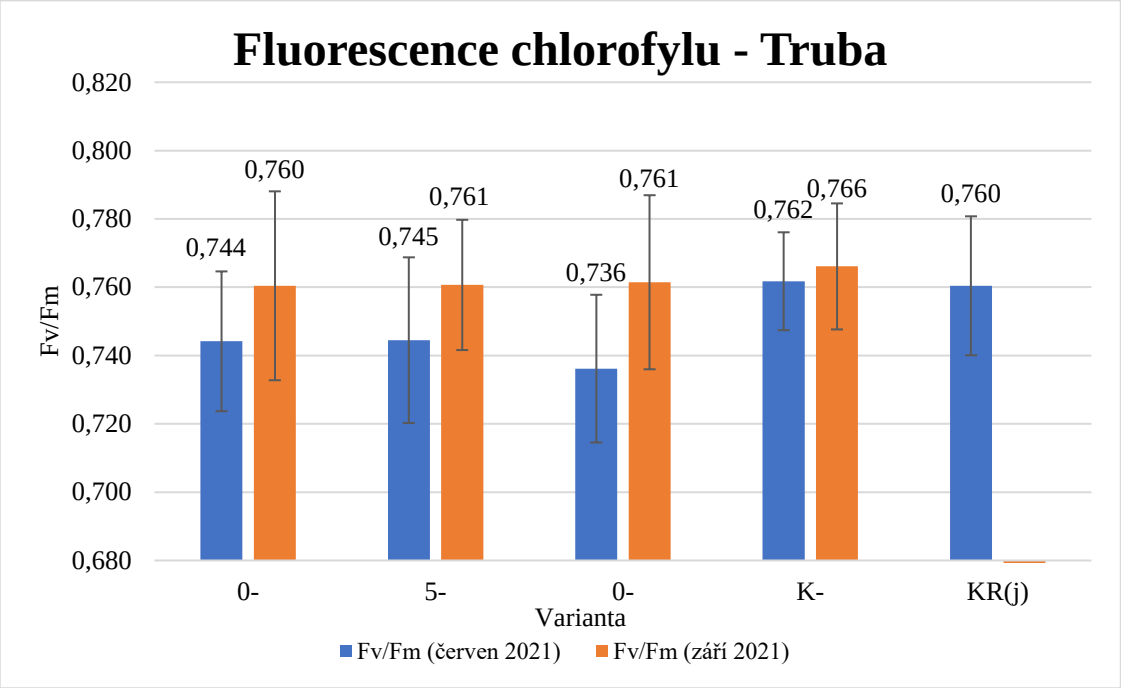


Graf 21 Obsah chlorofylu v listech akátu na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty (mg/m2) naměřené v září 2021.Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α= 0,05. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Obsah chlorofylu v listech akátu byl testován na hladině významnosti α= 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,040. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukazují značně významné statistické rozdíly mezi variantami. Varianty 20- a 5- dosahují nižších hodnot a velmi významně se statisticky liší od variant 0- a K-.

6.2.3 Měření fluorescence chlorofylu

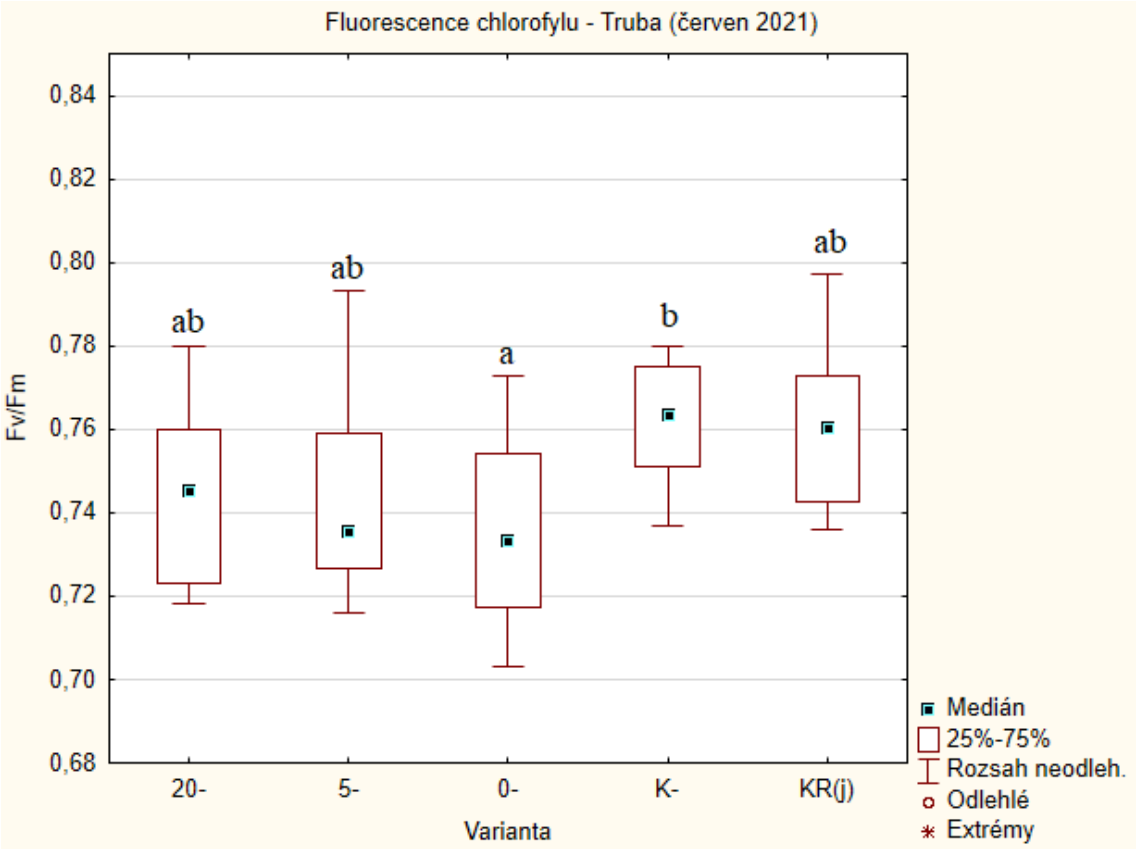


Graf 22 Tento sloupcový graf popisuje fluorescenci chlorofylu v listech akátů u různých variant výšek střihu kmínku nad zemí. V grafu jsou znázorněny průměrné hodnoty měřené v červnu 2021 a srpnu 2021. Experiment byl proveden na stanici Truba. U varianty Bez střihu Roundup jaro byla změřena fluorescence chlorofylu pouze před aplikací herbicidu (červen). Po aplikaci herbicidu došlo k totální mortalitě, a tudíž nelze hodnoty této varianty využít pro porovnání. Rovněž jsou zde zachyceny směrodatné odchylky formou chybových úseček.

Sloupcový graf výše (graf 22) znázorňuje vždy vyšší fluorescenci chlorofylu během září 2021 oproti měření v červnu 2021. Hodnoty v září 2021 jsou zjišťovány na výmladcích, které akát vytvořil po provedení střihu.

Tabulka 14 Tabulka obsahující mediány, minima a maxima hodnot fluorescence chlorofylu v listech akátů (červen 2021 a září 2021).

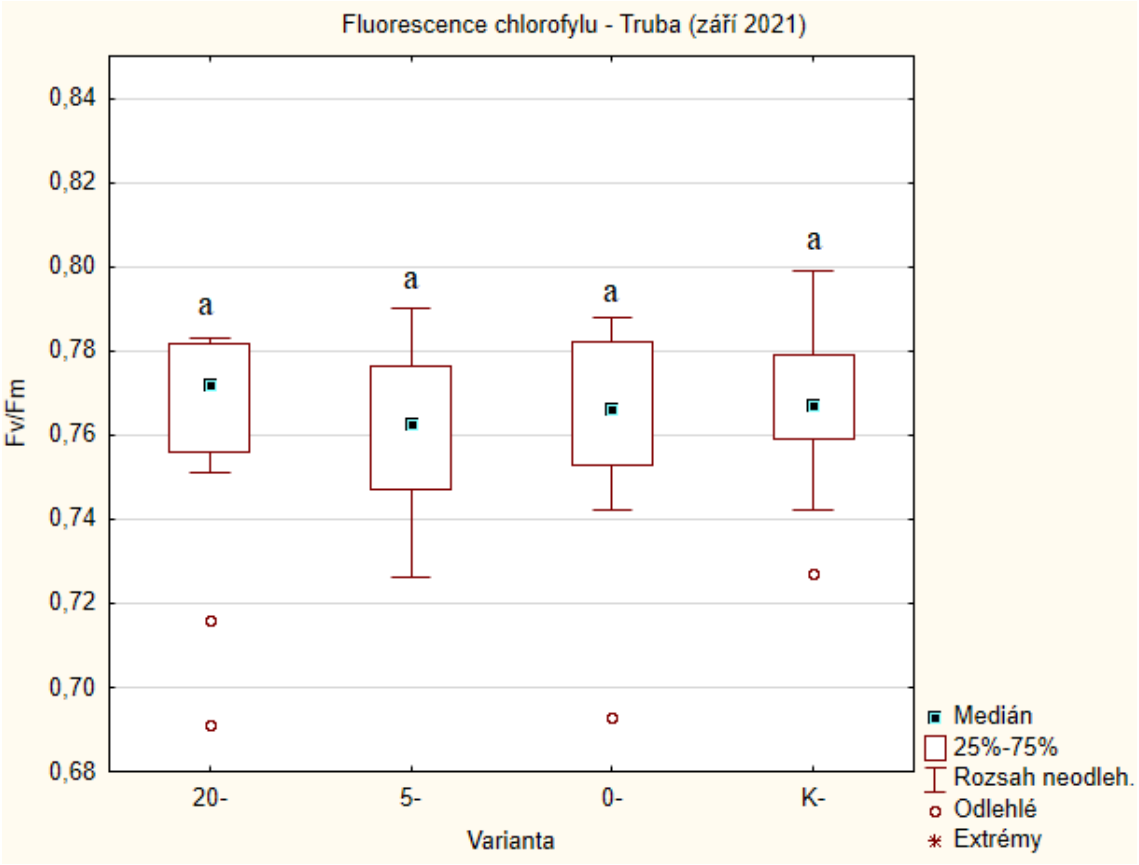
Červen 2021			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
0-	0,744	0,718	0,780
5-	0,736	0,716	0,793
0-	0,734	0,703	0,773
K-	0,764	0,737	0,780
KR(j)	0,761	0,736	0,797
Září 2021			
Varianta	Medián	Minimum	Maximum
0-	0,772	0,691	0,783
5-	0,763	0,726	0,790
0-	0,766	0,693	0,788
K-	0,767	0,727	0,799



Graf 23 Fluorescence chlorofylu v listech akátů na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v červnu 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Fluorescence chlorofylu v listech akátu byla testována na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,403 Tato hodnota vyjadřuje normální rozdělení u zkoumaných dat. Testem homoskedasticity (shody rozptylů) a použitím Bartlettova testu byla výsledkem p – hodnota = 0,573. Splněním těchto podmínek přistupujeme k vyhodnocení pomocí testu ANOVA.

Výsledky testu ANOVA (Tukeyův HSD test) ukazují signifikantní rozdíl pouze mezi variantami 0- a K-.



Graf 24 Fluorescence chlorofylu v listech akátů na lokalitě Truba. Krabicové grafy vyjadřují hodnoty naměřené v září 2021. Pomocí odlišných indexů nad boxploty jsou vyjádřeny statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami, a to na hladině významnosti α = 0,05. Boxploty (krabicové grafy) ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Tmavé čtverečky uvnitř boxplotů značí medián. Jednotlivé body jsou odlehlé hodnoty (outliery) a pomocí hvězdiček jsou značeny extrémní hodnoty.

Fluorescence chlorofylu v listech akátů byla testována na hladině významnosti α = 0,05. Po provedení Shapiro-Wilkova testu byla zjištěna p – hodnota = 0,001. Tato hodnota vyjadřuje, že data nesplňují podmínky pro normální rozdělení. Pro vyhodnocení je tedy nutné použití neparametrického testu.

Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukazují, že varianty se mezi sebou statisticky neliší.

7 DISKUZE

Porosty akátu mohou mít negativní vliv na některé cenné ekosystémy, což bylo popsáno v úvodní rešeršní části předkládané práce. Proto na území hlavního města Prahy dochází ve vybraných lokalitách v posledních letech k odstraňování akátových porostů, které jsou zde nahrazovány dřevinami přirozené druhové skladby. Těžba akátu probíhala v Praze v posledních letech na lokalitách: Chuchle, Hostivař, Bohnice, Běchovice, Divoká Šárka nebo Hodkovičky. Jedná se vesměs o výsadby z poloviny minulého století, kdy byl akát hojně vysazován na pražských svazích, za účelem zpevnění půdy a eliminace eroze. Mezi místa, kde probíhá postupná přestavba porostů s akátem na porosty s přirozeným druhovým složením, patří i lokalita na Cholupickém vrchu, kde se uskutečnil první z experimentů zařazený do předkládané diplomové práce.

Z výsledků měření na Cholupickém vrchu vyplývá, že procentuální ujímavost sazenic a poloodrostků (PONG) se od sebe příliš neliší. Rozdíl se pohybuje v řádech jednotek procent, ve prospěch poloodrostků. Tato skutečnost může být vysvětlena vyšší odolností vůči agresivní buřeni, která se na této lokalitě hojně vyskytuje.

Absolutní výškové přírůsty vykazovaly větší hodnoty u poloodrostků než u sazenic. Za dvě sledovaná období se jednalo o průměrný přírůst sazenic 19,9 cm, u poloodrostků (PONG) 28,5 cm. Lze konstatovat, že poloodrostky v tomto prostředí lépe odrůstají a snáze se dokážou vyrovnat s agresivní buření, na rozdíl od klasických sazenic. Opačný výsledek mají relativní výškové přírůsty, které vykazují menší hodnotu u poloodrostků. Zde je to ovšem zapříčiněno výrazně větší základní výškou poloodrostků, ze které jsou relativní přírůsty odvozeny.

Absolutní tloušťkové přírůsty měly rovněž vyšší hodnoty u poloodrostků (PONG) než u klasických sazenic. Během dvou vegetačních období byl tloušťkový přírůst poloodrostků 2,9 mm, u sazenic pouze 2,2 mm. Co se týče relativních tloušťkových přírůstů, zde jsou hodnoty víceméně vyrovnané.

Obsah chlorofylu v dlouhodobějším hledisku závisí na fyziologickém stavu a na procesu fotosyntézy. Dokáže tedy zhodnotit dlouhodobou vitalitu jedinců. Po vyhodnocení dat se jeví poloodrostky jako více vitální sadební materiál. Nejmenší hodnoty obsahu chlorofylu vykazovala varianta sazenic v porostu a lze ji nazvat jako nejméně vitální, což mohlo být způsobeno zástinem.

Fluorescence chlorofylu je ukazatelem, který posuzuje aktuální (okamžitou) kondici jedince. Dokáže především určit, zda jsou daní jedinci vystaveni stresové situaci, a to prakticky okamžitě. LINDA a kol. (2019) uvádí, že v případě hodnoty parametru Fv/Fm pod 0,7 je sledovaný materiál pod vlivem stresových podmínek a hodnoty parametru Fv/Fm nižší než 0,6 jsou již znakem silných stresových podmínek. Ze zkoumaných variant v Praze – Modřanech nebylo zjištěno razantní poškození stresem. Byť zde několik jedinců tuto hranici nepřekonalo, jednalo se spíše o výjimečné případy. Sazenice i poloodrostky v porostu dosahovaly poměrně vysokých hodnot. Zcela nejhůře se jevila varianta sazenic na volné ploše.

Z terénního šetření na Cholupickém vrchu byly také posouzeny výmladky akátů, které se zde ve velké míře vyskytovaly. 1leté výmladky se jevily jako velmi křehké a málo odolné vůči zlomu, oproti tomu 2leté výmladky velmi odolávaly zlomu a byly velmi pružné. Zjištěny zde byly některé pozitivní vlastnosti akátových výmladků, které dokázaly potlačit zdejší traviny a ostružiník. Aktuálně je lze využít k omezení buřeně a podpoře obou typů sadebního materiálu lípy srdčité.

Celkově lze konstatovat, že poloodrostky vykazovaly vyšší odolnost a vitalitu oproti sazenicím. Pro zalesnění na takovýchto lokalitách, které trpí množstvím agresivní buřeně, je vhodné využití poloodrostků.

Lze diskutovat některé podobné výsledky s diplomovou prací od VRKOČOVÉ (2021), jež se zabývala počáteční prosperitou výsadeb lípy srdčité na Cholupickém vrchu. Částečně bylo pracováno se stejnými počátečními daty, která byla nadále rozšířena o další sledovaná období. Z metodického hlediska bylo postupováno shodným způsobem, a proto je možné následné porovnání s předkládanou diplomovou prací. VRKOČOVÁ (2021) diskutuje víceméně shodné výsledky. Nepatrné odchylky výsledků VRKOČOVÉ od předkládané práce jsou dány mortalitou jedinců, kteří byli odstraněni z databáze a nebylo s nimi nadále pracováno.

Dále byl v předkládané práci zhodnocen experiment, při kterém docházelo k cílené aplikaci herbicidu na akát. Byly vytvořeny 2 sady akátových sazenic (střižených v různých pozicích na kmínku), které se od sebe lišily aplikací herbicidu na bázi glyfosátu. Zmíněný herbicid je součástí Seznamu povolených přípravku na ochranu lesa. Po provedení tohoto experimentu byla výsledkem mortalita téměř všech jedinců,

na kterých byl aplikován herbicid bez ohledu na umístění řezné plochy. U variant střižených bez aplikace herbicidu se projevila velká schopnost výmladnosti akátu. Tito jedinci se téměř všichni dokázali zmladit, a to pomocí kmenových (pařezových) výmladků.

Během jedné vegetační sezóny po střihu, dosáhly tyto výmladky přibližně stejných výšek, jako u jedinci ponechaní bez střihu. Zcela největší výmladkovou vlastnost projevila varianta 5- (střih 5 cm nad zemí). Ať už se jednalo o výšku střihu 0 cm, 5 cm nebo 20 cm nad zemí, tyto varianty mezi sebou nejevily významné statistické rozdíly v naměřených výškách. VÍTKOVÁ, KOLBEK (2010) uvádí roční výšku výmladků až 4 m.

Měřením obsahu chlorofylu bylo zjištěno, že před provedením střihu nebyly mezi variantami statisticky významné rozdíly. Další vegetační sezónu po vytvoření výmladků se jevila nízká vitalita u variant 20- a 5-. Tyto varianty vykazovaly podstatně nižší hodnoty obsahu chlorofylu (mg/m^2).

Průměrné hodnoty fluorescence chlorofylu (parametru Fv/Fm) u žádné z variant bez aplikace herbicidu neklesaly pod hranici 0,6, která indikuje přítomnost stresových faktorů. Výmladky dokonce vykazovaly vyšší základní fluorescenční poměr než jedinci před střihem.

Závěrem lze shrnout a potvrdit obrovský potenciál výmladnosti akátu. Jak uvádí mnoho autorů, např. VEVERKOVÁ (2009), pro úspěšnou likvidaci a omezení výmladků je nezbytná aplikace herbicidu na plochu řezu. V opačném případě mechanický zásah vede ke kontraproduktivnímu účinku a dostavuje se silná kmenová (pařezová), případně kořenová výmladnost.

Pod pojmem „management akátových porostů“ je mnohdy chybně myšlena pouze jejich likvidace. Přístup k akátu by měl ale být vždy volen s ohledem na rizika i případné přínosy této dřeviny v konkrétních situacích (KUNEŠ a kol. 2020).

8 ZÁVĚR

Na lokalitě Cholupický vrch byly ve třech obdobích (srpen 2020, červen 2021 a září 2021) na poloodrostcích a sazenicích lípy srdčité použitých pro vnášení do akátových porostů měřeny výšky a tloušťky. Na některých jedincích lípy byly měřeny rovněž obsah a fluorescence chlorofylu. Následně byla data vyhodnocena.

Po vyhodnocení se jeví poloodrostky lípy jako vhodnější než klasické sazenice. Mají vyšší ujímavost, výškové i tloušťkové přírůsty a také se vyznačují vyšší vitalitou. Na místech, kde je problém s agresivní buření, je proto vhodné vedle sadebního materiálu obvyklé velikosti využívat i poloodrostky.

Druhým bodem této diplomové práce bylo vyhodnocení experimentu s aplikací střihu a herbicidu v různých pozicích vůči bázi kmínku, který byl založený na stanici Truba. Během tohoto experimentu byla prokázána téměř totální mortalita po aplikaci herbicidu na střiženou plochu mladých akátů.

Varianty akátu střižené a ponechané bez zatření herbicidem dokázaly díky své výmladnosti dohnat ztrátu výšky během několika měsíců. Na základě tohoto experimentu byla prokázána vysoká výmladnost této dřeviny a současně vhodnost cílené aplikace herbicidu na bázi glyfosátu pro likvidaci akátu.

S akátem je důležité naučit se pracovat, eliminovat jeho rizika a využívat jeho pozitivní vlastnosti. Řešením není nekontrolované pěstování ani bezhlavá likvidace této dřeviny. Pro budoucnost akátu je důležité vytvoření souladu mezi lidmi, přírodou i samotným akátem.

9 POUŽITÉ ZDROJE

- BARTHA D., CSISZÁR Á., ZSIGMOND V. (2008). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) In: Botta–Dukát Z., Balogh L. (eds.): The most important invasive plants in Hungary. Vácrátót (Hungary), Hungarian Academy of Sciences, Institute of Ecology and Botany:63–76.
- BEDNÁŘOVÁ J. (2019). Herbář, aneb, Stromy a keře. Praha: Fortuna Libri: 224 s. ISBN 978-80-7546-164-3.
- BENEŠ P. (2020). Možnosti přestaveb akátových porostů v pražských lesích. Praha. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.
- CIERJACKS A., KOWARIK I., JOSHI J., HEMPEL S., RISTOW M., LIPPE M. VON DER, WEBER E. (2013). Biological Flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia*. Journal of Ecology, 101(6): 1623–1640. doi:10.1111/1365-2745.12162.
- DREYER E.–M., DREYER W. (2010). Bylinky, plody a houby. Jak je rozeznat, sbírat a jíst. Líbeznice. Víkend: 176 s. ISBN: 978-80-7433-021-6.
- DREYER E.–M., DREYER W. (2019). Velký průvodce lesem. Brno. Kazda: 384 s. ISBN: 978-80-88316-30-5.
- ERNYEY J. (1927). Die Wanderwege de Robinie und ihre Ansiedlung in Ungarn. Magyar Botanikai Lapok, 25: 161–191.
- GRÜNEWALD H., BÖHM C., QUINKENSTEIN A., GRUNDMANN P., EBERTS J., VON WÜHLISCH G. (2009). *Robinia pseudoacacia* L.: A Lesser Known Tree Species for Biomass Production. BioEnergy Research, 2(3): 123–133. doi:10.1007/s12155-009-9038-x.
- HALUPA L., RÉDEI K., (1992). Establishment for forests primarily for energetic purpose. In Proceedings of the Hungarian Forest Research Institute (Erdészeti Kutatások), Budapest, 82–83: 304-312.
- HEPTING G. H. (1971). Diseases of forest and shade trees of the United States. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 386. Washington, DC. 658.
- HUNTLEY J.C. (1990). *Robinia pseudoacacia* L. Black locust. In: Burns R.M., Honkala B.H. (eds.): Silvics of North America: 2. Hardwoods. Washington, DC, U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 755–761. Agriculture Handbook 654.

- CHRTKOVÁ A. (1995): *Robinia* L. – trnovník. – In: Slavík B., Smejkal M., Dvořáková M. & Grulich V. (eds), Květena České republiky 4, p. 361–362, Academia, Praha.
- JIRÁSEK V., STARÝ F. (1986). Atlas léčivých rostlin. Praha. Státní pedagogické nakladatelství. 135 s.
- KERESZTESI B. (1983). Breeding and cultivation of black locust, *Robinia pseudoacacia*, in Hungary. Forest Ecology and Management, 6(3): 217-244. doi:10.1016/S0378-1127(83)80004-8.
- KERESZTESI B. (1988). Black Locust: The Tree of Agriculture. Outlook on Agriculture, 17(2), 77–85. doi:10.1177/003072708801700207.
- KOLBEK J., VÍTKOVÁ M., VĚTVIČKA V. (2004). Z historie středoevropských akátin a jejich společenstev. Zprávy České botanické společnosti, 39: 287–298.
- KŘIVÁNEK M., SÁDLO J., BÍMOVÁ K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. – In: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000, MŽP, Planeta, 8:23-27.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M. (2020). Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) – jeho množení, pěstování a likvidace: review. [Black locust (*Robinia pseudoacacia*) – its propagation, silviculture and eradication: review]. Zprávy lesnického výzkumu 65, (1): 11–19.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J., ŠULITKA M. and SURAWEERA C. (2019). Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review [Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and its role in Central Europe and Czech Republic: review]. Zprávy lesnického výzkumu 64, (4): 181–190.
- LÁSZLÓ Z., LAKATOS K. T., DÉNES A.-L. (2021). A new species of Mesopolobus (*Hymenoptera, Pteromalidae*) from black locust crops. European Journal of Taxonomy, 740(1), 118–137. https://doi.org/10.5852/ejt.2021.740.1285.
- LICHTENTHALER H. K. (1996) Vegetation Stress: an Introduction to the stress concept in plants. Journal of Plant Physiology 148:4–14 http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80287-2.
- LINDA R., ZÁDRAPOVÁ D., KŘÍŽOVÁ K., KUNEŠ I. (2019) Měření obsahu a fluorescence chlorofylu v listech sadebního materiálu vybraných dřevin pomocí přenosných přístrojů: identifikace fyziologického stresu sadebního materiálu

lesních dřevin: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2019. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-172-7.

- MAISENHELDER, LOUIS C. (1969). Identifying juvenile seedlings in southern hardwood forests. USDA Forest Service, Research Paper SO-47. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 77 p.
- MEYER-MÜNZER B., GROTEHUSMANN H., VOR T. (2015). Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). In T. Vor, H. Spellmann, A. Bolte, & C. Ammer (Eds.), Potenziale und risiken eingeführter baumarten. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. 277–296.
- MONTAGNINI F., HAINES B., SWANK W.T. (1991). Soil-solution chemistry in black locust, pine/ mixed-hardwoods and oak/hickory forest stands in the southern Appalachians, U.S.A. For. Ecol. Manage., 40: 199-208.
- NASIR H., IQBAL Z., HIRADATE S., FUJII Y. (2005) Allelopathic Potential of *Robinia pseudoacacia* L. Journal of Chemical Ecology. 2005, 31(9), 2179-2192 doi:10.1007/s10886-005-6084-5.
- NOŽIČKA J. (1957). Přehled vývoje našich lesů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 462 s.
- OLSON, DAVID F. (1974). *Robinia* L., locust. In Seeds of woody plants in the United States. p.728-731.
- PERGL J., PERGLOVÁ I., VÍTKOVÁ M., POCOVÁ L., JANATA T., ŠÍMA J. (2016). Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. Standardy péče o přírodu a krajinu. Průhonice, Botanický ústav AV ČR; Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: 22 s.
- PLADIAS – databáze české flóry a vegetace. Dostupné z: www.pladias.cz [cit.7.4.2022].
- RÉDEI K., CSIHA I., KESERŰ Z., VÉGH AK., GYŐRI J. (2011) The Silviculture of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary: a Review. South-east Eur for 2 (2): 101-107. doi: 10.15177/seefor.11-11.
- RÉDEI K., OSVÁTH-BUJTÁS Z., BALLA I. (2002): Clonal approaches to growing black locust (*Robinia pseudoacacia*) in Hungary: a review. Forestry, 75 (5): 547–552.
- ROACH, Benjamin A. (1965). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). In Silvics of forest trees of the United States. 642-648.

- RUSHFORTH K. (2006). Svět stromů: průvodce lesem, parkem, okrasnou zahradou. Ilustroval Gill TOMBLIN, ilustroval Ann WINTERBOTHAM. V Praze: Granit, 2006. ISBN 80-7296-051-2.
- SÁDLO J., VÍTKOVÁ M., PERGL J., PYŠEK P. (2017) Towards site-specific management of invasive alien trees based on the assessment of their impacts: the case of *Robinia pseudoacacia*. NeoBiota 35: 1–34. https://doi.org/10.3897/neobiota.35.11909.
- SLAVÍK B., ŠTĚPÁNKOVÁ J. (1992). Květena České republiky. Praha: Academia. ISBN 80-200-0256-1.
- SOUKUPOVÁ J., ROHÁČEK K. (2005). Fluorescence, fotosyntéza a stres: Jak to spolu souvisí? In: Dvořáková D. a Martinková D. (eds.), Sborník: „Projekt ‚Otevřená věda', Praktický kurz ‚Biologie'" (Akademické a Univerzitní Centrum, Nové Hrady, 7.-12.8. 2005). Design© Dana Martinková, 86 str., AV ČR, Praha, str. 55-68.
- SPOHN R., SPOHN M. (2013). Stromy Evropy: 680 stromů, 2600 ilustrací. Praha:Beta-Dobrovský, 332 s. ISBN: 978-80-7291-227-8.
- STATISTICA – statistická analýza dat. [online] Dostupné z: http://statistica.pro/ [cit. 7.4.2022].
- ŠEFFEROVÁ STANOVÁ V., VAJDA Z., JANÁK M. (2008). Management of Natura 2000 habitats. 6260 *Pannonic sand steppes. European Commission.
- TOBISCH T., KOTTEK P. (2013). Forestry-related Databases of the Hungarian Forestry Directorate.
- TRYLČ, L. (2007). Sukcesní změny po odstranění akátu a zhodnocení managementu na vybraných lokalitách v Praze. Diplomová práce. Praha: Př. F. UK, 56 s.
- VADAS E. (1914): Die Monographie der Robinie mit besonderer Rücksicht auf ihre forstwirtschaftliche Bedeutung. – Verlag von August Joerges WWE & Sohn, Selmecbánya, 252 p.
- VESELÝ V. (2016). Včelařství. Vyd. 3. Praha: Brázda. 288 s.
- VĚTVIČKA V. (1999). Evropské stromy. Praha. Aventinum Nakladatelství, s.r.o.: 216 s. ISBN 80-7151-238-9
- VEVERKOVÁ Z. (2009). Boj s akátem. Metodický list. České Budějovice: Daphne, 8 s

- VÍTKOVÁ M. (2011): Péče o akátové porosty. Ochrana přírody, Praha, 6: 7–12.
- VÍTKOVÁ M. (2014). Management of Black Locust Stands. Životné prostredie, 48, 2, p. 81–87
- VÍTKOVÁ M., CONEDERA M., SÁDLO J., PERGL J., PYŠEK P. (2018) Gefährlich und nützlich zugleich: Strategien zum Management der invasiven *Robinie*. Schweiz Z Forstwes 169 (2018) 2: 77–85
- VÍTKOVÁ M., KOLBEK J. (2010). Vegetation classification and synecology of Bohemian *Robinia pseudacacia* stands in a Central European context. Phytocoenologia 40, 205–241. doi: 10.1127/0340-269X/2010/0040-0425.
- VÍTKOVÁ M., MÜLLEROVÁ J., SÁDLO J., PERGL J., PYŠEK P. (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. Forest Ecology and Management, 384, 287–302. doi: 10.1016/j.foreco.2016.10.057
- VRKOČOVÁ R. (2021). Prosperita lípy srdčité při přestavbách akátových porostů na Cholupickém vrchu v Praze. Diplomová práce. Praha. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Vedoucí práce Doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D. Konzultant Ing. Martin Baláš, Ph.D.61 s.
- VYTÁSEK V., BRZÁKOVÁ P. (2020). Můj bylinkový svět. Praha:Eminent: 344 s. ISBN: 9788072815593
- WOJDA T., KLISZ M., JASTRZĘBOWSKI S., MIONSKOWSKI M., SZYPBOROWSKA I., SZCZYGIEŁ K. (2015). The geographical distribution of the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Poland and its role on non-forest land. Papers on Global Change, 22: 101–113
- YELPITIFOROV E., KLYMENKO Y. (2020). European mistletoe (*viscum album* l.) in national botanical garden m.m. grushko nas of ukraine: an overview of its distribution and hosts. ScienceRise:Biological Science, 3(24), 24-28. doi: 10.15587/2519-8025.2020.213202
- ZEIDLER A. (2012). Lexikon dřeva. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. 61 s.