

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

**Anatomie dřeva jabloní a hrušní
s odlišným růstovým potenciálem**

Bakalářská práce

Autor: Aneta Mahrová

Studijní program: B1501 Biologie

Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Plavcová, Ph.D.

Hradec Králové

Červenec 2020



Zadání bakalářské práce

Autor:	Aneta Mahrová
Studium:	S16BI032BP
Studijní program:	B1501 Biologie
Studijní obor:	Systematická biologie a ekologie
Název bakalářské práce:	Anatomie dřeva jabloní a hrušní s odlišným růstovým potenciálem
Název bakalářské práce AJ:	Wood anatomy of apple and pear trees with contrasting growth vigour

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem práce je provést porovnání anatomie dřeva u jabloní a hrušní s odlišným růstovým potenciálem. Za tímto účelem budou připraveny anatomické preparáty ze vzorků dřeva odebraného z kmenů pomocí Presslerova přírůstového nebozezu. Na příčných řezech dřevem bude měřena velikost cév. Předpokládá se, že vigorosita růstu ovocných dřevin bude pozitivně korelován s velikostí cév a tedy i s vyšší hydraulickou vodivostí xylému.

Jackson, J. E. (2003). *The biology of apples and pears*. Cambridge university press.

Scholz, A., Klepsch, M., Karimi, Z., & Jansen, S. (2013). How to quantify conduits in wood?. *Frontiers in Plant Science*, 4, 56.

Garantující pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Plavcová, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 6.1.2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 15.7.2020

Aneta Mahrová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Lence Plavcové, Ph.D. za veškerou pomoc, metodické vedení, připomínky a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině a svým blízkým za podporu a pevné nervy při mém dosavadním studiu.

Anotace

MAHROVÁ, A. Anatomie dřeva jabloní a hrušní s odlišným růstovým potenciálem. Hradec Králové, 2020. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Lenka Plavcová, Ph.D.

Hlavním tématem bakalářské práce je porovnání vlivu podnože na anatomii a vnitřní strukturu dřeva u jabloní a hrušní. Součástí je teoretický úvod do problematiky seznamující s podnožemi, odrůdami a jejich využití pro roubování. V praktické části je na základě 3 odrůd (2 jabloně, 1 hrušeň) studován vliv slabě a silně rostoucích podnoží na vigorositu růstu dřevin a jejich vzájemnou korelaci s velikostí cév a tím i rozdílnou hydraulickou vodivostí xylému.

Klíčová slova

Hrušeň, hydraulická vodivost, jabloň, odrůda, podnož, roubování, xylém

Annotation

MAHROVÁ, A. Wood anatomy of apple and pear trees with contrasting growth vigour. Hradec Králové, 2020. Bachelor thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis supervisor Lenka Plavcová.

The main topic of the bachelor's thesis is a comparison of the influence of the rootstock on the anatomy and internal structure of wood in apple and pear trees. It includes a theoretical introduction to the issues acquainting rootstocks, varieties and their use for grafting. In the practical part, on the basis of 3 varieties (2 apple trees, 1 pear tree) the influence of weakly and strongly growing rootstocks on the vigor of tree growth and their mutual correlation with vessels size and thus different hydraulic conductivity of xylem too.

Keywords

Pear, hydraulic conductivity, apple, variety, rootstock, grafting, xylem

Obsah

Obsah.....	7
1 Úvod.....	9
2 Literární přehled.....	11
2.1 Ovocné druhy.....	11
2.1.1 Jabloň (<i>Malus L. Mill.</i>).....	11
2.1.2 Hrušeň (<i>Pyrus L.</i>).....	12
2.2 Roubování.....	13
2.2.1 Metody roubování.....	13
2.2.2 Odrůdy.....	18
2.2.3 Podnože pro ovocné dřeviny.....	22
Podnože kontrolující růst.....	24
2.3 Struktura xylému.....	25
2.3.1 Primární a sekundární xylém.....	26
2.3.2 Vodivé elementy.....	26
Tracheje (cévy) a tracheální články.....	27
Tracheidy (cévice).....	28
2.3.3 Ztenčeniny.....	29
2.4 Funkce xylému.....	30
2.5 Hydraulická vodivost xylému.....	30
3 Cíl práce.....	32
4 Metodika zpracování.....	33
4.1 Charakteristika lokality.....	33
4.2 Rostlinný materiál.....	33
4.3 Odběr vzorků pomocí Presslerova přírůstového nebozazu.....	33

4.4	Příprava a krájení vzorků.....	34
4.5	Příprava anatomických preparátů.....	34
4.5.1	Barvení mikrořezů	34
4.5.2	Odvodnění mikrořezů.....	34
4.5.1	Uzavření trvalého preparátu	35
4.6	Mikroskopování a focení vzorků	35
4.7	Práce s Fiji/Image J.....	35
4.8	Statistická analýza naměřených dat.....	36
5	Výsledky.....	37
5.1	Obvod kmene	37
5.2	Anatomická struktura dřeva.....	41
5.3	Průměr cév	42
5.4	Rozdíly velikostí cév mezi jednotlivými podnožovými kombinacemi	43
5.5	Vztah mezi obvodem kmene a průměrem cév	48
6	Diskuze	49
7	Závěr	51
8	Seznam literatury	52
9	Seznam obrázků.....	59
10	Seznam tabulek.....	60
11	Seznam příloh.....	61

1 Úvod

Klimatické podmínky a aktuální stav počasí mají zásadní vliv na plodnost i dlouhodobou vitalitu stromů. V souvislosti s klimatickými změnami v posledních letech dochází ke stále častějším a intenzivnějším projevům sucha. Sucho posledních let vzniká v důsledku stagnace, či mírného snížení celkového úhrnu srážek a poměrně výrazného zvýšení průměrné teploty (Choat et al., 2018). Tyto podmínky vedou k poklesu vitality stromů, snížením celkových výnosů ovoce a snížení kvality plodů, zejména pak k produkci menších plodů (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014). S působením sucha úzce souvisí fungování dálkového transportu vody v xylému (dřevě). Aklimatizace stromů na podmínky sucha je doprovázena řadou změn ve struktuře i hydraulické vodivosti xylému. Strukturální změny xylému se nejčastěji projevují na hustotě, velikosti a prostorovém uspořádání vodivých elementů (cév). Tyto změny mají na dálkový transport vody v tomto pletivu přímý vliv (Maherali et al., 2004). Působením sucha strom tvoří kratší cévy s menším průměrem a tím klesá hydraulická vodivost i celá efektivita transportu. Takto snížená efektivita bývá často kompenzována vyšší hustotou těchto cév (Hacke et al., 2006). My můžeme efektivitu transportu a schopnost čerpat vodu z nižších vrstev půdy například přímo ovlivnit naroubováním na silnou a tím i hlouběji kořenící podnož, která je základem pro vypěstování ušlechtilého stromu. Podnož je rostlina, nebo spíše její část, která se využívá pro roubování nebo očkování jiné rostliny. Podstatou roubování je zajistit přežití či vylepšení vlastností naroubované rostliny. Podnož ji může ovlivnit v mnoha směrech. Podle druhu podnože můžeme zajistit naroubované rostlině větší odolnost vůči škůdcům, lepší vodivý systém, nebo celkově vyšší nebo naopak nižší vzrůst celé rostliny. Podnož ovlivňuje též nástup do plodnosti, vybarvenost plodů, životnost a odolnost vůči mrazu.

Jedním z problémů při pěstování jabloní, ale i hrušní v komerčních sadech i domácích zahradách je jejich příliš bujný růst. Vzrostlé stromy je totiž složité ošetřovat i sklízet a jejich pozdní nástup do plodnosti značně prodražuje produkci ovoce. Z těchto důvodů byla do sadových výsadeb zavedena slabě rostoucí podnož. Podnož se slabým vzrůstem má význam pro časný nástup do plodnosti. V porovnání se stromy naroubovanými na silně rostoucí podnoži rodí stromy na slabě rostoucí podnoži o dva až tři roky dříve. Hojnost úrody samozřejmě záleží

i na naroubované odrůdě. Podnož může mít ale i negativní přínos, a to například tím, že stromy naroubované na slabě vzrůstných podnožích mají mělký kořenový systém a mají tudíž tendenci se vyvracet z půdy. Oproti tomu středně a silně rostoucí podnože sice nastupují do plodnosti dříve, ale mají silný a hluboký kořenový systém a stromy tak nevyžadují speciální oporu. Celkově platí, že čím silnější podnož tím je koruna i plodnost větší a stejný vliv může mít podnož i na dlouhověkost a celkovou vitalitu stromu.

Ačkoli jsou růst ovlivňující podnože v ovocnářské praxi běžně využívány, biologické mechanismy, kterými ke změně bujnosti naroubované odrůdy dochází, nejsou doposud zcela jasné. Existuje celá řada hypotéz, jak změna v hormonální, živinové nebo vodní bilanci roubovaného stromu, může vést k zakrslému, nebo naopak bujnému růstu (Basile & DeJong, 2018). Cílem této bakalářské práce je ověřit, zda existují rozdíly ve velikosti xylémových cév mezi slabě a silně rostoucími podnožovými kombinacemi. Očekává se, že silně rostoucí podnožové kombinace budou mít širší cévy, které zajišťují efektivnější transport vody na dlouhé vzdálenosti. Větší efektivita xylémového transportu pak může být jedním z mechanismů podmiňující bujnější růst.

2 Literární přehled

2.1 Ovocné druhy

Území naší republiky bylo už v historii známé ovocnářskou tradicí. První zmínky můžeme najít již ve starých kronikách a letopisech z konce 11. století, kdy Vyšehradská kapitula v roce 1088 založila první ovocnou školku. Po 1. světové válce nastal pro ovocnářství veliký rozvoj. Začaly vznikat spolky jako například Ovocnická jednota v Čechách, Zemský ovocnický spolek na Moravě a Ovocnářská společnost na Slovensku (Kyncl et al., 1980).

V současnosti se ovoce pěstuje na ploše cca 19 000 ha intenzivních sadů. Ročně ovocné stromy na této ploše vyprodukují průměrně 220 000 tun ovoce (Ovocnářská unie České Republiky, 2014). Ovocnářství je velmi důležitou součástí rostlinné výroby. Ovoce má význam pro výživu člověka, neboť obsahuje důležité minerální látky a vitamíny, které zvyšují odolnost člověka proti onemocnění. Ovocné stromy zlepšují mikroklima, zkrášlují pohled na krajinu, zabraňují erozivní činnosti vody a větru (Kyncl et al., 1980).

2.1.1 Jabloň (*Malus Mill.*)

Nejrozšířenějším ovocným stromem pěstovaným v českých výsadbách, ale i v Evropě a ve světě je jabloň (*Malus Mill.*). Jabloň domácí (*Malus domestica Borkh.*) vznikla vyšlechtěním a zkřížením jabloně lesní (*Malus sylvestris Mill.*), jabloně nízké (*Malus pumila Mill.*) a planého druhu jabloně (*Malus mitis*). Jabloně jsou stromy mírného pásma, tudíž jsou poměrně nenáročné na podmínky i na srážky. Intenzivní výsadby produkují až 140 000 tun konzumních jablek každý rok (Retainews, 2016). V České republice se nejvíce pěstují zimní odrůdy, kterými jsou například *Golden Delicious*, *Idared*, *Jonagold*, nebo *Rubín*. Tyto odrůdy jsou pěstovány na ploše o rozloze necelých 8 500 ha. Na 500 ha se potom pěstují letní a podzimní odrůdy například *James Grieve*. Největší produkce jablek v České republice pak je ze sadů na Jižní Moravě, ve středních a východních Čechách (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

Plody jabloně řadíme z hlediska pomologického mezi jádroviny a mají širokou škálu využití (Kohout, 1960). Od jejich zpracování na kompoty, mošty, sirupy, marmelády, vína, destiláty přes gastronomické využití včetně jejich podílu na harmonické a zdravé výživě. V organismu pomáhají ke zvýšení jeho odolnosti. Tvar plodů může být různý od kulatých kultivarů Gladstone, přes zploštělé odrůdy Bramley až po kuželovité plody Golden Delicious (Němec, 2004). Barva plodu se též liší podle odrůdy. Mohou být jablka temně rudá, oranžová, žlutá nebo zelená. Rozlišit se dají i podle charakteru dužiny, některá jsou křupavá, moučná, suchá, šťavnatá, kyselá nebo sladká (Dvořák, 1987).

2.1.2 Hrušeň (*Pyrus L.*)

Dalším tradičním ovocným stromem pěstovaným v České republice ve větším měřítku je hrušeň (*Pyrus L.*). Za vznikem kulturních odrůd hrušní je křížení hrušně obecné (*Pyrus communis L.*), hrušně sněžné (*Pyrus nivalis Jacq.*), hrušně polničky (*Pyrus communis var. Achrus*) a hrušně rakouské (*Pyrus austriaca A. Kern.*). Dříve vzniklé odrůdy jsou výsledkem samovolného křížení, dnes se hrušně kříží záměrně s důrazem především na kvalitu plodů. Hrušky mají ale menší hospodářský význam, a to z důvodu krátké doby trvanlivosti při jejich skladování. Podíl produkce hrušek z celkové produkce ovoce v ČR dosahuje pouze 3,9 % což je přibližně 7000 tun ročně (Ovocnářská unie České Republiky, 2014).

Plody hrušně jsou řazeny mezi jádroviny. Jejich plodem je malvice charakteristického lahvovitého tvaru. Oproti jabloním, ale hrušeň plodí méně a později. Plody hrušní se dají využít k přímé konzumaci, sušení, kompotování a do různých pokrmů. Na lidský organismus mají detoxikační účinky, pomáhají snižovat horečku, odvodňují a posilují imunitní systém. Z důvodu brzkého květu jsou náchylné k jarním mrazům, ale jsou více odolné vůči škůdcům a chorobám. Ve srovnání s jabloněmi je odrůd hrušní podstatně méně (Hessayon, 1999).

2.2 Roubování

V ovocnářství se rostliny nejčastěji množí pomocí vegetativních rozmnožovacích procesů nikoli pohlavně. Vegetativním rozmnožováním získáme mnoho nových a geneticky totožných jedinců, kteří mají zachované všechny požadované vlastnosti mateřské rostliny. Vegetativní rozmnožování můžeme rozlišit na dva typy. Prvním z nich je autovegetativní množení rostlin. Principem tohoto množení je, že nový jedinec vzniká zakořeněním části mateřské rostliny. Mezi tento typ množení řadíme dělení, hřížení, odkopky, odnože, dřevité a bylinné řízky, kopčení, kořenové řízky a tkáňové kultury (Brickel,2005). Druhým typem, je množení xenovegetativní, které jinak nazýváme štěpování. Štěpování lze dále rozdělit na:

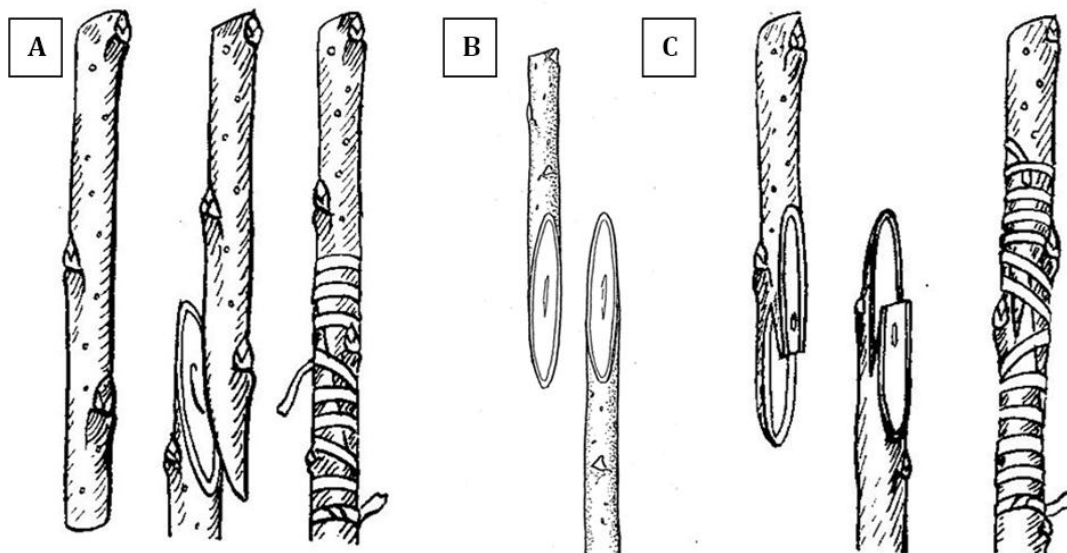
- očkování – pupen (očko) jedné rostliny je vsazen do rostliny druhé
- roubování – spojení dvou částí původních rostlin (Brickel,2005).

Roubování je v ovocnářství využíváno především proto, že při něm lze kombinovat vhodné vlastnosti dvou odlišných rostlin. Principem roubování je, že vyvinutý kmen jedné rostliny (podnože) je seříznut a do něj je vsazen jeden nebo více roubů rostliny, která následně podnož využije jako zdroj výživy a utvoří na ní větve. Roub má ve většině případů 3 pupeny. Výjimečně se může stát, že má 4 až 5 pupenů (Kyncl et al., 1980). V ovocnářství tak lze vyšlechtit podnož, která bude schopna dodat velké množství živin. Na tuto podnož pak lze naroubovat odrůdu šlechtěnou pro její kvalitu či kvantitu plodů, nebo odrůdu, která je odolná vůči škůdcům. Takto naroubovaná rostlina je potom více odolná. Způsoby roubování se liší i tím v jakém období je roubování prováděno. Lze roubovat v období vegetačního klidu, nebo za zelena. Především se ale roubování rozlišuje dle roubovaných druhů a tloušťky podnože a roubu (Vachůn, 1992).

2.2.1 Metody roubování

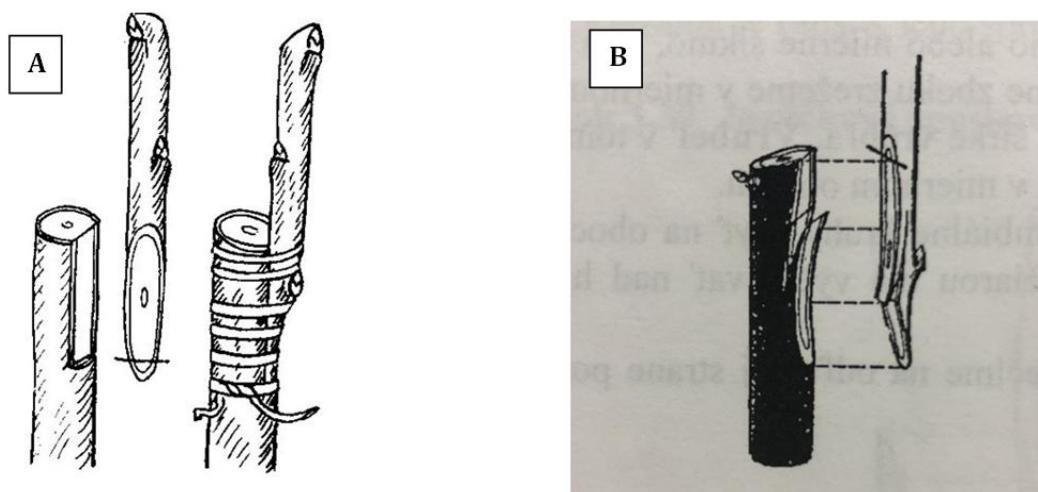
Kopulace neboli družení (Obrázek 1/A) je jedním z nejjednodušších a nejčastěji používaných druhů roubování. Využívá se, pokud je šířka roubu a podnože přibližně stejná. Nejprve je proveden kopulační řez (Obrázek 1/B) na podnoži i na roubu tak, aby oba konce byly oválné, hladké a stejně dlouhé. Takto seříznuté šikmé plochy na sebe musí nasedat a poté jsou svázané. Kambium ušlechtilé

odrůdy a podnože se po čase spojí (Bischof & Sus, 2003). Modifikací klasické kopulace je **anglická kopulace** neboli jazýčkové družení (Obrázek 1/C). V případě anglické kopulace je opět proveden kopulační řez, ale ve třetině roubu i podnože je naříznut tenký jazýček. Tento způsob se využívá především u třešní, višní a angreštu ve výšce koruny (Kyncl et al., 1980).



Obrázek 1: A - kopulace, B - příklad kopulačního řezu, C - Anglická kopulace, (Lokoč, 2012) Dostupné z: <http://ovoce.hlucinsko.eu/?page=texty&p=1&q=8&id=195>

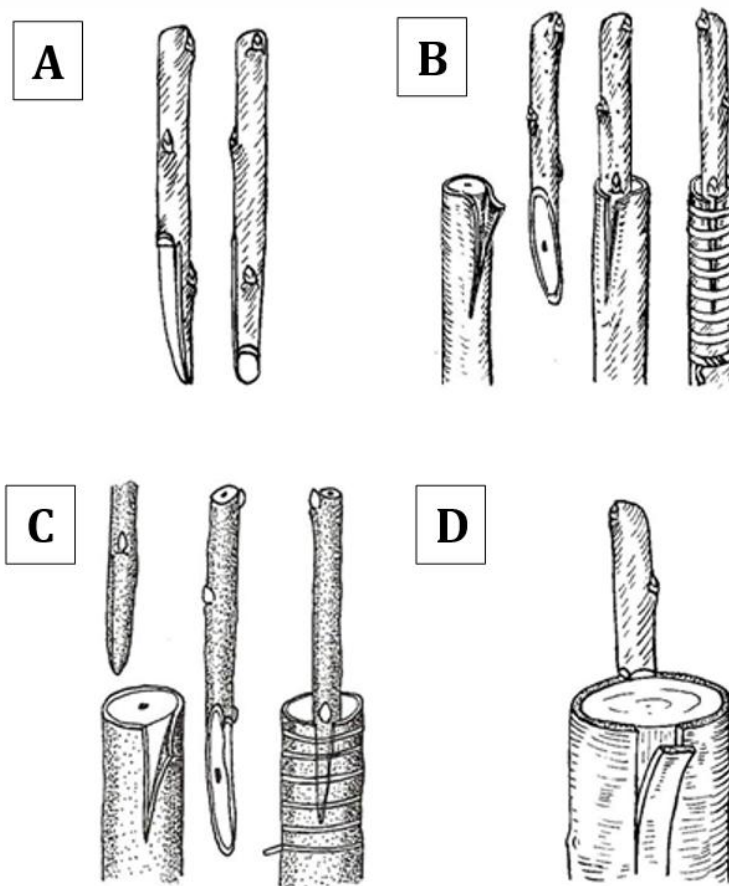
Pokud je podnož silnější než roub, využívá se **plátkování** (Obrázek 2/A). Roub je seříznut stejně jako při předchozích typech, ale podnož je seříznuta vodorovně a na straně je vyříznuta část kůry ve stejné délce, jako je řez roubu a obojí je spojeno a svázáno lýkem (Kyncl et al., 1980). Podobnou variantou je **plátkování s protijazýčkem** (Obrázek 2/B). Tato metoda má oproti obyčejnému plátkování několik výhod, a tudíž je v praxi uplatňována mnohem více. Podnož je seříznuta jako v předchozím případě, ale v prostřední třetině řezu je vytvořen tzv. jazýček. Na kopulačním řezu roubu je poté vyříznut jazýček opačného směru. Podnož i roub do sebe krásně zapadnou (Matuškovič et al., 2004).



Obrázek 2: A - Plátkování, (Lokoč, 2012) Dostupné z: <http://ovoce.hlucinsko.eu/?page=texty&p=1&g=8&id=195>

B - Plátkování s protijazyčkem, (Kyncl et al., 1980)

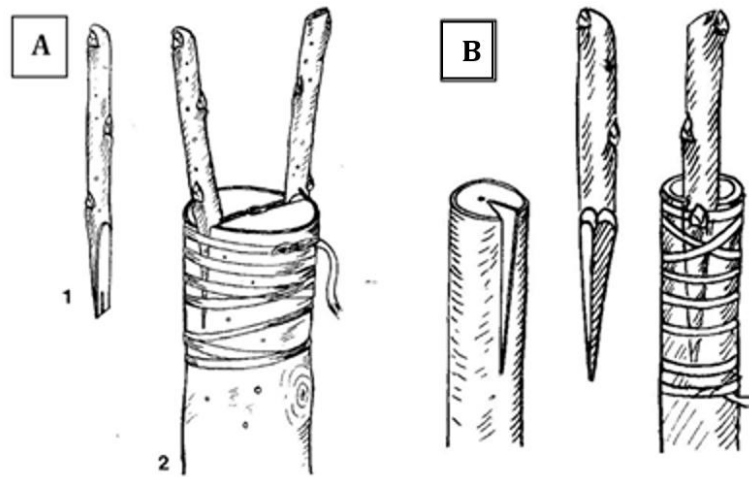
Další metodou je **sedélkování** (Obrázek 3/A). Ve vrchní části roubu vyřízneme tzv. sedélko. V praxi je tento způsob využíván zřídka (Kyncl et al., 1980). Naopak velmi často využívaným způsobem je **roubování pod kůru** (Obrázek 3/B). Tento způsob je nejpoužívanější v době proudění mízy. Podnož je seříznuta kolmo k ose a na takto seříznuté podnoži se podélně nařízne kůra až ke kambiu o přibližné délce 3-4 cm. Poté se kůra z obou stran otevře a vsune se roub, který je seříznut jako při normální kopulaci (Kyncl et al., 1980). **Zlepšené roubování za kůru** (Obrázek 3/C) je velice podobné předcházejícímu typu. Liší se pouze v odhrnutí kůry. V tomto případě se odhrnuje pouze z levé strany a na roubu je proveden kopulační řez a pravá strana řezné plochy se zlehka seřízne z boku. Poté je roub zasunut pod kůru (Matuškovič et al., 2004). Na podobném principu se zakládá i **roubování pod jazýček kůry** neboli Tittelův způsob (Obrázek 3/D). Tato metoda spočívá v tom, že se podnož seřízne kolmo a do kůry se podélně naříznou dva podélné řezy a zasune se roub seříznutý ze dvou stran (Kyncl et al., 1980; Matuškovič et al., 2004).



Obrázek 3: A - Sedélkování, B - Roubování za kůru, (Lokoč, 2012) Dostupné z:
<http://ovoce.hlucinsko.eu/?page=text&p=1&q=8&id=195>

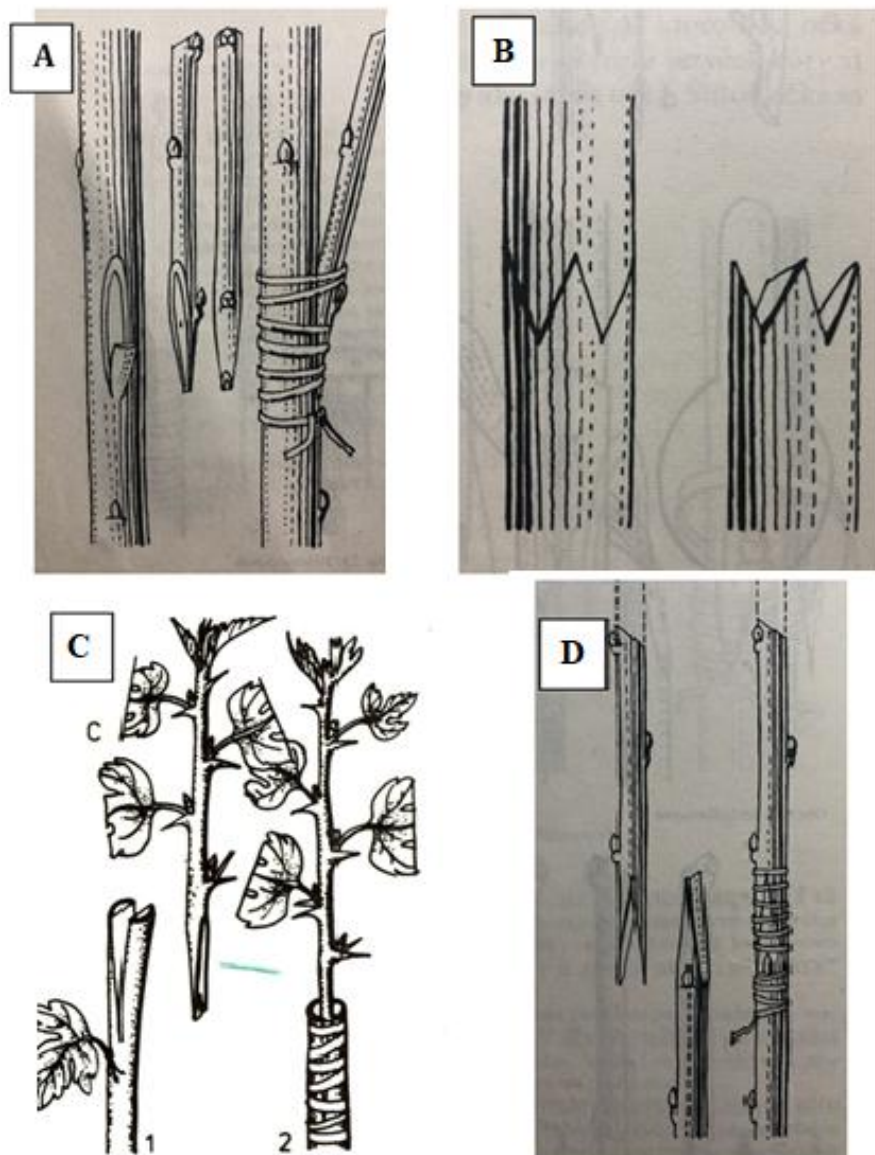
C - Zlepšené roubování za kůru, D - Roubování pod jazýček kůry, (Ptáček, 2012) Dostupné z:
<https://docplayer.cz/7677729-Pomocny-vyukovy-material-pro-predmet-ekologicka-produkce-ovoce-ls-2011-2012.html>

Roubovat můžeme také **do rozštěpu** (Obrázek 4/A). V minulosti se tento způsob hojně používal při přeroubování ovocných stromů. Řadí se mezi jeden z nejstarších způsobů a v dnešní době se využívá pouze při roubování za zelena (Kyncl et al., 1980). Při roubování na **kozí nožku** (Obrázek 4/B) se na kolmo seříznutou podnož vyřízne klín a ve stejném úhlu se seřízne i roub tak, aby do podnože hladce zapadl (Bischof & Sus, 2003).



Obrázek 4: A - Roubování do rozštěpu, B - Roubování na kozí nožku (Kyncl et al., 1980)

U stromkových druhů angreštu a rybízu se nejčastěji používá **roubování do boku** (Obrázek 5/A). Na podnoži se vytvoří zářez a do něj se zasune roub seříznutý stejně jako při kopulaci (Kyncl et al., 1980). U těchto stromkových druhů ovoce, ale i například u třešní, višní a jadrovin můžeme také využít metodu **roubování za zelena** (Obrázek 5/B). Touto metodou se roubuje nejčastěji na konci léta (Matuškovič et al., 2004). V zimě můžeme zase využít variantu **roubování v ruce** (Obrázek 5/C), kdy se na podnoži i na roubu vyřízne dvojitý klín tak, aby do sebe obě části zapadli (Bischof & Sus, 2003). Poslední variantou je **roubování na klín** (Obrázek 5/D). Na podnož je udělán zářez tak, aby do něj do klínu seříznutý roub zapadl (Bischof & Sus, 2003).



Obrázek 5: A - Roubování do boku, B - Roubování za zelena, (Kyncl et al., 1980), C - Roubování v ruce, (Bischof & Sus, 2003), D - Roubování na klín (Kyncl et al., 1980.)

2.2.2 Odrůdy

Odrůda je definována v zákoně č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby) § 2 jako soubor rostlin patřící k nejnižšímu stupni botanického třídění (MZe, 2003). Je vymežitelný projevem znaků vyplývajících z určitého genotypu nebo kombinace genotypů, odlišitelný od každého jiného souboru projevem nejméně jednoho z těchto znaků (ČHMÚ, 2019). Z certifikovaných odrůd si pak pěstitel

může vybrat takovou, která nejlépe vyhovuje jeho požadavkům (např. časná vs. pozdní odrůda, plody vhodné k uskladnění nebo pro přímou spotřebu) a podmínkám, ve kterých bude pěstována (např. odolná k suchu, mrazu apod.).

Charakteristika vybraných odrůd jablek

Původ kulturních jabloní je většinou spatřován v jihozápadní Číně, kde se dodnes vyskytuje přes 20 planě rostoucích druhů. Odtud se jablka rozšířila do celého světa, a proto jsou plody dostupné po celý rok. Cílenému šlechtění jablek se lidé věnují až od 19. Století. Jablka se s různými kontinenty přizpůsobují i rozdílným klimatickým podmínkám, a tak od té doby vznikly stovky odrůd (Čepička et al., 2004). Na světě je odhadem okolo 20 000 různých odrůd (Dlouhá et al., 1997).

Odrůdy se dělí podle doby dozrávání na rané – letní, podzimní, pozdně podzimní až raně zimní, zimní a pozdně zimní (Richter, 2004). Letní odrůdy se sklízí do poloviny srpna a patří sem například odrůdy 'Julia' a 'Mio', podzimní se sklízí od poloviny srpna do konce září a je to například odrůda 'Selena' a zimní odrůdy se začínají sklízet až koncem září. Mezi zimní odrůdy patří velmi známé odrůdy, jako jsou například 'Golden Delicious' nebo 'Rubín' (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **'Jonagold'**

Moderní odrůda Jonagold byla vyšlechtěna v USA z odrůd 'Golden Delicious' a 'Jonathan'. Plody této odrůdy jsou poměrně veliké, mohou dosahovat hmotnosti až 600 gramů, nejčastěji mají však okolo 250 gramů. Tvarově jsou pravidelné kulovité, slupka je lehce mastná, ale pevná. Barevně jsou nevýrazné, žíhané oranžově červené (Hessayon, 1999). Dužina je jemná a křupavá. Chuťově jsou velice dobré vhodné ke konzumaci, sušení i průmyslovému zpracování. Doba sklizně je od druhé poloviny září (Dvořák, 1987). Stromy dorůstají střední velikosti a tvoří husté koruny. Větve se silně větví, ale zároveň rychle obrůstají plodným obrostem. Do květu jdou tyto stromy středně pozdě a vyžadují kvalitní opylení, neboť jsou špatnými opylovači. Jsou mírně náchylné k jarním a podzimním mrazům, mírně náchylné k strupovitosti a silněji náchylné k padlí. Úroda bývá vysoká a v chladicích boxech vydrží uschovaná do března (Čepička et al., 2004).

- **'Gala'**

Odrůda původem z Nového Zélandu je poměrně málo rozšířená. Je pěstovaná pro leskle červenou a křehkou slupku s chuťově dobrou dužinou. Barva plodu ale závisí na množství slunce. Tato odrůda má vysokou plodnost, ale pokud se plody neprobírají, mohou být dost malé. Je velice náchylná ke strupovitosti i na rakovinu (Hessayon, 1999).

- **'Golden Delicious'**

Původem je tato odrůda z USA a patří k nejoblíbenějším odrůdám na celém světě. Plody jsou středně velké kulovité s charakteristickými žebry kolem kališní jamky občas s oranžovým líčkem (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **'Braeburn'**

Odrůda 'Braeburn' je jednou z prvních „dvoubarevných“ odrůd. Pochází z Nového Zélandu a její plody jsou velké, zelenožluté s červeným žíháním (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **'Idared'**

Tato odrůda pochází z USA a má dvě hlavní přednosti a to výbornou skladovatelnost a využití plodů v gastronomii i pro přímý konzum. Plody jsou střední velikosti se žlutozelenou slupkou a bílou dužinou. V České republice se jedná o nejrozšířenější odrůdu (Hessayon, 1999).

- **'Rubín'**

Rubín je zimní odrůda vypěstovaná v ČSSR. Vznikla zkřížením odrůd 'Golden Delicious' a 'Lord Lambourne'. Plody bývají kulaté a relativně velké, mírně šťavnaté s aromatickou dužinou. Barevně jsou zpravidla žluté s červeným žíháním. Slupku mají hladkou a křupavou. Chuťově jsou vhodné k přímé konzumaci i dalšímu zpracování. Odrůda bývá napadána padlím jabloňovým a strupovitostí. Dozrává na přelomu září a října, její sklizeň probíhá již v září (Čepička et al., 2004).

Charakteristika vybraných odrůd hrušek

V současné době je známo okolo 2500 odrůd pěstovaných po celém světě (Hessayon, 1999). Na území ČR jsou pěstovány především odrůdy vzniklé křížením hrušně obecné a hrušně plané. V České republice se pěstuje 65 odrůd. Nejčastěji pěstovanými odrůdami hrušek jsou odrůdy 'Lucasova', 'Bohemica', 'Williams', 'Konference' nebo 'Boscova lahvice', která je však v novodobých sadových výsadbách na ústupu. Tyto odrůdy jsou zahrnuty v 15 nejčastěji vysazovaných odrůdách v České republice a představují 95,9 % z celkové produkce.

- **'Williams'**

Tato stará odrůda pochází z Velké Británie. Plody této odrůdy jsou poměrně veliké, vypouklé a baňaté. Dužina je světle žlutá sladká, šťavnatá a měkká. Odrůda je řazena do letních odrůd. Plody dozrávají na přelomu srpna a září a barví se do žluté až načervenalé barvy a jejich slupka je hladká a pevná. Skladovací vlastnosti této odrůdy nejsou moc dobré stejně jako jejich rezistence vůči chorobám (Hessayon, 1999).

- **'Lucasova'**

Původně francouzská odrůda s plody středně velkými až velkými plody baňatého tvaru patří do zimních odrůd hrušní. Plody jsou zelenožluté, dužina sladká, více šťavnatá. Konzistence celého plodu je velice měkká. Dozrává v polovině října a sklízí se v polovině listopadu. Z komerčních odrůd pěstovaných v ČR se jedná o nejpočetnější odrůdu (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **'Bohemica'**

Pozdně zimní odrůda je původní v České Republice. Její plody jsou středně veliké, dlouhého lahvicovitého tvaru. Plody se barví do žlutozelena občas až do růžova, dužina je velice jemná, ale zároveň křupavá. Sklizňová zralost nastává v polovině října, konzumní zralost pak počátkem ledna. Jedná se o pozdně zimní odrůdu (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **'Konference'**

Tato odrůda je osvědčenou špičkou. Plodí spolehlivě i při méně příznivých podmínkách. Její plodnost dosahuje vysokých čísel a plody jsou zelenožluté,

šťavnaté s tvrdou dužinou. Chuť je velmi dobrá a sladká. Je mírně náchylná k strupovitosti, více poté ke rzi až korkovitosti slupky (Hessayon, 1999). Odrůda pochází z Velké Británie a jedná se o nejvíce pěstovanou odrůdu v Evropě. Dozrává již v polovině září a řadí se mezi raně zimní odrůdy (VŠÚO Holovousy s.r.o., 2014).

- **‘Boscova lahvice’**

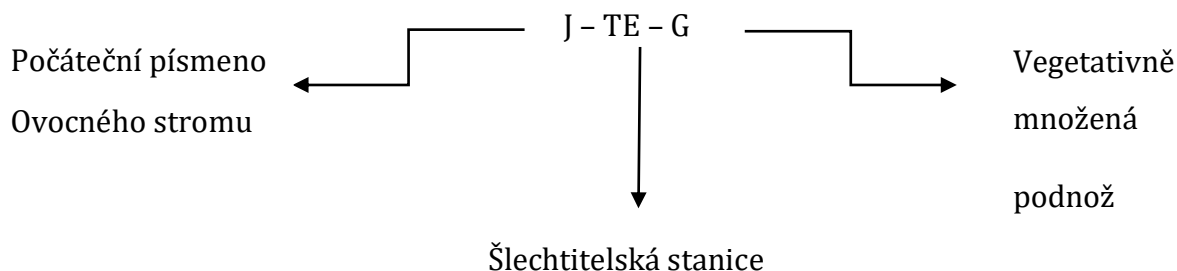
Odrůda pocházející z Belgie je podzimní odrůda bujně rostoucí. Je velice náročná na teplo a velmi málo odolná vůči mrazu. Tato odrůda téměř rezistentní vůči strupovitosti. Plody jsou střední velikosti lahvicovitého tvaru (proto lahvice). Barevně dozrávají od zelené přes zelenohnědou až do zlatožluté, jejich povrch je celorzivý. Dužina je sladká, kořeněná a velice měkká. Dozrávají koncem září (Haupt, 2011).

2.2.3 Podnože pro ovocné dřeviny

Podnož je základem pro ušlechtilý ovocný strom a zároveň je prostředníkem mezi naroubovanou odrůdou a půdou. Podnoží se bere rostlina, na kterou se roubuje ušlechtilá část (roub) určitého ovocného druhu (Souček, 1965). Podobně jako v případě odrůd mají dnes pěstitelé k dispozici širokou škálu podnoží s charakteristickými vlastnostmi.

Podnože vyšlechtěné v ČR nebo na Slovensku mají všechny jednotné označení (Molková et al., 2013).

Příklad dle Molkové et al. (2013):



Označení:

- Počáteční písmeno: **J** – jabloň, **H** – hrušeň, **K** – kdouloň, **P** – planá třešeň, **S** – slivoň
- Šlechtitelská stanice: **TE** – Těchobuzice (ČR), **TU** – Turnov (ČR), **BO** – Bojnice (SR), **KL** - Klíčov (SR)
- Podnož:
 - Číslice označuje generativně množenou podnož
 - Písmeno označuje vegetativně množenou podnož

Volba podnože značně ovlivňuje kvalitativní i kvantitativní znaky ovocného stromu. Z pohledu kvality ovlivňuje podnož vlastnosti jako je třeba délka životního cyklu, příjem, transport a výdej minerálních živin. V kořenech může tvořit různé látky (např.: gibereliny, cytokininy) potřebné k dobrému stavu nadzemní části (Procházka, 1998). Může také ovlivnit nástup do plodnosti, periodicitu plodnosti, hmotnost, barvu ale i cukernatost plodu. Přímo ovlivňuje i odolnost plodu při skladování, a vůči mrazu a nemocem (Řezníček, 2004). Výběrem správné podnože lze také docílit menší náchylnosti stromů vůči mrazu, nebo naopak větší odolnosti vůči chorobám (Basile & DeJong, 2018). Podnože kontrolující růst výrazně snižují velikost stromu a tím i množství odstraněného dřeva při prořezávání (DeJong et al., 2004).

Podnož musí být též snadno rozmnožitelná. Podnože se dají množit buď generativně, nebo vegetativně. Oba způsoby mají své výhody i nevýhody. Generativně množené podnože mají poměrně veliký vliv na roubovanou odrůdu, na druhou stranu vegetativně množené podnože jsou vybírány pro jejich dopředu známé vlastnosti, ale jejich velikou nevýhodou je jejich náročné množení (Matuškovič & Paulen, 2001).

Generativní množení patří mezi nejstarší způsoby rozmnožování a v současné době se tímto způsobem množí především podnože peckovin a skořápkového ovoce. Takto množené podnože jsou však nevyrovnané a nejednotné (Matuškovič & Paulen, 2001). Liší se od sebe, neboť jejich vnitřní i vnější vlastnosti závisejí na jakosti mateřské rostliny a prostředí. Tento rozdíl se potom projeví v přizpůsobivosti k prostředí, afinitě, vitalitě a plodnosti naroubované odrůdy. Mají dobré kořenové systémy, dožívají se vyššího věku a jsou velice odolné k virovým chorobám (Matuškovič et al., 2004). Vegetativně množené podnože poskytují vyrovnané potomstvo se stejnými vlastnostmi, jako měla mateřská rostlina. Jejich velkou nevýhodou je, že se skrz ně snadno šíří virové choroby (Kyncl et al., 1980).

Podnože kontrolující růst

Schopnost ovlivnit růst naroubované odrůdy patří k jedné z nejdůležitějších vlastností některých podnoží. Hrotko (2003) rozděluje podnože z hlediska jejich potenciálu regulovat vigorositu růstu do 5 skupin: zakrslé (velmi slabé), slabě vzrůstné (slabé), středně vzrůstné, silné a velmi silné. Rostlina naroubovaná na slabé podnoži zůstane malá, i přes to, že strom je již dospělý. Pokud však stejnou rostlinu naroubujeme na silnou podnož, bude strom dosahovat velkých rozměrů (Hajagos, 2013).

V komerčních sadech, ale i v malých soukromých zahradách, se často využívají zakrslé a slabě vzrůstné podnože, neboť menší stromy se lépe obhospodařují a umožňují dosáhnout vyšších výnosů na jednotku pěstební plochy. Schopnost podnoží indukovat slabý růst naroubované odrůdy je znám a studován již od dob Theophrastuse (370 - 285 př. n. l.), který popsal schopnost podnože zakrtnět jabloň (Basile & DeJong, 2018). Biologické mechanismy, kterými k potlačení růstu

naroubované odrůdy dochází, jsou však stále nejasné, což ztěžuje jejich efektivní využití v ovocnářské praxi (Jackson, 2003).

Změny ve struktuře a funkci vodivých pletiv (xylému) a s nimi související vliv na vodní režim jsou jedním z možných faktorů ovlivňující růst různých podnožových kombinací. Bylo pozorováno, že zakrslé podnože mají sklon tvořit kořeny s menším průměrem a menším počtem xylémových cév než kořeny silně rostoucích podnoží (Beakbane a Thompson, 1939). Olien a Lakso (1984, 1986) uvádějí, že jabloně roubované na slabé podnože mají výrazně nižší polední vodní potenciál xylému než jabloně roubované na silné podnože, což naznačuje jejich horší vodní bilanci.

2.3 Struktura xylému

Xylém je specializované vodivé pletivo, které se vyskytuje u téměř všech cévnatých rostlin. Z hlediska vývoje a odlišné anatomické stavby rozlišujeme primární a sekundární xylém. Primární xylém vzniká činností primárního apikálního meristému – prokambia. U bylinných druhů pak primární xylém představuje vodivé elementy v kořenech, stoncích, listech a dalších orgánech. Sekundární xylém (dřevo) je anatomickou částí zdřevnatělých rostlin (zejména stromů, keřů, ale i některých sekundárně zdřevnatělých bylin). Je součástí kmene, větví i kořenů, a to v oblasti mezi dřemem a kambiem. Vzniká při dělení kambia a je uspořádáním několika typů rostlinných buněk, které jsou specializované na různé funkce (Gričar, 2007, Plavcová et al., 2019). Sekundární xylém obsahuje parenchymatické buňky axiálního parenchymu a parenchymatické buňky dřevných paprsků, které zastávají funkci zásobní. Sklerenchymatické buňky (libriformní vlákna) dodávají pletivu pevnost a tvořící tak oporu celé rostliny (Chovanec, 1977; Novák & Skalický, 2008). Základním typem buněk jsou vlastní vodivé elementy (tracheje a tracheidy), které zajišťují tok minerálních látek a živin.

2.3.1 Primární a sekundární xylém

Primární xylém je tvořen z prokambia a skládá se ze dvou složek protoxylému a metaxylému. První částí primárního dřeva je protoxylém, který vzniká, když prodlužovací růst rostlinných orgánů není zcela ukončen. Sekundární buněčné stěny jsou buď v kruzích, nebo ve spirálách a mezi nimi se nachází ještě velký podíl neztloustlé buněčné stěny. Po ukončení prodlužovacího růstu jsou stěny vodivých elementů schodovité, síťovité nebo dvůrkaté a vzniká tak metaxylém. V porovnání má metaxylém mnohem větší průměr buněk oproti protoxylému (Novák & Skalický, 2008).

Sekundární část xylému vzniká činností kambia u druhotně tloustnoucích rostlin a společně s felogenem tvoří laterální sekundární meristémy. Kambium začíná svou aktivitu především na jaře a končí koncem léta. Na jaře se tvoří velké buňky s tenkou buněčnou stěnou tzv. jarní dřevo. V období července a srpna se aktivitou kambia tvoří letní dřevo, které má buňky menší a buněčné stěny tlustší. Proto dřevo, které se tvoří později je hustější než, dřevo tvořené dříve. Hustota dřeva koreluje právě se změnami v tloušťce buněčné stěny (Pallardy, 2008).

Střídání jarního a letního dřeva můžeme pozorovat i makroskopicky na příčném řezu kmenem. Jednotlivé vrstvy vytvořené za rok jsou označovány jako letokruhy (Böhm & Zeidler, 2018).

2.3.2 Vodivé elementy

Vodivé elementy v xylému zajišťují transport na delší vzdálenosti a zároveň tvoří mechanickou oporu rostlinného těla (Kincl & Krpeš, 2000). Vodivé elementy jsou složeny z mrtvých buněk, u kterých během vývoje došlo k úplné autolýze protoplastu. Mají speciální charakter buněčných stěn. Sekundárně ztloustlé části stěn jsou lignifikované. Takto lignifikované stěny buňku zpevňují a zabraňují tak kolapsu vodivých drah při intenzivním transportu (Votrubová, 2010). Sekundární buněčná stěna může různými způsoby tloustnout. Může tvořit šroubovici (šroubovité, helikální tloustnutí), žebříkovité bloky (tloustnutí stupňovité, schodovité nebo skalariformní), kruhy (kruhové, anulární tloustnutí), nebo tvoří síť s velkými oky (síťovité tloustnutí). Uspořádání do kruhu nebo

do šroubovice napomáhá prodloužení cévních elementů a nachází se především v protoxylému. V místech, kde sekundární buněčná stěna tvoří dlouhé souvislé plochy je primární stěna značně redukována na tzv. ztenčeniny (Pavlová, 2006). Vodivé elementy jsou dvojího typu, tracheidy a tracheální články. Tracheální články se nadále spojují do sloupců a tvoří tak tracheje (Hacke & Sperry, 2001).

Tracheje (cévy) a tracheální články

Tracheje jsou dlouhé kapiláry tvořené z jednotlivých tracheálních článků a jsou typickými vodivými elementy dřeva listnatých stromů. Délka těchto kapilár je velmi variabilní a může dosahovat až několika metrů. Ve své podstatě zajišťují vzestupný proud živin, které rostlina čerpá svými kořeny z půdy. Tyto živiny jsou podtlakem vedeny z kořenů celou délkou kmene až do koncových částí v koruně stromu (Šlesingerová et al., 2004). Ve středové části kmene mohou cévy plnit funkci zásobní, nebo mohou být vyplněny jádrovými látkami. Nejčastěji bývají vyplněny thylami, mohou být vyplněny i vzduchem nebo být zcela prázdné (Chovanec, 1977). Cévy tvoří soubory nad sebou uložených buněk – cévních (tracheálních) článků. Tyto buňky jsou již mrtvé, a tedy bez protoplastu. Původní příčné buněčné stěny těchto článků se v průběhu diferenciacce cévy rozrušily. Cévní články mohou být různého typu. Od tracheid se liší především šířkou, která může být 10 až 200 μm . Tvar cév lze nejlépe pozorovat na příčném řezu, kde můžeme vidět, že tvoří kruhové nebo elipsovité otvory. Je také možné pozorovat snižující se velikost průměru cév v průběhu vegetačního období (Požgaj et al., 1997). Cévní články můžeme dle šířky rozlišit na makropóry a mikropóry. Makropóry neboli cévy široké, jsou cévní články, jejichž průměr je větší než 100 μm . Mikropóry v příčném průměru nedosahují 100 μm , a proto jsou označovány jako cévy úzké (Gandelová et al., 2009). Větší šířka cévních článků umožňuje jejich lepší vodivost (Taiz & Zeiger, 1998).

Na rozhraní dvou tracheálních článků se částečně nebo úplně rozpouští koncová stěna a vzniká tak perforační deska. Tato koncová stěna článku může být různě perforována. Typy těchto perforací se vyvíjely od nejzákladnějších žebříčkovitých až po nejdokonalejší jednoduchou perforaci, kdy je přepážka perforována úplně a zůstává tak jen okrajový lem (Hacke & Sperry, 2001). V některých případech

vzniká jednoduchá perforace v jarním dřevě a perforace síťovitá a žebříčkovitá se tvoří v letním dřevě (Gandelová et al., 2009).

Pokud jsou cévy v jádrovém dřevě vyplněny výrůstky parenchymatických buněk (thyly) může dojít ke značnému snížení nebo dokonce úplnému vyřazení jejich vodivé funkce. Tato situace může nastat i v případě dojde-li k ucpání cév jádrovými látkami jako jsou anorganické krystaly, gumy nebo oleje. Thyly vznikají vychlípáním protoplastu původní parenchymatické buňky. Jsou kulovitého, nebo vejčitého tvaru a vrůstají do lumenu cév, kde spolu s gely a polyfenoly tvoří neprůchodnou bariéru zdravou cévou. Nejčastější příčinou jejich vzniku je stresový faktor vyvolaný biotickými a nebiotickými činiteli. Mezi tyto vlivy patří především mechanické poranění (vrty, řezy), ohryz zvěří, napadení patogenem. Vznikat můžou antropogenním vlivem, ale také se může jednat o přirozený proces vyvolaný stárnutím dřeviny. Thyly rozlišujeme na tlustostěnné (prázdné – zvyšují mechanickou tvrdost dřeva) a tenkostěnné (živé – mají především zásobní funkci). S živými thylami se setkáváme především u tropických dřevin (Požgaj et al., 1997).

Xylém listnatých stromů obsahuje přibližně 10 % cév. Obecně platí, že počet cév se zvyšuje od kořenů ke koruně stromu. Stejně tak rostou průměry cév od dřene směrem k obvodu kmene (Gandelová et al., 2009, Böhm & Zeidler, 2018).

Tracheidy (cévice)

Fylogeneticky jsou tracheidy evolučně původnější cévní elementy než tracheje. Jako jedny z mála cévních elementů se vyskytují téměř u všech nahosemenných rostlin a u většiny kaprad'orostů. Prakticky celý sekundární xylém nahosemenných rostlin tvoří pouze tracheidy, u některých listnatých stromů nejsou přítomny vůbec (Kincl & Krpeš, 2000; Choat et al., 2008).

Anatomicky jsou to úzké vřetenovité buňky veliké 1 až několik mm. Nemají přesně definované koncové stěny, a to z důvodu, že jsou dlaňovitě nebo špičatě zakončené. Důsledkem toho je, že nemohou být uloženy do řad za sebou, ale jsou uloženy paralelně vedle sebe. Dochází tak k překryvu koncových částí a transport je díky tomu nepřímý. Z pohledu vodivosti jsou oproti trachejím méně výkonné.

To je způsobeno jejich menším průměrem (okolo 10 μm). Voda a v ní rozpuštěné minerální látky při přechodu z jedné tracheidy do druhé musí překonat buněčnou

stěnu, a to v místech, kde se tracheidy stýkají jen tenkými částmi stěn – ztenčeniny. (Novák & Skalický, 2008; Votrubová, 2010).

Buněčné stěny jsou silně lignifikované a podélné stěny jsou nerovnoměrně ztloustlé. Z hlediska jejich ztlouštění je rozlišujeme na tracheidy prstencovité, schodovité, šroubovité, síťkovité a dvůrkaté. Z pohledu vodivosti jsou oproti trachejím méně výkonné (Novák & Skalický, 2008).

2.3.3 Ztenčeniny

Ztenčeniny jsou neztloustlá místa v přilehlých buněčných stěnách cévních elementů. Nacházejí se ve všech typech xylému a zajišťují vzájemné propojení všech cévních elementů. Ztenčeniny se nachází, buď ve stěnách vodivých elementů, kde zajišťují laterální propojení, nebo v koncových stěnách (Hacke & Sperry, 2001). Ztenčeniny dělíme na základě jejich tvaru na dva typy: jednoduché a dvůrkaté ztenčeniny (Taiz & Zeiger, 1998).

Jednoduché ztenčeniny se vyskytují u všech krytosemenných rostlin. Jsou tvořeny otvorem v sekundárně ztloustlých buněčných stěnách dvou sousedících buněk. Ty jsou od sebe odděleny primární buněčnou stěnou a střední lamelou neboli membránou ztenčeniny. Obsahují hustou síť fibrilárních vláken, mezi kterými se nachází interfibrilární póry (Taiz & Zeiger, 1998). Jednoduché ztenčeniny se vyskytují nejčastěji mezi parenchymatickými buňkami (Choat et al., 2008).

Dvůrkaté ztenčeniny nalezneme u krytosemenných ale i nahosemenných rostlin a stavba dvůrkatých ztenčenin je oproti jednoduchým značně složitější. Jejich sekundární stěna se klene přes membránu ztenčeniny a tím ohraničuje dutinu zvanou dvůrek. Je to dutina vzniklá mezi klenbou sekundární a primární buněčnou stěnou (Votrubová, 2010; Choat et al., 2008). U krytosemenných rostlin se membrána ztenčenin skládá z rovnoměrně uspořádané husté sítě celulózních a hemicelulózních mikrofibril (Choat et al., 2008).

2.4 Funkce xylému

Základní funkcí xylému je dálkový transport vody a v ní obsažených minerálních látek – transpirační proud. Tyto látky rostlina přijme svým kořenovým systémem a vzestupným směrem jsou xylémem rozvedeny až do nadzemních orgánů rostliny (listů, květů, plodů). Tento proces nevyžaduje dodání energie od rostliny, neboť jeho princip je založen na působení fyzikálních sil (Lucas et al., 2013). Dle Pickarda (1981) je tento princip vysvětlen pomocí působení sil koheze, adheze a tenze. Transport vody vzestupným směrem je poháněn tlakovým gradientem. Při vypařování vody z pórů mikrofibril na listech dochází k poklesu tlaku mezi kapalinou a vzduchem. Tento podtlak je vodivými elementy rostliny přenesen xylémem směrem dolů ke kořenům (Zwieniecki & Secchi, 2015). V tomto okamžiku dochází k absorpci vody z půdy do kořenů rostliny a jejímu dalšímu transportu do nadzemních orgánů. Tento tlakový gradient je základem pro celý proces transportu vody ve vodivých elementech. Voda je vlivem podtlaku udržována v metastabilním stavu. Při intenzivní transpiraci, mrznutí nebo tání je voda vystavena tahu či přeměně z kapalné na plynnou fázi a tím se dostává do nestabilního stavu. V těchto případech může dojít k poruchám vodivých drah, které mají za následek porušení, nebo celkové zastavení transportu. Pokud je transport vody zcela zastaven jedná se o tzv. kavitaci. Pokud je vodní sloupec přerušen může dojít k tzv. plynné embolii. Tento jev může nastat, pokud narušený vodivý element nasává plyny ze sousedních vodivých drah, nebo když dojde k expanzi zamrzlých plynů při tání zmrzlé vody (Zwieniecki & Secchi, 2015).

2.5 Hydraulická vodivost xylému

Fotosyntéza je základním dějem podmiňujícím růst a přežívání autotrofních rostlinných organismů. Příjem oxidu uhličitého z atmosféry do listů je však spojen s nevyhnutelnou ztrátou vody, proto je dodávka vody a živin pro průběh fotosyntézy nezbytná. Voda musí být do rostliny dodávána z půdy. Na místa fotosyntézy u dřevin především tedy do listů je transportována xylémem. Efektivita transportu vody xylémem je tedy pro rostlinu velice důležitá, neboť napřímo ovlivňuje rychlost fotosyntézy a tím zlepšuje celkovou vitalitu rostliny

(Gleason et. al., 2012). Tok vody xylémem je možný pouze po spádu vodního potenciálu. Tento spád je řízen převážně změnami hydrostatického tlaku. Rychlost toku tak závisí na rozdílu tlaku na začátku a na konci vodivé dráhy. Hydraulickou vodivost xylému definuje Hagen – Poiseulleův zákon. Tok vody procházející vodivými elementy můžeme přirovnat k toku vody „ideální“, kapilárou. Za ideální kapiláru považujeme tu, která má kruhový průřez a hladké stěny (Tyree & Zimmermann, 2002). Hydraulické vodivost kapiláry je přímo úměrná jeho čtvrté mocnině (Rovnice 1).

$$K = r^4\pi/8\eta$$

(Rovnice 1: K = hydraulická vodivost, r = poloměr kapiláry,

η= dynamická viskozita vody při 20 °C)

Důležitá je též skutečnost, že cévy a cévice jsou u kořene široké a postupně s přibývajícím výškou se jejich průměr snižuje. Aby strom dosáhl potřebné vodivosti, musí při přechodu z kmene na větvičku zúžit vodivé elementy, čímž docílí spravedlivého rozdělení zdrojů v rámci větví celého jedince. S tím, jak se vodivé elementy zužují, roste jejich počet na jednotku plochy dřeva. (McCulloh et al., 2010).

3 Cíl práce

Cílem práce je provést porovnání anatomie dřeva jabloní a hrušní naroubovaných na odlišných podnožích. Každá podnož indukuje odlišnou vigorositu růstu roubované odrůdy. Předpokládáme, že silně rostoucí podnože budou stimulovat větší průměr cév a tím i větší hydraulickou vodivost v porovnání se slabě rostoucí podnoží, která by naopak měla mít cévy menší. Testováno bylo 18 stromů 3 různých odrůd 2x jabloň (odrůdy Jonagold a Rubín) a 1x hrušeň (odrůda Williams). U každé odrůdy byly testovány 3 stromy roubované na slabě a 3 na silně rostoucí podnoži. U každého stromu se nejprve změřil obvod kmene a odebraly se vývrty. Z vývrtů byly připraveny vzorky pro anatomická pozorování. Na příčném řezu xylémem byl měřen průměr cév, který byl použit jako indikátor specifické hydraulické vodivosti xylému. Předpokládá se, že vigorosita růstu dřevin bude pozitivně korelovat s velikostí cév a tím i s vyšší hydraulickou vodivostí xylému.

4 Metodika zpracování

4.1 Charakteristika lokality

Ovocný sad, ve kterém byly vzorky odebírány, se nachází ve východních Čechách nedaleko obce Holovousy v Podkrkonoší. Jedná se o pokusnou výsadbu Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského. Nadmořská výška lokality se pohybuje okolo 290 m. n. m. Celá rozloha sadu se pak nachází na půdním typu kambizem (Česká geologická služba, 2020).

4.2 Rostlinný materiál

Pro anatomická pozorování byly vybrány tři odrůdy pěstované na dvou podnožích se schopností indukovat slabý nebo silný růst. Konkrétně byly vybrány odrůdy Jonagold a Rubín (jabloně) naroubované na podnožích J-TE-G (slabá podnož) a J-TE-H (silná podnož). Dále byla sledována odrůda Williams (hrušeň) pěstovaná na slabé podnoži S1 a silné podnoži hrušňový semenáč (PS). Stromy byly 25 let staré pěstované ve sponu 4.5 × 2.3 m v případě jabloní a 5.0 × 3.0 m v případě hrušní.

4.3 Odběr vzorků pomocí Presslerova přírůstového nebozezu

Vývrty z kmene byly prováděny pomocí Presslerova přírůstového nebozezu, který slouží k získání tenkého válečku dřeva. Presslerův nebozez je dutá trubka s ostrým břitem pro řezání dřeva. Je opatřena také povrchovým závitem, ten pomáhá k zavedení nebozezu do dřeva. Součástí nástroje je i speciální podélně hloubená lžička sloužící k oddělení vzorku od dřeva a snadnému vytažení vyvrtaného vzorku.

Vrtáno bylo v kolmém směru ke kmeni a co nejbliže k pomyslnému středu kmene. Odebrané vývrty byly pomocí lepidla vlepeny do předem připravených lišt s vyhloubenou drážkou. Po zatvrdnutí lepidla byly vývrty zbroušeny tak, aby se s nimi nadále lépe pracovalo.

4.4 Příprava a krájení vzorků

Z celého vývrtnu byla vždy odříznuta část s nejmladším dřevem, v našem případě byl tento segment 1-1,5 cm dlouhý. Pro zhotovení mikroskopických řezů o tloušťce cca 20 μm byl použit sáňkový mikrotom GSL1. Vzorek byl nejprve navlhčen v destilované vodě a umístěn do držáku mikrotomu kůrou od sebe. To umožnilo lepší pohyb žiletky po dřevě. Vzorek musí být dostatečně upevněn, aby nedošlo při kontaktu s nožem k jeho vychýlení, a zároveň nesmí dojít k jeho deformaci.

4.5 Příprava anatomických preparátů

4.5.1 Barvení mikrořezů

Histologické mikrořezy jsou tenké 30-40 μm , což umožňuje dobrou viditelnost jednotlivých buněčných struktur. Xylém použitých dřevin je ovšem méně pigmentovaný, a proto bylo nutné řezy obarvit. Obarvením dojde ke zvýšení kontrastu a tím i viditelnosti různých detailů, které by bez tohoto obarvení nebylo ve světelném mikroskopu viditelné. Toto barvení je založené na různé afinitě barviva vůči složkám obsažených v tkáních (Paulsen, 2004).

V našem případě byla pro obarvení řezů použita směs 0,35 % safraninu a 0,65 % alcianové modři. Safranin je organické barvivo, které obarví lignifikované a sklerifikované buněčné stěny do fialova (Ives, 2001). Alcianová modř je speciální selektivní barvivo, které barví mukopolysacharidy do modra. Preparáty byly do směsi safraninu a alcianové modři vloženy na necelé 2 minuty. Poté byly řezy důkladně opláchnuty destilovanou vodou tak, aby došlo k odstranění přebytečného barviva.

4.5.2 Odvodnění mikrořezů

U řezů, které byly obarveny barvivy rozpustnými ve vodě, je nutné provést postupné odvodnění vzestupnou koncentrační řadou ethanolu (EtOH), (Němec, 1962). Nejprve byl řez vložen na 2 minuty do 50% roztoku EtOH, poté na 2 minuty

do 75% roztoku EtOH, dále na 2 minuty do 96% roztoku EtOH, a nakonec byl řez ponechán ještě 2 minuty ve 100 % EtOH. V těchto krocích by mělo dojít k odstranění přebytečného barviva a vody. V závěru byl řez ponořen ještě na 2 minuty do roztoku Neo Clear®, čímž došlo ke konečnému odvodnění řezu. Řez byl tímto připraven k uložení do uzavíracího média a k vytvoření trvalého preparátu.

4.5.1 Uzavření trvalého preparátu

Na čisté podložní sklíčko opatřené popisovacím štítkem bylo nakapáno přiměřené množství uzavíracího média, v tomto případě byl použit Neo-Mount®. Na takto připravené podložní sklo byly pinzetou vloženy obarvené a odvodněné řezy. Následně pak byly řezy přiklopeny krycím sklíčkem, tak aby byl vytlačen všechen vzduch a nevznikaly bubliny. Preparáty tvrdly při laboratorní teplotě.

4.6 Mikroskopování a focení vzorků

Trvalé preparáty byly pozorovány pod světelným mikroskopem Nikon H550S při zvětšení 45x. Následně byly vzorky fotograficky zdokumentovány stereo mikroskopem Nikon SMZ25. Nafoceny byly letokruhy z roku 2011.

4.7 Práce s Fiji/Image J

Fotografie letokruhů byly přeneseny do programu Fiji/ Image J. Zde bylo zapotřebí nastavit přepočítání mezi pixely a mikrometry a také toleranci. V našem případě to bylo 1 pixel = 0,65 μm . Z menu programu byl pak následně aktivován nástroj „magická hůlka“ a nastavena tolerance barevného rozsahu tak, aby ho bylo možné použít k označení lumen cév. V programu na fotografii bylo vždy označeno přibližně 150 cév v rovnoměrném výřezu celou šíří letokruhu. U takto označených cév byly počítány plochy jejich průřezu, ze kterých byl následně vypočítán průměr, předpokládající, že cévy mají kruhový tvar. Průměry jednotlivých cév pak byly

pro každý vzorek zprůměrovány, a tento celkový průměr byl použit jako indikátor hydraulické efektivity xylému každého jednotlivého stromu.

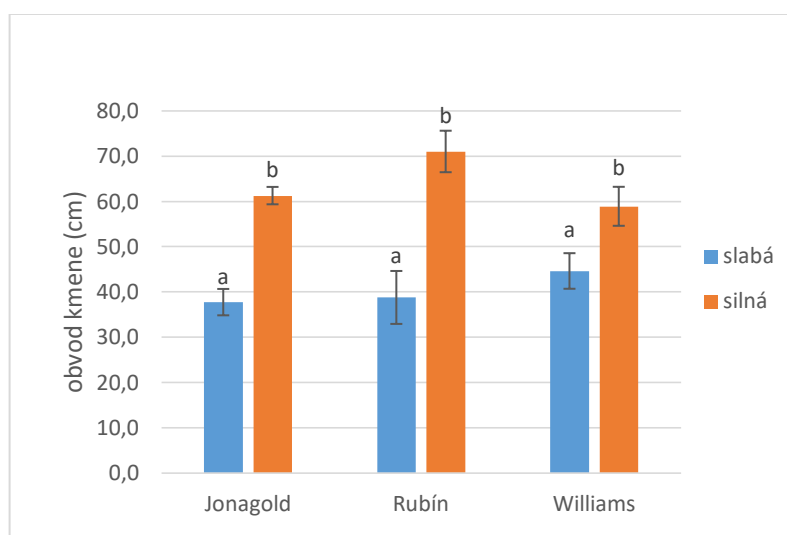
4.8 Statistická analýza naměřených dat

Rozdíly v naměřených parametrech mezi silně a slabě rostoucími podnožovými kombinacemi byly testovány jednoduchým nepárovým t-testem pro každou odrůdu zvlášť. Rozdíly mezi jednotlivými odrůdami byly analyzovány jednofaktorovou analýzou variance (ANOVA) zvlášť pro slabě i pro silně rostoucí podnože. V případě, že byl vliv odrůdy statisticky průkazný, rozdíly mezi jednotlivými odrůdami byly rozlišeny za pomoci Tukey post-hoc testu. Na závěr byla provedena korelační analýza pro zjištění, zda obvod kmene a průměr cév jsou na sebe navzájem závislí. Výsledky jsou za statisticky průkazné považovány na hladině významnosti $P > 0,05$.

5 Výsledky

5.1 Obvod kmene

Vigrosita růstu jednotlivých podnožových kombinací byla charakterizována obvodem jejich kmene. Naměřené obvody kmene se pohybovaly v rozmezí od 33 do 79 cm. Největší rozdíl v obvodu kmene u slabě a silně rostoucích podnoží byl zaznamenán u jabloní odrůdy Rubín. Kmeny naroubované na podnož J-TE-G (slabá) měli obvod o 32 cm menší než kmeny rostoucí na podnoži J-TE-H (silná). Odrůda Jonagold vykazovala rozdíl obvodu mezi slabě a silně rostoucí podnoží 23,5 cm. U hrušně Williams nebyl rozdíl v obvodu tak patrný, činil pouhých 14,29 cm (Obrázek 6).

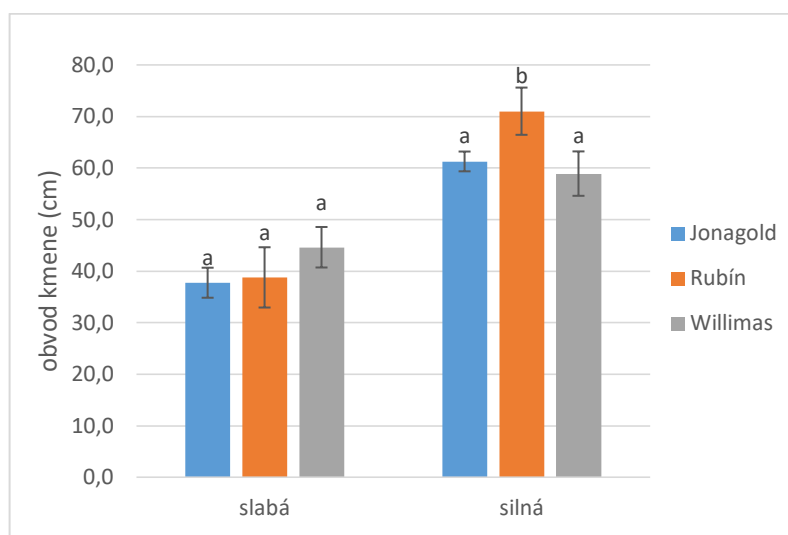


Obrázek 6: Rozdíly v obvodu kmene u slabě a silně rostoucích podnožových kombinací

Tabulka 1: T-test zvlášť pro jednotlivé odrůdy

Odrůda	T-test (hodnota P)
Jonagold	$3,68 \cdot 10^{-7}$
Rubín	$2,34 \cdot 10^{-5}$
Williams	$1,02 \cdot 10^{-4}$

Statistická průkaznost rozdílů v obvodu kmene byla vyhodnocena nepárovým t-test pro každou odrůdu zvlášť. Rozdíly mezi obvodem kmene u slabě rostoucích podnoží a silně rostoucích podnoží byly zřetelné a statisticky průkazné u všech třech sledovaných odrůd (Obrázek 7). Odrůda Jonagold vykazovala statistickou průkaznost na hladině významnosti $P = 3,68 \cdot 10^{-7}$, odrůda Rubín $P = 2,34 \cdot 10^{-5}$ a odrůda Williams $1,02 \cdot 10^{-4}$ (Tabulka 1).



Obrázek 7: Rozdíly v obvodu kmene mezi odrůdami.

Tabulka 2: Jednocestná ANOVA pro slabě rostoucí podnož

Faktor	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Jonagold		7	264	3,71	9,91
Rubín		4	155	38,75	45,58
Williams		5	223	44,6	19,3

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	148,3714	2	74,18571	3,52776	0,05972	3,80557
Všechny výběry	273,3786	13	21,02912			
Celkem	421,75	15				

Tabulka 3: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání obvodů kmenů všech odrůd mezi sebou.

Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží			
Obvod kmene	Jonagold	Rubín	Williams
	7,714	38,750	44,600
Jonagold		0,931396	0,057469
Rubín	0,931396		0,177577
Williams	0,057469	0,177577	

Jak vyplývá z jednofaktorové ANOVY (Tabulka 2,3), rozdíly v obvodu kmene mezi jednotlivými odrůdami u slabě rostoucích podnožových kombinací nebyly statisticky průkazné.

Tabulka 4: Jednocestná ANOVA pro silně rostoucí podnož

Faktor					
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
Jonagold	4	245	61,25	4,92	
Rubín	6	426	71	25,2	
Williams	9	530	58,89	20,86	

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	181,23213	2	273,7595	14,238	0,00028	3,63372
Všechny výběry	70,76351	16	19,22743			
Celkem	855,1579	18				

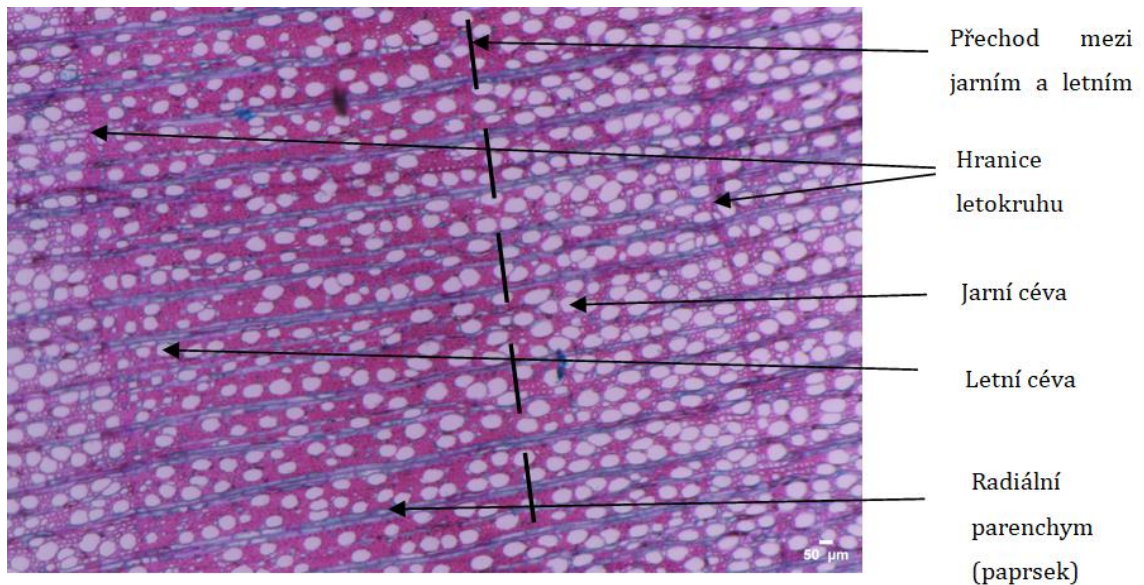
Tabulka 5: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání obvodů kmenů všech odrůd mezi sebou.

Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží			
Obvod kmene	Jonagold	Rubín	Williams
	61,250	71,000	58,889
Jonagold		0,008930	0,650512
Rubín	0,008930		0,000365
Williams	0,650512	0,000365	

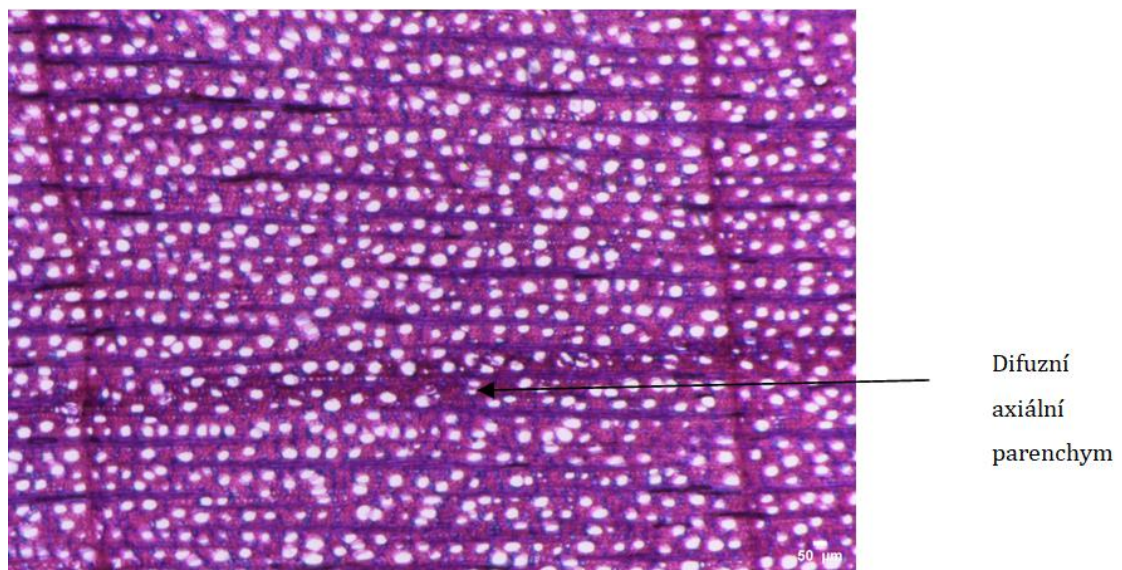
Z provedené statistické analýzy byl v rámci silně rostoucích podnožových kombinací zjištěn statisticky významný rozdíl pouze u odrůdy Rubín. Mezi odrůdami Jonagold a Williams tento rozdíl nebyl statisticky významný (Tabulka 4,5).

5.2 Anatomická struktura dřeva

Příčný řez byl veden v rovině kolmé k ose kmene, tudíž veškeré vodivé elementy (cévy) protíná naskrz. Na příčném řezu dřevem jabloně lze zaznamenat jarní a letní cévy. Rozdíl v průměru jarních a letních cév je zřetelný a jejich četnost tvoří mezi jarním a letním dřevem pozvolný přechod. Dále můžeme zaznamenat růžově zbarvená libriformní vlákna, buňky radiálního parenchymu tvořící dřevní paprsky a difusní axiální parenchym (Obrázek 8).



Obrázek 8: Příčný řez dřevem jabloně

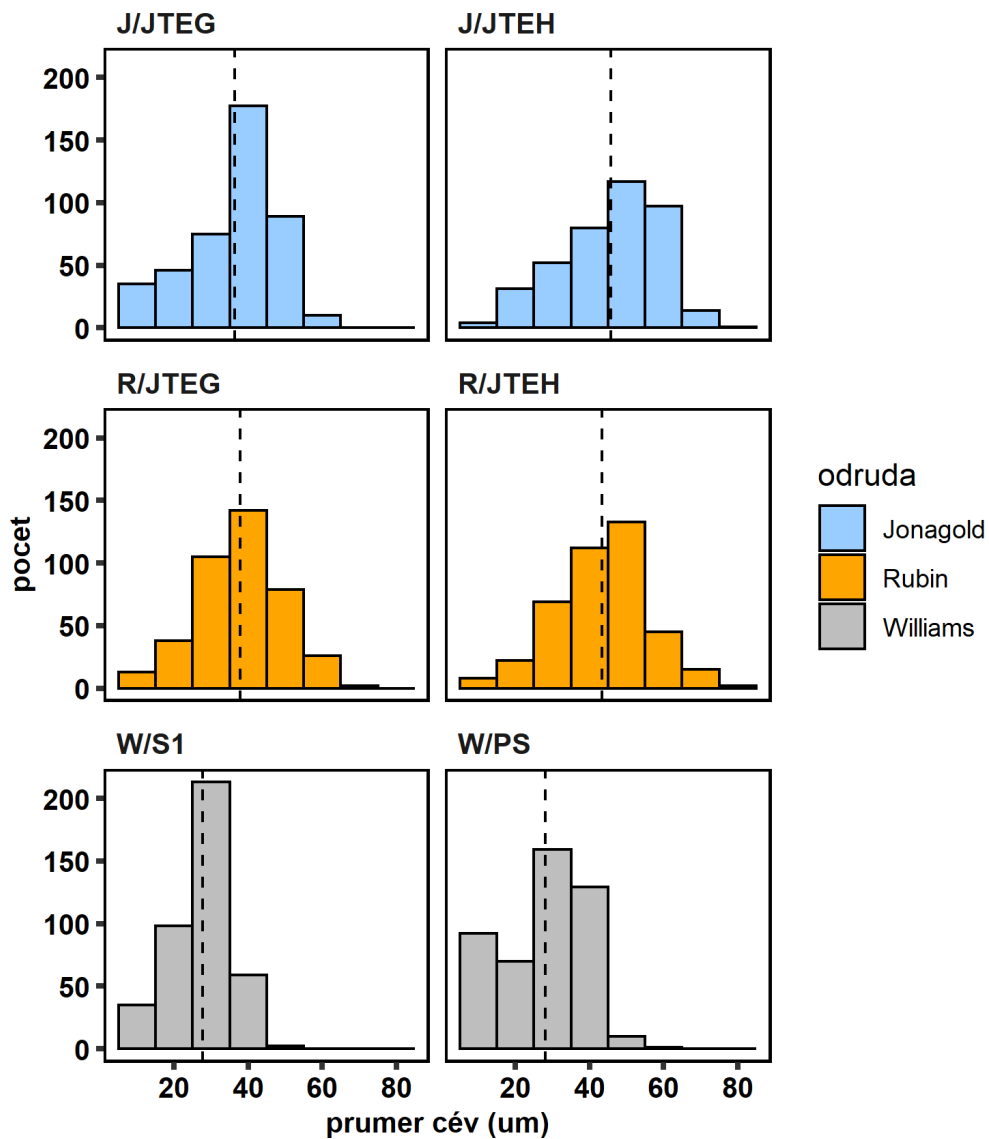


Obrázek 9: Příčný řez dřevem hrušně

Struktura dřeva hrušně je podobná dřevu jabloně. I zde můžeme rozlišit cévy, libriformní vlákna, radiální a axiální parenchym. Oproti dřevu jabloní není přechod mezi jarním a letním dřevem v případě hrušně tak patrný, neboť průměr cév se v celé šíři letokruhu příliš nemění (Obrázek 9).

5.3 Průměr cév

Naměřené průměry všech cév dosahovaly hodnot od 7,28 μm v minimech po hodnotu 76,40 μm v maximech. U odrůdy Jonagold dosahovaly cévy u pomalu rostoucích podnoží v průměru menších velikostí než u Rubínu. U rychle rostoucích podnoží vykazovaly průměry cév podstatně větší hodnoty, přičemž Jonagold měl průměr nepatrně větší než Rubín. U odrůdy Williams byl rozdíl mezi velikostí jarních a letních cév zcela zanedbatelný a celkově tato odrůda vykazuje zřetelně menší průměr cév a také menší velikostní spektrum (Obrázek 10).

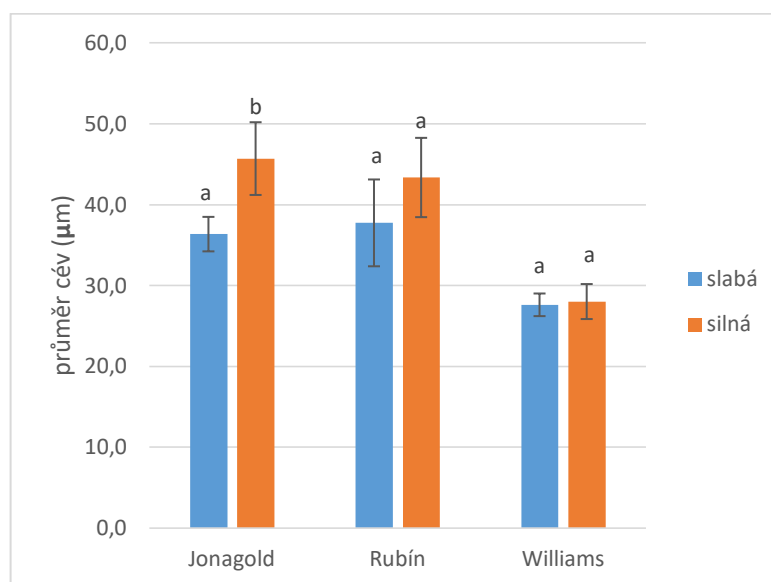


Obrázek 10: Histogram rozložení velikosti cév u sledovaných podnožových kombinací.

Přerušovaná čára značí průměrný průměr cév pro každou podnožovou kombinaci.

5.4 Rozdíly velikostí cév mezi jednotlivými podnožovými kombinacemi

Z grafu (Obrázek 11), který zobrazuje rozdíly v průměru cév u slabě a silně rostoucích podnožových kombinací vyplývá, že největší rozdíl byl zaznamenán u odrůdy Jonagold. Rozdíl mezi průměrem u slabě a silně rostoucí podnoží činil 11,6 μm. U odrůd Rubin a Williams nebyl rozdíl mezi slabě a silně rostoucí podnožovou kombinací statisticky průkazný.

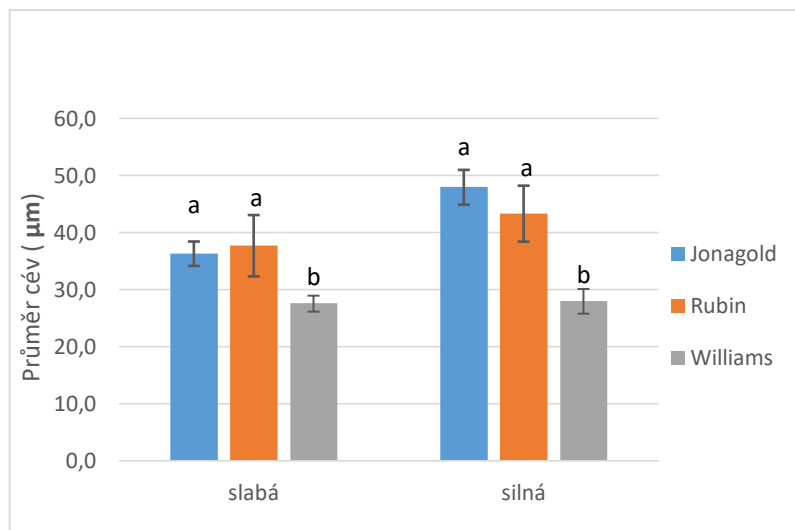


Obrázek 11: Rozdíly v průměru cév u slabě a silně rostoucích podnožových kombinací

Tabulka 6: T-test zvlášť pro jednotlivé odrůdy

Odrůda	T-test (hodnota P)
Jonagold	0,0311
Rubín	0,2523
Williams	0,8001

Z tabulky (Tabulka 6) je patrné, že statisticky průkazný rozdíl mezi průměry cév u silně a slabě rostoucích podnoží byl prokázán pouze u odrůdy Jonagold. Ta vykazovala hodnotu $P = 0,0311$. Hodnoty $P = 0,2523$ pro Rubín a $P = 0,8001$ pro Williams jsou statisticky neprůkazné (Obrázek 12).



Obrázek 12: Porovnání průměrů cév mezi jednotlivými odrůdami v rámci silně a slabě rostoucích podnoží.

Tabulka 7: Jednocestná ANOVA pro slabě rostoucí podnoží

Faktor				
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Jonagold	3	109,06	36,35	4,55
Rubín	3	113,23	37,74	28,87
Williams	3	82,82	27,61	1,96

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	181,23213	2	90,61606	7,68329	0,02214	5,14325
Všechny výběry	70,76351	6	11,79392			
Celkem	251,99564	8				

Tabulka 8: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání průměrných průměrů cév mezi jednotlivými odrůdami.

Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží			
Průměr cév	Jonagold 36,352	Rubín 37,744	Williams 27,605
Jonagold		0,875825	0,047084
Rubín	0,875825		0,026056
Williams	0,047084	0,026056	

Z jednofaktorové ANOVY (Tabulka 7) nadále vyplývá, že statisticky významný rozdíl mezi odrůdami v rámci slabě rostoucích podnoží byl prokázán mezi odrůdami Williams a Rubín na hladině významnosti $P = 0,047$ a mezi odrůdami Williams a Jonagold na hladině významnosti $P = 0,026$. Mezi odrůdami Jonagold a Rubín nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (Tabulka 8).

Tabulka 9: Jednocestná ANOVA pro silně rostoucí podnož

Faktor						
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl		
Jonagold	3	137,10	45,70	20,14		
Rubín	3	130,07	43,36	24,07		
Williams	3	84,02	28,01	4,68		

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	554,15602	2	277,07801	17,00099	0,00337	5,14325
Všechny výběry	97,78655	6	16,29776			
Celkem	651,94257	8				

Tabulka 10: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží

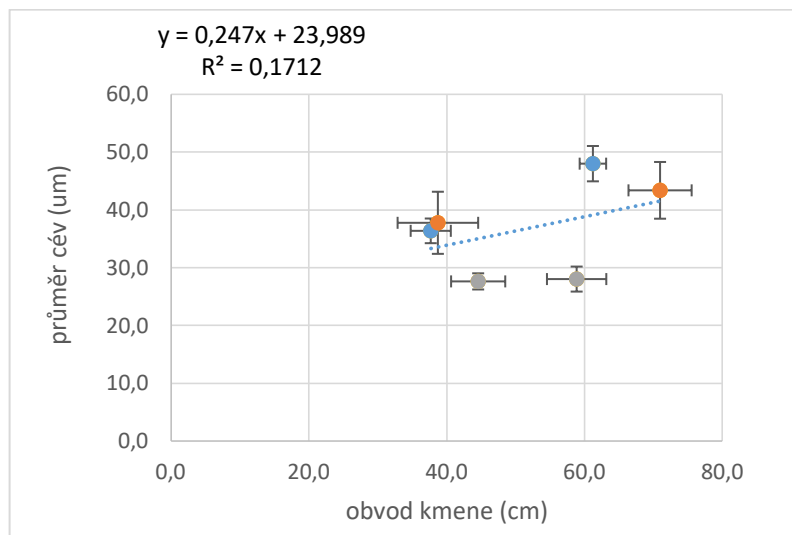
Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží			
Průměr cév	Jonagold 45,701	Rubín 43,358	Williams 28,008
Jonagold		0,766473	0,004282
Rubín	0,766473		0,008441
Williams	0,004282	0,008441	

Pro silně rostoucí podnože byl po provedení jednofaktorové ANOVY zjištěn statisticky významný rozdíl $P = 0,003374$ (Tabulka 9). Mezi jednotlivými odrůdami se po provedení Tukey post-hoc testu neprokázal rozdíl mezi odrůdami Jonagold a Rubín, kdy hodnota P byla 0,7665 (Tabulka 10).

5.5 Vztah mezi obvodem kmene a průměrem cév

Z grafu (Obrázek 13) vyplývá, že průměr cév a obvod kmene není v našich vzorcích přímo korelován. Z dat korelační analýzy jsme získali hodnotu $P = 0,413787$. Tato hodnota nám potvrzuje, že vzájemný vztah mezi průměry cév a obvody kmenů je statisticky neprůkazný.

V rámci jabloní lze pozorovat tendenci pro větší cévy u stromů s větším průměrem kmene. Odrůda Williams (hrušeň) pak vykazuje obecně menší průměry cév než jabloně, což má vliv na negativní výsledek korelační analýzy (Tabulka 11).



Obrázek 13: Korelace mezi obvodem kmene a průměrem cév

(z hodnoty R^2 lze jejím odmocněním spočítat hodnotu P)

Tabulka 11: Korelace mezi obvody kmenů a průměrem cév

	Korelace Korelace jsou významné na hlad. $P < ,05000$
Proměnná	Průměr cév (průměr)
Obvody kmene (průměr)	0,413787

6 Diskuze

Pěstování ovocných dřevin má v celé střední Evropě dlouholetou tradici. Na tomto území v průběhu let vzniklo mnoho nových krajových odrůd ovocných dřevin. Ještě počátkem 20. století se mnoho odrůd pěstovalo i na území České Republiky (Kohout, 1959). V praxi se ovocné stromy nejčastěji pěstují jako jedinci složení ze dvou geneticky odlišných částí – podnože (kořenová část) a na ní naroubované odrůdy (nadzemní část, která nese plody). Tento způsob pěstování umožňuje vytvářet kombinace požadovaných vlastností, a to jak z hlediska plodnosti, tak z hlediska růstových charakteristik. Některé podnože mají schopnost výrazně ovlivnit vigorositu růstu na ní naroubované odrůdy. Této schopnosti se často využívá v ovocnářské praxi, protože menší vzrůst stromů je z produkčního hlediska efektivnější.

Ačkoli je schopnost podnože ovlivnit růst v ovocnářství běžně využívána, biologické mechanismy, které tuto schopnost podmiňují, nejsou zcela objasněny. Jednou z hypotéz je, že stromy na silně rostoucích podnožích jsou vystaveny menšímu stresu suchem, což může být způsobeno více efektivním příjmem a transportem vody (Basile & DeJong, 2018). Schopnost transportovat vodu v rostlině závisí zejména na struktuře xylému (dřeva). Cílem této práce proto bylo porovnat anatomické vlastnosti xylému u silně a slabě rostoucích podnožových kombinací. Konkrétně jsem se soustředila na měření velikosti cév, které je klíčové z hlediska jejich hydraulické vodivosti. Měření byla provedena na třech odrůdách – Jonagold, Rubín (jabloně) a Williams (hrušeň) pěstovaných na slabě a silně rostoucích podnožích.

Odlišná vigorosita růstu různých podnožových kombinací byla dobře patrná z naměřených obvodů kmenů, kdy rozdíly mezi slabě a silně rostoucí podnožovou kombinací byly statisticky průkazné u všech třech odrůd (Obrázek 6). Rozdíly ve velikosti cév mezi slabě a silně rostoucí podnožovými kombinacemi byl průkazný pouze u odrůdy Jonagold, kdy slabě rostoucí podnožová kombinace měla o 9.3 μm menší průměr cév v porovnání se silně rostoucí podnožovou kombinací. Tendence pro užší cévy u slabě rostoucích stromů byla patrná i pro odrůdu Rubín, ačkoli rozdíl nebyl statisticky průkazný (Obrázek 7, Tabulka 4). Výsledky mých

měření tedy naznačují menší hydraulickou efektivitu xylémového transportu u slabě rostoucích podnožových variant jabloní a jsou v souladu se závěry Cohen & Naor (2002) a Atkinson et al. (2003), kteří předpokládali, že slabě rostoucí jabloňové podnože mohou způsobovat změnu hydraulické vodivosti xylému.

V případě odrůdy Williams byl rozdíl ve velikosti cév mezi silně a slabě rostoucími stromy minimální (Obrázek 7, Tabulka 4). Z korelační analýzy je patrné, že vztah mezi vigorositou růstu a velikostí cév v kmeni není celkově silný ani lineární (Obrázek 13, Tabulka 10). Tombesi et al. (2010) prováděl pokusy s mladými broskvoněmi naroubovanými na různých podnožích. Došel k závěru, že mezi xylémovými cévami v nadzemních částech rostlin existoval jen nepatrný a statisticky nevýznamný rozdíl v jejich velikosti. Podobně Nardini et al. (2006) uvádějí, že slabě rostoucí podnož oliv nesouvisí s hydraulickou vodivostí xylému. Je tedy možné, že mechanismus způsobující zakrslý nebo bujný růst je u různých druhů ovocných stromů odlišný. Lze také předpokládat, že snížená efektivita xylémového transportu v kmeni není jedinou příčinou pomalejšího růstu u slabě rostoucích podnožových kombinací. Většina hydraulického odporu může být soustředěna v kořenové části (Basile et al., 2003) nebo v místě srůstu mezi podnoží a odrůdou (Atkinson, 2003).

Mnoho studií ilustrovalo vysokou variabilitu hydraulické kapacity napříč různými druhy stromů (McCulloh et al., 2012, Gleason et al., 2016). Výsledky mé práce ukazují, že xylém v kmeni hrušní odrůdy Williams měl výrazně menší průměr cév než jabloňové odrůdy Jonagold a Rubín. Je možné, že tento rozdíl souvisí s poměrně uniformní velikostí cév v rámci jednoho letokruhu u odrůdy Williams (Obrázek 9), zatímco jabloně vykazovaly dobře patrný rozdíl ve velikosti cév mezi jarním a letním dřevem (Obrázek 8). V další práci by bylo zajímavé tyto rozdíly přesněji kvantifikovat a také provést mezidruhové srovnání dynamiky přírůstu dřeva během růstové sezóny.

7 Závěr

Podnože jsou pro pěstování ovocných stromů velmi důležité, dalo by se říct až zásadní. Pro sadaře mají hlavní význam ve svých schopnostech ovlivnit kořenový systém, vzrůst ale i plodnost a vitalitu naroubovaných odrůd. Jsou využívány i pro schopnost dodat odrůdě odolnost vůči mrazu, škůdcům či chorobám, které by mohli negativně ovlivnit plodnost. V ovocnářské praxi se často využívá schopnost podnoží ovlivnit bujnost růstu naroubovaných odrůd. Slabě rostoucí podnože mají pro sadaře značnou výhodu v tom, že odrůdy na nich naroubované nedosahují velkých výšek a biomasa je přednostně alokována do růstu plodů.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda podnož může ovlivnit velikost cév v xylému naroubované odrůdy a zda existuje pozitivní korelace mezi průměrem cév a vigorositou růstu. Rozdíly v bujnosti růstu, mezi sledovanými podnožovými kombinacemi, byly dobře patrné z měření obvodů kmenů. Z mého výzkumu vyplývá, že mezi bujností růstu a velikostí cév v kmeni neexistuje přímá korelace. Statistický rozdíl v průměru cév u silně a slabě rostoucích podnoží byl prokázán jen u odrůdy Jonagold. U odrůdy Rubín byl rozdíl patrný avšak statisticky neprůkazný a u hrušně Williams rozdíl v průměru cév na slabě a silně rostoucí podnoži byl zcela zanedbatelný. Dá se tedy říci, že při vhodně zvolené kombinaci podnože a naroubované odrůdy může podnož ovlivnit velikost xylémových cév a přispívat tak k větší rychlosti růstu. Tento vliv však bude ovlivněn i dalšími faktory jako je například druh naroubované odrůdy. Dalším z faktorů může být i obsah živin v půdě, rozličné půdní typy nebo celková vitalita stromu. Jedním z nejvýznamnějších faktorů je podle mého názoru množství srážek, nebo závlahy.

8 Seznam literatury

- ATKINSON, C. J., ELSE, M. A., TAYLOR, L., DOVER, C. J.: *Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (Malus pumila Mill.)* Journal of Experimental Botany. 2003; 54:1221–1229. [online], [cit. dne 5.5. 2020]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jxb/article/54/385/1221/592774>
- BASILE, B., MARSAL, J., DEJONG, T. M.: *Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth to daily dynamics of stem water potential.* Tree Physiology. 2003a ;23:695–704.
- BASILE, B., MARSAL, J., SOLARI, L. I., TYREE, M. T., BRYLA, B. R., DEJONG, T. M.: *Hydraulic conductance of peach trees on rootstocks with differing size-controlling potential.* Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2003b;78:768–774.
- BASILE, B., DEJONG, T. M.: *Control of Fruit Tree Vigor Induced by Dwarfing Rootstocks.* Horticultural Reviews, 2018, Volume 46.
- BEAKBANE, A. B., THOMPSON, E.C.: *Anatomical studies of stems and roots of hardy fruit trees.* II. The internal structure of the roots of some vigorous and some dwarfing apple rootstocks, and the correlation of structure with vigour. 1939, J. Pomol. Hortic. Sci. 17:141–149.
- BISCHOF, H., SUS, J.: *Řez ovocných stromů a keřů.* Praha: Ottovo nakladatelství, divize Cesty, 2003. ISBN 80-7181-821-6.
- BÖHM, M., ZEIDLER, A.: *Zajímavosti ze stavby dřeva – jak stavba dřeva ovlivňuje jeho vlastnosti.* 2018, Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce, 2017.
- BRICKELL, C.: *Velká zahrádkářská encyklopedie.* Praha: Ikar, 2005, ISBN 80-249-0555- 8.
- CHOAT, B., COBB, A.R., JANSEN, S.: *Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function.* The New Phytologist 177. 2008.
- CHOAT, B., BRODRIBB, T. J., BRODERSEN, C. R., DUURSMA, R. A., LÓPEZ, R., MEDLYN, B. E.: *Triggers of tree mortality under drought.* 2018, Nature 558.

- CHOVANEC, D., KRUTEL, F., HROMADA, E., FUCHSOVA, O., ČUNDERLIK, I.; *Nauka o dreve I. Vysoka škola lesnická a drevarská. Zvolen. 1977.*
- COHEN, S., NAOR, A.: *The effects of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees, and predicting canopy from hydraulic conductance.* Plant, Cell and Environment. 2002;25:17–28. [online], [cit. dne 3. 2. 2020].
Dostupné z: [doi:10.1046/j.1365-3040.2002.00795.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00795.x).
- COHEN, S., NAOR, A., BENNIK, J., GRAVA, A., TYREE, M.: *Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigours.* Journal of Experimental Botany. 2007,; 58 [online], [cit. dne 10. 7. 2020].
Dostupné z: [doi:10.1093/jxb/erm281](https://doi.org/10.1093/jxb/erm281).
- ČEPIČKA, J. a kol.: *Odrůdy pro integrovanou produkci ovoce, Ovocnářská unie ČR, HOLOVOUSY 1, 2004, 164s.*
- ČHMÚ. [online], [cit. dne 26. 10. 2019]. Dostupné z: <http://cnvh.cz/index.php/vybrana-data-chmu-pro-studijni-a-vedecke-ucely>
- ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. [online], [cit. dne 10. 7. 2020]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- DEJONG, T. M., JOHNSON, J. F., DOUYLE, B., BASILE, J. M., RAMMING, D., BRYLA, D.: *Growth, yield and physiological behavior of size-controlling peach rootstocks developed in California.* Acta Hort. 2004, 658:449–455.
- DLOUHÁ, J., RICHTER, M., VALÍČEK, P.: *Ovoce, 1. vydání, Avntinum nakladatelství s.r.o., PRAHA, 1997, 224s, ISBN 80-7151-768-2.*
- DVOŘÁK, A.: *Pěstování jabloní, 2. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, PRAHA, 1987, 352s, ISBN 07-098-87.*
- GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J.: *Nauka o dřevě, 2. vydání. MZLU Brno. 2009.*
- GLEASON, S. M., BUTLER, D. W., ZIEMIŃSKA, K., WARYSZAK, P., WESTOBY, M.: *Stem xylem conductivity is key to plant water balance Gross Australian angiosperm species.* Functional ecology. 2012. Volume 24. 7: 343-352.
- GLEASON, S. M., WESTOBY, M., JANSEN, S., CHOAT, B., HACKE, U. G., PRATT, R. B., ZANNE, A. E.: *Weak tradeoff between xylem safety and xylem-specificity-*

draulic efficiency across the world's woody plant species. 2016. *New Phytologist* 209,123–136.

- GRIČAR, J.: *Xylo – and phloemogenesis in Silver fir (Abies alba Mill.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)*. 1. vyd. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, 2007. 106 s. ISBN 978-961-6425-33-9.
- HACKE, U. G., SPERRY, J. S., WHEELER, J. K., CASTRO, L.: *Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency*. *Tree Physiology* 26, 2006.
- HACKE, U. G., SPERRY, J. S.: *Functional and ecological xylem anatomy*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 4. 2001.
- HACKE, U. G., SPICER, R., SCHREIBER, S. G., PLAVCOVÁ, L.: *An ecophysiological and developmental perspective on variation in vessel diameter*. *Plant, Cell and Environment*, 2017, 40,831–845, [online], [cit. dne 5. 1. 2020]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/pce.12777?fbclid=IwAR2BV4QWch7IS25tNckupEi9YPVa5MNZGsbV2ZhgChHpZndvGTSZpjZoOM>
- HAJAGOS, A., GYÖRGY, V.: *Investigation of tissue structure and xylem anatomy of eight rootstocks of sweet cherry (Prunus avium L.)*. *Trees* 27: 53-60, 2013.
- HAUPT, V.: *Staré krajové odrůdy ovocných stromů v Pardubickém kraji. Jabloně a hrušně*. Centaurea. 2011. [online], [cit. dne 10. 6. 2020]. Dostupné z: <http://www.zapomenuodrudy.cz/publikace/>
- HESSAYON, D. G.: *Ovoce*. Praha: Beta-Dobrovský & Ševčík, 1999. Expert (Beta-Dobrovský & Ševčík). ISBN 80-86278-29-8.
- HROTKO, K.: *A cseresznye é's meggy alanyai* (Sweet and tart cherry rootstocks). In: Hrotko' K (ed) *Cseresznye é's meggy* (Sweet and tart cherry). Mez}ogazda Kiado', Budapest, 2003. pp 119– 145.
- IVES, E.: *A Guide to Wood Microtomy; Making quality microslides of wood sections*. Suffolk Offset Martlesham Suffolk, 2001. 114s.
- JACKSON, J. E.: *Biology of Apples and Pears*, Biology of horticultural crops, Cambridge University Press, 2003, ISBN-10 0-521-38018-9.

- KINCL, M., KRPEŠ, V.: *Základy fyziologie rostlin: cytologie, histologie, organologie a systematika*. 2. dopl. vyd. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-722-5041-8.
- KOHOUT, K.: *Zakládání a udržování ovocných sadů*, 1. Vydání, ČSAV, Praha, 1959, 470s.
- KOHOUT, K.: *Malá pomologie I*, 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, PRAHA, 1960, 274s.
- KOSINA, J.: *Effect of dwarfing and semi dwarfing apple rootstocks on growth and productivity of selected apple cultivars*. Hort. Sci. (Prague), 2010, 37: 121–126.
- KYNCL, F., VÁVRA, M., PEIKER, J.: *Ovocinárstvo*. Bratislava: Příroda, vydavateľstvo kníh a časopisov. 1980, 448.
- LOKOČ, R.: *Výsadba a péče o ovocné stromy. Roubování. Ovocnářské vzdělávání na Hlučínsku*, [online], [cit. dne 10. 7. 2020]. Dostupné z: <http://ovoce.hlucinsko.eu/?page=texty&p=1&g=8&id=195>
- LUCAS, W. J., GROOVER, A., LICHTENBERGER, R., FURUTA, K., YADAV, S.-R., HELARUITTA, Y., He, X.-Q. et al.: *The plant vascular system: evolution, development and functions*. Journal of Integrative Plant Biology 55. 2013.
- MAHERALI, H., POCKMAN, W. T., JACKSON, R. B.: *Adaptive variation in the vulnerability of woody plants to xylem cavitation*. Ecology, 85, 2184–2199. 2004.
- MARINI, R. P., BLACK B., CRASSWELLER, R. M., DOMOTO P.A., HAMPSON, C., JOHNSON, S., KOSOLA, K., MCARTNEY, S., MASABNI, J., MORAN R., QUEZADA, R.P., ROBINSON, T., ROM, C.R.: *Performance of Golden Delicious apple on 23 rootstocks at 12 locations: A five-year summary of the 2003 NC-140 dwarf rootstock trial*. Journal of the American Pomological Society, 2009, 63: 115–127.
- MATUŠKOVIČ, J., JURČÁK, S., VARGA, M., VARGA, P. *Technológia ovocinárskeho škôlkarstva*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004. ISBN 80–8069–383–8.
- MATUŠKOVIČ, J., PAULEN, O.: *Základy ovocinárstva*. 1. vyd. Nitra: Edícia Ochrana biodiverzity, č. publikácie 14, 2001, 137 s. ISBN 80-7137-850-X.

- MCCULLOH, K., SPERRY, J. S., LACHENBRUCH, B., MEINZER, F. C., REICH, P. B., VOELKER, S.: *Moving water well: comparing hydraulic efficiency in twigs and trunks of coniferous, ring-porous, and diffuse-porous saplings from temperate and tropical forests*. *New Phytologist* 186,439–450. 2010.
- MCCULLOH, K., JOHNSON, D. M., MEINZER, F. C., VOELKER, S. L., LACHENBRUCH, B., DOMEK, J. CH., *Hydraulic architecture of two species differing in wood density: opposing strategies in co-occurring tropical pioneer trees*. *Plant, cell & environment*, Blackwell Publishing Ltd, 2012/1 .
- MOLKOVÁ, J., VANĚČKOVÁ, J., VÁVROVÁ, V., VÁVROVSKÁ, J., *Školkařství* [online]. České Budějovice, 2013 [cit. dne 25.11.2019]. Dostupné z: <http://www.soscb.cz/zabezpeceno2/opvk/skolkarstvi.pdf>
- MZe, *Zákon č. 219/2003 Sb., Zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby)*. [online], [cit dne 26. 6. 2020] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-219>
- NARDINI, A., GASCÒ, S., RAIMONDO, F., GORTAN, E., LOGULLO, M. A., CARUSO, T., SALLEO, S.: *Is rootstock-induced dwarfing in olive an effect of reduced plant hydraulic efficiency?* *Tree Physiology*. 2006;26:1137–1144. [online], [cit. dne 26. 6. 2020]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/treephys/article/26/9/1137/1658696>
- NEČAS, T a kol.: *Jabloň*, Multimediální učební texty Ovocnictví, BRNO, Mendlova univerzita, Zahradnická fakulta, 2004.
- NEČAS, T., *Pěstujeme hrušně a kdouloně*. Praha: Grada, 2010. Česká zahrada. ISBN 978-80-247-2500-0.
- NĚMEC, B.: *Botanická mikrotechnika*. ČSAV Praha, 1962, 482 s.
- NOVÁK, J., SKALICKÝ, M.: *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904011-1-2.
- OLIEN, W. C., LAKSO, A. N.: *A comparison of the dwarfing character and water relations of five apple rootstocks*. *Acta Hort.* 146:151–158. 1984.
- OLIEN, W. C., LAKSO, A. N.: *Effect of rootstock on apple (Malus domestica) tree water relations*. *Physiol. Plant.* 67:421–430. 1986.

- OVOCNÁŘSKÁ UNIE ČESKÉ REPUBLIKY. 2014. [online], [cit. dne 21. 10. 2019].
Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/index.php?page=2>
- PALLARDY, S. G., KOZLOWSKI, T. T.: *Physiology of woody plants*. 3rd ed. Boston: Elsevier, c2008. ISBN 978-0120887651.
- PAULSEN, D. F.: *Histologie a buněčná biologie: Opakování a příprava ke zkouškám*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství H & H, 2004. ISBN 80-7319-024-9.
- PAVLOVÁ, L.: *Fyziologie rostlin*, Karolinum, Praha. 2006.
- PICKARD, W. F.: *The ascent of sap in plants*. Progress in Biophysics and Molecular Biology 37, 1981.
- PLAVCOVÁ, L., GALLENMÜLLER, F., MORRIS, H., KHATAMIRAD, M., JANSEN, S., SPECK, T.: *Mechanical properties and structure–function trade-offs in secondary xylem of young roots and stems*, Journal of Experimental Botany, Volume 70, Issue 14, 2019, Pages 3679–3691. [online], [cit. dne 10. 7. 2020]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/70/14/3679/5531920?redirectedFrom=fulltext>
- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Príroda, Bratislava, 1997. ISBN 80-07-00960-4.
- PROCHÁZKA, S.: *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- PTÁČEK, V., *Pomocný výukový materiál pro předmět. Ekologická produkce ovoce*. 2012. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. [online], [cit. dne 26. 12. 2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7677729-Pomocny-vyukovy-material-pro-predmet-ekologicka-produkce-ovoce-ls-2011-2012.html>
- RICHTER, M.: *Malý obrazový atlas odrůd ovoce 4 jabloně*, TG TISK s.r.o., LANŠKROUN, 2004, 1. vydání, 130s, ISBN 80-903487-3-4
- RIGLING, A., BRÄKER, O., SCHNEITER, G., SCHWEINGRUBER, F.: *Intra-annual tree-ring parameters indicating differences in drought stress of Pinus sylvestris forests within the Erico-Pinion in the Valais (Switzerland)*. Plant Ecology 163. 2002.

- ŘEZNÍČEK, V.: *Školkařská produkce kmenných tvarů*. In: Problematika zachování a ochrany starších a krajových odrůd ovocných dřevin: (inventarizace, zakládání a údržba extenzivních sadů) : Lednice 20.-21. 10. 2004 : sborník přednášek a referátů. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. ISBN 80-7157-793-6.
- SOUČEK, J.: *Podnože ovocných stromů*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965.
- SPERRY, J. S., HACKE, U. G., PITTERMANN, J.: *Size and function in conifer tracheids and angiosperm vessels*, American Journal of Botany 93. 2006.
- ŠLEZINGEROVÁ, J., HORÁČEK, P., GANDELOVÁ, L.: *Nauka o dřevě*. Učební texty MENDELU Brno 2004.
- TAIZ, L., ZEIGER, E.: *Plant physiology: cytologie, histologie, organologie a systematika*. 2nd ed. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, c1998. ISBN 08-789-3831-1.
- TOMBESI, S., JOHNSON, R. S., DAY, K. R., DEJONG, T. M.: *Interactions between rootstock, inter-stem and scion xylem vessel characteristics of peach trees growing on rootstocks with contrasting size-controlling characteristics*, AoB Plants, 2010.
- TYREE, M., ZIMMERMANN, M.: *Xylem Structure and The Ascent of Sap*. Springer Series in Wood Science. 2002. ISBN 978-3540433545.
- VACHŮN, Z.: *Ovocnictví*. Brno: VŠZ, 1992. 84 s. 1992. ISBN 80-7157-020-6.
- VOTRUBOVÁ, O.: *Anatomie rostlin*, třetí vydání, Karolinum, Praha. 2010.
- VŠÚO Holovousy s.r.o., *Druhy a odrůdy ovocných plodin*. 2014. [online], [cit. dne 26. 11. 2019] Dostupné z: https://www.vsuo.cz/images/FILES/VzdelavaciModuly/Zakladky/A23_Druhy_a_odrudy_ovocnych_plodin.pdf
- VŠÚO Holovousy s.r.o., *Nové odrůdy a podnože jádrovin*. 2014. [online], [cit. dne 21. 10. 2019]. Dostupné z: https://www.vsuo.cz/images/FILES/VzdelavaciModuly/Stredni/A15_Nove_odrudy_a_podnoze_jadrovin.pdf
- ZWIENIECKI, M. A., SECCHI, F.: *Threats to xylem hydraulic function of trees under 'new climate normal' conditions*. Plant Cell & Environment 38: 1713-1720. 2015.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: A - kopulace, B - příklad kopulačního řezu, C- Anglická kopulace, (Lokoč, 2012)	14
Obrázek 2: A - Plátkování, (Lokoč, 2012)	15
Obrázek 3: A - Sedélkování, B - Roubování za kůru, (Lokoč, 2012)	16
Obrázek 4: A - Roubování do rozštěpu, B - Roubování na kozí nožku (Kyncl et al., 1980)	17
Obrázek 5: A - Roubování do boku, B - Roubování za zelena, (Kyncl et al., 1980), C - Roubování v ruce, (Bischof & Sus, 2003), D - Roubování na klín (Kyncl et al., 1980.)	18
Obrázek 6: Rozdíly v obvodu kmene u slabě a silně rostoucích podnožových kombinací.....	37
Obrázek 7: Rozdíly v obvodu kmene mezi odrůdami.	38
Obrázek 8: Příčný řez dřevem jabloně	41
Obrázek 9: Příčný řez dřevem hrušně.....	41
Obrázek 10: Histogram rozložení velikosti cév u sledovaných podnožových kombinací.....	43
Obrázek 11: Rozdíly v průměru cév u slabě a silně rostoucích podnožových kombinací.....	44
Obrázek 12: Porovnání průměrů cév mezi jednotlivými odrůdami v rámci silně a slabě rostoucích podnoží.	45
Obrázek 13: Korelace mezi obvodem kmene a průměrem cév	48

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: T-test zvlášť pro jednotlivé odrůdy	37
Tabulka 2: Jednocestná ANOVA pro slabě rostoucí podnož	38
Tabulka 3: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání obvodů kmenů všech odrůd mezi sebou.	39
Tabulka 4: Jednocestná ANOVA pro silně rostoucí podnož	39
Tabulka 5: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání obvodů kmenů všech odrůd mezi sebou.	40
Tabulka 6: T-test zvlášť pro jednotlivé odrůdy	44
Tabulka 7: Jednocestná ANOVA pro slabě rostoucí podnož	45
Tabulka 8: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci slabě rostoucích podnoží. Vzájemné porovnání průměrných průměrů cév mezi jednotlivými odrůdami.	46
Tabulka 9: Jednocestná ANOVA pro silně rostoucí podnož	46
Tabulka 10: Tukeyův HSD test pro jednotlivé odrůdy v rámci silně rostoucích podnoží.....	47
Tabulka 11: Korelace mezi obvodem kmenů a průměrem cév	48

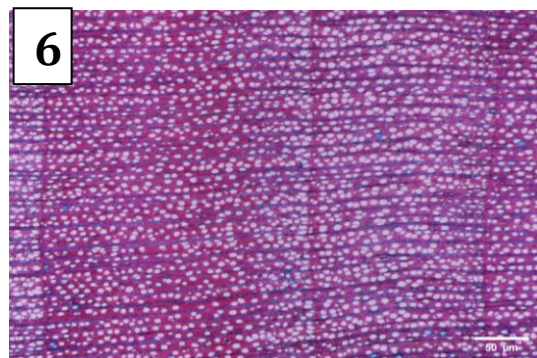
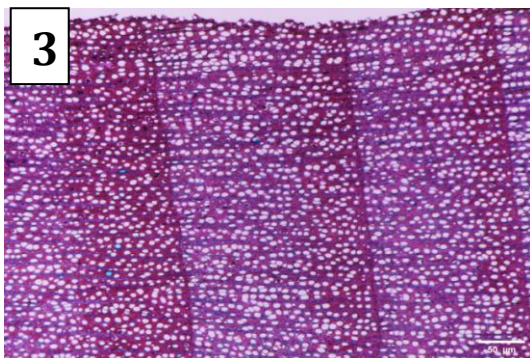
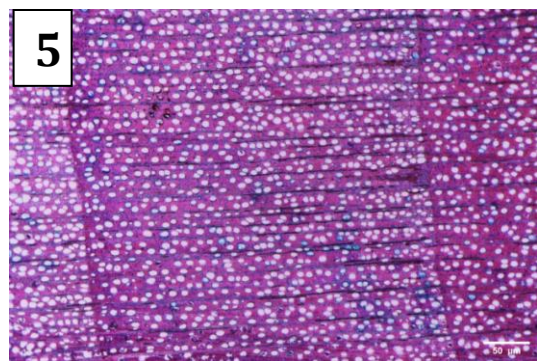
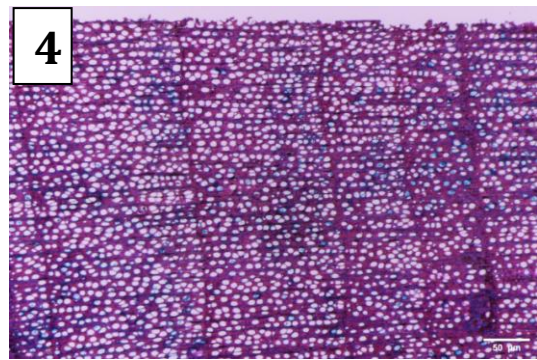
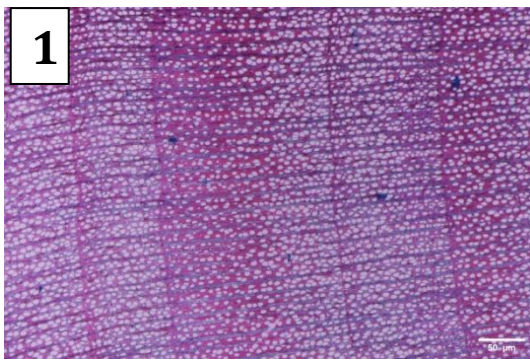
11 Seznam příloh

Příloha I: Fotodokumentace vzorků

Příloha II: Tabulky hodnot

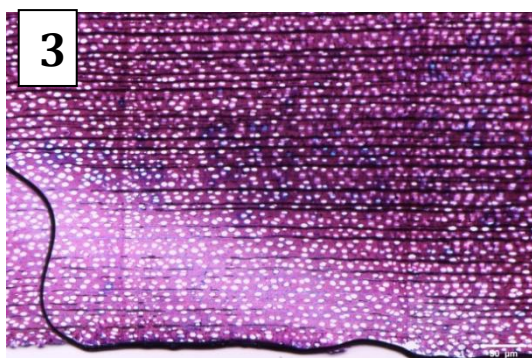
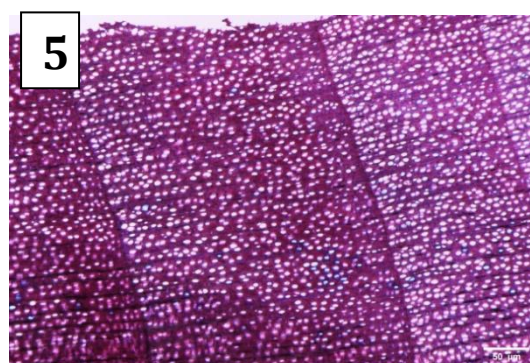
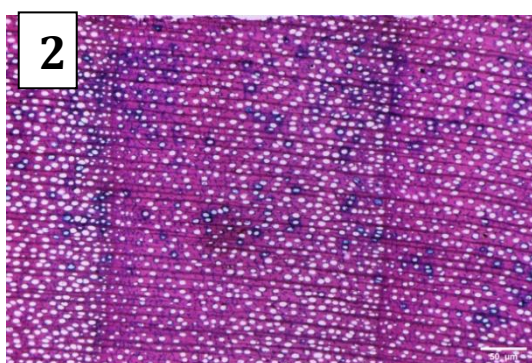
Příloha I: Fotodokumentace vzorků

Tabule I – Vzorky jabloně odrůda Jonagold



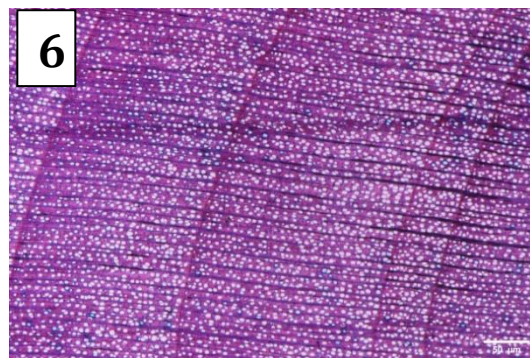
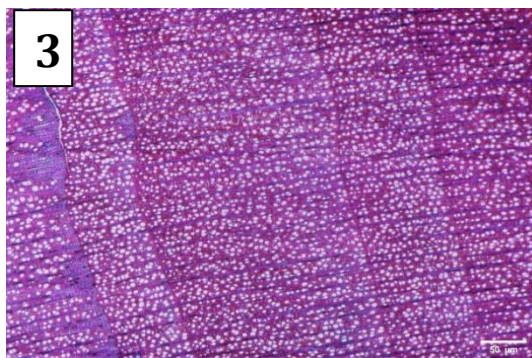
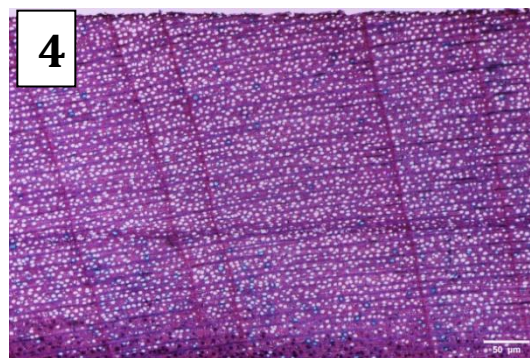
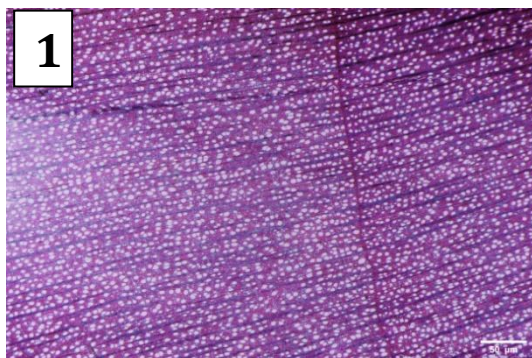
1 - J/JTEG (R21-S9), **2** - J/JTEG (R21-S8), **3** - J/JTEG (R22-S17), **4** - J/JTEH (R21-S11), **5** - J/JTEH (R21-S13), **6** - J/JTEH (R21-S11)

Tabule II – Vzorčky jabloně odrůda Rubín



1 - R/JTEH (R19-S40), 2 - R/JTEH (R19-S21), 3 - R/JTEH (R18-S11), 4 - R/JTEG (R18-S9), 5 - R/JTEG (R19-S23), 6 - R/JTEG (R20-S30)

Tabule III - Vzorok hrušně odrůda Williams



1 - W/PS (R5-S9), 2 - W/PS (R3-S25), 3 - W/PS (R5-S8), 4 - W/S1 (R3-S16), 5 - W/S1 (R4-S4), 6 - W/S1 (R2-S15)

Příloha č. II:

Obvody kmenů jabloní odrůdy Jonagold

Podnož	Vzorek	Obvod kmene (cm)
Slabá	J/JTEG (R22 - S19)	36
	J/JTEG (R22-S18)	36
	J/JTEG (R22-S17)	38
	J/JTEG (R21- S9)	39
	J/JTEG (R21 - S26)	33
	J/JTEG (R21 - S27)	43
	J/JTEG (R21 - S10)	39
Silná	J/JTEH (R21 - S34)	58
	J/JTEH (R21 - S32)	62
	J/JTEH (R21 - S13)	63
	J/JTEH (R21 - S11)	62

Obvody kmenů jabloní odrůdy Rubín

Podnož	Vzorek	Obvod kmene (cm)
Slabá	R/JTEG (R19 - S23)	33
	R/JTEG (R19-S24)	43
	R/JTEG (R20-S30)	46
	R/JTEG (R20 - S31)	33
Silná	R/JTEH (R19 - S20)	67
	R/JTEH (R19 - S21)	71
	R/JTEH (R19 - S32)	74
	R/JTEH (R20 - S34)	70
	R/JTEH (R19 - S40)	65
	R/JTEH (R19 - S41)	79

Obvody kmenů hrušní odrůdy Williams

Podnož	Vzorek	Obvod kmene (cm)
Slabá	W/PS (R3 - S25)	57
	W/PS (R3 - S26)	57
	W/PS (R3 - S27)	66
	W/PS (R3 - S17)	51
	W/PS (R2 - S11)	65
	W/PS (R2 - S10)	60
	W/PS (R5 - S7)	60
	W/PS (R5 - S8)	57
	W/PS (R5 - S9)	57
Silná	W/S1 (R3 - S18)	45
	W/S1 (R2 - S15)	47
	W/S1 (R2 - S13)	48
	W/S1 (R3 - S16)	46
	W/S1 (R2 - S14)	37

Průměry cév jabloní odrůdy Jonagold

Podnož	Vzorek	Průměrný průměr (μm)	Počet měřených cév
Slabá	J/JTEG (R21-S9)	34,23	149
	J/JTEG (R21-S8)	36,33	144
	J/JTEG (R22-S17)	38,50	139
Silná	J/JTEH (R21-S11)	45,81	126
	J/JTEH (R21-S13)	50,13	136
	J/JTEH (R21-S11)	41,16	134

Průměry cév jabloní odrůdy Rubín

Podnož	Vzorek	Průměrný průměr (μm)	Počet měřených cév
Slabá	R/JTEG (R18-S9)	37,20	131
	R/JTEG (R19-S23)	32,66	127
	R/JTEG (R20-S30)	43,37	147
Silná	R/JTEH (R19-S40)	48,84	136
	R/JTEH (R19-S21)	41,85	133
	R/JTEH (R18-S11)	39,38	137

Průměry cév hrušně odrůdy Williams

Podnož	Vzorek	Průměrný průměr (μm)	Počet měřených cév
Slabá	W/S1 (R3-S16)	26,92	129
	W/S1 (R4-S4)	26,68	144
	W/S1 (R2-S15)	29,21	134
Silná	W/PS (R5-S9)	29,01	162
	W/PS (R3-S25)	29,49	152
	W/PS (R5-S8)	25,52	147