

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

**Dřevní parenchym jádrovin a peckovin ve vztahu
k jejich odlišné jarní fenologii
Bakalářská práce**

Autor: Kateřina Hostinská
Studijní program: B0511A030001 Biologie a ekologie
Studijní obor: Biologie a ekologie
Vedoucí práce: RNDr. Lenka Plavcová, Ph. D.



Zadání bakalářské práce

Autor: Kateřina Hostinská

Studium: S20BI003BP

Studijní program: B0511A030001 Biologie a ekologie

Studijní obor: Biologie a ekologie

Název bakalářské práce: **Dřevní parenchym jádrovin a peckovin ve vztahu k jejich odlišné jarní fenologii**

Název bakalářské práce AJ: Wood parenchyma of pome fruits and stone fruits in relation to their contrasting spring phenology

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Rašení pupenů a kvetení jsou energeticky náročné procesy, které často závisí na přítomnosti zásobních látek. U stromů je velká část zásobních látek uložena ve dřevě v buňkách radiálního a axiálního parenchymu, ze kterých může být remobilizována. Cílem bakalářské práce je srovnat množství dřevního parenchymu mezi jádrovými a peckovými dřevy ve vztahu k jejich odlišné fenologii. Očekáváme, že peckoviny budou mít větší množství dřevního parenchymu než jádroviny, neboť jejich kvetení probíhá před rašením listů, a je proto více závislé na zásobních látkách. Studovány budou dva druhy jádrovin a dva druhy peckovin. U vybraných druhů bude změřeno množství parenchymu ve dřevě a monitorována jejich jarní fenologie (zejména synchronizace kvetení a rozvoje listové plochy).

Hoch G., Richter A., Korner Ch. (2003) Non-structural carbon compounds in temperate forest trees. *Plant, Cell and Environment* **26**:1067–1081.

Plavcová L., Hoch G., Morris H., Ghiasi S., Jansen S. (2016) The amount of parenchyma and living fibers affects storage of nonstructural carbohydrates in young stems and roots of temperate trees. *American Journal of Botany* **103**:603–612.

Plavcová L., Jansen S. (2015) The Role of Xylem Parenchyma in the Storage and Utilization of Nonstructural Carbohydrates. In: Hacke U (ed) *Functional and Ecological Xylem Anatomy*. Springer International Publishing, Cham, pp 209–234.

Sauter J.J., Iten W., Zimmermann M.H. (1973) Studies on the release of sugar into the vessels of sugar maple (*Acer saccharum*). *Canadian Journal of Botany* **51**:1–8.

Zadávací pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

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

Datum zadání závěrečné práce: 18.11.2021

Prohlášení

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'K. Hostinská', written in a cursive style.

V Hradci Králové dne 10.5. 2023

Kateřina Hostinská

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé práce RNDr. Lence Plavcové, Ph.D. za metodické vedení, připomínky, komentáře a za cenné rady poskytnuté během psaní práce. Dále bych ráda poděkovala vědeckému pracovníkovi z pracoviště VŠÚO Holovousy Ing. Martinu Mészárosovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování metodické části práce. V neposlední řadě bych také ráda poděkovala své rodině a svým přátelům, kteří mi byli po celou dobu psaní práce oporou.

Anotace

HOSTINSKÁ, K. *Dřevní parenchym jádrovin a peckovin ve vztahu k jejich odlišné jarní fenologii*. Hradec Králové, 2023. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Lenka Plavcová, Ph.D. 58 s.

Práce se zabývá pozorováním jarní fenologie a nástupem jednotlivých fenofází, s důrazem na základní odlišnosti mezi jádrovinami a peckovinami. Jádroviny a peckoviny mají rozdílné strategie jarní fenologie, které mohou souviset s množstvím uložených zásobních látek v dřevním parenchymu. Předpokládáme, že peckoviny budou obsahovat více dřevního parenchymu oproti jádrovinám, jelikož u nich fáze kvetení probíhá dříve než rašení listů. Rašení pupenů a kvetení jsou energeticky náročné procesy, které závisí na přítomnosti zásobních látek. Zásobní látky jsou uloženy v xylému, konkrétně v radiálním a axiálním parenchymu. Praktická část se více zaměřuje na celkové pozorování jarní fenologie jádrovin a peckovin, analýzu fenofází, která má potvrdit vyřčenou hypotézu, dále se zabývá procentuálním zastoupením jednotlivých anatomických struktur řezů letorostů a kořenů dvou druhů jádrovin a dvou druhů peckovin. Bylo zjištěno, že obecně nejvyšší procento zastoupení dřevě bylo zjištěno u vzorků letorostů zástupců peckovin (meruňka – 29 % a slivoň – 15 %), stejně tak bylo zjištěno vyšší zastoupení xylému u rodu slivoň (44 %). Zástupci jádrovin naopak dominovaly v zastoupení kůry, konkrétně nejvíce rod hrušeň (50 %) a rod jabloň (44 %). U vzorků letorostů dominovalo zastoupení axiálního parenchymu u zástupců jádrovin (hrušeň, jabloň), zastoupení radiálního parenchymu naopak u peckovin (meruňka, slivoň). Výsledky měření jsou diskutovány ve spojitosti strategie jarní fenologie jádrovin a peckovin s odlišným zastoupením zásobních pletiv.

Klíčová slova: anatomie, dormance, fenologie, floém, hrušeň, jabloň, meruňka, parenchym, slivoň, škrob, xylém

Annotation

HOSTINSKÁ, K. *Wood parenchyma of pome fruits and stone fruits in relation to their contrasting spring phenology*. Hradec Králové, 2023. Bachelor Thesis at the Faculty of Science, University of Hradec Králové. Thesis supervisor RNDr. Lenka Plavcová, Ph.D. 58 p.

The thesis deals with the observation of spring phenology and the onset of individual phenophases, with emphasis on the basic differences between pome and stone fruits. Pome and stone fruits have different spring phenology strategies, which are related to their form and the amount of storage substances stored in the wood parenchyma. Stone fruit trees should generally contain more wood parenchyma compared to pome fruit trees, as the flowering phase is earlier than leaf emergence. In particular, budding and flowering are energy-intensive processes that depend on the presence of storage substances. Storage substances are stored in the xylem, specifically in the radial and axial parenchyma. The practical part focuses on the overall observation of the spring phenology of pome and stone fruit trees, the analysis of the phenophases to confirm the hypothesis, and the percentage representation of the different anatomical structures of the sections of annual shoots and roots of two species of pome fruits and two species of stone fruits. The results of the measurements are discussed in connection with the spring phenology strategy of pome and stone fruit trees with different representation of storage tissues.

Keywords: anatomy, dormancy, phenology, phloem, pear, apple, apricot, parenchyma, plum, starch, xylem

Obsah

Teoretická část

1	Úvod.....	10
1.1	<i>Souvislost jarní fenologie a zásobních látek.....</i>	<i>10</i>
1.2	<i>Cíl práce</i>	<i>10</i>
2	Význam ovocných dřevin	11
2.1	<i>Hrušeň</i>	<i>11</i>
2.2	<i>Jabloň.....</i>	<i>11</i>
2.3	<i>Meruňka.....</i>	<i>12</i>
2.4	<i>Slivoň.....</i>	<i>12</i>
3	Fenologie.....	13
3.1	<i>Juvenilní fáze dřevin</i>	<i>13</i>
3.2	<i>Tvorba poupat.....</i>	<i>13</i>
3.3	<i>Sezónní tvorba květů</i>	<i>14</i>
4	Dormance ovocných dřevin.....	14
4.1	<i>Endodormance.....</i>	<i>15</i>
4.2	<i>Ekodormance</i>	<i>15</i>
4.3	<i>Teplota a její vlivy.....</i>	<i>16</i>
4.4	<i>Přerušovaný růst dřevin</i>	<i>16</i>
5	Vodivá pletiva.....	17
5.1	<i>Xylém.....</i>	<i>17</i>
5.1.1	<i>Tracheje (cévy)</i>	<i>18</i>
5.1.2	<i>Tracheidy (cévice).....</i>	<i>18</i>
5.1.3	<i>Libriformní vlákna.....</i>	<i>19</i>
5.1.4	<i>Xylémový parenchym.....</i>	<i>19</i>
5.1.5	<i>Funkce xylémového parenchymu.....</i>	<i>20</i>

5.1.6	Radiální (paprsčitý) parenchym (RP).....	20
5.1.7	Axiální (osový) parenchym (AP).....	21
5.1.8	Transpirační proud.....	21
5.2	<i>Floém</i>	22
5.2.1	Sítkové buňky	23
5.2.2	Komunikace sítkových buněk.....	23
5.2.3	Kalóza.....	24
5.2.4	P-proteiny	24
5.2.5	Podpůrné buňky.....	25
5.2.6	Floémový (lýkový) parenchym.....	26
5.2.7	Sklerenchymatická (lýková) vlákna.....	26
5.2.8	Asimilační proud.....	27
Praktická část		
6	Metodika zpracování	28
6.1	<i>Charakteristika lokality</i>	28
6.2	<i>Charakteristika vzorků dřevin</i>	28
6.3	<i>Fenologické pozorování</i>	29
6.4	<i>Odběr rostlinného materiálu</i>	29
6.5	<i>Příprava řezů</i>	29
6.6	<i>Příprava trvalých preparátů</i>	30
6.6.1	Příprava barvicího roztoku	30
6.6.2	Barvení preparátu	30
6.6.3	Fixace trvalého preparátu.....	30
6.7	<i>Analýza řezů</i>	31
6.7.1	Mikroskopování.....	31
6.7.2	Měření ploch řezů.....	31
6.7.3	Úprava fotografií řezů.....	31
7	Výsledky.....	32
7.1	<i>Pozorování jarní fenologie</i>	32
7.1.1	Jádroviny	32

7.1.2	Peckoviny	33
7.1.3	Fáze plného kvetení a rozvoj listové plochy	35
7.2	<i>Zastoupení dřevě u letorostů vybraných druhů dřevin</i>	36
7.3	<i>Zastoupení xylému u letorostů vybraných druhů dřevin.....</i>	37
7.4	<i>Zastoupení kůry u letorostů vybraných druhů dřevin.....</i>	38
7.5	<i>Procentuální zastoupení dřevě – xylém – kůra u letorostů.....</i>	38
7.6	<i>Procentuální zastoupení xylém – kůra u kořenů</i>	39
7.6.1	<i>Anomálie stavby xylému u kořenů vybraných dřevin</i>	41
7.7	<i>Zastoupení axiálního a radiálního parenchymu</i>	42
7.7.1	<i>Zastoupení u letorostů.....</i>	42
7.7.2	<i>Zastoupení u kořenů.....</i>	42
7.7.3	<i>Celkové srovnání.....</i>	43
8	Diskuse	45
9	Závěr.....	48

Teoretická část

1 Úvod

1.1 Souvislost jarní fenologie a zásobních látek

Výsadba a pěstování ovocných dřevin je již od počátku české historie významným článkem zemědělské výroby, který má vliv na soudobou hospodářskou situaci dodnes (Boček 2016). Vývoj a sledování jednotlivých parametrů v ovocných sadech jsou klíčové pro stále zlepšující se podmínky pěstování ovocných druhů dřevin. Pro pochopení veškerých pochodů v mikroskopické anatomii ovocných dřevin je důležité pochopení a zmapování jarní fenologie ovocných dřevin. Tato fenologie výrazně souvisí i s množstvím zásobních látek a jejich přesné lokalizaci v dřevině. Téma je velice podstatné především z hlediska pochopení zásadních rozdílů v jarní fenologii jádrovin a peckovin, potažmo poté množstvím jednotlivých mikroskopických struktur, či zásobních látek. Sledovány byly čtyři druhy ovocných dřevin, z nichž byly dva druhy zástupci jádrovin a zbývající dva druhy naopak peckovin. Sledováním procentuálního rozdílu zastoupení jednotlivých anatomických struktur jádrovin oproti peckovinám lze vypořádat rozdílnou strategii jarní fenologie a zastoupení zásobních látek, které se strategií jarní fenologie velice úzce souvisí.

1.2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zmapovat jarní fenologii ovocných druhů jádrovin a peckovin, sledování postupu jednotlivých fenofází s ohledem na zaměření se na vývin listové plochy a kvetení, následné srovnání a vyhodnocení. Následně bude testována hypotéza, že u jádrovin probíhá dříve fáze olistění, u peckovin naopak dříve dochází k vývinu květní plochy, což dle našeho předpokladu může mít souvislost s množstvím uložených zásobních látek v dřevině. Dalším bodem je procentuální zhodnocení zastoupení dřeviny, xylému a kůry, přičemž peckoviny by měly obsahovat vyšší procento zastoupení xylému. Právě v xylému dochází k nejmarkantnějšímu ukládání zásobních látek. V neposlední řadě budou pozorovány i konkrétní části xylému, a to axiální a radiální parenchym a jejich procentuální zastoupení u jádrovin oproti peckovinám. Praktické části

předchází literární rešerše, která shrnuje anatomii mikroskopické stavby dřevin, problematiku jarní fenologie s popisem klíčových stavů po zimním klidovém období.

2 Význam ovocných dřevin

Ovocnářství a pěstování ovocných dřevin má více významů, než by se na první pohled mohlo zdát. V první řadě jde o význam komerční. Pěstování ovocných dřevin je součástí rostlinné výroby a důležitým článkem zemědělství, jelikož jeho hlavní náplní je právě sklizeň plodů. Jako další význam lze uvést folklorní, kdy typická výsadba ovocných dřevin v sadech má nezastupitelnou úlohu v utváření obrazu naší krajiny již více jak 200 let. V pořadí další význam může být rekreační, kdy výsadba ovocných dřevin vytváří atraktivní krajinu. V neposlední řadě má pěstování také funkci zdravotní či estetickou (Boček 2016).

2.1 Hrušeň

Rod hrušeň (*Pyrus communis* L.) má v pěstitelském měřítku v České republice dlouholetou tradici (Ovosadba.cz, 2021). Plocha hrušňových sadů v České republice v hektarech čítá 870 ha z celkových téměř 16 500 ha (ČSÚ, 2017; MZe, 2009-2021). Studovanou odrůdou hrušně byla 'Lucasova', která je nejčastěji pěstovanou odrůdou v České republice. Jde o zimní odrůdu, která je původem z Francie. Jde o ovocnou dřevinu se středně velkými plody tupě kuželovitého tvaru se zelenožlutou barvou slupky (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Celkově se jedná o dřevinu s vysokou korunou, jejíž letorosty směřují rovně vzhůru. Oblíbenou odrůdou se stává především díky své dlouhé možnosti skladovatelnosti. Konzumní zralost přetrvává od října až do prosince (Bischof, Sus 2003). Odrůda se nacházela na podnoži S1. Jde o podnož polského původu, která je značně mrazuvzdorná a později ukončuje vegetaci (Přasličák 2012). Hrušně i jejich podnože vyžadují celkově humóznější, vlhké a záhřevné prostředí v půdě s neutrálním pH (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014).

2.2 Jabloň

Jabloň (*Malus x domestica* Borkh.) je nejčastěji pěstovaným druhem ovoce v České republice. Dle výměry intenzivních sadů zaujímají sady s jabloněmi přes 7 800 ha

z celkových 16 500 ha (ČSÚ, 2017; MZe, 2009-2021). Jde o ovocný druh čistě specifický pro mírné pásmo, nejvyšší produkce je především v Evropě se stále zvyšujícím se trendem (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Sledovanou odrůdou byla odrůda 'Galaval' na slabě vzrůstné podnoži Pajam 1 původem z Francie (Profi Press 2008). Odrůda jabloně 'Galaval' je modifikovanou odrůdou původní odrůdy 'Gala'. Tato odrůda je původem z Francie. Tento druh ovocné dřeviny plodí středně velké, sytě červené plody, které sklízíme v období mezi zářím až říjnem (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Jabloně obecně preferují půdu kyselou až slabě alkalickou (Ovosadba.cz, 2021).

2.3 Meruňka

Meruňka (*Prunus armeniaca*) je druh ovocné dřeviny poměrně oblíbený u českých pěstitelů i konzumentů. I přes to v České republice klesá plocha intenzivních sadů a zájem o pěstování této ovocné dřeviny (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Z celkových 16 500 ha plochy sadů je pouze kolem 1 200 ha využito pro pěstování meruněk (ČSÚ, 2017; MZe, 2009-2021). Sledovanou odrůdou meruňky byla odrůda 'Goldrich'. Odrůda 'Goldrich' vzniklá v USA křížením odrůd 'Perfektion' X 'Sunglo' je středně zrající odrůdou s dobrou plodností a jakostí plodů. Odrůda byla na podnoži MY-KL-A neboli červenolistý myrobalán. Jde o vegetativně množenou podnož se středním vzrůstem (Přasličák 2012).

2.4 Slivoň

Slivoň (*Prunus domestica* L.) je druhem pocházejícím z Kavkazu, kde se zkrížil druh trnka (*Prunus spinosa* L.) s druhem myrobalán (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Dá se pokládat za původní druh České republiky, zároveň je dobře přizpůsobena tuzemským klimatickým podmínkám. Jde o oblíbený druh jak v intenzivních výsadbách, tak v soukromých zahradách (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Z celkových 16 500 ha plochy sadů zaujímá druh slivoně přes 2 300 ha (ČSÚ, 2017; MZe, 2009-2021). Konkrétně sledovanou odrůdou byla odrůda 'Toptaste', což je velmi pozdní odrůda vhodná do všech pěstitelských oblastí České republiky. Původně jde o odrůdu z Německa (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014). Tato odrůda se nacházela na podnoži Wavit, což je vegetativní klon Wangenheimovy slívy množený in vitro. Vhodná je pro intenzivní výsadby s možností závlahy (Přasličák 2012; VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014).

3 Fenologie

Fenologie je vědním oborem, který se zabývá cyklicky opakujícími se změnami morfologie rostlinného těla v průběhu roku. Tyto jednotlivé etapy, jako je rašení pupenů, nástup kvetení, či sklizňová zralost jsou závislé nejen na cyklickém biorytmu dřeviny, ale také na proměnlivosti sezonních podmínek, jako je vlhkost či teplota. Projevem jsou poté jednotlivé fenologické fáze, které se projevují morfologickými změnami nadzemních částí dřeviny, konkrétně listů, květů a letorostů. Funkcí a využití fenologických pozorování je mnoho. Můžeme z nich vyvodit například vývoj a klimatické změny v jednotlivých letech. Využívají se pro zpracování dat pro odborná stanoviště, která provádějí statistiky a dochází tak k lepším přehledům vývoje jednotlivých ovocných dřevin (ČHMÚ, b. r.).

3.1 Juvenilní fáze dřevin

Juvenilní fáze u dřevin se vyznačuje absencí generativních orgánů, nedochází tedy ke kvetení a následné produkci plodů (Zimmerman 1972). U ovocných dřevin, konkrétně u jabloní může tato prvotní fáze trvat 6 až 12 let v závislosti na odrůdě. Jelikož je tento stav ve vztahu k tržní produkci nežádoucí, snaží se ovocnáři o snížení období juvenilního stádia ovocných dřevin (Kotoda et al. 2006). Po této nekvetoucí fázi přechází dřevina do fáze dospělosti, která se vyznačuje schopností dřeviny střídat vegetativní a generativní produkci pupenů. Během této fáze získávají meristémy schopnost reprodukčního vývoje (Hanke et al., 2007).

3.2 Tvorba pupat

Poupata se utváří v juvenilní i zralostní fázi dřeviny. V juvenilní fázi se tvoří pouze vegetativní (listové) pupeny, ve fázi zralosti se tvoří jak vegetativní (listové), tak generativní (květní) pupeny. Na počátku jara se na vrcholu letorostu aktivují geny pro růst a vývoj květů a listů, meristémy a mladá primordia, která se vyvíjejí nejdříve v listy a poté v květy. Pupy se vytváří buď na terminálním vrcholu jednoletého letorostu, či na odnožích víceletých letorostů (Hanke et al., 2007).

3.3 Sezónní tvorba květů

Jakmile projde dřevina juvenilní fází do stavu zralosti, části meristémů indukují zakládání květů a listů. U jádrovin (hrušně, jabloně) se vyskytují smíšené pupeny. Poupata obsahují květenství s listeny a květními meristémy. Kvetení probíhá v několika fázích, jako je indukce, iniciace a diferenciac květu. Fáze indukce je typická přechodem z vegetativní do reprodukční fáze. Naplno se zapojují geny potřebné k vývoji květů (Hanke et al., 2007). U jádrovin tato fáze probíhá zpravidla v průběhu léta, pozdní odrůdy na začátku podzimu. U peckovin probíhá indukce o poznání dříve (přelom jara a léta) (Ferree a Warrington 2003). Iniciací se rozumí zploštění meristémů, vývoj kališních, okvětních lístků, tyčinek a pestíků. Diferenciac je závěrečnou fází, která se vyznačuje morfologickými změnami pupat jabloní. Dochází k závěrečnému vývoji. (Hanke et al., 2007).

4 Dormance ovocných dřevin

Dormance je hlavním mechanismem ovocných dřevin, jak přečkat nepříznivé podmínky během zimního období. Dřevina se následnému stavu klidu přizpůsobuje zpomalením metabolismu, šetřením energie (opad listů), či kondenzací protoplazmy v buňkách (Larcher 2003). Dřevina tak ochrání své měkké tkáně před poraněním nebo poškozením mrazem (Luedeling et al. 2013). Při dormanci dochází k nečinnosti meristémů (dělivých pletiv), jejichž nefunkčnost způsobuje mnoho faktorů (Campoy, Ruiz, a Egea 2011). Mezi nejvýznamnější se řadí nízké teploty, kratší světelná denní perioda, nedostatek vody či oxidu uhličitého. Tyto procesy zastavují a inhibují aktivitu, růst a klíčení (Campoy, Ruiz, a Egea 2011; Lambers, Chapin, a Pons 2008). Citlivá tkáň potřebná pro počátek vývoje je skryta a chráněna v pupenech. Neustálé signály z prostředí jsou důležité pro přechod dřeviny z dormantního stádia. Pokud jsou podmínky natolik příznivé, může dřevina deaktivovat dormantní pletiva (Luedeling et al. 2021). Jednotlivé typy dormance se mohou lišit intenzitou, typem chybějícího ekologického parametru, či ročním obdobím, ve kterém se objevují. Rozlišují se pojmy ekodormance, paradormance a endodormance (Lang et al. 1987).

4.1 Endodormance

Endodormance (chilling) je složitý a nepostradatelný fyziologický proces, který vede ke správnému růstu a vývoji dřeviny po celé vegetační období. Na endodormanci pupenů a jejich správném přerušení dormantního stavu závisí vývin květů a následně i plodů. Je tedy významný pro přežití a reprodukční vývoj dřeviny (Luedeling et al. 2021; Yang et al. 2021). Do této fáze přechází terminální i axilární pupeny již v podzimním období, tedy na konci jejich vegetační sezony. Obecně se v této fázi růst zastavuje i při příznivějších podmínkách prostředí (Lang et al. 1987). Dřevina akumuluje chlad (požadavek na ochlazení), po dostatečně dlouhém období nízkých teplot a krátkých fotoperiod, se fáze endodormance zastavuje a dřevina může plně začít uvolňovat pupeny, ze kterých se uskutečňuje růst. Fáze endodormance zpravidla končí v období tuhé zimy, pupeny ještě nemohou plně započít svůj růst, ale přechází nejdříve do stavu tzv. ekodormance. Délka endodormantního období přímo ovlivňuje výnosy a kvalitu plodů, jelikož se s odlišnými klimatickými podmínkami může výrazně prodlužovat, nebo naopak zkracovat, dřevina by tak neměla správný vegetační vývoj (Yang et al. 2021; Yu et al. 2020). Endodormance se obecně rozděluje na tři základní fáze (indukce, udržení, uvolnění). Celý proces endodormance se počítá od chvíle, kdy dřevina začíná plně akumulovat chlad, až po chvíli, kdy přechází dřevina do ekodormantního stavu (Yang et al. 2021).

4.2 Ekodormance

Ekodormancí (forcing) se rozumí absence jedné ze základních ekologických potřeb, které dřeviny vyžadují ke správné činnosti ve svém vývoji, jako je voda, kyslík, důležité půdní živiny. Jsou to ekologické faktory, které jsou při jejich nedostatku limitující pro veškeré rostliny (Lang et al. 1987). Vyskytuje se pravidelně v období konce zimy a začátku jara (Campoy, Ruiz, a Egea 2011). Ekodormance je nástupní fází po endodormanci. Probíhá zpravidla během jara při zvýšení teploty a prodloužení fotoperiody (Badeck et al. 2004). Dosud přezimující pupeny nyní začínají reagovat na vnější podmínky prostředí. Poté dřevina opět plně spouští svůj vývoj (Yu et al. 2020).

4.3 Teplota a její vlivy

Veškeré děje jsou plně závislé na jarní teplotě (Badeck et al. 2004). Aby došlo k přerušení dormance, musí být dřeviny vystaveny na několik týdnů vyšším teplotám 2 až 7 °C (u jabloní a hrušní až na 8 týdnů) (Larcher 2003). Tento jev je nazýván jako požadavek na teplo (forcing). Tomuto jevu vyšších teplot předchází požadavek dřeviny na chlad, což souvisí s endodormantním stavem (Luedeling et al. 2013). Příliš vysoké i příliš nízké teploty mohou pozastavit nebo přerušit fenologický vývoj. Na teplotě závisí řada biologických procesů. Při příliš vysokých teplotách mohou bílkovinné struktury denaturovat, při nízkých naopak vznikají ledové krystalky, které mohou poničit či dokonce potrhát buněčné struktury a vznikající pletiva (Badeck et al. 2004). Při teplých zimách se mohou potrhát pupeny, nebo mohou spustit svůj vývoj a rašení dříve. To má za následek nižší míru kvetení, nižší reprodukční možnosti a poté i výnosy (Yu et al. 2020).

4.4 Přerušovaný růst dřevin

U mnoha rostlin včetně ovocných dřevin se střídají fáze aktivního vývoje a fáze odpočinku. Během sezónního střídání těchto fází dochází k náhradě starých listů novými, vývoji nových reprodukčních orgánů či opětovnému plnění a vyčerpávání orgánů zásobních. Nástup jednotlivých fází je samozřejmě, kromě jiných aspektů, výrazně podpořen fytochromy (Larcher 2003). Plná fáze zralosti a reprodukitivity je u rostlin nastolena až během nebo po úplném průběhu fáze vegetativní. Fáze vegetativní souvisí s méně příznivými podmínkami prostředí. Následná generativní fáze poté probíhá při výrazném zvýšení teploty a délky dne. Pro ovocné dřeviny je velice důležité a nepostradatelné, aby fáze vegetativní probíhala v co nejdelším intervalu a byla plně využita, aby poté mohla generativní fáze probíhat plně bez narušení ať už změny teploty, či denní fotoperiody. Různé druhy ovocných dřevin mají odlišný nástup generativní fáze (fáze plného kvetení) během fáze vegetativní (fáze plného olistění). V tomto ohledu se zejména výrazně liší studované jádroviny (hrušeň, jabloň) a peckoviny (meruňka, slivoň) (Larcher 2003).

5 Vodivá pletiva

Tělo vyšších rostlin je komplexním systémem sestávajícím z vegetativních a generativních orgánů. Všemi strukturami rostliny probíhají vodivá pletiva, která tvoří základ příjmu a vodivého systému rostliny. Vznik vodivých pletiv u rostlin souvisel s částečným přechodem rostlin na souš (Vinter a Sedlářová 2004). Tato pletiva jsou uzpůsobena pro přenos látek na dlouhé vzdálenosti (Novák a Skalický 2008). Vodivá pletiva tvoří v rostlinném těle cévní svazky, ty mají dva základní systémy, a to xylém a floém. Součástí cévních svazků mohou být dále i floémový či xylémový parenchym se zásobní funkcí, či floémový a xylémový sklerenchym, který má především funkci mechanickou. Floém a xylém se liší především typem přenášených látek a směrem transportu (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

U rostlin rozlišujeme dále z hlediska vývoje vodivá pletiva primární a sekundární. Primární vodivá pletiva se zakládají z tzv. prokambia a vytváří primární vodivý aparát rostlinného těla. Nejprve se diferencuje pouze část prokambia, konkrétně protoxylém a protofloém (Novák a Skalický 2008). Protofloém se vytváří během buněčné expanze, jejímž následkem se buňky následně natahují a roztrhnou (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Po této fázi se zakládá zbylá část prokambia – metaxylém a metafloém. Sekundární vodivá pletiva se zakládají z vaskulárního kambia. Nazýváme je tzv. deuteroxylém a deuterofloém a vznikají při druhotném tloušťnutí, které se uskutečňuje především u dřevin (Novák a Skalický 2008).

5.1 Xylém

Xylém je tedy jedním z vodivých pletiv, konkrétně dřevní částí (hadrom) (Vinter a Sedlářová 2004). Jde o vzestupný vodivý element, který přenáší především vodu jednosměrně z kořenů do listů. Tento komplex je nejdelším transportérem vody v rostlině. U dřevin hraje dominantní roli sekundární xylém neboli dřevo (Lazar 2003). Proudění vody zde probíhá na základě vysokého podtlaku (Spicer 2014). Vedlejší funkcí xylému je také funkce zásobní a mechanická (Novák a Skalický 2008). Jde o složitou strukturu, která sestává z buněk více typů. Kromě vodivé funkce hrají důležitou roli především také v komunikaci a celistvosti celé rostliny, mechanické opoře a uskladnění zásobních látek (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

Základními vodivými elementy xylému jsou tracheje (cévy) a tracheidy (cévice) (Vinter a Sedlářová 2004). U ovocných dřevin mluvíme o tzv. heteroxylním typu dřeva, které se vyznačuje přítomností jak tracheid (cévic), tak především trachejí (cév) a libriformních vláken. Právě krytosemenné rostliny obsahují ve svých xylémových elementech cévy (Vinter a Sedlářová 2004). Tyto buňky mají svoji typickou anatomii, která předurčuje k poutání velkého množství vody a následnému velice účinnému rozvádění po celém rostlinném těle. Tyto buňky neobsahují membrány ani organely (Lazar 2003). Jde o buňky odumřelé, bez protoplastu (Vinter a Sedlářová 2004). Zachovány jsou pouze buněčné stěny, buňky mají během zrání a vývoje naprogramovanou buněčnou smrt (Novák a Skalický 2008). Primární stěna je mnohdy z vnitřní strany lignifikována. Lignin napomáhá odolávat negativnímu tlaku při nasátí vody (Vinter a Sedlářová 2004). Kromě výše zmíněných buněk specifického typu se dále v xylému nachází dřevní parenchym a sklerenchymatická (libriformní) vlákna (Novák a Skalický 2008).

5.1.1 Tracheje (cévy)

Tracheje (cévy) mají podobu vertikálně postavených tracheálních článků, které mají v místě styku zeslabenou buněčnou stěnu, nebo zde buněčná stěna zcela chybí. V místě styku poté dochází k vytvoření tzv. perforační desky (Vinter a Sedlářová 2004). Tracheje bývají zpravidla kratší a širší než tracheidy (Lazar 2003). Fylogeneticky vznikají z tracheid. Šířka se uvádí v rozpětí 10-200 μm (Novák a Skalický 2008). Díky perforovaným koncům na sebe těsně nasedají, a vytváří tak dlouho síť trubic. (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Typů perforací je více, od primitivních řebříčkovitých, až po zdokonalené, nazývané jednoduché (úplné) perforace (Novák a Skalický 2008). U dvouděložných rostlin se s evolučním vývojem objevují tracheje nejdříve ve stonku (Vinter a Sedlářová 2004).

5.1.2 Tracheidy (cévice)

Tracheidy (cévice) jsou evolučně odvozeny od původně protáhlých parenchymatických buněk (Vinter a Sedlářová 2004). Jde o původnější typ vodivého elementu (Novák a Skalický 2008). Mají podobu dlouhých protažených vřetenovitých buněk, kde voda proudí díky četným bočním perforacím v místě styku, které nazýváme dvůrkaté

ztenčeniny (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Jsou méně hydraulicky výkonné, než tracheje, jelikož bývají výrazně užší (okolo 10 μm) (Novák a Skalicky 2008). Kvůli nestejně ztloustnuté buněčné stěně je rozlišujeme na více typů, například dvůrkaté, schodovité, síťovité či šroubovité (Novák a Skalicky 2008). V místě ztenčenin chybí sekundární buněčná stěna, primární buněčná stěna je ztenčená a velice porézní. Ztenčenina jedné tracheidy stojí vždy proti ztenčenině sousední, vytváří tak komunikační síť pro pohyb vody (Lazar 2003). Ve dřevě některých druhů jsou přítomny tracheidy vasicentrické, které se nalézají v blízkosti tracheí. Vláknité tracheidy se vyznačují menším počtem perforací, tvar apertur ztenčenin je většinou šterbinovitý až čokovitý. Zastávají spíše funkci podpůrnou (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

5.1.3 Librifonní vlákna

Kromě výše zmíněných zde nalezneme také librifonní vlákna, která jsou nejméně perforována. Tvoří značný podíl dřevní hmoty a jejich funkce je také převážně podpůrná (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

5.1.4 Xylémový parenchym

Na rozdíl od cév a cévic jsou parenchymatické buňky živé (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Jde o buňky tenkostěnné, většinou čtvercového až obdélníkového tvaru. Propojují zejména jádrové dřevo s bělí a floémem (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Tvoří jakousi trojrozměrnou propojenou síť mezi xylémem a floémem (Spicer 2014). Parenchymatické buňky jsou vzájemně propojeny pomocí plasmodesmat, což jim umožňuje neustálou komunikaci (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). V případě potřeby jsou zásobovány xylémovými i floémovými drahami (Spicer 2014). Iniciály cévního kambia vytváří radiální a axiální orientaci (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Vzniká tak radiální (paprscitý) parenchym podél radiální osy a axiální (osový) parenchym, který je orientován souběžně podél osy prodloužení (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Axiální a radiální parenchym mají společně delší životnost, nežli xylém a floém. Jsou schopny přenášet vodu i poté, co xylém a floém odumírá (Spicer 2014).

5.1.5 Funkce xylémového parenchymu

Hlavních funkcí radiálního a axiálního parenchymu je více, všechny jsou však velice významné a důležité pro dlouhý vývojový cyklus dřeviny. Zejména lze zmínit skladování či transport lipidů, škrobů, nebo jednoduchých sacharidů (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Tyto asimiláty se transportují směrem od obvodové části stonku k jeho středu (Novák a Skalicky 2008). Dále pak ochrana před patogeny, jelikož xylémový parenchym hromadí antimikrobiální látky (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Při napadení patogenem se aktivují buňky parenchymu, dělí se a tvoří sklereidy (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Další, neméně důležitou funkcí je i skladování vody, či obnova vodivých elementů při embolii (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017). Sekundární xylémový parenchym je také nezastupitelný při recirkulaci vody a živin na dráze mezi xylémem a floémem (Spicer 2014).

Na konci vegetační doby při stárnutí listů začíná ve dřevě stoupat hladina lipidů a škrobu. Naopak při výstupu z dormance, na počátku rozvíjení pupenů a kambální aktivity klesá hladina skladovaného škrobu, který je přeměňován na více mobilní jednoduché sacharidy. Tento jev poté vyvolá zvýšenou hladinu cukru v míze xylému a floému (Spicer 2014). Kromě výše zmíněných zásobních látek se v dřevním parenchymu také ukládají taniny a krystaly, které se využívají k přesné determinaci jednotlivých druhů dřeva (Novák a Skalicky 2008).

5.1.6 Radiální (paprsčitý) parenchym (RP)

Jde o paprsčitě uspořádané struktury specializovaných živých tenkostěnných buněk (Spicer 2014). Paprsčité útvary zprostředkovávají komunikaci mezi kolmo navázaným floémem a xylémem. Tyto buňky prostupují prostorem od vnitřní kůry až po xylém (Morris et al. 2016). Vznikají z izodiametrických paprskových iniciál kambia (Novák a Skalicky 2008). Řady paprsků mohou být jednořadé, či mohou tvořit segment z více řad paprsků (Morris et al. 2016). Dlaždicové buňky se u některých druhů vytváří postupným radiálním dělením (tzv. tvorbou tangenciálních stěn) (Spicer 2014). Dále můžeme rozlišit radiální parenchym na homocelulární (buňky jediného typu), či heterocelulární (buňky v paprscích jsou více typů) (Morris et al. 2016). Paprsčitý parenchym je u dřevin typicky hojně zastoupen. Lišit se může výrazně i u dvou druhů jednoho rodu, jelikož se jeho zastoupení může měnit v závislosti na vlhkostních a klimatických podmínkách. Jeho

vysoký podíl má pozitivní dopad na odolnost vůči suchu (Morris et al. 2016).

5.1.7 Axiální (osový) parenchym (AP)

Stojí na spojnici mezi radiálním parenchymem a vodivými elementy v sekundární vaskulární tkáni. Tvar a uspořádání těchto buněk se většinou typicky liší v rámci odlišných taxonů. Jejich zastoupení se dle rodů udává od méně než 1 % až do 25 % celkového objemu xylému. Axiální parenchym má schopnost přítomné cévy obklopotvat úplnými či částečnými pochvami, či vytváří široké tangenciální pásy, do kterých mohou být cévy vnořeny. Šířka tangenciálních pásů je dána množstvím axiálního parenchymu v xylému. Čím je vyšší zastoupení axiálního parenchymu, tím se tvoří širší tangenciální pásy. Toto uspořádání je zřejmě jedním z klíčových podnětů při opětovné iniciaci kambialní zóny (Novák a Skalický 2008). Axiální parenchym může být dle spojení s cévami dělen na apotracheální a paratracheální. Apotracheální axiální parenchym není v kontaktu s cévami skoro vůbec, naopak paratracheální je s cévami ve velmi těsném kontaktu (Morris et al. 2018).

V xylému mají buňky radiálního a axiálního parenchymu formu sekundárně ztloustlé buněčné stěny. Jelikož však tyto buňky postrádají komplexní laminární strukturu, bývají občas definovány jako ztloustlá primární buněčná stěna. Po vytvoření sekundární buněčné stěny se propojuje vrstva volně uložených mikrofibril s hemicelulosami v matrix, která je bohatá na pektin. Tuto vrstvu poté nazýváme jako amorfní, a v dřevině má nezastupitelnou funkci, jelikož chrání a obklopuje protoplast parenchymu. Protoplast je chráněn hlavně v souvislosti se změnami hydrostatického tlaku v transpiračním proudu. Další neméně důležitou funkcí je schopnost podchlazení buněk parenchymu, či ochrana před mrazem a vysušením (Spicer 2014).

5.1.8 Transpirační proud

Podstatou transpiračního proudu xylému je rozvod vody z kořenů trachejemi a tracheidami do nadzemních orgánů potřeby a následný odpar do atmosféry (Lazar 2003). Hnací silou xylémové cesty je listová transpirace (Vinter a Sedlářová 2004). Tento mechanismus funguje na základě dodání energie slunečního záření, která urychluje výpar vody z rostliny. Voda pak proudí z míst s vyšší koncentrací (půda) do míst, kde je energie i vody úbytek (okolní vzduch). Půdní voda má výrazně vyšší energii než voda poutaná ve

vzduchu. Tento rozdíl je dostatečný i k tomu, aby se voda dostala až do apikálních vrcholů dřevin. Díky tomu, že je voda vysoce polární, dokáže na sebe poutat ionty obsažené v půdě, tím může rostlina spolu s vodou získat také minerální látky (Lazar 2003). K tomu, aby nedošlo k přerušení vodivých drah, slouží vysoká soudržnost kohezních sil mezi molekulami vody. Buňky dřevního parenchymu brání vstupu vzduchu do kapilár. Přes to u dřevin nejčastěji v zimním období nebo během suchého léta občas dojde ke vzduchové embolii, která je buď následkem zamrznutí a tání vody v xylému, nebo důsledkem vzniku příliš velké tenze vody. Tomuto brání právě již zmíněné perforace a nově vznikající vodivé elementy, které se vytváří na jaře činností kambia. Pro transpirační proud má význam také soudržnost molekul vody se stěnami vodivých elementů, a kořenový vztlak (Vinter a Sedlářová 2004).

5.2 Floém

Podobně jako je tomu u xylému je floém také rostlinná vaskulární tkáň (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Spolu s xylémem jde o jedno ze základních vodivých pletiv, které v rostlinném těle vytváří cévní svazky. Floém také jinak nazýváme částí lýkovou (leptom) (Vinter a Sedlářová 2004). U sekundárně tloušťkových rostlin, kam zahrnujeme i dřeviny, tvoří floém vnitřní kůru (Lazar 2003). Stejně jako xylém má i floém stejný původ z meristematických buněk vaskulárního kambia. Souběžně na sebe xylém s floémem navazují v cévních svazcích, to způsobuje neustálou kooperaci a komunikaci obou pletiv (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Jde o pletivo, které se specializuje především na asimilační transport (Novák a Skalický 2008). Tento typ transportu působí protichůdně proti xylémovému transportu, přenáší produkty fotosyntézy (cukry) ze zelených částí rostliny do míst potřeby. Kromě jiného je floém také důležitým kanálem pro regulátory růstu rostlin (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Floém se u dřevin, podobně jako xylém, skládá ze 4 hlavních typů buněk, kterými jsou články sítkovic (sítkovice), buňky podpůrné, floémový (lýkový) parenchym a sklerenchymatická lýková vlákna (Kubát 2003).

5.2.1 Sítkové buňky

Sítkové buňky (*tubi cribrosi*) tvoří nepostradatelnou složku floémového pletiva, pomocí nichž jsou rozváděny produkty fotosyntézy po rostlině na dlouhé vzdálenosti od apikálního až po bazální vrchol dřeviny (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Fylogeneticky se vyvinuly z primitivnějších sítkovic, což jsou elementy, které nalezneme u evolučně původnějších nahosemenných rostlin (Novák a Skalický 2008). Sítkové buňky mají protáhlý tvar a navazují na sebe perforacemi ve stěnách (Kubát 2003). Perforace v koncových stěnách sítkovic vytváří sítková políčka nebo sítko (*cribrum*) (Vinter a Sedlářová 2004). Zmíněné perforace usnadňují celkový tok asimilátů (Kubát 2003). Sítkové buňky vytváří trubicovitou strukturu, která se vytváří poskládáním více sítkových buněk nad sebou. Průměrná šířka sítkového článku je 20-80 μm , délka se pohybuje od 100 do 800 μm (Vinter a Sedlářová 2004). Ve zralém stavu obvykle sítkové buňky postrádají cytosol, jádro, vakuoly, či tonoplast, což jsou organely, které se běžně vyskytují v živých diferencovaných buňkách (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018) Ve výjimečném stavu sítkové buňky cytoplasmu obsahují, nachází se však ve vysoce degenerovaném stavu (Oparka a Turgeon, 1999). Během zrání buněk se jádro vyskytuje, avšak při změnách buněčného protoplastu se postupně degraduje, toto jádro tedy nazýváme jako „pomíjivé“ (Novák a Skalický 2008). Po dobu zrání se sítkové buňky diferencují, zároveň dochází k programované buněčné smrti a autofagii některých organel bez toho, aniž by se ovlivnila funkce a vývoj sítkové buňky. Tyto procesy naprogramované buněčné smrti byly intenzivně prozkoumány a potvrzeny u kořenového protofloému. (Oparka a Turgeon 1999). Buněčné stěny jsou nelignifikované, některé mohou být však sekundárně zesílené (Lazar 2003). Uvolněný prostor v buněčné lumen je tedy uzpůsoben pro tok floémové mízy (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Sítkové buňky jsou většinou funkční po dobu jednoho vegetačního období. Koncem vegetační doby se sítko začíná ucpávat kalózou (polysacharid β -1-3-glukan) (Kubát 2003; Vinter a Sedlářová 2004).

5.2.2 Komunikace sítkových buněk

U sítkových buněk se nachází dva typy mezibuněčné komunikace. Jelikož se perforace nachází na koncových stěnách i bočních stěnách buněk, může buňka komunikovat s okolními buňkami téměř celým svým povrchem. Jeden typ mezibuněčné komunikace zprostředkovávají sítkové destičky, které se nachází v koncových stěnách sítkových

buněk. Druhý typ mezibuněčné komunikace zprostředkovávají sítkové plochy, které se nachází naopak v bočních stěnách sítkových buněk. Obě tyto výše zmíněné struktury obsahují sítkové póry (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

Sítkové póry vznikají modifikací a přeměnou plasmodesmat. Zralé sítkové destičky i sítkové plochy pak obsahují i plasmodesmata i již modifikované sítkové póry. Tyto útvary jsou od buněčné stěny odděleny plazmatickou membránou. Plazmatická membrána je tvoří souvislou vrstvu mezi jednotlivými sítkovými elementy, Zajišťuje tak neustálou kontinuitu mezi jednotlivými buňkami (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

5.2.3 Kalóza

K jednomu z mnoha způsobů obrany před ztrátami asimilátů a poškozením floémového toku slouží polysacharid kalóza. Tento polysacharid je syntetizován specifickým enzymem v plazmatické membráně. Nachází se ve vrstvě mezi plazmatickou membránou a buněčnou stěnou. Mechanismus jeho produkce je spuštěn v případě mechanického poškození sítkových buněk, v případě vysoké teploty či v souvislosti s přechodem dřeviny do dormantního stavu (Lazar 2003). Kalóza se ukládá především okolo plasmodesmat (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Efektivně ohraničuje a odděluje poraněné sítkové buňky od okolního neporušeného prostoru a následně v případě regenerace poškození začíná kalóza z pórů mizet (Lazar 2003).

5.2.4 P-proteiny

V sítkových buňkách se dále objevují i speciální P-proteiny („Phloem-Proteins“) (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Kromě složky bílkovinné byla u P-proteinů prokázána také přítomnost lipidů a ribonukleové kyseliny (Cronshaw, Sabnis 1990). P-proteiny se v rostlinných organismech vyskytují ve formách tubulárních, fibrilárních, granulárních či krystalických (Lazar 2003). Tyto proteiny slouží k ochraně a prevenci před ztrátami asimilátů při perforaci, nebo poranění floému nejčastěji v souvislosti s hmyzem živícím se floémovou mizou. Vlákna P-proteinů jsou rozmístěna po obvodu zralé buňky, ale zasahují i do vnitřního lumen buňky. Produkce P-proteinu se spouští právě ve chvíli poranění floému. V místě perforace vznikají tzv. slizové zátky. Pomocí hydrostatického tlaku floémové mízy se P-protein uvolňuje a hromadí v síťových pórech, blokuje tak další ztráty asimilátů (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Pro každý druh rostliny je struktura

P- proteinu specifická. V raných stádiích vývoje sítkových buněk dochází k hromadění a zvětšování P-proteinových tělísek (Cronshaw, Sabnis 1990). V raném stádiu mají proteinová tělíska kulovitý, vřetenovitý, či zkroucený tvar (Lazar 2003). Následně se specificky rozptýlí po cytoplazmě v době, kdy sítkové buňky začínají zrát a ztrácí jednotlivé organely včetně jádra (Cronshaw, Sabnis 1990).

5.2.5 Podpůrné buňky

Podpůrné buňky tvoří nedílnou součást sítkových buněk (Lazar 2003). Tato živá tenkostěnná buňka má protáhlý tvar podél sítkové buňky (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018; Kubát 2003). Na rozdíl od sítkových buněk obsahují zralé podpůrné buňky veškeré organely, jako jsou mitochondrie, ribozomy, aktivní protoplast, hustá cytoplazma, či velké jádro (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018; Novák a Skalický 2008). Jádro podpůrné buňky ovlivňuje aktivitu a život buňky sítkové (Kubát 2003). Sítková buňka je propojena s jednou či i více průvodními buňkami. Těsné propojení a komunikaci mezi těmito dvěma typy buněk zajišťují četná plasmodesmata. Díky nim může probíhat efektivní výměna látek a komunikace. Na straně podpůrných buněk jsou plasmodesmata rozvětvenější (Lazar 2003). Obě propojené buňky mají stejný původ. Z jedné mateřské buňky obě vznikají podélným dělením floému (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018; Oparka a Turgeon 1999).

I podpůrné buňky se podle struktury a organel dělí na základní průvodní buňky, přenosové buňky a intermediární buňky. Základní buňky obsahují málo plasmodesmat a čteně vyvinuté thylakoidy, symplast mají izolovaný. Přenosové buňky mají prstovitě rozšířenou buněčnou stěnu. Tato speciální struktura umožňuje zvětšení komunikačního povrchu. Intermediární buňky neobsahují plně vyvinuté vakuoly, za to obsahují četné množství menších vakuol (Lazar 2003).

Podpůrné buňky vytváří metabolickou podporu a ochranu sítkových buněk. Jsou zodpovědné zejména za syntézu bílkovin (Lazar 2003). Transportují potřebné molekuly a produkty fotosyntézy z listového mezofylu do sítkových buněk v žilnatině listu (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018; Lazar 2003). Mimo jiné dodávají mitochondrie podpůrných buněk sítkovým buňkám energii ve formě ATP a přenáší cukry z apoplastu do symplastu z listového mezofylu do sítkových elementů (Lazar 2003).

5.2.5.1 Komplex sítková buňka – podpůrná buňka

Jak bylo již řečeno, sítkové buňky a podpůrné buňky jsou v neustálé kooperaci. Jedna bez druhé by nemohla správně fungovat ani existovat. Existence obou typů těchto buněk je nesmírně nepostradatelná ve floémovém transportu asimilátů, cukrů, vody, živin, či jiných cizorodých makromolekul.

5.2.6 Floémový (lýkový) parenchym

Floémový (lýkový) parenchym má podobnou stavbu i funkci jako xylémový parenchym (Kubát 2003). Mezi buňky floémového parenchymu se někdy řadí i již zmíněné podpůrné buňky, buňky bílkovinné, či dokonce i elementy sítkových buněk (Novák a Skalický 2008). Kromě těchto buněk jsou i anatomicky nesespecifikovatelné buňky, kterých je velký počet. Tyto buňky obsahují různé látky, jako například škrob, taniny, či oleje (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018; Novák a Skalický 2008). Buňky sekundárního floému se v dřevině nachází ve dvou formách, konkrétně jako lýkový parenchym (vertikální směr) a parenchym paprsků (horizontální směr) (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

Funkcí sekundárního floémového parenchymu je celá řada. Především je třeba zmínit radiální translokaci, skladování a ukládání škrobu, tříslovin či olejů v axiálním i radiálním směru (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Dále má sekundární floémový parenchym schopnost ukládat i sacharidy ve formě rozpustných cukrů, škrobu, či lipidů (Kempers, Ammerlaan, a van Bel 1998). Floémový parenchym také rozvádí asimiláty ve vodorovném směru (Kubát 2003). V případě nedostatečně zásobeného xylému spolu může floémový a xylémový parenchym komunikovat. V období vysokých transpiračních nároků dřeviny může být voda z floémového parenchymu recirkulována do xylémového parenchymu (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

5.2.7 Sklerenchymatická (lýková) vlákna

Posledním typem buněk v komplexu floému jsou sklerenchymatická (lýková) vlákna. Jde o útvary stavebně velice podobné výše zmíněným buňkám floémového parenchymu (Kubát 2003). Nachází se jak v primárním, tak v sekundárním floému na jeho vnější straně (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Jde o buňky různé povahy, mohou být lignifikované, přehrádkované i nepřehrádkované, živé, v dospělosti i neživé. Živé buňky

sklerenchymatických (lýkových) vláken mají funkci zásobní, podobně jako je tomu u buněk xylému (Novák a Skalický 2008). Obecně mají buňky sklerenchymatických vláken funkci podpůrnou a ochrannou. Ochránují především komplex jemné sítkové buňky – podpůrné buňky (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

5.2.8 Asimilační proud

Nejpodstatnější úlohou floému je tzv. translokace, kterou rozumíme dálkový transport cukrů i dalších produktů fotosyntézy z listů (source) do míst potřeby (sink) (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Místem potřeby bývají kořeny, reprodukční struktury (květy, plody, semena), meristémy, či mladé listy (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Rychlost asimilačního proudu je u krytosemenných rostlin v rozmezí 0,5-1 m/hod. (Vinter a Sedlářová 2004).

Přenášený vodný roztok se nazývá floémová míza, jehož součástí jsou především cukry, dále pak minerální látky a rozpuštěné ionty. Nejčastěji se ve floémové míze přenáší sacharóza (disacharid), ale dle druhu rostliny se dále v nižším měřítku může přenášet také rafinóza (trisacharid), či stachyóza (tetrasacharid). To, že hlavní přenášenou látkou je právě cukr, má své logické opodstatnění, jelikož právě cukry jsou schopny ukládat důležitý uhlík, díky němuž poté rostliny dýchají, a jsou schopny měnit osmolaritu floémové mízy. Právě díky změnám osmolarity může docházet k efektivnímu floémovému transportu (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018).

První zmínky o asimilačním proudu podal rostlinný fyziolog Ernst Münch. Mechanismus floémové translokace popisuje Münchova hypotéza floémového toku z roku 1926. Na počátku stojí floémová míza s cukry. Ty mají schopnost měnit tlakový gradient v systému (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Produkce osmoticky aktivních asimilátů do buněk mezofylu v listech nejprve způsobí zvýšení tlaku (tzv. turgoru) (Vinter a Sedlářová 2004). Nasátím vody z xylémových pletiv se zvyšuje tlak uvnitř sítkových buněk. Stlačená floémová míza se pod tlakem dále vytlačuje směrem k sítkovým pletivům. U míst potřeby (sink) se cukr degraduje. Cukr se buď využívá pro potřeby dýchání, či se štěpí a ukládá ve formě škrobu do amyloplastů. (Cragg, Lyons-Sobaski, a Wise 2018). Přebytečná voda zde odstupuje do xylémového systému, tím se opět snižuje i osmolarita a celý cyklus se uzavírá (Vinter a Sedlářová 2004).

Praktická část

6 Metodika zpracování

6.1 Charakteristika lokality

Veškeré pozorované vzorky pocházely z ovocných sadů, které náleží Výzkumnému a šlechtitelskému ústavu ovocnářskému v Holovousích okresu Jičín v Královéhradeckém kraji. Jde o výzkumný ústav s již více jak sedmdesátiletou tradicí, který se jako jediný svého druhu zabývá výzkumem a produkcí téměř všech ovocných dřevin mírného pásma. Ústav se zaměřuje především na výzkum a vývoj ovocných dřevin (VŠÚO 2022). Ústav se nachází v nadmořské výšce 306 m.n.m s roční průměrnou teplotou 10,4 °C (ČHMÚ 2022).

6.2 Charakteristika vzorků dřevin

Předmětem našeho pozorování byly celkem čtyři druhy dřevin, a to dva druhy jaderovin (hrušeň a jabloň) a dva druhy peckovin (meruňka a slivoň). Přehled jednotlivých pozorovaných druhů ovocných dřevin včetně odrůdy a podnože je vyobrazen v tabulce (Tab. 1). Hrušeň obecná (*Pyrus communis* L.), přesněji zimní odrůda 'Lucasova' na podnoži S1 s plodem středně velkým a zralostí okolo listopadu. Jabloň (*Malus × domestica* Borkh.), přesněji odrůda 'Galaval' na slabě rostoucí podnoži Pajam 1 je vzrůstově nižším a kompaktním druhem dřeviny. Meruňka (*Prunus armeniaca*), konkrétně odrůda 'Goldrich' na podnoži MY-KL-A je středně zrající odrůdou s dobrou plodností a jakostí plodů. Slivoň (*Prunus domestica* L.), konkrétně odrůda 'Toptaste' se vyznačuje středním až bujným vzrůstem a velkými plody. Tato odrůda je na podnoži Wavit, která se hodí do bohatých půd s možností závlahy.

druh	odrůda	podnož
Hrušeň obecná (<i>Pyrus communis</i> L.)	'Lucasova'	S1
Jabloň (<i>Malus × domestica</i> Borkh.)	'Galaval'	Pajam 1
Meruňka (<i>Prunus armeniaca</i>)	'Goldrich'	MY-KL-A
Slivoň (<i>Prunus domestica</i> L.)	'Toptaste'	Wavit

Tabulka 1: Přehled odrůd a podnoží pozorovaných druhů ovocných dřevin (zdroj Hostinská K., 2023)

6.3 Fenologické pozorování

Nástup klíčových fenofází byl u všech čtyřech druhů ovocných dřevin zaznamenáván v průběhu vegetační sezóny (březen–srpen) 2022. Bylo vybráno 13 fenofází ve 3 hlavních růstových fázích dle Meier *et al.* (2003). Mezi nejzásadnější se řadí BBCH 10 (fáze myšího ouška), BBCH 19 (plně vyvinutá listová plocha), BBCH 31 (počátek růstu letorostů), BBCH 65 (fáze plného kvetení) a BBCH 99 (sklizňová zralost). Jejich přehledný popis s daty počátku fenofází je vyobrazen ve výsledcích (Tab 2).

6.4 Odběr rostlinného materiálu

Odběr materiálu probíhal v měsících říjen až listopad roku 2021. Od každého druhu dřeviny bylo vybráno šest vzorových jedinců, celkem bylo pozorováno 24 jedinců. Vzoroví jedinci byli označeni dle druhu dřeviny s číslem od 1 do 6. Po označení pozorovaných dřevin byly nejprve odebrány letorosty jednoduchým odříznutím zahradnickými nůžkami zhruba v délce 40 cm, poté označeny jako vzorky S1-S6 a vloženy do nadepsaných sáčků dle druhu dřeviny. Následně probíhal odběr kořenových vzorků. Po vyhloubení jámy v oblasti kořenového systému byl zahradnickými nůžkami uštípnut vzorek kořene. Odebírány byly kořeny hlavní o přibližně stejném průměru cca 2 cm. Takto získané vzorky byly označeny R1-R6 a vloženy do nadepsaných sáčků dle druhu dřeviny. Takto připravené vzorky byly umístěny do mrazáku v laboratorní místnosti a připraveny pro pozdější použití.

6.5 Příprava řezů

Nejprve se pracovalo s připravenými vzorky letorostů. Části letorostů se nejprve nůžkami zastříhly do stejné délky 25 cm od apexu. Části vzorků kořenů se nejprve zahradnickými nůžkami také zastříhly do podobně stejné délky, z důvodu náročnějšího odběru kořenových vzorků se následný rostlinný materiál zarovnával v místě absence postranních kořenů a neporušené vrchní vrstvy rhizodermis. Žiletkou se plochy zarovnávaly do roviny. Vzniklé asi 2 cm segmenty letorostů a kořenů se následně vkládaly do sáňkového mikrotomu (GSL1, Švýcarsko) a řezaly na tloušťku 40 μ m. K lepší manipulaci

se vzorky na mikrotomu posloužil štětec namočený do destilované vody. Vzniklé řezy se následně pomocí štětce přenášely neprodleně do destilované vody, aby se zabránilo vyschnutí a narušení vnitřních struktur. Připraveny byly vždy 3 řezy každého vzorku.

6.6 Příprava trvalých preparátů

6.6.1 Příprava barvicího roztoku

Pro barvení vzorků byla použita směs roztoků safraninu a alcianové modři. Tento roztok vznikl smícháním 0,35 g safraninu ve 35 ml 50% EtOH a 0,65 g alcianové modři v 65 ml destilované vody.

6.6.2 Barvení preparátu

Vzorek se nejprve 2 minuty barvil v připravené safranin-alcianové modři. Dle intenzity barevnosti vzorku se interval mohl zkrátit, jestliže k úplnému zbarvení došlo dříve. Následně se vzorky vymývaly ve dvou nádobách s destilovanou vodou, aby se dosáhlo co nejúčinnějšího vymytí přebytečného barviva. K manipulaci s řezy mezi nádobami sloužila preparační jehla, či pinzeta. Se vzorky se muselo zacházet opatrně, aby nedošlo k poškození vnitřních struktur a výsledný barvený preparát plnil svoji funkci. Následně se vzorky promývaly v ethanolové řadě dle vzestupného procenta ethanolu, aby se zabránilo přenosu vody do výsledného trvalého preparátu. Vždy po 2 minutách se řezy postupně vymývaly nejprve v 50% EtOH, 75% EtOH, 96% EtOH a 100% EtOH. V poslední fázi se řezy vkládaly na 2 minuty do roztoku Neo Clear®.

6.6.3 Fixace trvalého preparátu

Obarvené řezy se musely pečlivě vysušit od Neo Clear. Následně se pomocí pinzety vkládaly na čisté podložní sklo označené příslušným popiskem a zafixovaly kapkou uzavíracího média Neo Mount. Takto připravený vzorek byl přiklopen čistým krycím sklíčkem tak, aby se minimalizoval vznik vzduchových bublin. Při vzniku bublin se mohou eliminovat pomocí opatrného zatlačení na krycí sklíčko pinzetou. Takto připravený fixovaný preparát byl ponechán k zaschnutí v laboratorní teplotě a vložen do složky pro pozdější použití.

6.7 Analýza řezů

6.7.1 Mikroskopování

Vzniklé fixované trvalé preparáty bylo zapotřebí pozorovat za použití digitálního mikroskopu (Keyence VHX-7000, Japonsko). Na tomto mikroskopu se vzniklé řezy jak letorostů, tak kořenů nafotily nejprve v plné velikosti při zvětšení X40-X30. Dále se řezy nafotily při detailním zvětšení X150-X48 tak, aby byl zřetelný axiální i radiální parenchym, se kterým se bude nadále pracovat. Veškeré vzniklé fotografie řezů se rozdělily dle typu na řezy celkového zvětšení a řezy detailního zvětšení. Dále se fotografie dělily a popsaly dle druhu ovocné dřeviny a dle vzorku letorostu, či kořene.

6.7.2 Měření ploch řezů

Následná analýza zhotovených fotografií řezů probíhala v programu ImageJ. Nejprve bylo zapotřebí nastavit stejné měřítko pro všechny řezy, abychom předešli jakémukoliv zkreslení velikostí ploch. Následně se pomocí funkce „polygon selection“ obtáhl potřebný úsek celkového řezu. Takto byla získána data ploch, která se následně zanesla do tabulky programu Microsoft Excel. Postupně byla vygenerována data ploch dřevě, xylému a kůry u vzorků letorostů a data ploch xylému a kůry u vzorků kořenů vybraných ovocných dřevin.

6.7.3 Úprava fotografií řezů

Fotografie detailního zobrazení úseku řezu se následně upravovaly v programu GIMP (GNU Image Manipulation Program). Jde o program na úpravu fotografií využívaný například grafiky. Fotografie detailních řezů se postupně vkládaly, pomocí funkce „laso“ se označila určitá výseč řezu a následně pomocí připojeného tabletu a pera se na vzniklém výseku označil radiální parenchym zelenou barvou a axiální parenchym barvou červenou. Celkem bylo tímto způsobem upraveno 48 snímků (24 snímků letorostů a 24 snímků kořenů). Takto upravené snímky byly připraveny na následné zhodnocení procentuálního zastoupení radiálního a axiálního parenchymu v xylému, které bylo provedeno za asistence školitelky RNDr. Lenky Plavcové, Ph.D. v programovacím jazyce R.

7 Výsledky

7.1 Pozorování jarní fenologie

Veškerá pozorování jarní fenologie určená k následnému rozboru byla zanášena do tabulek dle data a podmínek. Jejich podrobný přehled je vyobrazen v tabulce (Tab. 2). Jednotlivé fenofáze dle druhu ovocné dřeviny byly pozorovány a vyhodnocovány dle tzv. BBCH růstových fází Meier *et al.* (2003). Tyto fenologické fáze jsou podrobněji dle typu rostlinného orgánu rozděleny do několika růstových fází (tzv. „Principal growth stages“ – PGS). Největší pozornost byla věnována hlavní růstové fázi 1 (vývoj listů), hlavní růstové fázi 3 (vývoj letorostů) a hlavní růstové fázi 5 (vývoj květů).

PGS 1- VÝVOJ LISTŮ	popis fenofáze	druh dřeviny			
		Hrušeň	Jabloň	Meruňka	Slivoň
BBCH 10	myší ouško/vývin prvních listů	26.03.	26.03.	30.03.	21.04.
BBCH 11	první listy rozvinuty	21.04.	08.04.	21.04.	28.04.
BBCH 15	více listů rozvinuto	30.04.	28.04.	X	X
BBCH 19	první listy plně vyvinuty	04.05.	15.05.	05.05.	06.05.
PGS 3 - VÝVOJ LETOROSTŮ					
BBCH 31	počátek růstu letorostů	28.04.	28.04.	28.04.	05.05.
BBCH 32	letorosty 20% délka	05.05.	05.05.	05.05.	13.05.
BBCH 33	letorosty 30% délka	15.05.	18.05.	15.05.	20.05.
BBCH 39	letorosty 90% délka	19.07.	12.07.	19.07.	19.07.
PGS 5 - VÝVOJ KVĚTŮ					
BBCH 10	prvotní rašení pupenů (myší ouško)	26.3.	26.3.	1.4.	23.3.
BBCH 57/59	květní pupeny nafouklé (pupeny těsně před	28.4.	21.4.	21.4.	30.3.
BBCH 65	plné kvetení	6.5.	28.4.	30.4.	8.4.
BBCH 69	konec kvetení (všechny okvětní plátky opad	15.5.	3.5.	7.5.	18.4.
BBCH 99	sklizeň plodů	říjen	říjen	září	červenec

Tabulka 2: Přehled stěžejních fenofází vybraných druhů dřevin s daty uskutečnění (rok 2022)

7.1.1 Jádroviny

Po ukončení dormantního stavu dřeviny na počátku pozorování (konec března 2022) bylo viditelné, že jádroviny (hrušeň, jabloň) se vyvíjely ze smíšených pupenů (květní i listové). Vegetativní (listy) a generativní (květy) orgány se tedy vyvíjely téměř současně. Ke konci března byla viditelná fáze myšího ouška (BBCH 10), zelené lístky se od sebe již začínaly charakteristicky oddělovat a vyrážely cca 1 cm nad šupiny pupenů (Obr. 1). Pro jarní fenologii jádrovin bylo dále typické dřívější rašení pupenů na starších letorostech směrem ke kmenu, naopak na novějších letorostech, které se nacházejí nejdále od kmenu, byl vývoj

opožďen. Tento jev souvisel s přísunem vody, minerálů, živin, či cukrů, které se dříve transportují do blízkosti kmene než do nejnovějších přírůstků letorostů.

U jádrovin probíhal celkový vývoj pomaleji. V průběhu dubna se listy stále vyvíjely, místy byly stále obaleny šupinami. Na konci dubna se u hrušní a jabloní již začínaly rozvíjet květy ze smíšených pupenů. Spolu s květy zároveň pokračuje růst listové plochy. U jádrovin byla v rané fázi květu převaha listové plochy, kdy list přecházel z fáze mladého listu do fáze zeleného listu. Uprostřed listové plochy docházelo k vývoji květů, které vyrůstaly v květenství po čtyřech až pěti květech, nikoliv po jednom. Na počátku července se uskutečňovalo ukončení vegetativního růstu letorostů. V půlce července začínaly prorůstat pupeny, dále na podzim docházelo ke sklizňové zralosti.



Obrázek 1: Fáze myšího ouška (BBCH 10) dle Meier et al. 2003 (zdroj: Hostinská K., 2022)

7.1.2 Peckoviny

Na počátku pozorování jarní fenologie (konec března 2022) se vývoj peckovin výrazně lišil od vývoje jádrovin. Pupy vegetativních orgánů (listové) se morfologicky odlišovaly od pupenů generativních orgánů (květy). Listové pupeny byly špičatější, květní byly naopak zaoblenější kvůli kulatě zakončenému konci květních plátků. Listová plocha se obecně zakládala až po rozvinutí květů (Obr. 2).

Na konci března byla u meruněk již viditelná koruna (fáze růžového květu), listové pupeny byly ještě obaleny šupinami. Na počátku dubna bylo již více jak 50 % květní plochy dřeviny ve fázi plného kvetení. Dřevina se nacházela na pomezí fáze nafouknutého balonu a fáze plného kvetení. U fáze nafouknutého balonu (BBCH 59) tvořily okvětní lístky dutou

kouli, dotýkaly se pouze svými vrcholy. U fáze plného kvetení se květní plocha rozevírala, kališní lístky byly otočeny směrem dolů (BBCH 65). Okolo počátku dubna 2022 došlo k rapidnímu poklesu denních teplot na cca 6 °C, noční teploty dosahovaly pod bod mrazu. U meruněk mělo toto ochlazení nejzásadnější vliv na vývoj květů a později i plodů, jelikož u nich docházelo k fázi plného kvetení nejdříve ze všech pozorovaných ovocných dřevin. Čím byl v tomto období květ odhalenější a rozvinutější a nebyl již chráněn šupinami, tím byl náchylnější k umrznutí. Takové následky byly viditelné i pouhým okem. Na květech se tvořily lesklé hnědé povlaky, které značily mechanické poškození. Tento jev mohl mít pozdější vliv na kvalitu vyvíjejícího se plodu, či jeho deformace a vady (vrásčitost apod.). K odkvětu u meruněk docházelo okolo půlky dubna, tehdy se naplno rozvíjela listová plocha. Pouze koncové části mladších letorostů byly ještě ve fázi plného květu, jelikož u nich, podobně jako u jádřovin, docházelo k opožděnému vývoji. Na konci dubna již probíhal postupný vývoj nových letorostů. V půlce července docházelo k počátku tvorby pupene a dřevina dosahovala plné zralosti plodu.

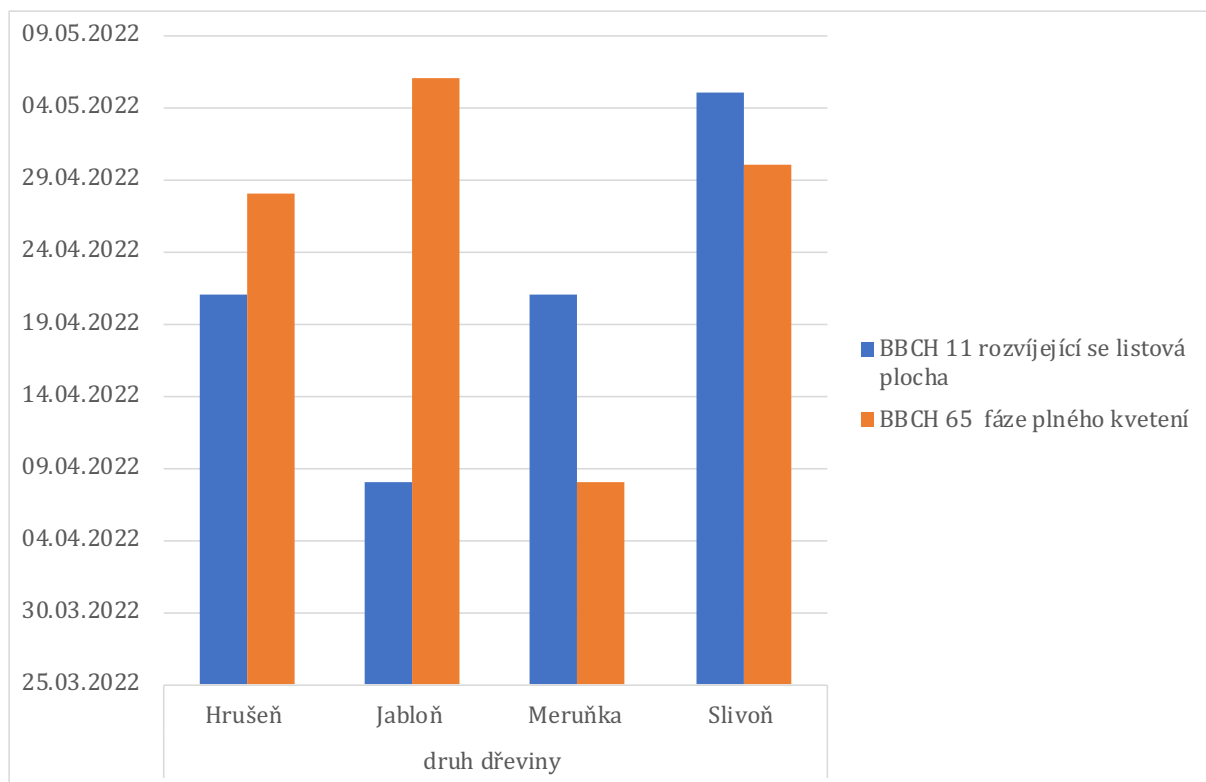
Slivoně se začínaly vyvíjet až podstatně déle. Až zhruba do půlky dubna byly listové i květní pupeny stále částečně překryty šupinami. Opět docházelo k častějšímu vývoji květních pupenů oproti listovým. Květy se začínaly pospolitě rozvíjet po dvou až třech z jednoho pupenu. Na konci dubna se začínala plně rozvíjet květní plocha a současně docházelo k nárůstu letorostů. Počátkem května probíhal odkvět a začínala se plně vyvíjet listová plocha. Na konci srpna dosáhli slivoně sklizňové zralosti.



Obrázek 2: Porovnání nástupu fáze kvetení (BBCH 65) a nástupu fáze listové plochy (BBCH 11) s důrazem na rozdíly mezi jádroviny a peckoviny (zdroj: Hostinská K., 2022)

7.1.3 Fáze plného kvetení a rozvoj listové plochy

Hlavním úkolem bylo porovnání vztahu listové plochy a kvetení u jednotlivých druhů ovocných dřevin a jejich rozdíly. Jejich porovnání je dobře čitelné z grafu (Graf 1). Zde je viditelný zásadní rozdíl mezi vývojem u jádroviny a peckoviny. U jádroviny (hrušeň, jabloň) se výrazně dříve zakládala listová plocha (BBCH 11), než se rozvíjela fáze plného kvetení (BBCH 65). U jabloňe se listová plocha zakládala nejdříve (počátek dubna), u hrušně až po půlce dubna. Naopak tomu bylo u druhů peckoviny. Nejdříve se zakládala květní plocha u meruňek (začátek dubna), u slivoní až koncem dubna. Výrazně dříve však došlo k založení fáze plného kvetení, než došlo k nástupu rozvoje listové plochy. Očekává se, že peckoviny budou tedy více závislé na zásobních látkách a budou obsahovat více dřevního parenchymu, ve kterých je mnoho zásobních látek uloženo.

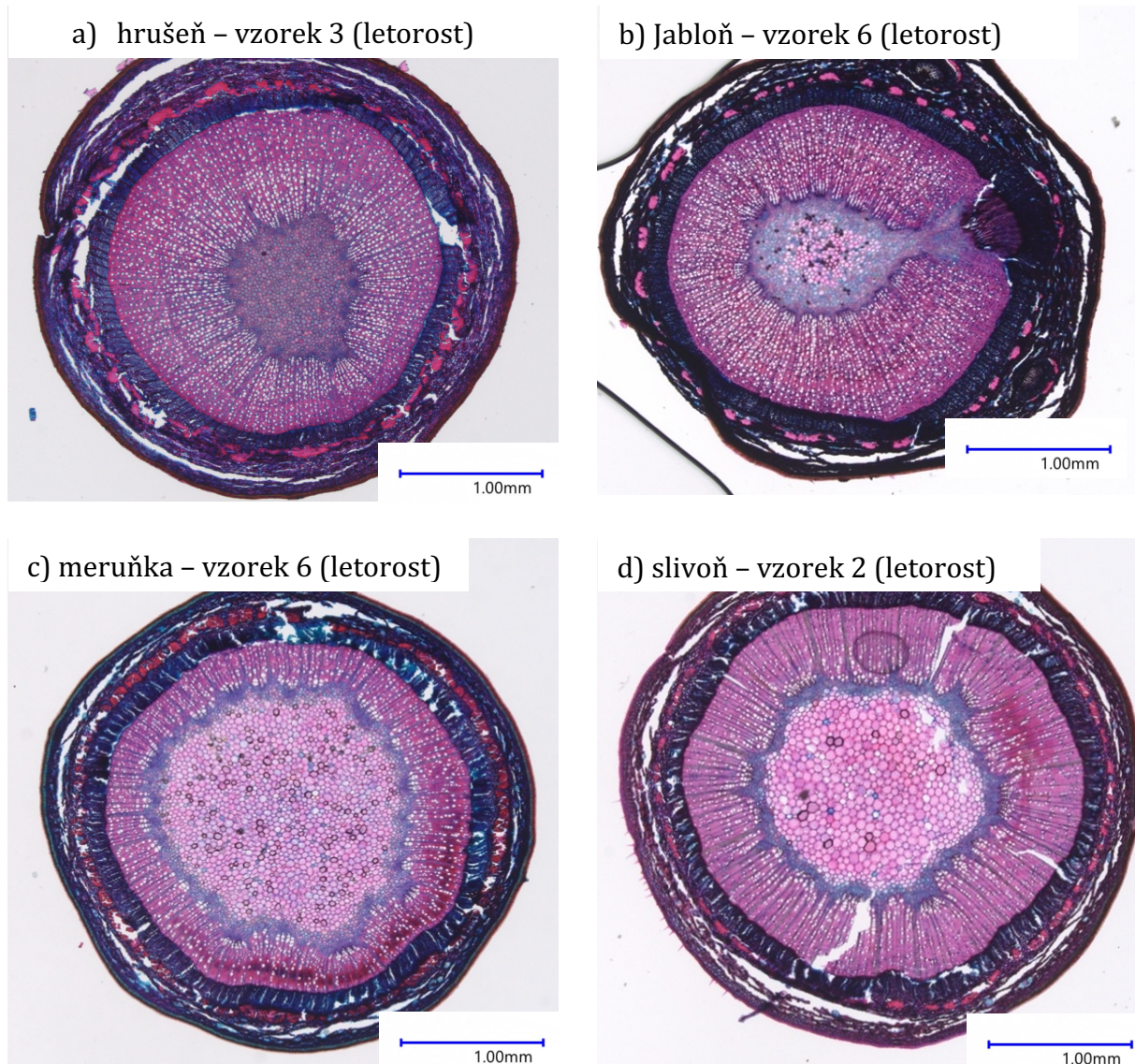


Graf 1: Srovnání nástupu fáze kvetení a fáze olistění u vybraných druhů dřevin v průběhu pozorování jarní fenologie

7.2 Zastoupení dřene u letorostů vybraných druhů dřevin

Jednotlivé příčné řezy letorostů vybraných dřevin byly vedeny kolmo na osu letorostu. Veškeré elementy, které vzniklé řezy letorostů obsahují, byly viditelné. Na první pohled je zřejmé, že jednotlivé řezy jádrovín (hrušeň, jabloň) a peckovin (meruňka, slivoň) se od sebe odlišují.

V prvním kritériu se výrazně odlišuje zastoupení dřene jádrovín a peckovin. Dřeň je nejcentrálnější část letorostu dřeviny. Je tvořena řídkým parenchymatickým pletivem a má odlišnou barvu i strukturu. S dalšími strukturami je propojena dřeňovými paprsky, které vedou produkty fotosyntézy z lýka do dřeva. Pro ilustrativní představu rozdílu zastoupení dřene bylo vybráno vždy po jednom vzorku ze šesti možných od každého druhu dřeviny. Všechny snímky byly shodně pořízeny v celkovém zvětšení mikroskopu (13x). Na následujících snímcích řezů lze vyzorovat markantní rozdíl zastoupení dřene u meruňky, kde bylo zastoupení dřene vůbec nejvyšší. Nižší zastoupení bylo pozorováno u druhu slivoň. Téměř shodně s nejnižším zastoupením dřene byly určeny druhy jádrovín, tedy hrušeň a jabloň.



Obrázek 3: Celkové příčné řezy vybraných druhů dřevin (zvětšení 13x), zdroj: K. Hostinská, 2022

7.3 Zastoupení xylému u letorostů vybraných druhů dřevin

Dalším sledovaným parametrem bylo zastoupení xylému u letorostů vybraných druhů dřevin. Xylémová část propojuje část dřeňovou s kůrou. Xylém je nezastupitelným pletivem v transportu vody a živin po rostlinném těle, zastává však též funkci mechanickou, či zásobní.

Zastoupení xylému výrazně souvisí se zastoupením výše zmíněné dřeň. Čím je více zastoupena dřeň, o to méně by se měl v řezu letorostu vyskytovat xylém, jelikož dřeň zaujímá více prostoru. Jak je patrné z obrázku, (Obr. 3) zastoupení xylému u meruňky je

vůbec nejnižší, jelikož většinu vnitřního prostoru letorostu meruňky zaujímá právě dřev. Téměř podobně vyšší zastoupení bylo pozorováno u jádrovin (hrušeň, jabloň). Naopak zastoupení xylému u druhu slivoň je nejvyšší, i když na první pohled není tato hypotéza na obrázku řezů viditelná.

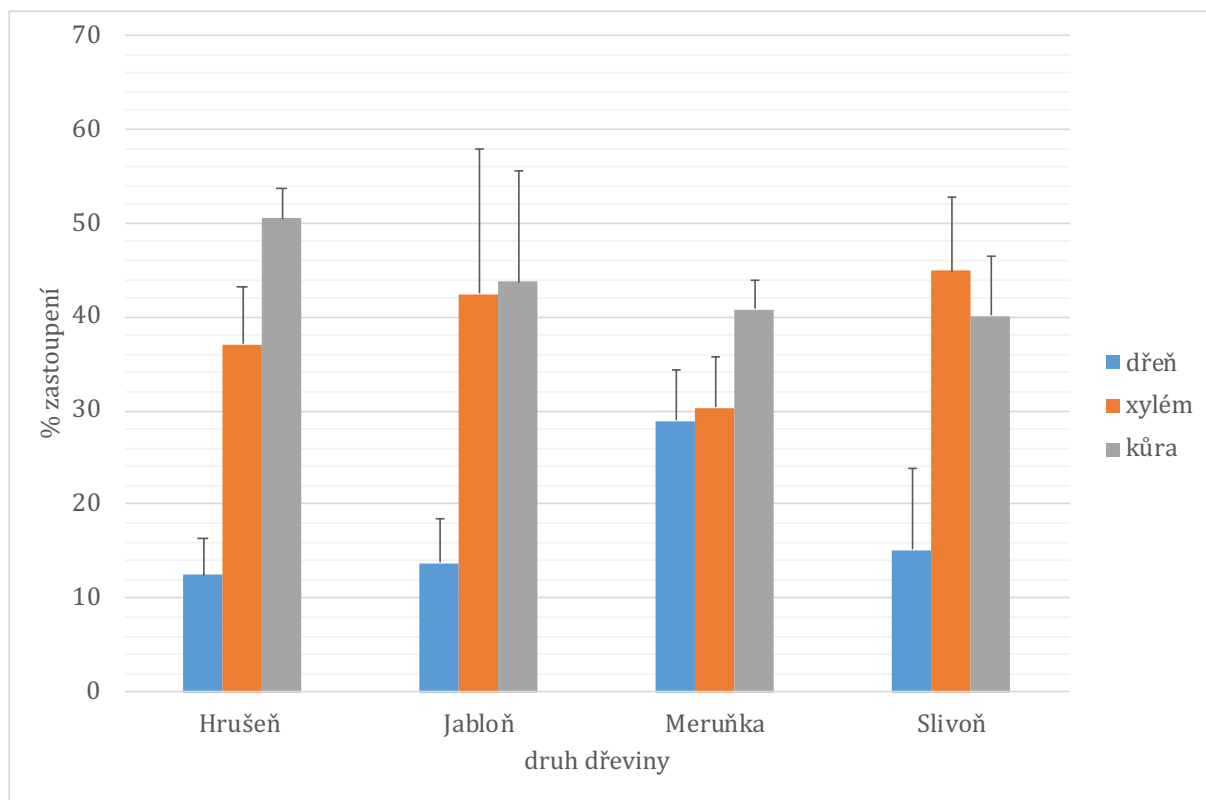
7.4 Zastoupení kůry u letorostů vybraných druhů dřevin

Posledním sledovaným parametrem u letorostů dřevin byla kůra (vrstva sestávající z borky, vnitřní kortex a sekundárního floému). Kůra má především ochrannou funkci, ale může v ní být uloženo i množství zásobních látek.

Zastoupení kůry je z obrázku (Obr. 3) špatně rozlišitelné a téměř shodné. Souvisí významně samozřejmě i s mírou mechanického opotřebení, či s nešetrným zpracováním vzorků řezů, jelikož má tendenci se jako první od řezu odlučovat. Obecně vyšší zastoupení kůry je u jádrovin (hrušeň, jabloň) oproti peckovinám (meruňka, slivoň).

7.5 Procentuální zastoupení dřev – xylém – kůra u letorostů

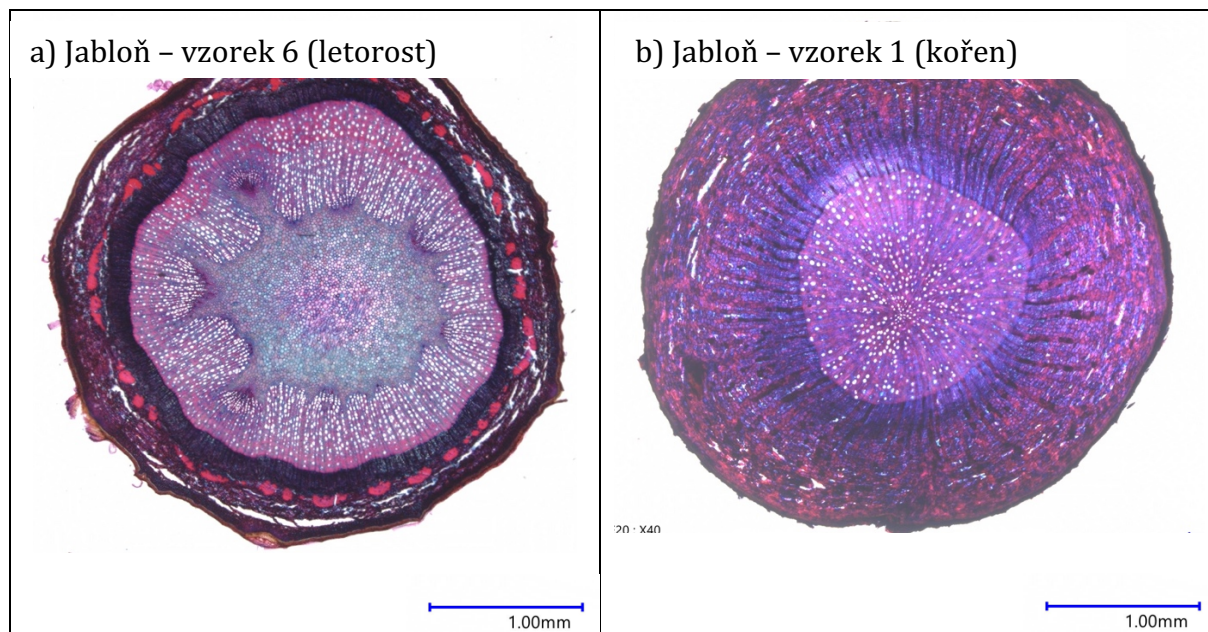
Dle vyhotovených dat vypočítaných v programu ImageJ byl sestaven graf. Vyhotovený graf (Graf 2) podporuje hypotézu, která byla předpovězena na základě snímků příčných řezů (Obrázek 3). Prvním sledovaným parametrem byla dřev. S celkovým nejvyšším, téměř 30% zastoupením byla vyhodnocena meruňka, s 15% zastoupením dřev byla vyhodnocena slivoň. Zhruba podobné nejnižší zastoupení dřev má hrušeň (12 %) a jabloň (13 %). V celkovém pohledu mají peckoviny obecně vyšší zastoupení dřevové části než jádroviny. Dalším sledovaným aspektem byla xylémová část. Dle pozorovaných řezů a vyhotoveného grafu vyšlo nejvyšší zastoupení xylému (45 %) u rodu slivoň. Nižší zastoupení xylému bylo poté určeno u rodu jabloň (42 %) a hrušeň (37 %). Nejméně xylému vyšlo dle grafu u rodu meruňka s 30% zastoupením. Obecně by měly peckoviny obsahovat vyšší procento xylému, než je tomu u jádrovin. U posledního pozorovaného parametru kůry, byl rozdíl v procentuálním zastoupení zanedbatelný. Rozdíly jsou minimální. Nejvyšší zastoupení kůry měl rod hrušeň (50 %), hned poté s nižším zastoupením byl určen rod jabloň (44 %). Téměř shodně okolo 40 % bylo zastoupení kůry určeno u rodu meruňka a slivoň. Celkově se tedy dá říct, že druhy jádrovin mají obecně vyšší zastoupení kůry oproti pozorovaným druhům peckovin.



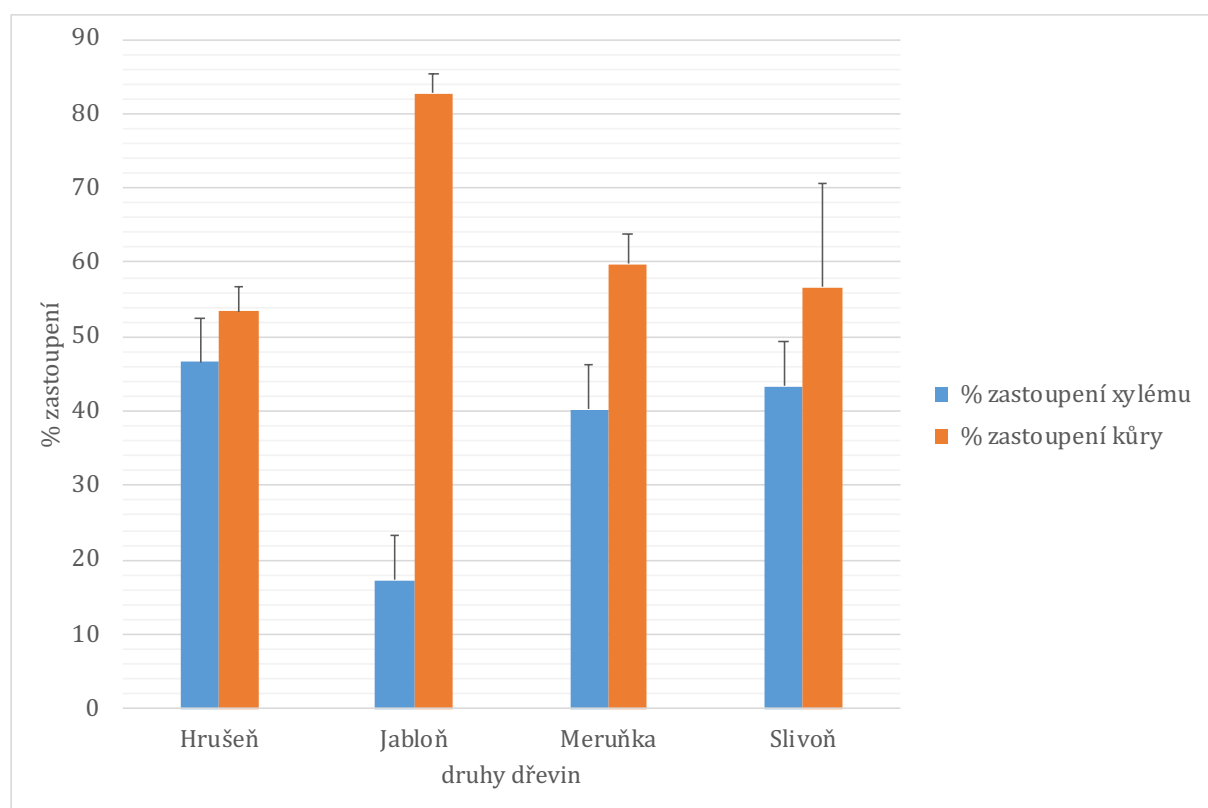
Graf 2: Procentuální zastoupení dřeviny - xylém - kůra u jednoletých letorostů vybraných druhů ovocných dřevin

7.6 Procentuální zastoupení xylém – kůra u kořenů

Podobný postup byl využit i při zjišťování dat pro zastoupení jednotlivých částí řezu kořenů jednotlivých ovocných dřevin. Hlavním rozdílem mezi pozorováním řezů letorostů a kořenů je absence dřeviny části u řezů kořenů (Obr.4b). V tomto případě je u řezů kořenů xylémová část nebo kůra ještě výrazně znatelnější a zaujímá vyšší procento celkového zastoupení. Jak je patrné ze zhotoveného grafu (Graf 3), téměř shodné nejvyšší procentuální zastoupení xylému měly řezy rodu hrušeň (47 %) a slivoň (43 %). Následoval rod meruňka se 40% zastoupením a výrazně nejméně xylému bylo zjištěno u rodu jabloň (17 %). Obecně by měly mít vyšší zastoupení xylému kořeny peckovin oproti kořenům jádřovin, což souvisí s obecným předpokladem vyššího ukládání zásobních látek v kořenech peckovin právě v xylémové části. Zastoupení kůry se o poznání lišilo. Nejvyšší procento zastoupení kůry kořenů bylo zjištěno u rodu jabloň (83 %), dále téměř shodné procento bylo zjištěno u zbývajících 3 rodů – meruňka (60 %), slivoň (57 %) a hrušeň (53 %).



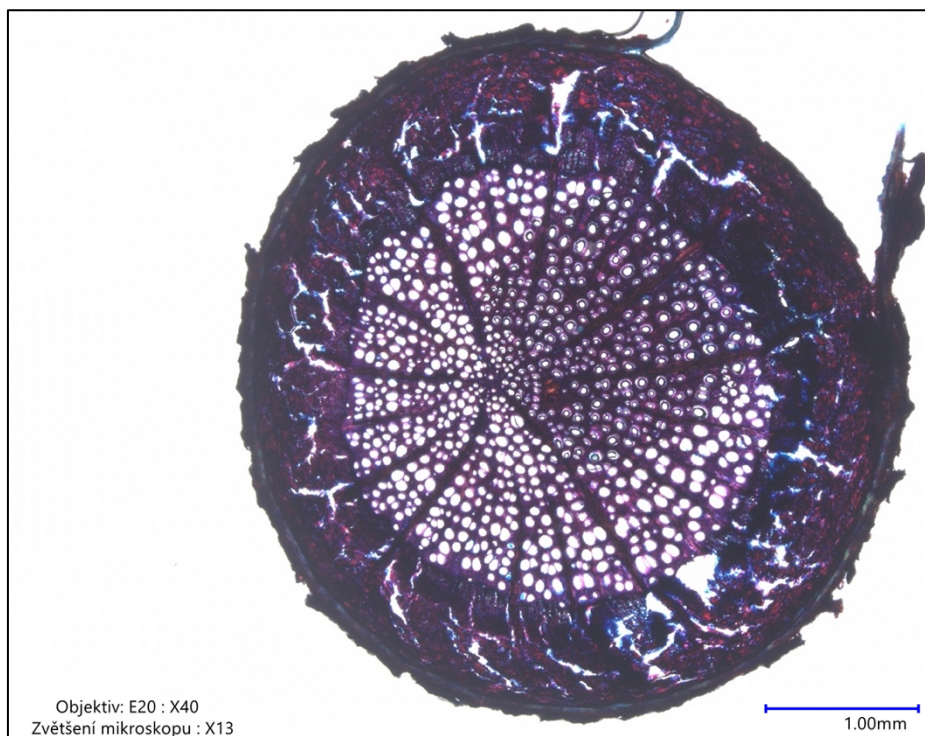
Obrázek 4: Srovnání morfologie řezu vzorku letorostu (a) a vzorku kořene (b) u druhu jabloň (zvětšeno 13x), zdroj: Hostinská K., 2022



Graf 3: Procentuální zastoupení xylému a kůry u kořenů vybraných druhů ovocných dřevin

7.6.1 Anomálie stavby xylému u kořenů vybraných dřevin

Při detailním pozorování anatomie stavby řezů kořenů byl vyzorován specifický jev především u zástupce peckovin (slivoň). U některých vzorků se středová část xylému odchylovala od centrálního středu řezu. Tento jev je patrný z ilustrativního obrázku (Obr. 5). Tento jev se vyskytoval především u vzorků kořenů, souvisí to s odlišným prostředím výskytu oproti letorostům. U kořenů častěji dochází k případné deformaci, jelikož kořeny, jako zásobní orgán, prostupují náročnějším prostředím, jako je například kamení, či horniny. Snáze se tak naruší jejich celistvost a symetrická struktura. Kořen se poté musí těmto vlivům přizpůsobit a přeměřovat tak směr růstu a potažmo i vedení zásobních látek.



Obrázek 5: Řez vzorku druhu slivoň s viditelným asymetrickým uspořádáním středové části xylému (zvětšeno 13x), zdroj: Hostinská K., 2022

7.7 Zastoupení axiálního a radiálního parenchymu

7.7.1 Zastoupení u letorostů

Kromě výše zmíněných parametrů bylo pozorováno také procentuální zastoupení axiálního a radiálního parenchymu vybraných druhů ovocných dřevin, které je dobře rozpoznatelné z tabulky (Tabulka 3). U letorostů dvou zástupců jádřovin (hrušeň, jabloň) bylo pozorováno vyšší zastoupení axiálního parenchymu, konkrétně téměř 15 % u druhu hrušeň a 13 % u druhu jabloň. Výrazně nižší zastoupení bylo vyzorováno u zástupců peckovin, konkrétně okolo 9 % u druhu meruňka a 7 % u druhu slivoň.

Zastoupení radiálního parenchymu u letorostů vybraných dřevin se téměř shoduje se zastoupením axiálního parenchymu u druhů hrušeň (14,6 %) a jabloň (16,5 %). Naopak u zástupců peckovin bylo zjištěno výrazně vyšší procentuální zastoupení radiálního parenchymu oproti parenchymu axiálnímu (meruňka – 21,4 %, slivoň – 23,5 %).

letorosty	Axiální parenchym S [%]	Radiální parenchym S [%]
Hrušeň	14,7	14,6
Jabloň	12,5	16,5
Meruňka	8,8	21,4
Slivoň	7,2	23,5

Tabulka 3: Procentuální zastoupení axiálního a radiálního parenchymu u letorostů vybraných druhů dřevin

7.7.2 Zastoupení u kořenů

Zastoupení axiálního parenchymu v řezech kořenů bylo oproti sledovaným řezům letorostů výrazně vyšší u všech sledovaných druhů. Celkové detailní procentuální zastoupení je viditelné z tabulky (Tabulka 4). Konkrétně nejvíce bylo pozorováno u druhu meruňka (50,2 %), méně u druhu slivoň (45,5 %), celkově nejméně u druhu jabloň (43,3 %) a hrušeň (41,3 %). Celkově lze tedy tvrdit, že zastoupení axiálního parenchymu je vyšší u peckovin, které mají uloženo více zásobních látek oproti jádřovinám.

Naopak radiální parenchym řezů kořenů byl zastoupen nižším procentem. Nejvíce bylo zjištěno u rodu jabloň (26,2 %), dále pak u rodu slivoň (22,5 %), méně u rodu

meruňka (20,2 %) a nejméně pak u rodu hrušeň (15,6 %). Obecně i co se týká radiálního parenchymu, u peckovin by měl být zastoupen ve vyšší míře, než je tomu u jadrovin.

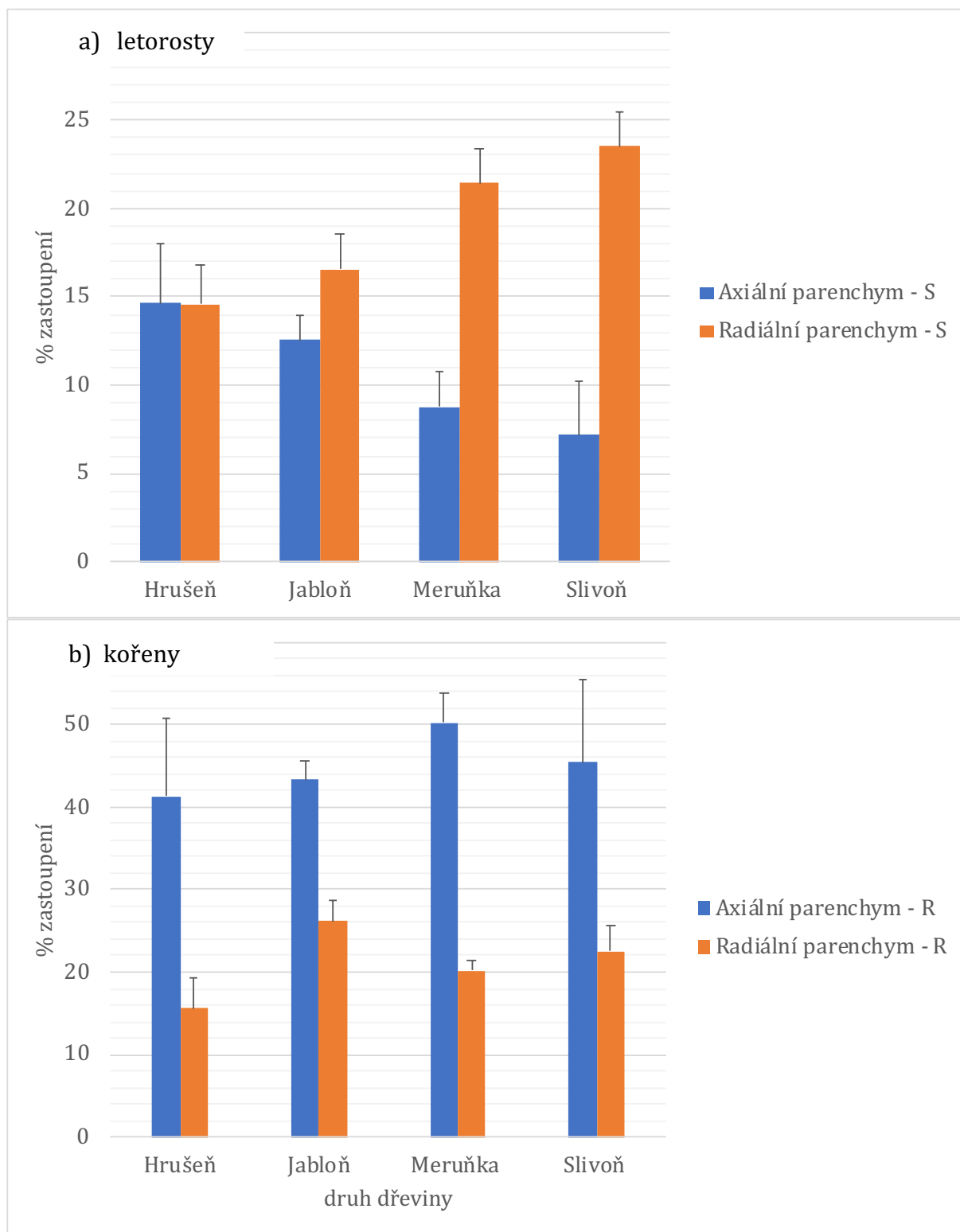
kořeny	Axiální parenchym R	Radiální parenchym R
Hrušeň	41,3	15,6
Jabloň	43,3	26,2
Meruňka	50,2	20,2
Slivoň	45,5	22,5

Tabulka 4: Procentuální zastoupení axiálního a radiálního parenchymu u kořenů vybraných druhů dřevin

7.7.3 Celkové srovnání

V příloženém grafu (Graf 4) je porovnáván celkový podíl axiálního a radiálního parenchymu u letorostů (a) a kořenů (b). Z grafu je patrné, že celkově vyšší zastoupení axiálního parenchymu je u kořenů. Tato skutečnost může souviset s hlavní zásobní funkcí axiálního parenchymu. Více tedy bude zastoupen v kořenech, které jsou hlavními zásobními orgány dřeviny.

Naopak celkově vyšší zastoupení radiálního parenchymu bylo u všech druhů dřevin v řezech letorostů oproti řezům kořenů. Tato skutečnost může souviset s hlavní funkcí radiálního parenchymu, kterou je především funkce vodivá. Radiální parenchym se tedy bude dle této skutečnosti vyskytovat v letorostech, které jsou hlavním transportérem minerálních látek, či živin v dřevině.



Graf 4: Procentuální zastoupení axiálního (AP) a radiálního parenchymu (RP) pro letorosty (S) a kořeny (R) vybraných druhů ovocných dřevin

8 Diskuse

Ve studiu ovocných dřevin a pozorování jejich sezónní proměny je důležité nahlížet na mnoho aspektů, které jsou pro studium jarní fenologie klíčové. Jedním z hlavních aspektů správného přerušení dormantního stavu je teplota. Ovocné dřeviny musí projít nejprve prvotním obdobím chladu, které je následováno obdobím zvýšení teplot, které přeruší období dormance. Tehdy se naplno projevuje aktivita meristémů, která dovolí dřevině přejít do fáze vegetativní (listová plocha), poté do fáze generativní (nasazení květů).

Ne vždy však průběh těchto dvou klíčových fází ovocných dřevin probíhá současně. Předmětem sledování byly celkem čtyři druhy ovocných dřevin, z nichž dva druhy byly zástupci jádroviny (hrušeň, jabloň), další dva druhy byly zástupci peckoviny (meruňka, slivoň). U těchto dvou typů ovocných dřevin se strategie jarní fenologie výrazně odlišuje. Pro jádroviny typicky nástup fáze plně vyvinutých listů (BBCH 11) předchází fázi plného kvetení (BBCH 65). Jádroviny tedy nejsou tak výrazně závislé na zásobních látkách, tyto látky mobilizují a využívají v asimilačních orgánech (listech), kde se dále přeměňují a využívají do míst potřeby. Tato hypotéza byla pozitivně vyhodnocena i dle Loescher *et al.* (1990), který uvádí, že přechod vegetativních fází do generativních fází souvisí s mobilizací sacharidů a nižší závislosti na nastřádaných rezervách. Cukry jsou klíčové pro obě fáze. U jádroviny se konkrétně čeká na dostatečný vývin listů, které poté převezmou funkci v produkci asimilátů. Tato hypotéza je potvrzena také dle Loescher *et al.* (1990), který uvádí, že po vývinu listové plochy nejsou již hlavním zdrojem sacharidů rezervy, ale produkty fotosyntézy z listů. Listy jsou tedy plně vyvinuty před kvetením, vývoj plodů probíhá až po plném rozvinutí listové plochy. Naopak tomu bylo u vybraných druhů peckoviny, kdy fáze plného kvetení (BBCH 65) předchází fázi plně vyvinuté listové plochy (BBCH 11). Tyto druhy dřevin jsou plně závislé na zásobních látkách, které se ukládají v dřevním parenchymu, díky nimž mohou v jarním období dříve započít fázi kvetení. Tento jev souvisí s obecně vyšším prozkoumaným zastoupením xylému, než je tomu u jádroviny. Tato hypotéza byla podložena i dle Rodrigo *et al.* (2000), který uvádí, že u rodu meruňka probíhá kvetení před rašením listů, květ se vyvíjí bez přítomnosti předem vytvořených nových asimilátů. Vývoj květů probíhá buď z předem vytvořených zásob celého orgánu, či pouze ze zásobních látek samotného vznikajícího květu.

Pro správný průběh počátku jarní fenologie je důležité, aby měla dřevina dostatečnou rezervu zásobních látek, které ji také umožní přežití zimního období, jak uvádí Loescher *et al.* (1990).

Dále byla detailně pozorována morfologie zhotovených řezů letorostů a kořenů vybraných druhů ovocných dřevin. Řezy letorostů mají obecně strukturu dělenou na tři části, a to dřeň, xylém a kůru. Oproti tomu řezy kořenů obsahují pouze dvě struktury, a to xylém a kůru. Dřeňová část se zde neuplatňuje, naproti tomu se výrazněji vyskytuje xylém s funkcí zásobní a silná vrstva kůry kvůli mechanické ochraně podzemního orgánu dřeviny a také zásobní funkcí. Množství vrstvy xylému v řezu souvisí s množstvím uložených zásobních látek. V xylému se nachází axiální a radiální parenchym, který zastává hlavní zásobní funkci. Jeho zastoupení bylo nejmarkantněji zastoupeno u rodu slivoň 45 %. Obecně vyšší procento xylému by mělo být zastoupeno u peckovin, které mají při vyšším zastoupení xylému zároveň uloženo více zásobních látek (rezerv), ze kterých čerpají při počátku jarní dormance, na rozdíl od jádrovin. Zastoupení kůry bylo u vybraných ovocných dřevin nejvariabilnějším aspektem. Dle zjištění tedy zastoupení kůry nemusí mít zásadní vliv na strategii jarní fenologie ovocných dřevin, či mohlo při manipulaci se vzorky dojít k lehčímu poškození, či nechtěnému odejmutí kusu části kůry. Obecně dle zjištěných dat lze konstatovat, že kořeny jádrovin mají zanedbatelně vyšší zastoupení kůry oproti kořenům peckovin. Oproti řezům letorostů mají řezy kořenů obecně mnohem vyšší zastoupení kůry, jelikož jde o podzemní orgán, který musí být nejvíce mechanicky chráněn a při nižším zastoupení kůry by mohlo snadno dojít k poškození pletiv a tkání, které mají za úkol rozvádět živiny a vodu do nadzemních částí dřeviny.

Detailně s vrstvou xylému souvisí i studium radiálního a axiálního parenchymu, což jsou součásti xylému. Radiální paprsky xylému i floému koexistují v těsné blízkosti. Ať už buňky xylému, či buňky floému jsou produkovány ze stejného kambiálního iniciálu, může tudíž dobře docházet k jejich vzájemné komunikaci a přenosu materiálu, jak uvádí Spicer (2014). Zastoupení axiálního parenchymu u vzorků letorostů jednotlivých ovocných dřevin se pohyboval v rozmezí 7-15 %, což pozitivně koreluje s údaji Morris *et al.* (2018), který uvádí, že axiální parenchym je u letorostů dřevin v zastoupení od 1-30 %. U vzorků kořenů bylo naopak zastoupení axiálního parenchymu o poznání vyšší (41-50 %). Výrazně vyšší zastoupení axiálního parenchymu u vzorků kořenů může být spojeno s jeho funkcí. Jak uvádí Morris *et al.* (2018), hlavní funkcí axiálního parenchymu je

dálkový transport vody xylémem a funkce zásobní. Tyto funkce jsou zároveň hlavními principy kořenového systému dřeviny. Dle Morris *et al.* (2018) vysoký podíl axiálního parenchymu může souviset s vyšší průměrnou roční teplotou. Zastoupení radiálního parenchymu bývá méně variabilní, než tomu je u axiálního parenchymu. U vzorků letorostů se zastoupení radiálního parenchymu pohybovalo v rozmezí 14-23 %, což pozitivně koreluje s hypotézou Morris *et al.* (2018), ten uvádí zastoupení radiálního parenchymu v rozmezí 15-20 %. Naopak ve vzorcích kořenů byl radiální parenchym zastoupen v menšině (16-26 %). Výjimečně může být radiální parenchym zastoupen i ve vyšším měřítku. Vyšší zastoupení radiálního parenchymu u peckovin pravděpodobně souvisí s vyšším množstvím uložených zásobních látek a také může mít značný vliv na ochranu dřeviny proti suchu, což uvádí také Morris *et al.* (2016). Čím je zastoupení radiálního parenchymu vyšší, tím je dřevina vůči suchu odolnější. Peckoviny by tedy dle této hypotézy mohly mít výrazně vyšší schopnost obrany proti suchu oproti sledovaným druhům jádovin.

Se zastoupením radiálního a axiálního parenchymu neodmyslitelně souvisí také množství a využití zásobních látek. Sacharidy, které jsou produktem fotosyntézy, se ukládají ve formě škrobu v radiálním a axiálním parenchymu, jak uvádí Mesa *et al.* (2016). Jeho zastoupení se výrazně liší u druhů dřevin ale i u jednotlivých orgánů dřeviny jedné. Sacharidy vzniklé štěpením škrobu se pohybují symplasticky pomocí paprsků radiálního parenchymu, následně se uvolňují do apoplastu buněk. Během počínající jarní fenologie se uložený škrob během zimního období mobilizuje a rozkládá na jednodušší cukry. Tyto jednoduché cukry se využívají při expanzi listů, růstu kambia, či odolnosti vůči možnému mrazu (Spicer 2014). Množství škrobu je tedy výrazným indikátorem pro vzhled a stav dřeviny při období jarní fenologie. Rychlost a trvání vývoje vegetativních a generativních orgánů souvisí s indukcí uložených sacharidů. Nehraje roli pouze na jaře ale také při sklizňové zralosti ovocných dřevin, jelikož jeho degradace souvisí například i se vzhledem, barvou a cukernatostí plodů. Jarní fenologie je tedy stěžejní pro pochopení dynamiky zásob sacharidů, jak uvádí Mesa *et al.* (2016). Další studie by se měla zaměřit na měření koncentrací škrobu a rozpustných cukrů v jednotlivých pletivech letorostů a kořenů.

9 Závěr

Pochopení jarní fenologie spojuje více důležitých mechanismů, než je na první pohled patrné. Je klíčové pro pochopení dynamiky zásobních látek, cukrů či rezerv, které během celého vegetačního období kolísají. Přes zimní období, kde se může zdát, že dřevina přerušuje svůj vývoj vlastně naopak dochází k markantnímu nahromadění zásobních látek, sacharidů, minerálních látek či vody, které jsou později využívány po zimním období pro přerušování dormantního stavu. V tomto stavu jsou klíčové nejprve teplotní podmínky, které při ideálním stavu musí být nejprve nižší, až poté vyšší. Dřevina potřebuje variabilitu teplotních podmínek ke správnému přerušování dormantního stavu a nastartování jarní fenologie (vývoj vegetativní a generativní). Jádroviny a peckoviny mají tedy rozdílné strategie jarní fenologie, jelikož se odlišně staví k využití zásobních látek. Jádroviny (pozorované druhy jableň a hrušeň) nejsou tolik závislé na načerpaných rezervách zásobních látek přes zimní období. Dochází u nich nejprve k vývoji vegetativní fáze (olistění), dřevina je poté zásobována asimilačními látkami, které jsou produktem fotosyntézy. Až poté na základě nahromadění dostatečného množství asimilátů je zahájena fáze generativní (tvorba květů). Peckoviny (pozorované druhy meruňka, slivoň) jsou výrazně závislejší na nahromaděných látkách během zimního období. U nich totiž probíhá fáze generativní (tvorba květů) před fází vegetativní (olistění). Peckoviny tedy nemohou čerpat látky vzniklé fotosyntézou z listů. Cílem bakalářské práce bylo porovnání výskytu dřevního parenchymu u jednotlivých zástupců ovocných dřevin v závislosti na odlišných strategiích jarní fenologie. Dostatek nashromážděných zásobních látek souvisí s vyšším podílem xylému, kde jsou právě zásobní látky ukládány ve struktuře axiálního a radiálního parenchymu. Potvrdilo se, že peckoviny vykazují vyšší procento zastoupení xylému oproti jádrovinám, což pozitivně koreluje s výše zmíněnými strategiemi jarní fenologie. Zjištěné procento vyššího axiálního parenchymu u kořenů pozorovaných druhů může souviset s vyšší průměrnou teplotou, může být do jisté míry tedy variabilní v rámci sezónních teplot.

Seznam použité literatury

1. (Badeck et al. 2004): BADECK, Franz-W., Alberte BONDEAU, Kristin BÖTTCHER, Daniel DOKTOR, Wolfgang LUCHT, Jörg SCHABER a Stephen SITCH. *Responses of spring phenology to climate change*. New Phytologist [online]. 2004, 162(2), 295-309 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0028-646X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8137.2004.01059.x
2. (Bischof, Sus 2003): BISCHOF, Herbert a Josef SUS. *Řez ovocných stromů a keřů*. Praha: Ottovo nakladatelství, divize Cesty, 2003. ISBN 80-7181-821-6
3. (Boček 2016): BOČEK, Ing. Stanislav. *OVOCNÉ STROMY V KRAJINĚ*. Svaz zakládání a údržby zeleně [online]. © 2014 szuz.cz, 2014, 2016 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/stromy-dreviny/ovocne-stromy-v-krajine/>
4. (Campoy, Ruiz, a Egea 2011): CAMPOY, J.A., D. RUIZ a J. EGEA. *Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review*. Scientia Horticulturae [online]. 2011, 130(2), 357-372 [cit. 2023-03-30]. ISSN 03044238. Dostupné z: doi:10.1016/j.scienta.2011.07.011
5. (Crang, Lyons-Sobaski, a Wise 2018): CRANG, Richard, Sheila LYONS-SOBASKI a Robert WISE. *Plant anatomy: A Concept-Based Approach to the Structure of Seed Plants*. Switzerland: Springer, 2019. ISBN 978-3-319-77208-0
6. (Cronshaw, Sabnis 1990): CRONSHAW, James a Dinkar D. SABNIS. Phloem Proteins. In: BEHNKE, H.-D. a R. D. SJOLUND, ed. *Sieve Elements* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1990, 1990, s. 257-283 [cit. 2023-03]
7. (ČHMÚ, b. r.): ČHMÚ. *Fenologická pozorování: Oddělení biometeorologických aplikací*. ČHMÚ [online]. [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/prezentace_a_vyuka/METEOROLOGIE/14_Fenologicka_pozorovani_v1.pdf

8. (ČHMÚ 2022): *Rok 2022 v Královéhradeckém a Pardubickém kraji*:
Královéhradecký kraj. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2022 [cit. 2023-04-27]. Dostupné z:
[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/aktuality/2023/Rok_2022_v_Kralovehra
deckem_a_Pardubickem_kraji.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/aktuality/2023/Rok_2022_v_Kralovehradeckem_a_Pardubickem_kraji.pdf)
9. (ČSÚ, 2017; MZe, 2009-2021): ČSÚ, 2017: *Základní údaje o ovocných sadech*
[online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z:
[https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-
objekt&katalog=30840&z=T&f=TABULKA&skupId=2118&pvo=ZEMDSADY102&
pvo=ZEMDSADY102&c=v79~2_RP2017MP05DP01](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&katalog=30840&z=T&f=TABULKA&skupId=2118&pvo=ZEMDSADY102&pvo=ZEMDSADY102&c=v79~2_RP2017MP05DP01)
10. (Ferree a Warrington 2003): FERREE, D.C. a I.J. WARRINGTON, ed. *Apples: Botany, Production and Uses*. 3rd ed. Oxon UK: CABI Publishing, 2003. ISBN 0-85199-592-6
11. (Hanke et al., b.r.): HANKE, Magda-Viola, et al. *No flower no fruit-genetic potentials to trigger flowering in fruit trees. Genes Genomes Genomics*, 2007, 1.1: 1-20
12. (Kotoda et al. 2006): Kotoda, N., Iwanami, H., Takahashi, S., & Abe, K. (2006). *Antisense Expression of MdTFL1, a TFL1-like Gene, Reduces the Juvenile Phase in Apple*, *Journal of the American Society for Horticultural Science* jashs, 131(1), 74-81. Retrieved Mar 30, 2023, from <https://doi.org/10.21273/JASHS.131.1.74>
13. (Kubát 2003): KUBÁT, Karel. *Botanika*. 2. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003. ISBN 80-7183-266-9
14. (Campoy, Ruiz, a Egea 2011; Lambers, Chapin, a Pons 2008): LAMBERS, Hans, F. Stuart CHAPIN a Thijs L. PONS. *Plant Physiological Ecology* [online]. New York, NY: Springer New York, 2008 [cit. 2023-03-30]. ISBN 978-0-387-78340-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-0-387-78341-3

15. (Kempers, Ammerlaan, a van Bel 1998): KEMPERS, Ronald, Ankie AMMERLAAN a Aart J.E. VAN BEL. *Symplasmic Constriction and Ultrastructural Features of the Sieve Element/Companion Cell Complex in the Transport Phloem of Apoplasmically and Symplasmically Phloem-Loading Species*. *Plant Physiology* [online]. 1998, 116(1), 271-278 [cit. 2023-04-26]. ISSN 1532-2548. Dostupné z: doi:10.1104/pp.116.1.271
16. (Lang et al. 1987): LANG, Gregory A. *Dormancy: A New Universal Terminology*. HortScience. Louisiana: American Society for Horticultural Science Section, 1987, 22(5), 817-820. ISSN 0018-5345, 2327-9834
17. (Lang et al. 1987): LANG, Gregory A., Jack D. EARLY, George C. MARTIN a Rebecca L. DARNELL. *Endo-, Para-, and Ecodormancy: Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research*. HortScience [online]. 1987, 22(3), 371-377 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0018-5345. Dostupné z: doi:10.21273/HORTSCI.22.3.371
18. (Larcher 2003): LARCHER, Walter. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. 4th Edition. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003. ISBN 3-540-43516-6
19. (Lazar 2003): LAZAR, T. Taiz, L. and Zeiger, E. *Plant physiology*. 3rd edn. *Annals of Botany* [online]. 91(6), 750-751 [cit. 2023-03-30]. ISSN 03057364. Dostupné z: doi:10.1093/aob/mcg079
20. (Loescher et al. 1990): LOESCHER, Wayne H., Thaddeus MCCAMANT a John D. KELLER. *Carbohydrate Reserves, Translocation, and Storage in Woody Plant Roots*. HortScience [online]. 1990, 25(3), 274-281 [cit. 2023-04-14]. ISSN 0018-5345. Dostupné z: doi:10.21273/HORTSCI.25.3.274
21. (Luedeling et al. 2013): LUEDELING, Eike, Liang GUO, Junhu DAI, Charles LESLIE a Michael M. BLANKE. *Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases*. *Agricultural and Forest Meteorology*.

Elsevier B.V., 2013, 181, 33-42. ISSN 01681923. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.06.018>

22. (Luedeling et al. 2021): LUEDELING, Eike, Katja SCHIFFERS, Till FOHRMANN a Carsten URBACH. *PhenoFlex - an integrated model to predict spring phenology in temperate fruit trees*. Agricultural and Forest Meteorology [online]. 2021, 307 [cit. 2023-03-30]. ISSN 01681923. Dostupné z: doi:10.1016/j.agrformet.2021.108491
23. (Meier et al. 2003): MEIER, Uwe. *Phenological Growth Stages: Mono- and Dicotyledonous Plants*. Phenology: an integrative environmental science, 2003, 269-283.
24. (Mesa et al. 2016): MESA, Karen, Sara SERRA, Andrea MASIA, Frederico GAGLIARDI, Daniele BUCCI a Stefano MUSACCHI. *Seasonal trends of starch and soluble carbohydrates in fruits and leaves of 'Abbé Fétel' pear trees and their relationship to fruit quality parameters*. Scientia Horticulturae. Elsevier, 2016, 211, 60-69. ISSN 0304-4238. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.08.008>
25. (Morris et al. 2016): MORRIS, Hugh, Lenka PLAVCOVÁ, Patrick CVECKO, et al. *A global analysis of parenchyma tissue fractions in secondary xylem of seed plants*. New Phytologist [online]. 2016, 209(4), 1553-1565 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0028-646X. Dostupné z: doi:10.1111/nph.13737
26. (Morris et al. 2018): MORRIS, Hugh, Mark A.F. GILLINGHAM, Lenka PLAVCOVÁ, et al. *Vessel diameter is related to amount and spatial arrangement of axial parenchyma in woody angiosperms*. Plant, Cell & Environment [online]. 2018, 41(1), 245-260 [cit. 2023-04-23]. ISSN 01407791. Dostupné z:
doi:10.1111/pce.13091
27. (Novák, Skalický 2008): Botanika (J. Novák, M. Skalický): NOVÁK, Jan a Milan SKALICKÝ. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904-011-1-2

28. (Oparka a Turgeon 1999): OPARKA, Karl J. a Robert TURGEON. *Sieve Elements and Companion Cells: Traffic Control Centers of the Phloem*. The Plant Cell. United Kingdom: American Society of Plant Physiologists, 1999, 1999(11), 739-750. ISSN 1532 - 298X
29. OVOSADBA.CZ, 2021: *Hrušně* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <<https://www.ovosadba.cz/hrusne-2/>>.
30. OVOSADBA.CZ, 2021: *Jabloně* [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <<https://www.ovosadba.cz/jablone-2/>>
31. (Profi Press 2008): *Pěstitelské vlastnosti některých slabě vzrůstných jabloňových podnoží* | Zahradnictví-časopis profesionálních zahradníků. Zahradnictví-časopis profesionálních zahradníků [online]. Copyright © [cit. 24.04.2023]. Dostupné z: <https://zahradaweb.cz/pestitelske-vlastnosti-nektery-ch-slabe-vzrustnych-jablonovych-podnozi/>
32. (Přasličák 2012): PŘASLIČÁK, Miroslav. *Podnože pro hrušně*. Ovocnářské vzdělávání na Hlučínsku [online]. 2012 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: https://ovoce.hlucinsko.eu/4web/soubory/2-podnoze_pro_hrusne.pdf
33. (Přasličák 2012): PŘASLIČÁK, Miroslav. *Podnože pro meruňky*. Ovocnářské vzdělávání na Hlučínsku [online]. 2012 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://ovoce.hlucinsko.eu/4web/soubory/5-podnoze_pro_merunky.pdf
34. (Přasličák 2012): PŘASLIČÁK, Miroslav. *Podnože pro slivoně*. Ovocnářské vzdělávání na Hlučínsku [online]. 2012 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: https://ovoce.hlucinsko.eu/4web/soubory/4-podnoze_pro_slivone.pdf
35. (Rodrigo et al. 2000): RODRIGO, Javier, J. Ignacio HORMAZA a María HERRERO. *Ovary starch reserves and flower development in apricot (Prunus armeniaca)*. Physiologia Plantarum [online]. 2000, 108(1), 35-41 [cit. 2023-04-11]. ISSN 00319317. Dostupné z: doi:10.1034/j.1399-3054.2000.108001035.x

36. (Secchi, Pagliarani, a Zwieniecki 2017): SECCHI, Francesca, Chiara PAGLIARANI a Maciej A. ZWIENIECKI. *The functional role of xylem parenchyma cells and aquaporins during recovery from severe water stress*. *Plant, Cell & Environment* [online]. 2017, 40(6), 858-871 [cit. 2023-03-30]. ISSN 01407791. Dostupné z: doi:10.1111/pce.12831
37. (Spicer 2014): SPICER, R. *Symplasmic networks in secondary vascular tissues: parenchyma distribution and activity supporting long-distance transport*. *Journal of Experimental Botany* [online]. 2014, 65(7), 1829-1848 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0022-0957. Dostupné z: doi:10.1093/jxb/ert459
38. (Vinter a Sedlářová 2004): VINTER, Vladimír a Michaela SEDLÁŘOVÁ. *Systémy vodivých pletiv cévnatých rostlin*. Živa. Praha: Academia, 2004, 2004(1), 14. ISSN 0044-4812
39. (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014): VŠÚO Holovousy s.r.o., *Druhy a odrůdy ovocných plodin*. 2014. [online], [cit. dne 23.04. 2023] Dostupné z: <https://www.vsuo.cz/images/FILES/VzdelavaciModuly/Zakladky/A23_Druhy_a_odrudy_ovocnych_plodin.pdf>
40. (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014): VŠÚO Holovousy s.r.o., *Nové odrůdy a podnože jádrovin*. 2014. [online], [cit. Dne 23.04. 2023]. Dostupné z: https://www.vsuo.cz/images/FILES/VzdelavaciModuly/Stredni/A15_Nove_odrudy_a_podnoze_jadrovin.pdf
41. (VŠÚO Holovousy s.r.o, 2014): VŠÚO Holovousy s.r.o., *Nové odrůdy a podnože peckovin*. 2014. [online], [cit. Dne 24.04. 2023]. Dostupné z: https://www.vsuo.cz/images/FILES/VzdelavaciModuly/Vysoke/A3_Nove_odrudy_a_podnoze_peckovin.pdf
42. (VŠÚO 2022): *O firmě*. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o. [online]. 2022 [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://www.vsuo.cz/cs/o-spolecnosti/historie-a-vznik-ustavu>

43. (Yang et al. 2021): YANG, Qinsong, Yuhao GAO, Xinyue WU, Takaya MORIGUCHI, Songling BAI a Yuanwen TENG. *Bud endodormancy in deciduous fruit trees: advances and prospects*. Horticulture Research [online]. 2021, 8(1) [cit. 2023-03-30]. ISSN 2662-6810. Dostupné z: doi:10.1038/s41438-021-00575-2
44. (Yu et al. 2020): YU, Jiali, Anna O. CONRAD, Véronique DECROOCQ, et al. *Distinctive Gene Expression Patterns Define Endodormancy to Ecodormancy Transition in Apricot and Peach*. Frontiers in Plant Science [online]. 2020, 11 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1664-462X. Dostupné z: doi:10.3389/fpls.2020.00180
45. (Zimmerman 1972): ZIMMERMAN, Richard H. *Juvenility and Flowering in Woody Plants: A Review*¹. HortScience, 1972, 7.5: 447-455

Seznam obrázků

Obrázek 1: Fáze myšího ouška (BBCH 10) dle Meier et al. 2003 (zdroj: Hostinská K., 2022)	33
Obrázek 2: Porovnání nástupu fáze kvetení (BBCH 65) a nástupu fáze listové plochy (BBCH 11) s důrazem na rozdíly mezi jádrovinami a peckovinami (zdroj: Hostinská K., 2022)	35
Obrázek 3: Celkové příčné řezy vybraných druhů dřevin (zvětšení 13x), zdroj: K. Hostinská, 2022	37
Obrázek 4: Srovnání morfologie řezu vzorku letorostu (a) a vzorku kořene (b) u druhu jabloň (zvětšeno 13x), zdroj: Hostinská K., 2022	40
Obrázek 5: Řez vzorku druhu slivoň s viditelným asymetrickým uspořádáním středové části xylému (zvětšeno 13x), zdroj: Hostinská K., 2022	41

Seznam grafů

Graf 1: Srovnání nástupu fáze kvetení a fáze olistění u vybraných druhů dřevin v průběhu pozorování jarní fenologie	36
Graf 2: Procentuální zastoupení dřev - xylém - kůra u jednoletých letorostů vybraných druhů ovocných dřevin.....	39
Graf 3: Procentuální zastoupení xylému a kůry u kořenů vybraných druhů ovocných dřevin	40
Graf 4: Procentuální zastoupení axiálního (AP) a radiálního parenchymu (RP) pro letorosty (S) a kořeny (R) vybraných druhů ovocných dřevin	44

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled odrůd a podnoží pozorovaných druhů ovocných dřevin (zdroj Hostinská K., 2023)	28
Tabulka 2: Přehled stěžejních fenofází vybraných druhů dřevin s daty uskutečnění (rok 2022)	32
Tabulka 3: Procentuální zastoupení axiálního a radiálního parenchymu u letorostů vybraných druhů dřevin	42
Tabulka 4: Procentuální zastoupení axiálního a radiálního parenchymu u kořenů vybraných druhů dřevin	43