

**Mendelova univerzita v Brně
Zahradnická fakulta v Lednici**

Mrazuodolnost ovocných dřevin

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.

Vypracoval/a

Jakub Prudil

Lednice 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Jakub Prudil**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Zahradnictví
Konzultant: RNDr. Alois Bilavčík, Ph.D.
Název tématu: **Mrazuodolnost ovocných dřevin.**
Rozsah práce: 35 stran

Zásady pro vypracování:

1. Popište princip dormance a mrazuvzdornosti ovocných dřevin mírného pásma. Na základě dostupných literárních zdrojů uveďte významná období výskytu mrazu, která se na území ČR projevila vážným poškozením ovocných dřevin.
2. Popište důsledky působení mrazu na ovocné dřeviny a sestavte rozdělení ovocných druhů podle odolnosti vůči mrazu. Popište vztah fenofází a mikro fenofází z pohledu vývoje míry mrazuvzdornosti ovocných dřevin a jejich částí.
3. Popište současné možnosti ochrany proti působení pozdních jarních mrazů v produkčních ovocných výsadbách.

Seznam odborné literatury:

1. PROCHÁZKA, S. – ŠEBÁNEK, J. – KREKULE, J. – MACHÁČKOVÁ, I. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
2. ŠEBÁNEK, J. – SLADKÝ, Z. – PROCHÁZKA, S. *Experimentální morfologie rostlin*. 1. vyd. Praha: Academia, 1983. 320 s.
3. ŠEBÁNEK, J. – PROCHÁZKA, S. – LAŠTŮVKA, Z. *Fyziologie rostlin*. 1. vyd. 203 s.
4. ČERVENKA, K. *Ovocnictví*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1967. 368 s.
5. VACHŮN, Z. *Ovocnictví: pěstování meruněk*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. 130 s. ISBN 80-7157-393-0.
6. vědecké sborníky ISHS Acta Horticulture

Datum zadání bakalářské práce: leden 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2017



Jakub Prudil
Autor práce

L. S.



Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.
Vedoucí práce



Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Mrazuodolnost ovocných dřevin** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 ods. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří mne po celou dobu studia podporovali. V první řadě svým rodičům, přítelkyni a blízkým, kteří mi poskytli podmínky a prostor pro studium a psaní závěrečné bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat svému školiteli Ing. Ivu Ondráškovi, Ph.D., za kvalitní vedení a věcné připomínky při práci.

Motto

*„Za dvorem velký sad se prostírá, poblíže vchodu,
jiter čtyř, kol ze všech stran se ohrada táhne.
Vysoké stromoví v něm jest viděti, rostoucí bujně,
marhany, hruškové kmeny i jabloně s ovocem lesklým,
sladkoplodé i fíky a olivy rostoucí bujně.
Ovoce v žádný čas tam nehyne, v zimě ni v létě,
nýbrž po celý rok se vyvíjí, pořád a pořád
jemným Zefyru vánkem se rodíc, nebo již zrajíc.
Za hruškou hruška tam zrá a rovněž i za jablkem jablko,
za fíkem zraje tam fík a na révě za hroznem hrozen.“*

Homér

OBSAH

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Vegetační klid u ovocných dřevin - dormance	11
3.1 Dormance endogenní a exogenní.....	11
3.2 Etapy dormance.....	13
3.3 Vztah mezi teplotou a dormancí pupenů.....	13
3.4 Látkové vlivy dormance.....	14
3.5 Možnosti ovlivnění dormance pupenů.....	14
3.6 Příprava ovocných dřevin na období dormance.....	15
4 Mrazuvzdornost	18
4.1 Působení mrazu na ovocné dřeviny.....	19
4.2 Poškození rostlin mrazem.....	22
5 Mrazuodolnost hlavních ovocných druhů	25
5.1 Jablň domáci – <i>Malus x domestica</i> Borkh.....	25
5.2 Hrušeň obecná – <i>Pyrus communis</i> L.....	27
5.3 Rod <i>Prunus</i>	28
5.3.1 Slivoň švestka – <i>Prunus domestica</i> L.....	28
5.3.2 Třešeň ptačí - <i>Prunus avium</i> L.....	28
5.3.3 Višeň obecná - <i>Prunus cerasus</i> L.	29
5.3.4 Višeň turecká - <i>Prunus mahaleb</i> L.....	29
5.3.5 Broskvoň obecná - <i>Prunus persica</i> L.....	29
5.3.6 Meruňka obecná - <i>Prunus armeniaca</i> L.....	30
5.3.7 Mandloň obecná - <i>Prunus amygdalus</i> Batsch.....	31
5.3.8 Slivoň myrobalán - <i>Prunus cerasifera</i> Ehr.....	31
5.4 Ořešák vlašský - <i>Juglans regia</i> L.....	31
5.5 Líska obecná - <i>Corylus avellana</i> L.....	32
5.6 Rod <i>Ribes</i>	32
5.6.1 Rybíz černý - <i>Ribes nigrum</i> L. a Rybíz červený - <i>Ribes rubrum</i> L.....	32
5.7 Angrešt - <i>Grossularia uva-crispa</i> L.....	33
5.8. Rod <i>Rubus</i>	33
5.8.1 Ostružiník maliník = maliník obecný - <i>Rubus idaeus</i> L.....	33

5.8.2 Ostružiník křovitý - <i>Rubus fruticosus</i> L.....	33
5.8.3 Malinoostružiník - <i>Rubus hybrida</i> L.....	33
5.9 Jahodník obecný - <i>Fragaria vesca</i> L.....	34
6 Mrazuodolnost méně známých ovocných druhů a drobného ovoce.....	35
6.1 Kdouloň obecná - <i>Cydonia oblonga</i> Mill.....	35
6.2 Mišpule obecná - <i>Mespilus germanica</i> L.....	35
6.3 Kaštanovník jedlý - <i>Castanea sativa</i> Mill.....	35
6.4 Brusnice borůvka - <i>Vaccinium myrtillus</i> L. a brusnice brusinka - <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.....	36
6.5 Rod <i>Morus</i>	36
6.5.1 Morušovník bílý – <i>Morus alba</i> L. a Morušovník černý – <i>Morus nigra</i> L.....	36
6.5.2 Morušovník trnavský - <i>Morus nigra</i> var. <i>trnaviensis</i> Dom.....	36
6.6 Rod <i>Sorbus</i>	36
6.6.1 Jeřáb obecný - <i>Sorbus aucuparia</i> L.....	36
6.6.2 Jeřáb sladkoplodý - <i>Sorbus aucuparia</i> var. <i>dulcis</i> Diecks.....	36
6.6.3 Jeřáb oskeruše - <i>Sorbus domestica</i> L.....	37
6.7 Temnoplodec černoplodý - <i>Aronia melanocarpa</i> L.....	37
6.8 Rakytník řešetlákový - <i>Hippophaë rhamnoides</i> L.....	37
6.9 Bez černý - <i>Sambucus nigra</i> L.....	37
6.10 Dřín obecný - <i>Cornus mas</i> L.....	38
6.11 Aktinidie čínská - <i>Actinidia chinensis</i> Planch. a Aktinidie význačná - <i>Actinidia arguta</i> Planch.....	38
7 Výskyt nejsilnějších mrazů v historii.....	39
8 Ochrana ovocných dřevin proti mrazu.....	45
9 Kryoprezervace jako pozitivní využití účinků mrazu.....	49
10 Závěr.....	50
11 Shrnutí.....	51
12 Resumé.....	51
13 Seznam použité literatury.....	52
14 Seznam zkratk.....	57
15 Přílohy.....	58

1 Úvod

Mrazuodolnost jako taková je v současné době jedna z velmi aktuálních problematik, ke které je potřeba přistupovat racionálně, a s tím souvisí přirozeně volba vhodných způsobů pěstování, které minimalizují škody způsobené mrazem či velmi nízkou teplotou, resp. naší snahou je, aby se rostliny staly odolnější k nízkým teplotám.

V posledních 20 letech dochází celosvětově k nevyrovnanému průběhu počasí. Velmi nebezpečné jsou pozdní jarní mrazíky, které mohou zničit kompletně celou úrodu. Nejedná se jen o problém současné doby, v minulosti tomu nebyvalo jinak. Zimy bývaly tužší, mrazivější, delší a ovocné dřeviny strádaly jak na počtu, tak na kvalitě. Stačí si jen vzpomenout na zimu, která proběhla na přelomu roku 1928/1929, o tomto období se hovoří jako o jednom z nejchladnějších za posledních 240 let na našem území (VÁŠKŮ, 2015). Podle dat Státního statistického úřadu o úhynu ovocných dřevin v důsledku mrazové katastrofy v zimním období 1928/1929 v ČR klesl počet ovocných stromů o neuvěřitelných 13 658 712 kusů. Je možné konstatovat, že ovocnářství v ČR se z tohoto mrazivého období doposud ještě nevzpamatovalo a počtem výsadeb ani kvalitou produktů nedosahuje tehdejší úrovně (VÁŠKŮ, 2015).

Pěstování ovoce je nedílnou součástí rostlinné výroby, má nenahraditelný význam zdravotní, národohospodářský i estetický. Ovocné kultury jsou pěstovány zejména pro jejich plody, tedy ovoce, které je pro nás důležité stejně tak jako zelenina, neboť je ve výživě člověka nenahraditelnou složkou, a to hlavně pro vysoký obsah důležitých látek v nich se vyskytujících. Některé druhy ovoce, např. černý rybíz či jahody, obsahují velké množství vitamínu C důležitého pro imunitu a obranyschopnost organismu. Pektiny a minerální soli, které jsou bohatě zastoupeny především v jablcích, angreštu či rybízu, působí preventivně proti kornatění tepen a infarktu srdečního svalu. Obecně je možno konstatovat, že ovoce působí v zažívacím traktu blahodárně jako odkyselující složka potravy (BLAŽEK, 1998).

Existuje samozřejmě nepřeberné množství dalších velmi významných faktorů, které jen zdůrazňují důležitost a nenahraditelnost ovoce. Z tohoto i mnoha dalších důvodů je nezbytné přistupovat k nízkým teplotám zodpovědně a racionálně chránit ovocné výsadby všemi možnými způsoby, které minimalizují či eliminují negativní vlivy, které tyto nízké teploty na ovocných dřevinách způsobují.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo:

- 1) Popsat princip dormance a mrazuvzdornosti ovocných dřevin mírného pásma.
- 2) Na základě dostupných literárních zdrojů uvést významná období výskytu mrazů, která se na území ČR projevila vážným poškozením ovocných dřevin.
- 3) Popsat důsledky působení mrazu na ovocné dřeviny a sestavit rozdělení ovocných druhů podle odolnosti vůči mrazu.
- 4) Popsat vztah fenofází a mikrofenofází z pohledu vývoje míry mrazuvzdornosti ovocných dřevin a jejich částí.
- 5) Popsat současné možnosti ochrany proti působení pozdních jarních mrazů v produkčních ovocných výsadbách.

3 Vegetační klid u ovocných dřevin - dormance

Na konci vegetačního období vstupují všechny naše dřeviny do fenofáze vegetačního klidu (ČERVENKA, 1972). V širším slova smyslu může být odpočinek (dormance) definována jako dočasné zastavení viditelných projevů růstu. Nezbytnost odolat nízkým teplotám během zimy vedlo u rostlin k vytvoření životní cykličnosti, v níž se střídá období růstové aktivity s obdobím odpočinku neboli dormance. Vegetační vrcholy zavčas zastaví růst, u listnatých dřevin opadnou listy a dřeviny se tak stanou odolné vůči suchu a dalším nepříznivým vlivům zimy (PROCHÁZKA, 1998). Se vstupem pupenů do odpočinku se rostliny ještě nestávají odolnými proti nízkým teplotám. V našich podmínkách je odpočinek pupenů ovocných dřevin nejhlubší v říjnu až v listopadu, kdy je jejich odolnost proti mrazům ještě malá. Pupy a celé rostliny se proti nízkým teplotám stávají odolnými až později, a to v prosinci a lednu, kdy odpočinek pupenů již skončil (ČERVENKA, 1972). Dormance pupenů, hlíz, cibulí, semen a plodů tedy umožňuje rostlinám přežít nepříznivé období dané zeměpisné šířky či optimalizovat růstové procesy s ohledem na jejich časovou a prostorovou organizaci (PROCHÁZKA, 1998). Pojem vegetační klid zahrnuje dva pojmy, které označujeme jako vynucený vegetační klid a odpočinek (ČERVENKA, 1972).

3.1 Dormance endogenní a exogenní

Dormance je spojena s dočasným potlačením růstu. Avšak zakládání a diferenciací listů a květů v pupenech může pokračovat i během dormance (PROCHÁZKA, 1998).

Odpočinek z vnitřních, endogenních příčin (endodormance). U většiny dřevin se terminální pupen během srpna až září nachází v endogenní dormanci (PROCHÁZKA, 1998). Konkrétně, krátký den, zavádějící odpočinek, vede v pupenech ke vzrůstu hladiny inhibitorů (EAGLES a WAREING, 1963 a 1964 in PROCHÁZKA, 1998), podobně jako naopak nízká teplota urychlující výstup z odpočinku vede v pupenech k poklesu hladiny inhibitorů (BLOMMAERT, 1959 in ŠEBÁNEK a kol., 1983). Tento výstup poznáme podle toho, že větévky přenesené do tepla počnou rašit. Podle doby vstupu do endogenní dormance a doby výstupu z ní je možno stanovit celkovou dobu dormance (PROCHÁZKA, 1998). Délka klidového období pupenů je ovšem závislá nejen na druhu, popř. kultivaru dřeviny, nýbrž i na jejím stáří. Obecně lze říci, že vstup do odpočinku je tím dřívější, čím je dřevina starší. V roce 1977 měl dobu endogenního odpočinku

pupenů např. bez černý (*Sambucus nigra*) 119 dní. (KRÁLÍK et. al., 1980 in ŠEBÁNEK a kol., 1983).

U většiny kultivarů meruněk a broskví končí endogenní dormance koncem prosince nebo v první polovině ledna. Termínem ukončení endogenní dormance je významně ovlivňována odolnost k mrazu (PROCHÁZKA, 1998).

Různé druhy dřevin vstupují do endogenního odpočinku ovšem v různou dobu a v různou dobu z něho vystupují (ŠEBÁNEK a kol., 1983). Je možno konstatovat, že peckoviny začínají odpočívat časně, v některých letech již v srpnu; jádroviny později, a to koncem září a v říjnu. Konec odpočinku nastává u různých ovocných druhů přibližně ve stejné době, a to tehdy, když podmínky teploty v přírodě jsou pro rašení rostlin již trvale nepříznivé, tj. po trvalém poklesu průměrných denních teplot pod bod mrazu (ČERVENKA, 1972). Třešeň (*Prunus avium*) končí pravý odpočinek již počátkem listopadu, ořešák (*Juglans regia*) pak v polovině listopadu (Černý, 1963, 1973 in ŠEBÁNEK a kol., 1983), jiné ovocné dřeviny většinou o něco později, ale úplné vymizení endogenního odpočinku je možno konstatovat zpravidla až v polovině ledna (ČERNÝ, 1962 in ŠEBÁNEK a kol., 1983). Jabloň (*Malus domestica*) vstupuje do odpočinku různě od poloviny srpna do začátku září (PROCHÁZKA, 1998).

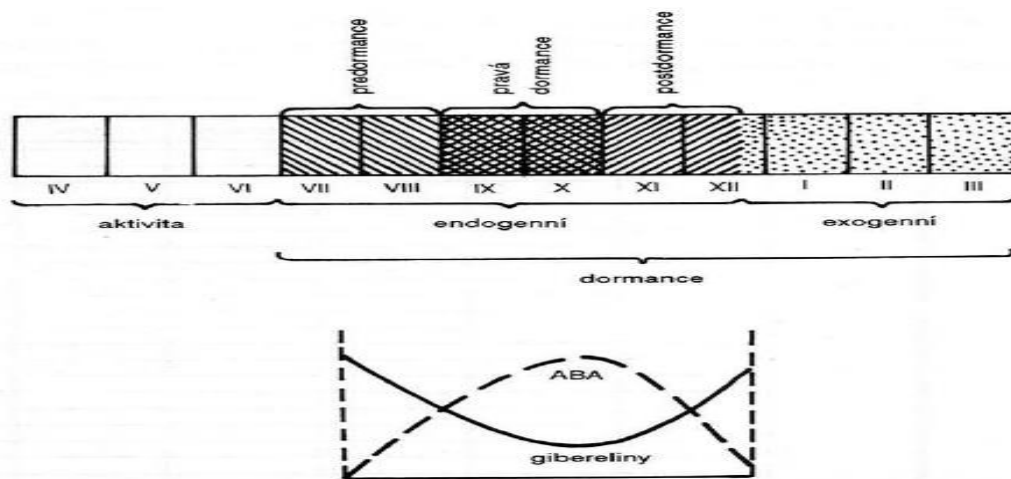
Také jednotlivé orgány rostlin nezačínají odpočívat ve stejnou dobu. Nejdříve je utlumen růst pupenů, s jejichž aktivitou je spojeno i dělení buněk kambia. Růst kořenů je utlumen poněkud později a dříve se obnovuje než u pupenů. Aby se mohl obnovit vegetativní růst, rašení listových a rozvíjení květních pupenů, musí být rostliny v podmínkách nižších teplot (0-10 °C). Teprve po určité době působení těchto tepelných podmínek jsou rostliny schopny vegetativního růstu (ČERVENKA, 1972).

Pokud je odpočinek způsoben nepříznivými vnějšími podmínkami, jde o tzv. **odpočinek exogenní neboli vynucený** (též o **ektodormanci** či **kviescenci**) (PROCHÁZKA, 1998). Po ukončení endogenního odpočinku jsou naše ovocné dřeviny do doby rašení listových pupenů a rozvíjení pupenů květních ve vynuceném vegetačním klidu. V tomto období, začínajícím v prosinci nebo v lednu, jsou již za příznivých podmínek schopny růstu (ČERVENKA, 1972).

3.2 Etapy dormance

Dormance pupenů je většinou zaváděna signály vycházejícími z vnějšího prostředí (krátký den) nebo ze vzdálenějších částí rostliny (korelační vlivy). Období, kdy pupeny do dormance vstupují a kdy není ještě plně vyvinuta endogenní dormance, nazýváme **predormancí**. Podobně období, kdy pupeny pod vlivem působení chladu z dormance vystupují (endodormance se postupně snižuje), nazýváme **postdormancí**. Přesné rozlišení jednotlivých etap je velmi obtížné (PROCHÁZKA, 1998).

Obr. č. 1 Etapy dormance pupenů šerfíku (*Syringa vulgaris*) (Podle Šebánka et. al., 1983 in PROCHÁZKA, 1998)



3.3 Vztah mezi teplotou a dormancí pupenů

Pro druhy přizpůsobené klimatu s periodicky se vracejícím horkým a suchým obdobím je důležité, aby nerašily při vysokých teplotách, jimiž by mohly být poškozeny. U druhů fylogeneticky přizpůsobených vysokým teplotám během odpočinku může skutečně dojít k rašení pupenů v jeho závěrečné fázi při teplotách nízkých, např. 9 °C, nikoliv však nad 15 °C; např. broskvoně (*Prunus persica*) nebo meruňky (*Prunus armeniaca*) jsou schopny rašit v závěrečné fázi odpočinku při 9 °C, ale i mírný vzestup teploty nad 9 °C zdržuje rašení pupenů a indukuje tzv. druhotný odpočinek (ŠEBÁNEK a kol., 1983). Naproti tomu pro druhy přizpůsobené klimatu s periodicky se vracejícím chladným obdobím je důležité, aby nerašily při nízkých teplotách, které by vyrašené pupeny zničily. Tyto rostliny proto mají během postdormance teplotní rozmezí růstu velmi nízké. Raší však i při neobvykle vysokých teplotách, které v normálních podmínkách jejich odpočinku v přírodě nemohou vůbec přicházet v úvahu. Tak například

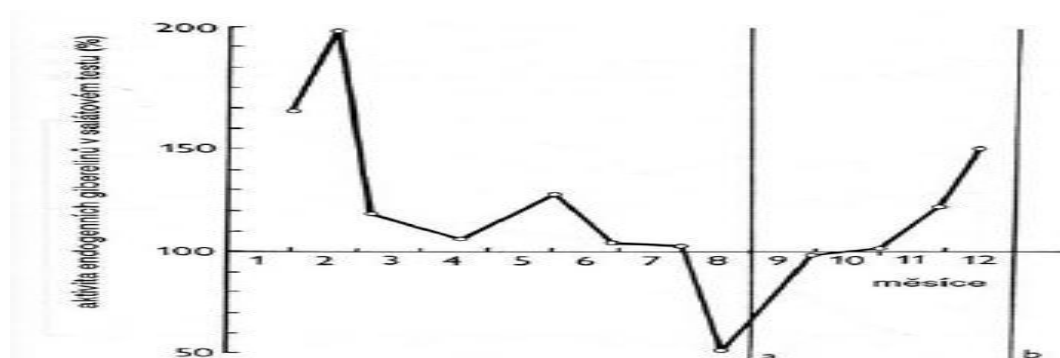
bříza (*Betula*) nebo buk (*Fagus*) mohou rašit při vysokých teplotách. Celá řada druhů se však adaptovala jak na horké a suché léto, tak i na chladnou zimu. Rašení těchto druhů je pak znemožňováno jak extrémně nízkými, tak i extrémně vysokými teplotami a je v predormanci a postdormanci možné jen při středních teplotách (VEGRIS, 1964 in PROCHÁZKA, 1998).

3.4 Látkové vlivy dormance

Vstup pupenů do klidového období je nesporně charakterizován především vzestupem nativních inhibitorů v pupenech, zvláště ABA (kyselina abscisová), a výstup jejich poklesem (ŠEBÁNEK a kol., 1983). Odpočívající pupeny se proto vyznačují nízkou rychlostí respirace, a ještě několik týdnů před rašením i velmi nízkým obsahem RNA, avšak již na konci postdormance se její obsah zvyšuje. Hloubka dormance často koreluje s množstvím uvolňovaného etylenu a jeho nízká hladina indikuje hlubokou dormanci. Kolísání ABA v průběhu dormance, např. v souvislosti s opadem listů, ukazuje, že ABA je významná spíše při zavádění dormance (PROCHÁZKA, 1998).

Vstup pupenů do endogenní dormance však nesporně souvisí s poklesem hladiny endogenních giberelinů. Například v pupenech jírovce (*Aesculus hippocastanum*) klesne obsah giberelinů již v srpnu a udržuje se na nízké úrovni až do listopadu, načež v prosinci v souvislosti s výstupem z endogenní dormance vzroste (PROCHÁZKA, 1998).

Obr. č. 2 Změny hladiny endogenních giberelinů v pupenech dubu (*Quercus robur*) od ledna do prosince ve vztahu k jejich dormanci (Podle PSOTY, 1986 in PROCHÁZKA, 1998)



3.5 Možnosti ovlivnění dormance pupenů

Nejvýznamnějším exogenním inhibitorem je kyselina abscisová, jejíž aplikací na pupen bylo možno zavést jeho dormanci. Prakticky lze použít také CCC nebo

draselnou sůl NAA či preparáty na bázi CEPA v inhibičních koncentracích. U některých druhů ovocných dřevin, např. u třešně (*Prunus avium*), je možno po postřiku těchto látek na list během srpna natolik zvýšit obsah nativních inhibičních látek a snížit obsah endogenních giberelinů v pupenech, že se tím urychlí vstup pupenů do endogenní dormance v srpnu a opozdí výstup z dormance v lednu. Pozdějším rašením na jaře mohou pak květy uniknout před zhoubnými účinky pozdních jarních mrazů (PROCHÁZKA, 1998).

Obecně je tedy možno konstatovat, že exogenní ABA a IAA odpočinek zesilují, exogenní GA a cytokinin jej naopak zeslabují. Tak hluboký endogenní odpočinek pupenů černého rybízu (*Ribes nigrum*) v září a v říjnu bylo možno přerušit giberelinem (MODLIBOWSKA, 1960 in ŠEBÁNEK a kol., 1983). Také u hrušně obecné (*Pyrus communis*) bylo možné zrušit endogenní odpočinek pupenů po ponoření větví nařezaných již 30.9. do roztoku GA 50 mg · l⁻¹. U řady dřevin však je GA schopen urychlovat jejich výstup z odpočinku (ŠEBÁNEK, 1967 in ŠEBÁNEK a kol., 1983). V souvislosti se vstupem do odpočinku při přímé aplikaci na pupeny je GA schopen oddalovat, IAA naopak urychlovat vstup do odpočinku (ŠEBÁNEK a OBHLÍDALOVÁ, 1975 in ŠEBÁNEK a kol., 1983).

U jabloní lze rušit dormanci pupenů aplikací cytokininů dokonce v nejhlubší fázi dormance (PROCHÁZKA, 1998).

S klesající dormancí stoupá množství uvolňovaného etylenu. Proto je exogenně aplikovaný etylen v optimálních nižších koncentracích schopen rušit dormanci pupenů (PROCHÁZKA, 1998).

Pokusy, v nichž byla současně aplikovaná na pupeny ABA a GA v různých koncentracích, ukázaly, že inhibiční vliv ABA bylo možné z velké části překonat zvýšením koncentrace GA. Zřejmě tedy hloubka odpočinku pupenů závisí především na poměru giberelinů k inhibitorům (včetně inhibičních koncentrací auxinů). Čím vyšší je tento poměr, tím mělčí je dormance (ŠEBÁNEK a kol., 1983).

3.6 Příprava ovocných dřevin na období dormance

Biochemické procesy spojené se zakončením růstu jsou: plazma ztrácí vodu, dehydratuje se a stoupá její viskozita. Dýchání rostlin se velmi omezuje; lenticely, kterými se přiváděl vzduch do mezibuněčných prostor kůry a dále dovnitř stonku,

se uzavírají uzavírací vrstvou tvořenou zkorovatělými buňkami. Na povrchu protoplastů buněk pletiv stonků a pupenů vzniká lipidová vrstva. Při hlubokých poklesech teplot se výběžky protoplastů, plazmodezmy, kterými jsou protoplasty sousedních buněk spojeny, částečně přeruší. Na povrchu protoplastů z nich zůstávají jen krátké výběžky, buňky se individualizují a plazma ztrácí kontinuitu. V přírodních podmínkách s tuhými zimami se takto individualizuje mnoho buněk, v našich podmínkách však můžeme pozorovat částečné přerušování plazmodezmat v pletivech jen roztroušeně, u menšího počtu buněk. Podle individualizace buněk se dá usuzovat na odolnost rostliny proti mrazu. Před počátkem vegetace se plazmodezmy znovu spojují, protoplasty se přibližují k buněčné stěně a aktivita plazmy se obnovuje (ČERVENKA, 1972).

Koncem léta je v letorostech jabloní typická nízká činnost peroxydázy. Mnoho tríslovin v listech a velké zásoby škrobu před zimním odpočinkem, které se v době odpočinku mění činností enzymů v cukr, přispívají k zimovzdornosti (NĚMEC a kol., 1958). Stoupá množství rozpustných dusíkatých látek a tuků. Koncentrace látek v pletivech se zvyšuje také úbytkem vody, mladé buňky se v pletivech přeměňují v trvalá pletiva. Růst nadzemních orgánů je ukončen, růst kořenů naopak začíná. V kořenech se ukládají rezervní látky, jimi přijímaný dusík se mění na organickou formu a ta je na jaře distribuována do nově narůstajících orgánů (BAŽANT, 2004).

Ovocné stromy dobře přezimují, jestliže se „připraví“ na zimu. Tato příprava se uskuteční, když brzy po opadu listů nastane mírný pokles teploty několik stupňů pod nulu. Tehdy přecházejí nerozpustné uhlohydráty v cukry, které zvyšují hustotu buněčné šťávy. Tento hydrolyzační (vytváření rozpustných látek) pochod nastává brzy po opadu listů a zvětšuje se postupně ještě před většími mrazy. Také bílkovinné látky se mění a vytvářejí se ochranné látky, které brání vysrážení bílkovin. Pro vytvoření a udržení ochranných látek je třeba dostatečné množství vody. Ovocný strom však i v zimní době každodenně ztrácí 250-300 g vody a tento úbytek nahrazuje nasáváním vody pomocí kořenů. Je-li půda zmrzlá do větších hloubek, kde jsou nasávací kořínky, tento přívod vody je znemožněn a v buňkách ovocných stromů se nemohou tvořit ani ochranné látky. Jestliže má rostlinná buňka dostatek vody pro tvoření ochranných látek, potom snese bez poškození teplotu až -30 °C, nemá-li jí dostatek, zmrzne při -20 °C. Proto je vhodné v suchých oblastech a po suchém podzimu zavlažovat mladé sady při opadu listů před zimou dostatečným množstvím vody (VÁVRA, 1961).

Většina proteinů není nízkými teplotami poškozována, a tak primární účinky nepříznivého působení chladu je nutno hledat především ve změně fyzikálně-chemických vlastností membrán (PROCHÁZKA, 1998).

4 Mrazuvzdornost

Z fyziologie ovocných dřevin je známo, že pro spolehlivé přezimování ovocných dřevin je výrazným předpokladem dlouhý slunný podzim, kdy dřevo může dostatečně vyzrát a kdy se z listů odstěhují všechny rezervní látky. Když na začátku zimy v noci klesají teploty až k bodu mrazu a dny jsou slunné, teplé, pak se ovocné rostliny před zimou otuží. Následují-li později mrazy, které se ponenáhlu vystupňují až k dolním teplotním hranicím mrazuvzdornosti, nejsou ovocné dřeviny poškozeny ani při značně nízkých dlouhotrvajících teplotách (ČERVENKA, 1972).

V našem klimatickém pásmu jsou limitujícím faktorem pěstování nízké teploty v období vegetačního klidu a začátkem vegetace, zejména v období kvetení. Ovocné druhy a odrůdy vykazují rozdíly v odolnosti vůči nízkým teplotám v jednotlivých fenofázích a v různých orgánech. Sus a Nečas (2011) uvádějí, že mrazuvzdornost velmi kolísá v průběhu roku podle vývojových stádií a že příčiny rozdílné odolnosti vůči mrazu jsou mnohoznačné a dosud nejsou spolehlivě vysvětleny (BOČEK, 2015).

Mrazuvzdornost ovocných rostlin kromě druhu a odrůdy závisí na celé řadě dalších faktorů. Pozitivní vliv na mrazuvzdornost má především dobrá výživa a dobrý zdravotní stav rostlin. V těchto podmínkách obsahují buňky příslušných rostlinných pletiv dostatečné množství solí a cukrů, které jsou základním předpokladem dosažení potřebného stupně jejich mrazuvzdornosti. Vážným rizikovým faktorem vzniku mrazových poškození jsou veškerá předčasná poškození listů ať již chorobami, škůdci, nebo na bázi fyziologických poruch (BLAŽEK, 1998).

Při poklesu teplot pod kritickou hodnotu dochází k poškození nadzemní i podzemní soustavy. V obou případech bývají nejvíce postiženy nejmladší pletiva (zejména lýko) a orgány (pupeny, výhony, kořenové vlášení), při silném poklesu teplot dochází i k zasažení starších orgánů (kořeny, větve, kmen). Z těchto důvodů je velmi důležitou vlastností ovocných druhů a odrůd jejich geneticky daná odolnost k mrazu (BOČEK, 2015).

Kriticky nízké teploty pro kořenovou soustavu jsou uváděny u angreštu -18 °C, jabloni a rybízu -15,5 °C, mahalebky a višni -14,5 °C, broskvoni, maliníku a ostružiníku -11 °C a hrušni -9 °C (PEIKER a kol., 1965, ČERVENKA a kol., 1967 in BOČEK, 2015). Nadzemní soustava vykazuje v porovnání s kořenovou soustavou vyšší odolnost. Například pro jádroviny se uvádí v rozmezí -25 až -35 °C, zatímco u broskvoni jen

-17 až -25 °C. Rozpětí hodnot ukazuje nejen na odrůdové rozdíly, ale i vliv stanoviště a konkrétního průběhu počasí v daném roce (VÁVRA a kol., 1961 in BOČEK, 2015).

Mrazuvzdornost je závislá také na obsahu vody, ale i rezervních látek v pletivech ovocného stromu. Čím více je vody (nad průměr) a méně rezervních látek (pod průměr), tím menší je rezistence (odolnost). Ovšem poklesne-li zase voda příliš pod průměr, bývají poškozovaná pletiva dehydratací (přílišným zbavením vody). Zvýšený obsah pektinů a pentosanů, které mají ochrannou úlohu, zvyšuje také mrazuodolnost (VÁVRA, 1961).

Snížení mrazuodolnosti nastává v půdách s nadbytkem dusíku. Zejména mladé rostliny pozdě ukončují vegetaci, nedojde k zahuštění pletiv dostatečným množstvím solí a cukrů, které jsou předpokladem dosažení potřebného stupně mrazuodolnosti. Další příčinou může být silné poškození chorobami a škůdci, které oslabují rostliny v důsledku sníženého asimilačního aparátu (BOČEK, 2015).

Draslík naopak podporuje odolnost proti mrazu. V půdách obsahujících dosti fosforu, draslíku a sodíku jsou stromy odolnější (NĚMEC a kol., 1958).

Stejně hluboké teploty nepoškozují stejným způsobem jednotlivé druhy. Závisí to na celkovém pěstitelském a zdravotním stavu druhů v jednotlivých oblastech. Příznivě na mrazuvzdornost působí dobrý stav výživy, teplý, dlouhý a sušší podzim před opadem listí a střídavé noční i denní teploty kolem 0 °C po opadu listí se slunečnými dny. Velká úroda v předcházejícím období má neblahý vliv na zmrznutí za tuhých zim. Proto je třeba se starat o pravidelné a přiměřené sklizně při náležitě výživě každého ovocného stromu (VÁVRA, 1961).

4.1 Působení mrazu na ovocné dřeviny

Nejnebezpečnější jsou našim ovocným stromům pozdní mrazy na jaře, kdy slunečním teplem byly již probuzeny k růstové činnosti (FERKL, 1955 in NĚMEC a kol., 1958).

Tab. č. 1 Kritické teploty (v °C) pro květy ovocných dřevin ve vegetačním období
(Podle NĚMCE a kol., 1958)

Dřevina	V době květu	V době oplození
Jabloň	-1,7	-1,1
Hrušeň	-1,7	-1,7
Meruňka	-0,6	-0,0
Broskvoň	-1,1	-1,1
Švestka	-0,6	-0,6
Ořešák	-0,6	-0,6
Réva	-0,6	-1,1
Jahoda	-2,2	-2,2

Tab. č. 2 Kritické nízké teploty (°C) v období mikrofenofáze kvetení hlavních ovocných druhů (Podle VÁVRY a kol., 1961; ČERVENKY a kol., 1967; SCHUCHMANA a kol., 1988 in BOČEK, 2015)

Druh	Mikrofenofáze		
	Růžové poupě	Plný květ	Po odkvětu až mladý plůdek
Jabloň	-3,9 až -4,5	-2,2 až -3,0	-1,1 až -2,2
Hrušeň	-3,9 až -4,5	-2,2 až -3,0	-1,0 až -1,7
Slivoň	-3,9	-2,2	-0,6 až -2,2
Třešeň	-2,2 až -4,0	-2,2 až -4,0	-1,0 až -2,0
Meruňka	-3,9 až -4,0	-2,0 až -2,2	-0,5 až -0,6
Broskvoň	-3,9 až -4,0	-2,8 až -3,5	-1,0 až -2,8

Kořeny ovocných dřevin jsou všeobecně méně odolné proti nízkým teplotám než jejich nadzemní části, jsou však chráněny půdou (BLAŽEK, 1998).

Jednotlivé rostlinné orgány a pletiva rostlin se dost značně liší svou citlivostí k mrazům. Nejcitlivější jsou zpravidla květní pupeny. Dále následují listové pupeny

a dřevní části výhonů a větví. Odolnější je kambium a lýková část a nejodolnější jsou nejmladší vrstvy kůry. Jednoleté výhony jsou citlivější než starší větve a kmen. Mezi zvláštní poškození ovocných dřevin patří mrazové trhliny a mrazové desky (BLAŽEK, 1998).

Poškozené květní pupeny peckovin často opadávají ještě před začátkem rašení, u ostatních ovocných rostlin tyto pupeny neraší nebo se z nich vyvíjejí neúplné, často deformované květy, které jsou nejčastěji sterilní. Po květních pupenech následují v pořadí citlivosti k zimním mrazům pupeny listové. Také jejich poškození se projevuje na řezech tmavnutím pletiv, které v závislosti na stupni poškození postupuje směrem od patky a při totálním zmrznutí zachvacuje celý pupen (BLAŽEK, 1998).

U ovocných plodin existují značné rozdíly v citlivosti vůči mrazům mezi jednotlivými druhy a jejich odrůdami. Mezi nejcitlivější ovocné druhy patří mandloně, broskvoně a vlašské ořešáky, u nichž dochází k poškození již při teplotách v rozmezí $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jen o málo odolnější jsou meruňky, dále následují hrušně, třešně, višně, slivoně a jabloně. Pro tyto druhy jsou kritické teploty v rozmezí od $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Další ovocné druhy, zejména červený a bílý rybíz a angrešt, jsou proti mrazům odolnější a zpravidla jsou poškozovány až teplotami pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (BLAŽEK, 1998).

Stupeň poškození nezávisí jen na poklesu teploty, ale i na rychlosti tepelného spádu (kolísání teplot), zejména po teplém zimním období. Chandler měl možnost pozorovat višně po dvě zimy, kdy poklesla teplota na stejně nízkou hodnotu $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při pomalém poklesu bylo zničeno jen 3-5 % pupenů, při náhlém 96-98 % pupenů. Winkler zjistil, že tytéž druhy, které při pomalém klesání teploty vydrží až $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, jsou při rychlém poklesu poškozovány již při $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Čím později přijdou mrazy v zimě, tím větší bývá poškození (VÁVRA, 1961).

Vedle přímých mrazových škod je nutno při posuzování celkových ztrát způsobených mrazem brát v úvahu i ztráty nepřímé. Mrazem poškozená pletiva jsou vstupní bránou řady patogenů. U peckovin se nejčastěji jedná o rakovinné odumírání stromů, které se projevuje různě silným klejotokem a často končí úhynem stromů. Příčinou zde mohou být fakultativní houby *Leucostoma cincta* a *Leucostoma personii*, které napadají stromy přes odumřelá nebo odumírající pletiva. Rovněž u jádrou je častým důsledkem mrazových poškození rozšíření některých saprofytických hub, které

způsobují předčasné trouchnivění dřeva a postupné odumírání stromů. Někdy se v něm rozšiřují i škůdci dřeva (např. drtník). (BLAŽEK, 1998).

Velkým problémem je také poškozování korových a podkorových pletiv v podobě tzv. mrazových desek, které vznikají rychlým přechodem teplot, a to zvláště u třešní a slivoní. Bojujeme proti nim vápenným nátěrem kmenů v předjaří, čímž bráníme přílišnému ohřívání kmene sluncem, a především mezištěpováním stromků za použití velmi vzdorných kmenotvorných odrůd (VÁVRA, 1961).

4.2 Poškození rostlin mrazem

Jednu z prvních teorií vymrzání a odolnosti proti zimě zformuloval Müller-Thurgau, který předpokládal, že k odumření rostlin dochází za nízkých teplot v důsledku odvodňování protoplazmy, spojené s tvorbou ledu v intercelulárách. Mnoholeté výzkumy N. A. Maksimova a jeho školy přesvědčivě dokázaly, že primární příčinou hynutí rostlin vlivem nízkých teplot je úplné porušení protoplazmatické struktury, podmíněné současným účinkem odvodňování a mechanického tlaku ledu (RUBIN, 1966). Tento typ mrznutí se však vyskytuje jen výjimečně u neodolných rostlin či při velmi rychlém poklesu teploty (PROCHÁZKA, 1998).

V přírodních podmínkách je pokles teploty pod bodem mrazu poměrně pozvolný (maximálně 1 až 2 °C za hodinu). Voda v mezibuněčných prostorech a v xylému začíná v rostlinách mrznout při teplotách -1 až -3 °C, v závislosti na obsahu osmotik, která snižují bod tuhnutí. Avšak ani při teplotách nižších, než je očekávaný bod tuhnutí, nemusí ještě nutně dojít k tvorbě ledu. Pokud nejsou přítomna vhodná krystalizační jádra, voda zůstává v tekutém podchlazeném (metastabilním) stavu, a to v krajním případě až do teploty -38 °C, kdy už dochází ke spontánní (homogenní) krystalizaci (PROCHÁZKA, 1998).

Při delší době trvání mrazu se krystalky ledu postupně rozrůstají. Růst krystalů je podporován transportem vody z cytozolu v důsledku značně nízkého vodního potenciálu na povrchu ledu (při -5 °C jen asi -6 MPa). Při překročení jisté hranice procesu mrznutí, která je specifická pro různá pletiva a druhy, dochází k nevratnému poškození buněk. Bezprostřední příčinou odumírání může být jednak silná dehydratace buněčného obsahu, jednak mechanické poškození buněčné stěny a plazmalemy krystalky ledu z apoplastu. Pronikající krystalky také indukují tuhnutí vody uvnitř buňky (PROCHÁZKA, 1998).

Odolnost rostlin vůči mrazu (mrazuvzdornost) je založena na schopnosti dlouhodobě zabránit vzniku ledu uvnitř buněk a tolerovat jejich odvodnění při zamrznutí vody v apoplastu. Snížení bodu tuhnutí přítomností osmoticky aktivních látek (cukrů, aminokyselin, polyalkoholů) je mechanismus, který je účinný jen při mírných mrazech. Mnohem významnější je proto schopnost po dlouhou dobu udržovat vodu v tekutém stavu i pod očekávaným bodem tuhnutí. To se však nedaří u parenchymatických buněk s velkými vakuolami a s tenkou buněčnou stěnou. Jedině pevná buněčná stěna je schopna zabránit větším deformacím buněk při tvorbě ledu v apoplastu a při dehydrataci cytozolu, a tím chránit zejména plazmatickou membránu a orgány před mechanickým poškozením (PROCHÁZKA, 1998).

Odolnost k velmi nízkým teplotám je vždy spojena se schopností snášet silnou dehydrataci buněk (vakuoly téměř mizí, voda zůstává v tenkých zbytcích cytozolu okolo organel a plazmalemy). Je pochopitelné, že dosažení vysoké odolnosti k nízkým teplotám musí předcházet utlumení všech buněčných funkcí a vlastní proces dehydratace musí probíhat pomalu, řízeně. Mrazuvzdornosti tedy nelze dosáhnout náhlým poklesem teploty ani ji trvale udržovat jako konstituční znak. Odolnost vůči mrazu má z těchto důvodů silně sezonní charakter. I ty druhy, které jsou v zimním období vysoce odolné (většina našich dřevin, ozimé obiloviny aj.), by v letních měsících utrpěly vážné poškození při náhlém poklesu teplot pod -3 až -4 °C (PROCHÁZKA, 1998).

Aklimační změny

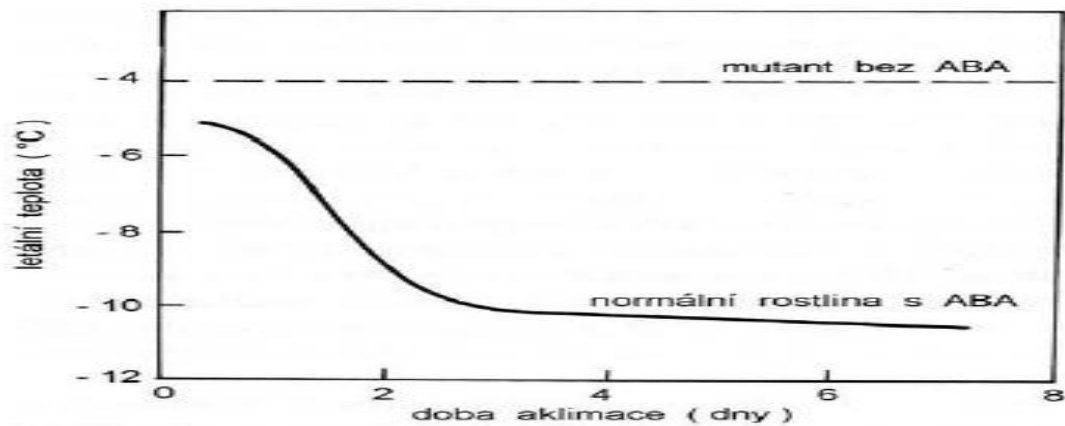
I. V. Mičurin jako první přistoupil k analýze jevů odolnosti rostlin proti mrazu z hlediska své vývojové teorie a spojil odolnost proti mrazu s růstovými pochody. Podle Mičurina je odolnost proti mrazu vlastností, která se vytváří a vyvíjí v rostlinném organismu v normálních podmínkách jeho individuálního vývoje. Odolnost proti mrazu je výsledkem vzájemného působení rostlin a podmínek vnějšího prostředí (RUBIN, 1966).

Práce A. A. Richtěra aj. ukázaly, že odolnost proti zimě nezávisí prvořadě na množství cukrů v tkáních, ale hlavně na pohyblivosti glycidového komplexu, jež je do určité míry určována zvláštnostmi enzymatického systému, regulujícího přeměny látek (RUBIN, 1966).

Většina proteinů není nízkými teplotami poškozována, a tak primární účinky nepříznivého působení chladu je nutno hledat především ve změně fyzikálně-chemických vlastností membrán (PROCHÁZKA, 1998).

Aklimační změny za nízkých teplot jsou spojeny s hromaděním osmoticky aktivních látek, s tvorbou stresových proteinů (cold-induced proteins) a se změnami chemického složení lipidové vrstvy membrán. Zvyšuje se zastoupení nenasycených mastných kyselin, které vede ke snížení kritické teploty přechodu lipidů do gelového stavu. Na řízení aklimačních změn se podílejí i některé fytohormony. Zvláštní význam se přisuzuje zvýšené koncentraci kyseliny abscisové (obr. č. 3) (PROCHÁZKA, 1998).

Obr. č. 3 Příklad dokumentující význam ABA při aklimaci rostlin k nízkým teplotám (Podle McKersieho a Leshema, 1994 in PROCHÁZKA, 1998)



5 Mrazuodolnost hlavních ovocných druhů

Ovocné druhy a jednotlivé odrůdy mají různé nároky na tepelné optimum. Nejnáročnější na teplo jsou ovocné dřeviny subtropické, jako jsou argumy (citrusové rostliny – pomerančovník a citroník), olivovník a fíkovník. Z našich růžovitých jsou nejnáročnější na teplo mandloň a broskvoň. V sestupném pořadí pak za nimi v náročnosti následují: meruňka, kdouloň, třešeň a ořešák. Poměrně méně náročné jsou: líska, hrušeň, slivoň, višně, jabloň a z kultur drobného ovoce jahodník, rybíz, angrešt a maliník (VÁVRA, 1961).

Rozdílný obraz seskupení ovocných druhů podle náročnosti na teplo v jednotlivých fenofázích se vysvětlí tím, že ovocné rostliny mírného pásma vyžadují periodické tepelné změny; během dlouhého období svého vývoje se totiž přizpůsobily střídání teplot jak během dne, tak i během roku (termoperiodismus) (ČERVENKA, 1972).

Mrazuvzdornost ovocných stromů závisí také na stáří, nejvíce bývají poškozovány mladé stromky ve školkách. Vysvětluje se to tím, že pozdě ukončují vegetaci a mnohdy jim dostatečně nevyzrává ani dřevo. Nejdolnější jsou stromy v plné životnosti na počátku období plodnosti. Bujně rostoucí stromy po výsadbě a starší, plodností vyčerpané stromy, trpí mrazem více (VÁVRA, 1961).

Hluboké zimní mrazy způsobují poškození na různých orgánech. Podle jejich závažnosti pro další růst a vývoj ovocného stromu se mohou poškození seřadit do tohoto vzestupného pořadí: zničení květních pupenů a dřevních oček, zničení vodivých pletiv v mladém dřevě, uhynutí starších pletiv až do rozvětvení základních větví, uhynutí vodivých pletiv v místě štěpování, zničení kmene a uhynutí kořenů. Kmeny ovocných stromů často praskají, zvláště tehdy, když již dřívějším poškozením praskly a jejich rána se jen zdánlivě zacelila (VÁVRA, 1961).

5.1 Jabloň domácí – *Malus x domestica* Borkh.

Jabloně jsou považovány za domácí druh na našem území, proto mají střední nároky na stanovištní podmínky. Průměrná roční teplota je 7-9 °C. Důležitá je expozice svahů neboli oslunění. Užíváme směřů východních, jižních a západních. Hlavní jabloňové oblasti se rozkládají od 150 m do 400 m nadmořské výšky, lze je pěstovat až do nadmořské výšky 600 m s vyloučením mrazových kotlin a severních svahů (NESRSTA, 2011). Ve vyšších polohách je častější pomrznutí květů (BLAŽEK, 2001).

Podle Žučkova je možno rozdělit kulturní odrůdy jabloní do tří skupin - **1.** Sibiřské a uralské odrůdy a některé severoamerické, hynoucí při teplotách pod -50 až -53 °C; **2.** středoruské a většinou též střeoevropské odrůdy odumírající při teplotách pod -45 °C; **3.** místní odrůdy jihoruské a jihoevropské, jakožto i severoamerické velkoplodé odrůdy odumírající v době zimního odpočinku při teplotách pod -35 °C (NĚMEC a kol., 1958).

K podmínkám prostředí je **jabloň domácí** stejně jako většina hybridních druhů, velmi přizpůsobivá. Některé odrůdy snášejí nízké teploty až -35 °C a mohou se pěstovat v chladných i teplých oblastech mírného i subtropického pásma. V zimních měsících však teplota musí být nižší než 10 °C, jinak se zastavuje vývoj květních pupenů. Proto jižní hranice rozšíření jabloní leží v oblastech, kde v lednu a v únoru jsou průměrné teploty nižší než 10 °C (ČERVENKA, 1972).

Rozpětí krajních hodnot teplot je značné i uvnitř botanického rodu. Například jabloň drobnoplodá (*Malus baccata*), vydrží na Sibiři teploty -40 °C a dokonce i -55 °C, kdežto janče (*Malus pumila*, f. *paradisiaca*) zmrzá při -30 nebo -35 °C. Pokud jde o mrazuvzdornost následuje po jabloni drobnoplodé jabloň čínská slívolistá (*Malus prunifolia*), potom jabloň lesní (*Malus silvestris*), přizpůsobena pro střeoevropské poměry, a pak jabloň východní kavkazská (*Malus orientalis*) (VÁVRA, 1961).

Nejvážnější je poškození kořenové soustavy. Vzdnost kořenů proti mrazu závisí na průběhu vegetačního období, na tloušťce kořenů a na hloubce jejich umístění v půdě. Podle ruských výzkumů mrznou kořeny u jabloní při -15,5 °C. Rumunské prameny uvádějí u jabloní mezní teplotu -11 až -12 °C a americké prameny uvádějí u jabloní -7 až -12 °C (VÁVRA, 1961).

Také citlivost rostlin k nízkým teplotám v různých fenofázích není stejná. Bylo pozorováno, že ve fenofázi vegetativního růstu je teplota -3 °C kritická pro odrůdu 'Antonovka'. Táž odrůda snáší ve fenofázi vegetačního klidu mrazy až -40 °C a relativně je neobyčejně mrazuvzdornou. Zvláště nebezpečné jsou nízké teploty v době kvetení a nasazování plodů (VÁVRA, 1961).

Květní pupeny jabloně jsou ve fázi růžového poupěte ničeny teplotou -3,9 °C a otevřené květy dokonce již při teplotě -2,2 °C (BLAŽEK, 1998). Maximov a Dostálek zjistili, že kritická teplota, která poškozuje nasazené plody u jabloní je -1 °C (VÁVRA, 1961).

5.2 Hrušeň obecná – *Pyrus communis* L.

Optimální průměrná roční teplota pro hrušně je u nás 7-9 °C při průměrných srážkách v době vegetace (duben až září) 350-400 mm (ČERVENKA, 1972).

Velký podíl na výrazném dlouhodobém poklesu výsadeb hrušní má zejména kritické mrazové poškození na přelomu let 1939/40, kdy teploty klesly až na -30 °C. (NEČAS, 2010).

Nároky evropských odrůd

Optimální polohy pro evropské odrůdy se nacházejí od 200 do 500 m. n. m., s průměrnými ročními srážkami okolo 500-800 mm a s průměrnou teplotou 8-9 °C. Požadavek na období chladu se u evropských hrušní pohybuje okolo 620-1540 hodin při teplotě pod 7 °C. Rašící pupeny jsou poškozovány při teplotách -1,7 až -3,5 °C, pestík zmrzá při -1,5 až -3,0 °C, ostatní části květů jsou poměrně odolné (NEČAS, 2010).

Nároky asijských odrůd

V Číně a na Tchaj-wanu se asijské hrušně pěstují od 800 do 2000 m. n. m., v oblastech se srážkami od méně než 250 po 800 mm/rok a s osluněním delším jak 1870 hod./rok. Požadavek na období chladu je min. 900-1600 hodin při 0,7 °C u kulturních odrůd. Pupeny v dormantním stavu snášejí teploty okolo -23 až -34 °C, květy jsou poškozovány při -2,2 °C. Druh *P. ussuriensis* je pokládán za zdroj vysoké mrazuvzdornosti, neboť dokáže vegetovat v oblastech s mrazovým obdobím (-13 až -23 °C) až 140 dní (s extrémními výkyvy k -52 °C). V podmínkách ČR (Lednice) dozrávají odrůdy asijských hrušní od konce srpna (NEČAS, 2010).

Některé variety hrušně ussurijské (*Pyrus ussuriensis*) vydrží v ussurijských oblastech (východní Asie) teploty až -40 °C. Hrušeň obecná planá (*Pyrus communis*) u Černého moře vydrží jen -25 až -30 °C, avšak ve vnitrozemských oblastech Ruska snáší i nižší teploty. Minimum u hrušně tam činí -30 až -35 °C (VÁVRA, 1961).

Nejvážnější je poškození kořenové soustavy. Vzdnosti kořenů proti mrazu závisí na průběhu vegetačního období, na tloušťce kořenů a na hloubce jejich umístění v půdě. V říjnu a listopadu zmrzají kořeny při teplotě až o 4 °C vyšší než v únoru a v březnu. Podle ruských výzkumů mrznou kořeny u hrušní při -9 °C. Americké prameny uvádějí u hrušní -11 °C (VÁVRA, 1961).

Maximov a Dostálek zjistili, že kritická teplota, která již poškozuje květní pupeny ve fázi rašení u hrušní je $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$; kritická teplota, která poškozuje květy u hrušní je $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dále zjistili, že kritická teplota, která poškozuje nasazené plody hrušní je $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÁVRA, 1961).

5.3 Rod *Prunus*

5.3.1 Slivoň švestka – *Prunus domestica* L.

Pro slivoně se uvádí dolní teplotní hranice poškození okolo -25 až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kritická teplota, která poškozuje květní pupeny ve fázi rašení, je u peckovin $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nasazené plody u všech ovocných druhů poškozuje mrazík $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stupeň poškození závisí nejen na intenzitě mrazíků, ale výrazně i na odrůdě, stanovišti a zejména na počasí, jaké bylo před mrazíky a po nich, a na vzdušné vlhkosti. Květy, zvláště jejich blizny, namrzají již při teplotách vzduchu $-0,5$ až $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ve stadiu růžového poupěte ničí mráz květní násadu peckovin již při teplotě $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. V době květu zničí mráz $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ květ peckovin. Malé plody jsou ničeny u slivoní při $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČERVENKA, 1972).

Botanický druh *Prunus salicina* L. (slivoň vrbová) je plně mrazuvzdorná do $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HAVLIS, 2016).

5.3.2 Třešeň ptačí - *Prunus avium* L.

Třešeň je náchylná na poškození dřeva, pupenů a květů mrazem. Třešeň kvete poměrně brzy, ihned po meruňkách, v letech s výskytem pozdních jarních mrazíků může proto být na exponovaných stanovištích těmito mrazíky v květu poškozena. U odrůd je různý stupeň odolnosti proti mrazu v květu, na tato stanoviště proto vybíráme přednostně odrůdy s vyšší odolností. Citlivé naopak musíme vysazovat vždy na chráněná stanoviště. Vždy se však musíme vyhýbat mrazovým kotlinám a stanovištím vystaveným mrazivým severním větrům (JAN, 2011).

Pro třešně se uvádí dolní teplotní hranice poškození okolo -25 až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kritická teplota, která poškozuje květní pupeny ve fázi rašení, je u peckovin, tedy i u třešně, $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČERVENKA, 1972). Maximov a Dostálek zjistili, že kritická teplota, která poškozuje nasazené plody u třešní, je $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Květy, zejména jejich blizny, namrzají v našich poměrech zpravidla již při teplotách vzduchu $-0,5$ až $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÁVRA, 1961). Ve stadiu růžového poupěte ničí mráz květní násadu peckovin již při teplotě $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. V době květu

zničí mráz $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ květ peckovin. Malé plody jsou ničeny u třešní při $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČERVENKA, 1972).

Optimální průměrná roční teplota pro třešně a taktéž pro višně je u nás $7,5\text{--}9\text{ }^{\circ}\text{C}$ při $500\text{--}650\text{ mm}$ ročních srážek (ČERVENKA, 1972).

5.3.3 Višeň obecná - *Prunus cerasus* L.

Višně nejsou nijak zvlášť náročné na polohy, i když i zde jsou odrůdové rozdíly a mají obecně nižší nároky na podmínky stanoviště než třešně. Jsou odolnější proti mrazu ve dřevě, květních pupenech i květech. Výhodou je i jejich pozdější začátek kvetení, než je tomu u třešní, poškození pozdními jarními mrazíky tak většinou nehrozí. Vždy se však musíme vyhýbat mrazovým kotlinám a stanovištím vystaveným mrazivým severním větrům (JAN, 2011).

Rumunské prameny uvádějí zhoubnou teplotu u višně $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplota, která již poškozuje květní pupeny ve fázi rašení u višně, je $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$; kritická teplota, která poškozuje květy je $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. (VÁVRA, 1961).

5.3.4 Višeň turecká - *Prunus mahaleb* L.

Pochází z jižní Evropy, Blízkého a Středního východu, kde roste volně v přírodě. Je však poměrně málo odolná proti nízkým teplotám (ČERVENKA, 1972).

Podle ruských výzkumů mrznou kořeny u mahalebek při $-14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Americké prameny uvádějí u mahalebek zhoubnou teplotu $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÁVRA, 1961).

5.3.5 Broskvoň obecná - *Prunus persica* L.

I navzdory značné adaptabilitě na prostředí je broskvoň velmi náročná na agroekologické podmínky. I nejteplejší oblasti s nejlepšími půdami u nás i na Slovensku jsou jen nejsevernějším areálem jejich rentabilního pěstování. Nejzávažnější podmínkou životnosti broskvoní, růstu a plodnosti stromů i kvality ovoce je teplota prostředí. V ročním teplotním režimu jsou obzvlášť důležité minimální teploty v zimním období a délka období s chladnými dny. Neméně závažné jsou i výkyvy teplot na jaře a součet aktivních teplot za jarní a letní měsíce. Vhodné teplotní podmínky jsou ohraničeny izotermou $9\text{ }^{\circ}\text{C}$, průměrnou vegetační teplotou $16\text{--}17\text{ }^{\circ}\text{C}$ a roční sumou teplot $2600\text{ až }2900\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HRIČOVSKÝ a kol., 2004).

Pro pěstování broskvoní jsou většinou nejvhodnější polohy do nadmořské výšky 200–250 m, s ročním úhrnem atmosférických srážek 450–550 mm (HRIČOVSKÝ a kol., 2004).

Dolní teplotní hranice poškozující stromy broskvoní je $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČERVENKA, 1972). Podle ruských výzkumů mrznou kořeny u broskvoní při $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rumunské prameny uvádějí u broskvoní -10 až $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$. Americké prameny uvádějí u broskvoní -10 až $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÁVRA, 1961). Kritická teplota, která poškozují květní pupeny ve fázi rašení, je u broskvoní $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Květy broskvoní poškozují teplota $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Malé plody jsou ničeny u broskvoní při $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ČERVENKA, 1972).

5.3.6 Meruňka obecná - *Prunus armeniaca* L.

Společným biologickým znakem všech druhů meruněk je malá přizpůsobivost k podmínkám vnějšího prostředí, vysoká náročnost na letní teplotu a poměrně krátké vegetační období. V oblastech rozšíření je průměrná letní teplota v červenci a srpnu kolem $22\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a zimní teplotní minima klesají na -28 až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. V oblastech s chladným a vlhkým létem se prodlužuje jejich vegetační období, špatně vyzrávají ve dřevě, a tím se snižuje jejich odolnost proti nízkým teplotám (ČERVENKA, 1972).

Poměrně vzdorné proti nízkým teplotám jsou ovocné stromy v době vegetačního klidu. Avšak i v tomto období je vzdornost proměnlivá. Bylo zjištěno, že po opadu listů je poškozována meruňka již teplotou -10 až $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, v době hlubokého klidu však snáší -27 až $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ a koncem zimy je nebezpečná již teplota -14 až $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Malá vzdornost hned po opadu listů je způsobena pravděpodobně tím, že v této době je v pletivech ještě značný obsah vody (VÁVRA, 1961).

Hluboký zimní odpočinek (hluboká dormance) odrůd pěstovaných u nás (našich původních a některých zahraničních odrůd) většinou končí koncem prosince až začátkem ledna. V tomto období snesou květní poupata i déle trvající mrazy až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, krátkodobě (několik hodin) i teploty do -25 až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (BAŽANT, 2004).

Ve fenofázi růžového poupěte je ničivou teplota pod -5 až $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. V plném květu snáší meruňka krátkodobě teplotu do $-2,2$ až $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Malé plody, které jsou citlivější, se poškozují už při teplotě $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ojediněle, v závislosti na odrůdě, při $-0,6$ až $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Květní pupeny meruněk se poškozují, pokud teploty v lednu a později vystoupí nad $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, s celkovým úhrnem vyšších teplot $35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$, a potom klesají pod $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meruňka je po

mandli nejcitlivějším druhem na pozdní jarní mrazy už od začátku rašení (HRIČOVSKÝ a kol., 2004).

5.3.7 Mandloň obecná - *Prunus amygdalus* Batsch.

Nejnáročnějším naším ovocným druhem na teplo jsou mandloně, které vyžadují průměrnou roční teplotu nejméně 9 °C (BLAŽEK, 1998). Průměrná teplota v době vegetace (duben až září) by měla být nad 15 °C při 500-550 mm průměrných ročních srážek (VÁVRA, 1961).

Kritická teplota, která poškozuje květní pupeny ve fázi rašení, je u mandloní -4 °C; květy mandloní poškozuje teplota kolem -2 °C. Nasazené plody poškozuje mrazík -1 °C. Stupeň poškození závisí nejen na intenzitě mrazíků, ale výrazně i na odrůdě, stanovišti a zejména na počasí, jaké bylo před mrazíky a po nich, a na vzdušné vlhkosti. Květy, zvláště jejich blizny, namrzají již při teplotách vzduchu -0,5 až -1,5 °C (ČERVNEKA, 1972).

5.3.8 Slivoň myrobalán - *Prunus cerasifera* Ehr.

Myrobalán roste planě v přírodě v Malé Asii, Střední Asii a na Balkáně. Má dlouhé vegetační období a krátké období vegetačního klidu. Do našich podmínek jsou vhodné jeho stromovité typy, které bývají odolnější proti nízkým zimním teplotám (ČERVENKA, 1972). Myrobalány jsou schopné bez poškození tolerovat teplotu do -30 °C (GOUGH, 2010).

5.4 Ořešák vlašský - *Juglans regia* L.

Pro pěstování ovocných druhů, vyznačujících se největší citlivostí vůči mrazu, jsou vhodné především nejteplejší oblasti našeho státu, kde je menší riziko výskytu silnějších zimních mrazů a období vegetace je delší. Se vzrůstající nadmořskou výškou se především zkracuje délka vegetačního období a teprve ve vyšších polohách se zvyšuje nebezpečí kritického poklesu teplot. Příliš krátká vegetační doba je hlavní překážkou pěstování teplomilných ovocných druhů ve vyšších polohách. Prodlužující růst výhonů u vlašských ořešáků zde pokračuje do pozdního podzimu a v důsledku toho často nedochází k otužení před nástupem mrazů (BLAŽEK, 1998).

Pro ořešáky se dříve uváděla dolní hranice -15 až -17 °C, jsou však důkazy o neporušených ořešácích, které prodělaly na jižní Moravě v r. 1956 teplotu -26 °C (VÁVRA, 1961).

Stromy mohou namrzat, pokud v zimním období klesne teplota pod -25 °C. Škodí zejména značné teplotní výkyvy v zimě. V době rašení je ořešák poškozován mrazy pod -2 °C. Snahou je proto vybírat taková stanoviště, která jsou chráněná ze severní strany proti studeným větrům a zároveň se vyhýbat mrazovým kotlinám. Ideální je mírný osluněný svah s jižní až jihovýchodní expozicí. Vzhledem k tomu, že u nás pěstované odrůdy zakládají samičí květy na koncích jednoletých plodných výhonů, které nejdříve raší, bývají právě tyto pozdními jarními mrazy poškozovány (NESRSTA a kol., 2013).

5.5 Líska obecná - *Corylus avellana* L.

Jednotlivé kultivary a čisti rostlin se liší v závislosti k náchylnosti na mrazové poškození. Například jehnědy tolerují teplotu – 20 °C před obdobím elongace, avšak pouze -7 °C po tomto období (JANICK et al., 2008). Kritické nízké teploty pro nadzemní soustavu kulturních odrůd se pohybují v rozmezí -30 až -35 °C. Líska má však dobrou aklimatizační schopnost, proto na většině našeho území kulturní odrůdy dobře rostou. Nejspolehlivěji plodí v podhorských krajích a pahorkatinách v 300-400 m n. m. v chráněných polohách se západní nebo jihozápadní expozicí (HLADÍK a kol., 1966, DOLEJŠÍ, KOTT A ŠENK, 1991 in BOČEK, 2015).

5.6 Rod *Ribes*

5.6.1 Rybíz černý - *Ribes nigrum* L. a Rybíz červený - *Ribes rubrum* L.

Rybíz roste planě na vlhkých místech v zóně listnatých a smíšených lesů střední a severní Evropy (ČERVENKA, 1972). Je to středně náročná plodina na teplejší polohy a slunná stanoviště. Vhodné jsou místa s nadmořskou výškou do 500 m, s průměrnou roční teplotou 7-9 °C. Minimální roční srážkový úhrn 350-400 mm (NESRSTA a kol., 2013). Odolnost proti mrazu v době květu nebo po odkvětu není u všech odrůd stejná. Nejvíce trpí květy odrůd černého rybízu (LUŽA a kol., 1967).

Červený rybíz je nenáročná plodina, snášející polostín. Jednotlivé orgány však nejsou stejně citlivé na nízké teploty. Nejchoulostivější jsou květní pupeny (ČERVENKA, 1972). Vzdornost kořenů proti mrazu závisí na průběhu vegetačního

období, na tloušťce kořenů a na hloubce jejich umístění v půdě. V říjnu a listopadu zmrznou kořeny při teplotě až o 4 °C vyšší než v únoru a v březnu. Podle ruských výzkumů mrznou kořeny u rybízů při -15,5 °C. Rumunské prameny uvádějí u rybízu taktéž -15,5 °C (VÁVRA, 1961).

5.7 Angrešt - *Grossularia uva-crispa* L.

Angrešt roste planě v přírodě v západní Evropě a na Ukrajině (ČERVENKA, 1972). Nevhodné jsou mrazové kotliny a průvanové polohy (NESRSTA a kol., 2013). Kořeny u angreštu mrznou při teplotách okolo -18 °C (ČERVENKA, 1972). Angrešt lze pěstovat při průměrných ročních teplotách kolem 6,5°C (BLAŽEK, 1998).

5.8 Rod *Rubus*

5.8.1 Ostružiník maliník = maliník obecný - *Rubus idaeus* L.

Maliník roste v celé Evropě v zóně listnatých i jehličnatých lesů, mnohdy ve značné nadmořské výšce (ČERVENKA, 1972). Při mrazech -15 až -18 °C často vymrzají ponechané výhony (HRIČOVSKÝ, 2002). Kořeny u maliníku mrznou při -11 °C (ČERVENKA, 1972). Ale například odrůda 'Getineau' snáší ve své domovině teploty až -35 °C (DUŠKOVÁ a KOPŘIVA, 2003).

5.8.2 Ostružiník křovitý - *Rubus fruticosus* L.

Ostružiník je našim domácím druhem (ČERVENKA, 1972). Beztrnné odrůdy vyžadují teplejší stanoviště nebo v chladnějších polohách ochranu před mrazem, jsou citlivé na jarní mrazíky, proto je vhodné přezimující výhony obalit chvojnami nebo netkanou textilí (NESRSTA a kol., 2013). Keře namrzají při poklesu teploty pod -20 °C (BOČEK, 2015). Kořeny u ostružiníku mrznou při -11 °C (ČERVENKA, 1972). Ostružiníkům ničí květy i mladé plody (souple) teplota -2 °C (VÁVRA, 1961).

5.8.3 Malinoostružiník - *Rubus hybrida* L.

Malinoostružiník pochází z křížení druhů maliníku a ostružiníku. Snáší i chladné podmínky s úrodnou půdou s dostatkem vláhy (NESRSTA a kol., 2013). Například malinoostružina 'Boysenberry', vyšlechtěná Rudolfem Boysenem z Kalifornie, vyžaduje teplé a slunné místo a v zimě ochranu před sluncem, vysušujícím větrem a mrazy pod -10 °C (DUŠKOVÁ a KOPŘIVA, 2003).

5.9 Jahodník obecný - *Fragaria vesca* L.

Jahodník je původně lesní a luční rostlina. Je velmi náročný na světelné podmínky, ve stínu neroste a neplodí. Optimální úhrn ročních srážek by měl být kolem 600-700 mm. (NESRSTA a kol., 2013).

Výhodou jahodníku je jeho značná přizpůsobivost rozdílným přírodním podmínkám. Pěstování jahodníku je možné do nadmořské výšky 500–600 m. Na vybraných stanovištích může být pěstován i ve vyšších polohách i proto, že zde k dobrému přezimování přispívá sněhová pokrývka (VACHŮN, 2004).

Při sněhové pokrývce snese jahodník i mráz $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při holomrazech však může být nadzemní část poškozena podle odrůdy už při teplotách pod $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kořeny zmrznou při $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VACHŮN, 2004). Jahodníkům ničí květy i mladé plody (souplodí) teplota $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÁVRA, 1961).

Pro jahodník je nevýhodou, že frekvence rizikových teplot v období kvetení je v přízemní vrstvě častější (VACHŮN, 2004). Nejnižší teploty v souvislém ovocném sadě bývají ve výšce 20-50 cm nad zemí a směrem nahoru teplota stoupá. Při jarních mrazících vznikají situace, kdy v oblasti horních částí korun vůbec neklesne teplota pod bod mrazu, kdežto blízko půdy jsou nebezpečné teploty, které mohou poškodit květy kvetoucích jahodníků i květy na spodních větvích (ČERVENKA, 1972).

Pro jahodník jsou nevhodné severní a od severu nechráněné svahy. Naopak vhodné jsou mírné jihozápadní až západní svahy a roviny (VACHŮN, 2004).

6 Mrazuodolnost méně známých ovocných druhů a drobného ovoce

6.1 Kdouloň obecná - *Cydonia oblonga* Mill.

Na ekologické podmínky stanoviště je kdouloň významně náročnější než hrušeň. Oblast úspěšného pěstování vymezuje hranice s průměrnou roční teplotou 9 °C a více. V podmínkách ČR se v podstatě jedná o oblast vhodnou pro pěstování teplomilných peckovin, jako jsou broskvoně a meruňky. Kdouloň jsou však na rozdíl od nich více odolnější vůči mrazu, a to až do -30 °C. V případě zmrznutí nadzemních částí podobně jako hrušně rychle regenerují. V chladnějších oblastech plody špatně vyzrávají, mají méně výrazné aroma a stromy méně plodí. Na takových lokalitách, případně i ve vyšších polohách, je třeba zvolit příznivější mikropodmínky, například jižní strany, svahy a podobně. Optimální nadmořská výška je do 250 m. n. m. Minimální potřeba období chladu je 200-300 hodin. Délka slunečního svitu kolem 2000 hodin (za vegetaci 1500). Minimální roční úhrn srážek 600-700 mm (NEČAS, 2010).

6.2 Mišpule obecná - *Mespilus germanica* L.

Proti nízkým teplotám je mišpule poměrně odolná, snáší zimní mrazy až do -28 °C (ČERVENKA, 1972). Kvete pozdě, a proto květy unikají pozdním jarním mrazíkům (KUTINA a kol., 1991).

6.3 Kaštanovník jedlý - *Castanea sativa* Mill.

Jedná se o teplomilný druh, pěstovaný jako extenzivní ovocná rostlina v oblastech s dlouhým vegetačním obdobím. U nás se vysazuje jen ojediněle v nejteplejších oblastech jižní Moravy (ČERVENKA, 1972).

V oblasti svého původu nachází kaštanovník optimální podmínky při průměrné roční teplotě 10-15 °C, srážkách 500-2500 mm a délce vegetačního období 180-240 dní (BOČEK, 2015). Vávra a kol. (1961) uvádějí, že přizpůsobivost k podnebním a půdním podmínkám není u kaštanovníku vysoká, v našich podmínkách bývá poškozován již při teplotách -10 °C (BOČEK, 2015).

6.4 Brusnice borůvka - *Vaccinium myrtillus* L. a brusnice brusinka - *Vaccinium vitis-idaea* L.

Zimní mrazy snášejí keře poměrně dobře. Květy jsou však na pozdní jarní mrazíky choulostivé (KUTINA a kol., 1992). Pupy borůvek na vysokých či nízkých keřích jsou schopny tolerovat minimální teplotu -27 °C bez poškození v období plné dormance. Na středně vysokých keřích jsou pupeny mrazuvzdornější a snášejí až -37 °C (JANICK et al., 2008). Květy snášejí mrazy do -4 až -5 °C (HRIČOVSKÝ, 1972). Brusinky jsou ve všech aspektech méně náročné než borůvky (HRIČOVSKÝ, 2002).

6.5 Rod *Morus*

6.5.1 Morušovník bílý – *Morus alba* L. a Morušovník černý – *Morus nigra* L.

Morušovník patří mezi teplomilné dřeviny, daří se mu v podmínkách, ve kterých nevymrzá vinná réva. Prospívá na jižních svazích, nesnáší mrazové polohy a kotliny (DOLEJŠÍ, KOTT a ŠENK, 1991, HRIČOVSKÝ a kol., 1990 in BOČEK, 2015). Stromu vyhovuje spíše sušší, ale živné stanoviště, nevadí mu větrná poloha ani mrazy do -35 °C (HRDOUŠEK a kol., 2016).

6.5.2 Morušovník trnavský - *Morus nigra* var. *trnaviensis* Dom.

Morušovník trnavský pochází ze Slovenska. Na Slovensku a jižní Moravě se pěstuje déle než 200 let (DOLEJŠÍ, KOTT a ŠENK, 1991, HRIČOVSKÝ a kol., 1990 in BOČEK, 2015). Stromy snáší teplotu do -35 °C (HRDOUŠEK a kol., 2016).

6.6 Rod *Sorbus*

6.6.1 Jeřáb obecný - *Sorbus aucuparia* L.

Patří mezi nejméně náročné dřeviny, roste v polohách až do 1500 m n. m. (DOLEJŠÍ, KOTT a ŠENK, 1991 in BOČEK, 2015). Jedná se o jeřáb, který není náchylný na mráz a je mrazuvzdorný až do -45 °C (ZAJÍC, 2014).

6.6.2 Jeřáb sladkoplodý - *Sorbus aucuparia* var. *dulcis* Dieck.

Jeřáb sladkoplodý je plastický druh, který se s úspěchem pěstuje v drsnějších ekologických podmínkách (BOČEK, 2015). Dřevo je proti mrazu poměrně odolné

a stejně tak i květy (KUTINA a kol., 1991). K mrazovému poškození nedošlo ani v katastrofických zimách (BOČEK, 2015). Je schopný odolávat mrazům okolo $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (CARLSON, 2005).

6.6.3 Jeřáb oskeruše - *Sorbus domestica* L.

Jeřáb oskeruše patří mezi teplomilné ovocné dřeviny, ale poměrně odolné vůči mrazu (BOČEK, 2015). Oskeruše je velkoplodá jeřabina, která má ráda suchá a výslunná místa, nevadí jí větrná poloha ani mrazy do $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HRDOUŠEK a kol., 2016).

6.7 Temnoplodec černoplodý - *Aronia melanocarpa* L.

Temnoplodec je známější pod názvem jeřáb černý neboli aronie. Druh pochází ze Severní Ameriky, ale je výborně adaptovaný na naše podmínky (BOČEK, 2015). Patří mezi druhy nenáročné na klima. Vyznačuje se vysokou mrazuodolností, daří se mu v podhorských a horských oblastech i na neobdělávaných půdách (DOLEJŠÍ, KOTT a ŠENK, 1991, ŘEZNÍČEK, 2014 in BOČEK, 2015). Je schopný odolávat mrazům do $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ (KING, 2015).

6.8 Rakytník řešetlákový - *Hippophaë rhamnoides* L.

Rakytník pochází z Evropy a Asie, roste na Altaji, v západní a severní Číně a v severozápadních Himalájích. Rakytník je velmi přizpůsobivý. Jeho kořenová soustava snáší mrazy až do $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nadzemní část dokonce až do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HRIČOVSKÝ a kol., 2002).

6.9 Bez černý - *Sambucus nigra* L.

Černý bez je naše původní dřevina. Vyskytuje se téměř v celé Evropě, západní Asii (Kavkaz), u nás do 1100 m n. m. (Beskydy) (HRIČOVSKÝ a kol., 1990 in BOČEK, 2015).

Bez černý patří podobně jako rakytník k nejméně náročným dřevinám. Daří se mu i na extrémních stanovištích, nevhodných pro jiné náročnější druhy (BOČEK, 2015). Není náchylný na mráz a je mrazuvzdorný až do $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ (WILSON, 2016). Kvete v červnu až v červenci, a proto je mrazuvzdornost květů bezpředmětná (ZAJÍC, 2014.)

6.10 Dřín obecný - *Cornus mas* L.

Dřín je sice teplomilná dřevina, ale v zimním období snáší až -40 °C. S úspěchem se dá pěstovat i v nadmořské výšce kolem 600 m, pokud se jedná o mikroklimaticky vhodné stanoviště. Nejlépe prospívá na jižních, jihovýchodních i jihozápadních svazích, nehodí se na stinná místa, kde vytváří řídké koruny (DOLEJŠÍ, KOTT a ŠENK, 1991, HRIČOVSKÝ a kol., 1990 in BOČEK, 2015).

6.11 Aktinidie čínská - *Actinidia chinensis* Planch. a Aktinidie význačná – *Actinidia arguta* Planch.

Aktinidie pochází z jihovýchodní Asie. Je rozšířena hlavně na Novém Zélandu a v subtropických a teplejších oblastech mírného pásma. V zimě snáší mrazy jen do -14 až -16 °C (KUTINA a kol., 1991). Je velmi citlivá na pozdní jarní a časně podzimní mrazíky (JANICK el al., 2008). Rašící rostliny a nevyzrálé výhony poškozují poklesy teplot na -2 až -3 °C. Rychle však regeneruje (KUTINA a kol., 1991).

7 Výskyt nejsilnějších mrazů v historii

Ze starších dob se uvádějí zlé zimy v r. 1798-99, na druhém místě 1829-30, na třetím 1928-1929 (NĚMEC a kol., 1958).

Strnad (1790) uvádí zlé zimy z let 763, 792, 962, 975, 1056, 1068, 1077, 1092, 1125, 1266, 1282, 1317, 1326, 1334, 1342, 1407, 1436, 1441, 1477, 1485, 1514, 1520, 1524, 1557, 1560, 1581, 1586, 1587, 1605, 1607, 1615, 1629, 1643, 1652, 1663, 1665. Staré letopisy české zaznamenávají, že r. 1436 byla velmi tvrdá zima, takže vymrzly štěpy, broskve a vlašské ořechy. Tytéž letopisy píší, že r. 1441 bylo velké sucho a po něm tvrdá zima. Opět zmrzlo mnoho štěpů (NĚMEC a kol., 1958).

Zima 1870/71

V zimě roku 1870/71 bylo hlavní příčinou mrazového poškození nedostatečné vyžrání dřeva a předčasné proudění mízy. Po vlhkém podzimu napadlo v prosinci na nezamrzlou půdu velké množství sněhu a teploty poklesly na $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Následně teplý leden vystřídaly silné únorové mrazy s poklesem teplot až na $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvíce byly poškozeny ovocné dřeviny v nížinách a údolích, zejména slivoně, ořešáky, hrušně a třešně. V polohách nad 400 m n. m. byly škody podstatně nižší (ŠOBEK, 1958 in BOČEK, 2015).

Zima 1879/80

V zimě roku 1879/80 byla situace obdobná. Po teplém vlhkém podzimu napadlo již 1. listopadu 0,4 m sněhu, teplé počasí začátkem ledna ($6\text{ až }10\text{ }^{\circ}\text{C}$) bylo po několika dnech vystřídáno silnými mrazy až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvíce byly poškozeny broskvoně, meruňky a slivoně, méně ořešáky, hrušně, třešně, nejméně jabloně (ŠOBEK, 1958 in BOČEK, 2015).

Zima 1894/95

Také v zimě 1894/95 došlo po teplém a vlhkém počasí v druhé polovině vegetačního období k rychlému nástupu mrazů a sněhu, koncem prosince klesly teploty na $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. V polovině ledna nastalo oteplení a počátkem února klesly teploty na $-28\text{ až }-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvíce byly poškozeny mladé stromky ve školkách, u kterých došlo k nedostatečnému vyžrání dřeva. Starší stromy přezimovaly dobře (ŠOBEK, 1958 in BOČEK, 2015).

Zima 1928/29

Zima 1928/1929 začala poměrně nenápadně. Až do konce první lednové dekády panovaly na našem území teploty spíše průměrné, k výraznějšímu ochlazení došlo až v polovině ledna, kdy do střední Evropy začal proudit mrazivý kontinentální vzduch. Počátkem února došlo k dalšímu výraznému ochlazení (VAŠKŮ, 2015).

Tři hlavní oblasti výskytu vysokých mrazů v České republice v roce 1928/1929

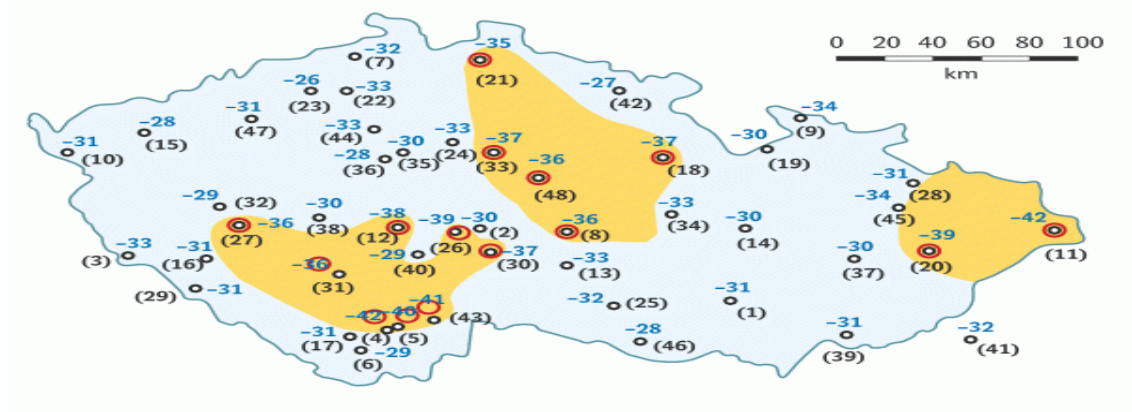
Nejnižší minimální teplota ($-42,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) byla dne 11. února 1929 naměřena na stanici u Stecherova mlýna v Litvínovicích (přibližně 3 km jihozápadně od Českých Budějovic). Šlo o absolutně nejnižší teplotu, která kdy byla zaznamenána na našem území. Jen nepatrně vyšší teploty byly naměřeny i v dalších dvou tehdy existujících stanicích v Českých Budějovicích, a to na jižním okraji města U dvou továren $-40,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a U rolnické školy $-39,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. V této oblasti byly naměřeny velmi nízké teploty například ještě v Třeboni ($-41,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), v Načeradci ($-39,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), v Jesenicích u Sedlčan ($-38,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), v Pelhřimově ($-37,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) a v Písku ($-36,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) (VAŠKŮ, 2015).

Podle teplotních měření z 11. února 1929 můžeme vymezit druhou „nejmrazivější“ souvislou oblast tohoto období. Jedná se o severovýchodní část České republiky, kde byla v jihovýchodní části okresu Frýdek-Místek, v Jablunkově, naměřena minimální teplota $-42,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VAŠKŮ, 2015).

Třetí oblast vykazuje poněkud nižší homogenitou minimálních teplotních hodnot. Ta se rozprostírá v severojižním směru mezi Libercem a Havlíčkovým Brodem a v západovýchodním směru mezi Poděbrady a Kostelcem nad Orlicí. Zde byly naměřeny na řadě míst minimální teploty „pouze“ kolem $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, někde až $-37\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VAŠKŮ, 2015).

Obr. č. 4 Vymezení souvislých oblastí České republiky s minimálními teplotami nižšími než $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Teploty byly naměřeny dne 11. února 1929)

Zdroj: Vesmir.cz (VAŠKŮ, 2015)



Únor roku 1929 se stal vůbec nejchladnějším a nejmrazivějším měsíce v celé historii přístrojových měření ve střední Evropě. U zmíněného Stecherova mlýna bylo tehdy 15 dní s mrazem pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a z toho plných 8 dnů s mrazy pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tuhé mrazy však v roce 1929 pokračovaly i v březnu. V prvních třech březnových dnech byla u Stecherova mlýna naměřena teplota $-27,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-28,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-25,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ještě 7. dubna 1929 byla v Českých Budějovicích naměřena teplota $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VAŠKŮ, 2015).

Tab. č. 3 Pořadí nejstudenějších a nejteplejších zim podle průměrných teplot zimních období 240leté řady měření na meteorologické observatoři v pražském Klementinu

Zdroj: Vesmir.cz (VAŠKŮ, 2015)

p. č.	pořadí nejstudenějších zim		pořadí nejteplejších zim	
	průměrná teplota zimního období ($^{\circ}\text{C}$)	rok	průměrná teplota zimního období ($^{\circ}\text{C}$)	rok
1.	-6,1	1830	5,8	2007
2.	-5,8	1799	4,4	1998
3.	-5,5	1838	4,3	1796
4.	-5,4	1841	4,1	1794
5.	-5,3	1784	4,0	1975
6.	-5,2	1929	4,0	2008
7.	-5,2	1940	4,0	1995
8.	-4,8	1947	3,9	1990
9.	-4,8	1963	3,8	1989
10.	-4,5	1871	3,8	1942

V zimním období 1928/1929 nedocházelo však k vymrzávání, tedy k hynutí porostů působením holomrazů, neboť prosincové poklesy teplot nebyly tak nízké. Obecně

je možné konstatovat, že prosinec 1928 byl zemědělsky příznivý, a když pak udeřily mrazy na konci první dekády ledna, byla již vytvořena dostatečně vysoká izolační sněhová pokrývka (VAŠKŮ, 2015).

Zejména na ovocných dřevinách byly způsobeny vysoké škody v důsledku enormně tuhých mrazů, které se vyskytly v prvních třech měsících r. 1929. Na některých částech našeho území byly ještě v březnu zaznamenávány mrazy pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvíce postiženy byly vlašské ořešáky, broskvoně, meruňky, réva vinná, kdouloně a oskeruše. Z dalších ovocných dřevin utrpěly poměrně velké poškození i švestky, ušlechtilé druhy slivoní a třešně. Z jabloní, které se u nás tehdy pěstovaly, byly nejvíce pomrzlé odrůdy 'Parména', 'Šampaňské', 'Grávštýnské', 'Baumanovo', 'Boskopské', 'Ontario' a 'Kanadská renetá'. Pokud mluvíme o hrušních pak zejména 'Boscova lahvice', 'Kongresovka', 'Williamsova', 'Avranšská', 'Charneuská', 'Hardyho' a 'Clappova máslovka'. Poškození ovocných dřevin se ve většině případů projevilo poměrně krátce po výskytu mrazů. Na druhou stranu hynuly dřeviny také třeba až druhým nebo třetím rokem v důsledku oslabení ovocných dřevin mrazem, zpravidla pak ještě po napadení škůdci nebo chorobami. Jednalo se o tzv. druhotné škody (VAŠKŮ, 2015).

Tab. č. 4 Výběr dat Státního statistického úřadu o úhynu ovocných dřevin v důsledku mrazové katastrofy v zimním období 1928/1929

Zdroj: Vesmir.cz (VAŠKŮ, 2015)

dřevina	úbytek v Československu		úbytek pouze v Čechách	
	kusů	%	kusů	%
jabloně	4 810 909	33,5	3 071 834	35,1
hrušně	2 154 377	31,1	1 289 722	30,8
třešně	2 728 199	46,5	1 694 229	50,0
višně	351 841	37,5	271 317	43,5
švestky	12 732 019	49,8	6 675 356	55,6
slívy	727 475	40,7	339 801	42,4
meruňky	153 514	35,5	50 082	50,1
broskvoně	113 624	41,3	27 005	60,8
vlašské ořešáky	794 643	52,4	239 366	56,1

Největší škody u ovocných stromů byly v již výše zmíněných „nejchladnějších“ oblastech a zde pak majoritně v nižších polohách, v dolinách a v okolí vodních toků. Naopak v polohách s vyšší nadmořskou výškou byly překvapivě často zaznamenávány škody menší, a dokonce se zde místy zcela nepoškozené uchovaly i poměrně choulostivé ořešáky. Tuto skutečnost vysvětluje klimatolog Václav Hlaváč tak,

že zejména v únorových dnech r. 1929 se vytvořila silná inverze a teplejší byly právě vyšší polohy (VAŠKŮ, 2015).

Naše ovocnářství bylo touto mrazovou kalamitou zdecimováno natolik, že dokonce Ministerstvo zemědělství zahájilo akci s cílem urychlení a usnadnění obnovy výsadby nových ovocných dřevin. Podpora na obnovu byla vyplácena až do výše 300 nahlášených uhynulých stromů na jednoho žadatele. Náš významný pomolog poloviny minulého století, Josef Kudlák, zdůrazňoval, že zima 1928/29 znamenala výrazný předěl v odrůdovém složení našeho ovocnářství: „...v důsledku primárních a druhotných úhynů ovocných dřevin a následných nových výsadeb z našeho ovocnářství prakticky téměř vymizela značná část doposavad hojně pěstovaných tradičních staročeských odrůd našich ovocných dřevin.“ (VAŠKŮ, 2015).

Tuhé mrazy a vysoká sněhová pokrývka se staly nepřímo také jednou z dalších příčin značných škod na ovocných dřevinách, neboť mnohé stromy byly ohlodávány, oloupávány a okusovány hladovějící a potravu hledající zvěří (VAŠKŮ, 2015).

Zima 1928/1929 u nás v řadě oblastí způsobila velmi závažné změny, které ve svém článku v roce 1931 popsal pomolog a vysokoškolský učitel Karel Kamenický: „Po této kruté zimě nejenom prořídly, ale namnoze úplně zmizely ovocné sady a zahrady, zmizela i ovocná stromořadí, která vroubila naše silnice a polní cesty. Není třešňovek, pověstných zejména v době květu, kdy lákaly zdaleka poutníky. Jde o největší pohromu zemědělství, jakou znají naše hospodářské dějiny. Dotýkají se více méně každého zemědělce a potrvá mnoho let, než bude dokončeno úspěšně dílo obnovy.“ (VAŠKŮ, 2015).

Z hospodářských záznamů rolníka Vladimíra Kuchyňky ze Žitče na Jindřichohradecku:

„O té nebývalé zimě naše ovocné stromoví, které bylo ještě vyčerpáno po suchém létě 1928 nedostatkem vláhy, utrpělo krutými mrazy velké škody, které bude možno vyčíslit ale až za dva tři roky, až mrazem poškozené, zdánlivě vegetující stromy úplně zajdou. Ovocné stromy v zahradách a ve stromořadích podél silnic a podél polních cest povětšinou pomrzly anebo později zašly zeslabením či podlehly různým nemocem a škůdcům, jako jsou puklice, květopas a mera jabloňová. Nejvíce pomrzly třešně, švestky a hrušně. Sníh mnohde sahal až ke korunám stromů, takže vznikaly značné škody také okusem zvěře. Je dnes bohužel smutným faktem, že u nás v této době vlastně ani ovoce

nemáme a v dlouhé budoucnosti ani mítí nebudeme. Uvádí se, že v důsledku této zimy v Československu bylo zničeno více nežli dvacet milionů ovocných stromů.“ (VAŠKŮ, 2015).

Zima 1939/40

Další mrazová kalamita nastala v zimě roku 1939/40, měla však zcela odlišný průběh. Léto a zvláště celý podzim byly neobvykle vlhké a deštivé, takže dřevo špatně vyzrálo. Na nezmrzlou půdu napadl několikrát sníh, který roztál a ještě zvýšil množství vláhy v půdě. Bezmrazé počasí vystřídaly v několika vlnách mrazy až k $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, začátkem února došlo k oblevě a následoval opět silný pokles teplot pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v polovině února, a to za bezoblačného počasí (ŠOBEK, 1958 in BOČEK, 2015). Nejvíce byly postiženy broskvoně, meruňky, třešně jen některé, hrušně a staré švestky. Lépe se udržovaly pološvestky a slivoně, vlašské ořešáky, višně, lísky a jabloně. Katastrofální následky měly tyto zimy pro naše Domácí švestky, které byly v některých okresech téměř vyhubeny (NĚMEC a kol., 1958).

Zima 1955/56

Další významná mrazová kalamita nastala v zimě roku 1955/56. Svým průběhem se poněkud podobala zimě 1928/29 s výjimkou vlhčího podzimu. K špatnému vyzrání dřeva dále přispěl teplý prosinec a leden. Proudění mízy zcela neustálo a již v lednu v teplých oblastech docházelo k projevům zesíleného toku mízy u třešní, merunek a broskví. Koncem ledna však došlo k náhlému poklesu teplot na celém území Československa na -30 až $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Účinky mrazu zesílil silný vítr na začátku února (ŠOBEK, 1958 in BOČEK, 2015).

Pohled na mrazové kalamity

Mrazové kalamity ukázaly, že k největším škodám docházelo v nížinách, v oblastech zemědělsky významných. V hornatějších oblastech ovocnářsky podceňovaných, v nadmořských výškách nad 400 m n. m., v polohách otevřených, větrných, klimaticky značně drsných bylo poškození mnohem menší. Rozdíly byly významné i vzhledem k expozici svahů – na jižních slunných svazích byly škody obecně mnohem větší než na svazích severozápadních, severních a severovýchodních (KAMENICKÝ a KOHOUT, 1957).

8 Ochrana ovocných dřevin proti mrazu

Škodám z kritických poklesů teplot v zimním období lze předcházet výběrem adaptabilních odrůd a podnoží, volbou stanovišť méně ohrožených kritickými teplotami a vhodnou agrotechnikou (BAŽANT, 2004). Jedná se o celou řadu pěstitelských opatření, která ve svém komplexu mají rozhodující vliv na celkové zlepšení mrazuvzdornosti rostlin. Jde především o tato **preventivní opatření**:

1) Dokonalá ochrana proti chorobám a škůdcům. Pouze zcela zdravé listy, které zůstanou na rostlinách až do doby ukončování vegetace, mohou vytvořit dostatek asimilátů nutných k otužení stromů (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

2) Přiměřená komplexní výživa. Listy podvyživených stromů rovněž nejsou schopny vytvořit dostatek asimilátů. Škodlivé však je i přihnojování dusíkem v druhé polovině vegetace, protože rostliny na podzim včas neukončí svůj růst (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

3) Regulace závlahových systémů v období ukončování vegetace. Toto opatření rovněž přispívá k včasné ukončování růstu a napomáhá lepšímu vyžrání výhonů (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

4) Regulace plodnosti, a to zejména probírka nadměrné násady plodů. Přeplozené stromy se značně vyčerpávají a jsou mnohem citlivější na mráz (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

5) Dostatečné osvětlení korun. Dostatek asimilátů se vytvoří jen tam, kde většina listů má dobré podmínky osvětlení. Proto ovocné dřeviny pěstujeme v dostatečně volných sponech a dbáme na to, abychom pravidelným řezem udržovali koruny stromů dostatečně řídké (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

6) Používání bezvirózního výsadbového materiálu. Stromy, které jsou napadeny virózy, jsou mnohem citlivější na všechna mrazová poškození. Proto si pořizujeme, pokud možno jen bezvirózní výsadbový materiál (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

7) Bílý nátěr kmenů. U kmenných tvarů ovocných dřevin má své opodstatnění i bílý nátěr kmenů, jako prevence proti lokálnímu ohřívání kmene sluncem, které vede k předčasné ztrátě otužilosti jeho pletiv a k časnému vzniku mrazových desek. Nátěr je možno nahradit obalením kmene světlým technickým papírem (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

Přímá ochrana proti jarním mrazíkům

Velké ztráty pěstitelům ovocných plodin způsobují pozdní jarní mrazíky. Pokud přijdou v době těsně před květem nebo v době květu, mohou zničit celoroční (BLAŽEK, 1998). Účinným ochranným opatřením je udržovat v období jarních mrazů půdní povrch pod stromy bez plevele a v utuženém stavu. Nemá se kypřit ani nastýlat, neboť to brání vyzařování tepla z půdy (ŠROT, 1998). Před očekávaným příchodem jarních mrazíků vynecháváme rovněž zálivku, abychom poněkud snížili citlivost mladých rostlinných pletiv vůči mrazům (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

Tepelný režim (sled a trvání teplot) se dá částečně měnit vysazováním vhodných větrolamů, které zabraňují pronikání studených větrů a odvívání vzdušné vlhkosti, jež ve značné míře zabraňuje prudkému střídání teplot (VÁVRA, 1961).

1) Vliv sněhové pokrývky

Sněhová pokrývka působí jako velmi dobrý izolant. Vrstva sněhu 1-2 cm vysoká udrží teplotu v půdě až o 5,8 °C vyšší proti teplotě vzduchu. Pod sněhovou vrstvou 5 cm silnou byla půda teplejší o 4,4 až 14 °C. V zimě 1939/40 při 40 cm vrstvě sněhu byla teplota půdy o 9,6 až 13,4 °C vyšší proti teplotě vzduchu (VÁVRA, 1961).

Mokrý sníh, jakožto negativní projev sněhové pokrývky, může svou váhou lámat i silné větve ovocných stromů, a to zvláště napadne-li brzy na podzim, dokud je na stromech ještě listí. Sníh, který napadne v době kvetení ovocných stromů, zpravidla poškodí květy jen nepatrně. Nebezpečnější je sníh za mrazivých zim, při jehož převívání větrem se často poškozuje i větve a kmeny mladých ovocných stromů (ČERVENKA, 1972).

2) Zadýmování ovocných výsadeb

Proti poškození rašících a kvetoucích ovocných stromů mrazem uvádí již Plinius rozdělávání ohňů v sadech, aby stromy byly zahaleny v kouři (NĚMEC a kol., 1958). Nejužívanější způsob u nás je právě **zadýmování ovocných výsadeb**. Děje se tak před východem slunce, a to spalováním dýmovniček, plev, řepkové slámy, réví a jiných odpadních hmot z hospodářství (VÁVRA, 1961). Přímé vyhřívání je pracné, efekt, spočívající ve zvýšení teploty v sadu o 2 až 4 °C, je však velmi významný (BAŽANT, 2004). Kouř však chrání stromy jen při klidném vzduchu a když teplota neklesne pod

-3, nejvýše -4 °C. Oheň musí vydávat hodně kouře, proto se odedávna topí vlhkou slámou, vlhkým listím, mechem, pilinami, dehtem, oleji apod. (NĚMEC a kol., 1958).

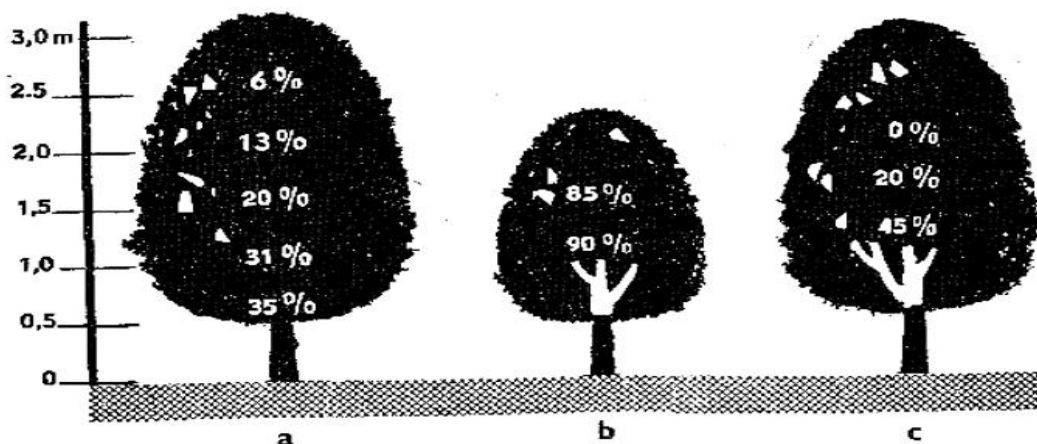
3) Protimrazové zadešťování

Led je jeden z neúčinnějších tepelných přírodních izolantů. Princip této ochrany vychází z uvolňování tepla při zmrznání vody. Účinnost protimrazové ochrany zadešťováním závisí na rychlosti poklesu teploty, relativní vzdušné vlhkosti, síle větru a stavu porostu. Podle stavu těchto faktorů zabrání zadešťování škodám při poklesu teplot od -4 °C až do -7 °C. Proto je tento způsob ochrany účinnější než jiné systémy protimrazové ochrany, včetně přímého vyhřívání. V ovocných výsadbách se používá jako základní prostředek protimrazové ochrany generativních orgánů v jarním období. Celá chráněná plocha se musí zadešťovat současně, přičemž postřik vodou musí být nepřetržitý po celou dobu ochrany. Začátek zadešťování se doporučuje při teplotě okolo 0 °C a konec až v době, kdy začíná led na rostlinách roztávat. Intenzita protimrazového postřiku má činit 1,5-3,5 mm za hodinu. Optimální velikost kapének je 0,5-2 mm. Proto k tomuto účelu mohou být použity jen ty typy zadešťovačů, které lze seřídit tuto formu aplikace vody zadešťováním při použití co nejnižších dávek (BLAŽEK a kol., 1998, 2001, 2005).

4) Promíchávání vzduchových vrstev

Pozdní jarní mrazy mají inverzní charakter, tzn. že vzduch při zemi je o několik stupňů chladnější než vzduch ve vyšší vrstvě. **Promíchávání vzduchových vrstev** pomocí stacionárních vrtulí, přelety vrtulníky i pozemní průjezdy strojů s ventilátory se přízemní inverze může citelně narušit (BAŽANT, 2004).

Obr. č. 5 Mrazové poškození v různé výšce stromu (Podle VÁVRY, 1961)



5) Parafínové svíce

Jedná se o protimrazovou svíci, resp. plechovou nádobu naplněnou parafínem a opatřenou knotem, kterou lze v případě potřeby velmi rychle zažehnout. Svíce hoří mírným plamenem, který je vysoký přibližně třicet centimetrů, a to šest až osm hodin. Díky velmi malým rozměrům lze svíce snadno rozmístit v okolí stromů. Tyto svíce jsou schopny zvýšit teplotu v jejich blízkosti až o 2 °C, aby květy nezmrzly (ZELENÝ, 2016).

Ostatní způsoby ochrany proti mrazu

Můžeme využít **přímého vytápění sadů** (VÁVRA, 1961). Dalším možným způsobem je **vyvíječ aerosolů**. U nás se osvědčil ruční aerosolový vyvíječ RAG, který vyráběl „Kovopodnik“ v Plzni (VÁVRA, 1961). V současné době je na trhu široká nabídka vyvíječů mlhy polských či italských firem.

Ke zvýšení odolnosti proti mrazům se doporučují postřiky 0,5 % roztokem močoviny, opakované v době jarních mrazů 4-5krát ve čtyř denních intervalech (ŠROT, 1998).

Jahodník překrýváme v době mrazů fólií, netkanou textilií nebo tunelovým krytem. Pokud již rostliny kvetou, přikrývku přes den nadzvedáváme kvůli opylení hmyzem (ŠROT, 1998).

9 Kryoprezervace jako pozitivní využití účinků mrazu

Ovocné dřeviny patří k významným plodinám hrajícím nezastupitelnou úlohu ve výživě člověka. V dnešní době strategie konzervace rozsáhlého genetického potenciálu včetně zemědělských plodin existují tendence k uchování odrůd ovocných druhů nejen standardními metodami *ex situ* (na stanovišti), ale také metodami *in vitro* a v poslední době také metodou kryoprezervace (BILAVČÍK a kol., 2009).

Schopnost rostlinných pletiv přežít teploty okolo -40 °C svědčí o jejich dostatečné mrazuvzdornosti a eventualitě úspěšného nasazení kryoprezervace (BILAVČÍK a kol., 2009).

V průběhu kryoprezervace vegetativních dormantních pupenů ovocných dřevin je používán dvoustupňový kryoprezervační protokol, přičemž v prvním stupni tohoto kryoprotokolu jsou dormantní pupeny vystaveny poklesu teploty rychlostí $2\text{ °C}\cdot\text{min}^{-1}$ až do teploty -30 až -40 °C (SEUFFERHELD a kol., 1999; TYLER a STUSHNOFF, 1988a a 1988b in BILAVČÍK a kol., 2009). Stanovení hraniční hodnoty teploty, na kterou lze v první části kryoprotokolu vegetativní dormantní pupeny jednotlivých odrůd jablek a hrušní zmrazovat, je nezbytné pro udržení jejich životnosti a schopnosti regenerace (STUSHNOFF, 1987 in BILAVČÍK a kol., 2009).

V první části kryoprotokolu je důležité pomalým snižováním teploty, při němž dochází k extracelulárnímu vymrznání vody, zmrazit pletiva na co nejnižší teplotu, aby došlo k co nejmenšímu poškození při druhé části kryoprotokolu. Tou je okamžité zamražení do ultranízké teploty kolem -196 °C v kapalném dusíku a při tomto postupu dochází k rychlému intracelulárnímu vymrznutí ještě nezmrzlé vody, které je pro buňky letální (GUSTAV a FOWLER, 1977; ANDREWS a kol., 1983 in BILAVČÍK a kol., 2009).

10 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provést literární rešerši a následně dle dostupných literárních a internetových zdrojů zpracovat vytyčené cíle v úvodu bakalářské práce.

1) Vstup pupenů do klidového období je charakterizován vzestupem ABA a výstup jejím poklesem. Různé druhy dřevin vstupují do endogenního odpočinku v různou dobu a v různou dobu z něho vystupují. Peckoviny začínají odpočívat časně, v některých letech již v srpnu; jádroviny později, a to koncem září a v říjnu. Ovocné stromy dobře přezimují, jestliže se „připraví“ na zimu. Tato příprava se uskuteční, když brzy po opadu listů nastane mírný pokles teploty několik stupňů pod nulu. Tehdy přecházejí nerozpustné uhlohydráty v cukry, které zvyšují hustotu buněčné šťávy.

2) Nejcitlivějšími rostlinnými orgány k mrazovému poškození jsou květní pupeny, následně pupeny listové. Naopak nejodolnějšími jsou nejmladší vrstvy kůry.

3) Mrazuvzdornost klesá s ohledem na vývojovou fázi rostliny. V době květu je pro meruňku, švestku, ořešák a révu vinnou kritická již teplota okolo $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdežto jahodník ve stejné době odolává až do $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. V době oplození je kritickou teplotou pro meruňku již teplota $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jahodník je opět schopen vzdorovat až do $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. V mikrofenofázi růžového poupěte je nejcitlivější k mrazovému poškození třešeň, pro kterou je kritická již teplota okolo $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meruňka je v mikrofenofázi plného květu poškozována již teplotou $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a po odkvětu je pro ni kritická již teplota $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4) Nejcitlivější k mrazům ve dřevě jsou mandloně, broskvoně a vlašské ořešáky, které poškozují již teplota v rozmezí -18 až $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejodolnější jsou naopak bezy, rybíz, angrešt, dřín, rakytník. Tyto ovocné dřeviny poškozují ve dřevě až teplota $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižší.

5) Největší mrazovou kalamitou, která naše území zasáhla, byla kalamita z roku 1928/1929. Nejnižší teplota byla naměřena u Stecherova mlýna, a to $-42,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za této mrazové kalamity nejvíce utrpěly švestky, jejichž počet klesl o téměř 13 milionů kusů.

6) Ochranu proti mrazu můžeme rozdělit na ochranu preventivní a na ochranu přímou. Velmi důležitým preventivním opatřením může být například správný výběr pěstitelské oblasti a stanoviště. Z přímé ochrany je v současné době na největším rozmachu spalování parafinových svíček. Dalšími způsoby ochrany jsou – zadýmování ovocných výsadby, promíchávání vzduchových vrstev či protimrazové zadešťování.

11 Shrnutí

Tato bakalářská práce se zabývá popisem principu dormance a mrazuvzdornosti ovocných dřevin; významnými mrazovými kalamitami na území ČR; působení mrazu na ovocné dřeviny; vztahem fenofází a mikrofenofází z pohledu vývoje míry mrazuvzdornosti ovocných dřevin; možnostmi ochrany proti pozdním jarním mrazům a kryoprezervací jako pozitivní využití účinku mrazu.

Klíčová slova: dormance, mrazuodolnost, ovoce, mráz

12 Resumé

This bachelor thesis describes principles of dormancy and frost hardiness of fruit trees; significant historical frost calamities in the Czech Republic; frost effects on fruit trees; relationship of phenophases and mikrophenophases from the perspective of evolution of the frost hardiness of fruit trees; the possibilities of protection against a late spring frosts and cryopreservation as a positive use of the effects of frost.

Key words: dormancy, frost hardiness, fruit, frost

13 Seznam použité literatury

Knižní:

ANDREWS P.K.; PROEBSTING E.L. Jr.; GROSS D.C., 1986: *Ice nucleation and supercooling in freeze-sensitive peach and sweet cherry tissues*. J Amer Soc Hortic Sci 111(2): 232-236

BAŽANT, Zdeněk. *Pěstujeme meruňky*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0873-6.

BLAŽEK, Jan a Václav KNEIFL. *Pěstujeme slivoně*. Praha: Brázda, 2005. ISBN 80-209-0336-4.

BLAŽEK, Jan. *Ovocnictví*. Praha: KVĚT, 1998. ISBN 80-85362-33-3.

BLAŽEK, Jan. *Pěstujeme jabloně*. Praha: Brázda, 2001. ISBN 80-209-0294-5.

BOČEK, Stanislav. *Extenzivní ovocnictví*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-275-5.

ČERVENKA, Karel. *Ovocnictví*. 3.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1972.

DOLEJŠÍ, A.; KOTT, V.; a ŠENK, L. *Méně známé ovoce*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1991, 152 s. ISBN 80-209-0188-4

DUŠKOVÁ, Ludmila a Jan KOPŘIVA. *Pěstujeme maliny, ostružiny a borůvky*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0532-X.

FERKL F.; FERKL Z., 1954: *Teplotní poměry ve stromech*. Praha, 1954

GUSTA L.V.; FOWLER D.B., 1977: *Factors affecting the cold survival of winter cecals*. Can J Plant Sci 57: 213-219

HLADÍK, F. a kol. *Malá pomologie IV, meruňky, broskve, mandle, ořechy vlašské a lískové*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1966. 321 s.

HRDOUŠEK, Vít, Boris KRŠKA, Petr KULÍŠEK a Radim LOKOČ. *Průručka pro výsadby ovocných dřevin do krajiny Čech, Moravy a Slezska: milión stromů*. Břeclav: Petr Brázda, 2016. ISBN 978-80-87387-40-5.

HRIČOVSKÝ, Ivan, Daniela BENEDIKOVÁ a Boris KRŠKA. *Meruňky a broskvoně*. Bratislava: Příroda, 2004. ISBN 80-07-01228-1.

HRIČOVSKÝ, Ivan. *Drobné ovoce: a méně známé druhy ovoce*. Bratislava: Příroda, 2002. ISBN 80-07-01004-1.

HRIČOVSKÝ, Ivan. *Pestovanie a zužitkovanie drobného ovocia*. 2.vyd. Bratislava: Příroda, 1972.

HRIČOVSKÝ, Ivan. *Pomológia: marhule, broskyne, slivkoviny, drobné ovocie a menej rozšírené ovocné druhy*. Bratislava: Nezávislosť, 2002. ISBN 80-85217-64-3.

HRIČOVSKÝ, Ivan. *Praktické ovocinárstvo*. Bratislava: Příroda, 1990. ISBN 80-07-00024-0.

HRIČOVSKÝ, Ivan. *Praktické ovocinárstvo*. Bratislava: Příroda, 1990. ISBN 80-07-00024-0.

JAN, Tomáš. *Peckoviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd peckovin*. Olomouc: Petr Baštan, 2011. ISBN 978-80-87091-18-0.

JANICK, Jules a Robert E. PAULL, ed. *The encyclopedia of fruit & nuts*. Wallingford [u.a.]: CABI, 2008. ISBN 978-0-85199-638-7.

KAMENICKÝ, Karel a Karel KOHOUT. *Atlas tržních odrůd ovoce*. 3., opr. a rozš. vyd., (v SZN 1. vyd.). Praha: SZN, 1957.

KRÁLÍK J.; ŠEBÁNEK J.; KLÍČOVÁ Š. (1980): Acta Sci. Nat. Acad. Sci. Bohemoslov. Brno. 14: 1-28

KUTINA, Josef. *Pomologický atlas*. 2. Ilustroval Stanislav HOLEČEK. Praha: Brázda, 1992. ISBN 80-209-0192-2.

KUTINA, Josef. *Pomologický atlas*. 2. Ilustroval Stanislav HOLEČEK. Praha: Brázda, 1992. ISBN 80-209-0192-2.

KUTINA, Josef. *Pomologický atlas*. Sv. 1, Peckoviny, skořápkoviny, réva vinná, okrajové druhy. Ilustroval Gašpar VANEK, ilustroval Pavel DVORSKÝ, ilustroval Marie SUCHARDOVÁ. Praha: Brázda, 1991. ISBN 80-209-0089-6.

KUTINA, Josef. *Pomologický atlas*. Sv. 1, Peckoviny, skořápkoviny, réva vinná, okrajové druhy. Ilustroval Gašpar VANEK, ilustroval Pavel DVORSKÝ, ilustroval Marie SUCHARDOVÁ. Praha: Brázda, 1991. ISBN 80-209-0089-6.

- LUŽA, Josef. *Rybíz, angrešt, maliny, ostružiny a jahody*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1967.
- MCKERSIE B. D.; LESHEM Y. Y. (1994): *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- MÍČURIN, Ivan Vladimirovič. *Aklimatisace rostlin*. Praha: Brázda, 1951.
- NEČAS, Tomáš. *Pěstujeme hrušně a kdouloně*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2500-0.
- NĚMEC, Bohumil, Mária LUXOVÁ a Ľudovít PASTÝRIK. *Jak žije ovocný strom*. Praha: ČSAV, 1958.
- NESRSTA, Dušan, Tomáš JAN a Milan HANČ. *Drobné ovoce a skořápkoviny: přes 140 barevných fotografií a popisů odrůd*. Olomouc: Baštan, 2013. ISBN 978-80-87091-40-1.
- NESRSTA, Dušan. *Jádroviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd jádrovin*. Olomouc: Petr Baštan, 2011. ISBN 978-80-87091-17-3.
- PEIKER, Josef; František KYNCL; Vladimír ZACHA a Miroslav ŘEZÁČ. *Praktické ovocnictví*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965.
- PROCHÁZKA, Stanislav. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- RUBIN, Boris Anisimovič. *Fyziologie rostlin*. 1vyd. Praha: Academia ČAV, 1966.
- ŘEZNÍČEK V., Netradiční ovocné druhy, jejich vhodnost pro pěstování. *Veronica*. 2014, XXVIII., 2, 15-19. ISSN 1213-0699.
- SEUFFERHELD M. J.; STUSHNOFF C.; FORSLINE P. L.; GONZALES G. H. T., 1999: *Cryopreservation of cold-tender apple germplasm*. J Amer Soc Hortic Sci 124(6): 612-618
- SCHUCHMAN, Oto; Štefan HRONSKÝ a Vladimír URBAN. *Ovocnictví: učební text pro učeb. obor pěstitel a zahradník. 2., dopln. vyd. Ilustroval Andrej HURŇÁK, přeložil Jarmila MLADÁ*. Praha: SZN, 1988.
- STUSHNOFF C., 1987: *Cryopreservation of apple genetic resources*. Can J Plant Sci 67: 1151-1154

SUS, Josef a Tomáš NEČAS. *Řez ovocných dřevin*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-2505-5.

ŠEBÁNEK, Jiří, Zdeněk SLADKÝ a Stanislav PROCHÁZKA. *Experimentální morfologie rostlin*. Praha: Academia, 1983.

ŠOBEK, Josef. *Ořešák a jeho pěstování*. Praha: Československá akademie věd, 1958. Ovocnická edice. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:484623de-7530-4f3b-a750346976dfa886>

ŠROT, Radoslav. *Ovoce: [rady pěstitelům]*. Vyd. 2. Praha: Aventinum, 1998. ISBN 80-7151-256-7.

TYLER N.J.; STUSHNOFF C., 1988a: *The effects of prefreezing and controlled dehydration on cryopreservation of dormant vegetative apple buds*. Can J Plant Sci 68: 1163-1167

TYLER N.J.; STUSHNOFF C., 1988b: *Dehydration of dormant apple buds at different stages of cold acclimation to induce cryopreservability in different cultivars*. Can J Plant Sci 68: 1169-1176

VACHŮN, Zdeněk. *Ovocnictví: pěstování jahodníku*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-806-1.

VÁVRA, Miloslav. *Kniha o ovocném stromu*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1961.

Internetové:

BILAVČÍK, A; JADRNÁ, P; ZÁMEČNÍK, J. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.: Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2009* [online]. 2009 [cit. 25.2.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-91-1.pdf>

CARLSON, Matt et. al. *Trees and Shrubs to Watch* [online]. [cit. 27.4.2017]. Dostupný na WWW: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev2_037724.pdf

GOUGH, R.e. *Growing Minor Stone Fruit in Montana* [online]. [cit. 27.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://store.msuextension.org/publications/yardandgarden/mf200208ag.pdf>

HAVLIS, Milan. *Prunus salicina 'GOLDEN JAPAN'* [online]. [cit. 23.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.havlis.cz/karta.php?kytkaid=3303>

KING, Jacqueline. *Aronia Berries – What's Their Potential?* [online]. [cit. 27.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://ext100.wsu.edu/maritimefruit/wp-content/uploads/sites/36/2014/11/Aronia011.pdf>

VAŠKŮ, Zdeněk. *Mrazivá zima 1928/1929* [online]. 2015/2 [cit. 24.2.2017]. Dostupný na WWW: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/mraziva-zima-1928-1929>

WILSON, Rose et. al. *Growing Elderberries: A PRODUCTION MANUAL AND ENTERPRISE VIABILITY GUIDE FOR VERMONT AND THE NORTHEAST* [online]. [cit. 27.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.uvm.edu/~susagctr/resources/ElderberryGuideComplete.pdf>

ZAJÍC, Vladimír. *Bezy* [online]. [cit. 20.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.ekozahrady.com/bezy.htm>

ZELENÝ, Lubor. *Protimrazové svíce chrání kvetoucí stromy před mraziky* [online]. [cit. 20.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.ireceptar.cz/zahrada/uzitkova-zahrada/protimrazove-svice-chrani-kvetouci-stromy-pred-mraziky/>

14 Seznam zkratek

ABA – Kyselina abscisová

CCC – Chlorcholinchlorid

CEPA – Kyselina 2-chlorethylfosfonová

ČR – Česká republika

GA – Giberelin

IAA – Kyselina indol-3-octová

IBA – Kyselina indol-3-máselná

NAA – Kyselina naftyloctová

RAG – Ruční aerosolový generátor

RNA – Ribonukleová kyselina

15 Přílohy

Obr. č. 6 Zadýmování ovocných výsadeb pomocí vyvíječe dýmu

KRUTIŠ, Dalibor. *Blanenský deník* [online]. [cit. 21.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://blanensky.denik.cz/galerie/ovocnari-broji-proti-mrazu-kvety-stromu-ma-ochranit-specialni-mlhostroj.html?mm=7659806&photo=8&back=2664876596>



Obr. č. 7 Spalování parafinových svící

WIEGMANN, Arnd. *Novinky* [online]. [cit. 21.4.2017]. Dostupný na WWW: <https://www.novinky.cz/zahranicni/evropa/435596-zima-sevrela-evropu-v-nemecku-zachranuji-vino-vrtulniky.html>



Obr. č. 8 Spalování balíků slámy

CIBULOVÁ VOKATÁ, Jitka. *Rozhlas* [online]. [cit. 21.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.rozhlas.cz/cb/zpravodajstvi/zprava/ovocnari-rozdelavaji-v-sadech-ohne-aby-ochranili-stromy-pred-mrazem--1719963>



Obr. č. 9 Mrazová deska

BERAN, Ota. *Abeceda zahrady* [online]. [cit. 25.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/proc-zahradni-rostliny-v-zime-hynou>

Obr. č. 10 Mrazová trhlina

ANONYMOUS. *Arboristika.sk* [online]. [cit. 25.4.2017]. Dostupný na WWW: <http://www.arboristika.sk/skodci/sdata/403.htm>



Obr. č. 11 Poškozený kmen a spodní větve koruny ovocného stromu okusem zvěří
VAŠKŮ, Zdeněk. *Vesmir.cz* [online]. [cit. 25.4.2017]. Dostupný na WWW:
<http://casopis.vesmir.cz/clanek/mraziva-zima-1928-1929>



Obr. č. 12 Bílení kmenů ovocných stromů

BOČEK, Stanislav. *hostetin.veronica.cz*: ekologické faktory ovlivňující růst a vývoj ovocných rostlin [online]. [cit. 27.4.2017]. Dostupný na WWW:
http://hostetin.veronica.cz/sites/default/files/ovoc/ESF_Ekolog_faktory_Hostetin.pdf

