

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Hodnocení kvalitativních parametrů plodů vybraných
odrůd jablek sloupcového charakteru růstu**

Bakalářská práce

**Autor práce: Jiří Candra
Zahradnictví**

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Sus, CSc.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení kvalitativních parametrů plodů vybraných odrůd jabloní sloupcového charakteru růstu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. dubna 2023.

Jiří Candra

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Josefu Susovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady, připomínky, návrhy, ochotu a čas, který věnoval při vypracovávání této bakalářské práce.

Hodnocení kvalitativních parametrů plodů vybraných odrůd jabloní sloupcového charakteru růstu

Souhrn

V této bakalářské práci byly hodnoceny kvalitativní parametry jablek vybraných sloupcových odrůd z DVS Troja a VŠÚO Holovousy sklizené v září a říjnu roku 2022. Sloupcové jabloně se stávají čím dál atraktivnější pro současné pěstitele pro svůj růstový profil a zvyšující se kvalitu jablek. Mezi kvalitativní parametry jablek mimo jiné patří jejich hmotnost, složení a odolnost před mechanickým poškozením. Z hlediska obsahu látek je důležité množství vitamínů, minerálů a zkvasitelných cukrů. Právě zkvasitelné cukry byly jedním z měřených údajů u sloupcových odrůd z Demonstrační a výzkumné stanice (dále jen DVS) Troja. Využitím lineární regrese byla následně zjištěna míra vlivu hmotnosti jablek na jejich cukernatost a vzájemný vztah hmotnosti a odolnosti před proražením slupky a dužniny. Odrůdy jabloní z Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského (dále jen VŠÚO) Holovousy byly kombinací uznaných a nově vyšlechtěných sloupcových odrůd ('Goldlane', 'Slima', 'Redspring', 'Rumba' a kříženci 'Telamon' a 'Braeburn'). U plodů těchto odrůd byla měřena hmotnost, vypočtena hustota a jablka byla vystavena nárazům kyvadla pro zjištění změny v elasticitě dužniny. Po uplynutí čtyř dnů byla provedena fotodokumentace mechanického poškození.

Z výsledků měření hodnocených odrůd z DVS Troja je na prvním místě v průměrné hmotnosti odrůda 'Cumulus' (235 g). Odrůda 'Cumulus' měla průměrně i nejvyšší cukernatost (13,2 °Bx). Vzájemný vztah hmotnosti a cukernatosti pro všechny odrůdy však nebyl prokázán. Nejvyšší odolnost dužniny a slupky byla naměřena pro odrůdy 'Goldlane' (12,08 kg/cm²) a 'Cumulus' (11,96 kg/cm²). Korelace mezi hmotností a penetrometrickým odporem všech zkoumaných odrůd nebyla prokázána. Nejvyšší průměrnou hmotnost plodů odrůd pěstovaných v VŠÚO Holovousy měla odrůda 'B231'. Jedná se o nově vyšlechtěnou odrůdu, křížence odrůd 'Telamon' a 'Braeburn'. Odrůda 'B231' skončila na druhém místě v průměrné hustotě (0,96 g/cm³) a nejméně se změnila její elasticita po nárazu kyvadla. Odrůda 'Slima' s průměrně nejnižší hustotou (0,83 g/cm³) naopak prošla největší změnou v elasticitě již po nárazu kyvadla s nižší energií. Vzájemný vztah hustoty a změny v elasticitě všech vzorků z VŠÚO Holovousy se neprokázal.

Klíčová slova: Jablň; cukernatost; penetrační odpor; mechanické poškození; otlaky.

Apple fruit quality evaluation on the selected columnar apple varieties

Summary

In this Bachelor thesis, the qualitative parameters of apples of selected columnar varieties from DVS Troja and VŠÚO Holovousy harvested in September and October 2022 were evaluated. Columnar apple trees are becoming more and more attractive for current growers due to their growth profile and improved apple quality. The quality parameters of apples include, among other things, their weight, composition, and resistance to mechanical damage. Substance content, the amount of vitamins, minerals, and fermentable sugars are important. Fermentable sugars were one of the measured data for columnar varieties from DVS Troja. Using linear regression, the degree of influence for the weight of apples on their sugar content and the relationship between weight and resistance of the skin and pulp was subsequently determined. The varieties of apple trees from VŠÚO Holovousy were a combination of recognized and newly bred varieties ('Goldlane', 'Slima', 'Redspring', 'Rumba' a hybrids of 'Telamon' and 'Braeburn'). The weight of the fruits of these varieties was measured, the density was calculated, and the apples were subjected to pendulum impacts to determine the change in the elasticity of the flesh. After four days, photo documentation of the mechanical damage was created.

From the results of measuring the evaluated varieties from DVS Troja, the variety 'Cumulus' (235 g) is in first place in average weight. The variety 'Cumulus' had the highest sugar content on average (13.2 °Bx). However, the relationship between weight and sugar content has not been proven. The highest pulp and skin resistance was measured for the varieties 'Goldlane' (12.08 kg/cm²) and 'Cumulus' (11.96 kg/cm²). A correlation between weight and penetrometric resistance has not been proven. The variety 'B231' had the highest average fruit weight of the varieties grown at VŠÚO Holovousy. This is a newly bred variety, a cross between the varieties 'Telamon' and 'Braeburn'. The variety 'B231' finished second in average density (0.96 g/cm³) and its elasticity changed the least after the impact of the pendulum. The 'Slima' variety with the lowest average density (0.83 g/cm³) had the biggest change in elasticity already after the impact of the pendulum with lower energy. The mutual relationship between density and changes in elasticity of all samples from VŠÚO Holovousy was not proven.

Keywords: Apple tree, sugar content, penetrometric resistance, mechanical damage, bruises.

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce	10
2.1	Hypotéza	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Historie jabloní	11
3.2	Ovocný průmysl	11
3.3	Sloupcové odrůdy	12
3.4	Střídavá plodnost	13
3.5	Stanovení doby sklizně	13
3.6	Hlavní choroby	13
3.6.1	Strupovitost jabloní	13
3.6.2	Padlí jabloňové	14
3.6.3	Sazovitost plodů	15
3.6.4	Moniliová hniloba plodů jaderovin	15
3.6.5	Hořká skvrnitost	15
3.6.6	Mozaika jabloně	16
3.7	Hlavní škůdci	16
3.7.1	Pilatka jablečná	16
3.7.2	Obaleč jablečný	16
3.7.3	Mšice	17
3.7.4	Předivka jabloňová	17
3.8	Výsadba	17
3.8.1	Volba stanoviště	17
3.8.2	Příprava půdy	18
3.8.3	Opora	18
3.8.4	Prostokořenné stromy	18
3.8.5	Stromy s kořenovým balem	18
3.8.6	Ošetření po výsadbě	19
3.9	Výživa a hnojení	19
3.9.1	Rozbory půdy	19
3.9.2	Hnojení před výsadbou	20
3.10	Řez a tvarování	20
3.10.1	Pracovní nářadí	20
3.10.2	Volně rostoucí zákrsky	20
3.10.3	Jednoduchá palmeta	20
3.10.4	Štíhlé vřeteno	21

3.10.5	Úprava výhonů	21
3.10.6	Udržovací řez	21
3.10.7	Zmlazovací řez	21
3.10.8	Vlky	22
3.10.9	Termín řezu.....	22
3.10.10	Ošetření ran.....	22
3.11	Podnože jabloní	22
3.11.1	Generativní podnože	22
3.11.2	Vegetativní podnože.....	23
3.12	Kvalitativní parametry jablek	24
3.12.1	Hmotnost jablek	24
3.12.2	Chemické složení jablek.....	24
3.12.3	Další zkoumané kvalitativní parametry a vlivy na ně.....	25
3.12.4	Vitamíny.....	26
3.12.5	Mechanická odolnost jablek.....	26
4	Metodika a materiál	29
4.1	Sloupcové odrůdy	29
4.1.1	‘Cumulus’.....	29
4.1.2	‘Goldlane’	30
4.1.3	‘Herald’	30
4.1.4	‘Kordona’	30
4.1.5	‘Moonlight’	30
4.1.6	‘Redspring’	31
4.1.7	‘Slendera’	31
4.1.8	‘Slima’	31
4.2	Demonstrační a výzkumná stanice Troja.....	31
4.3	Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy.....	32
4.4	Optický refraktometr	32
4.5	Digitální penetrometr.....	33
4.6	Kyvadlo	33
4.7	Inkubátor s chlazením	33
4.8	Výpočet elasticity	33
4.9	Výpočet hustoty	34
4.10	Vyhodnocení vztahu naměřených hodnot pomocí lineární regrese	34
5	Vyhodnocení vzorků z DVS Troja	35
5.1	Vyhodnocení hmotnosti jablek.....	35
5.2	Vyhodnocení cukernatosti plodů z DVS Troja	36
5.3	Vyhodnocení penetrometrického tlaku jablek z DVS Troja.....	37

5.4	Hustota a elasticita jablek z VŠÚO Holovousy	38
5.5	Otlaky plodu z VŠÚO Holovousy	41
6	Diskuze	42
7	Závěr	44
8	Literatura	45
9	Seznam použitých zkratek a symbolů	49
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Jablka jsou dodnes jedním z nejpobulárnějších druhů ovoce. Pro zpracovatele i koncového spotřebitele je důležitá jejich kvalita. Pěstitelé hledají výsadbový materiál, který by přinesl dobrý a stabilní výnos a zároveň usnadnil sklizeň. Perspektivní v této oblasti jsou sloupcové odrůdy jabloní. Vzhledem k charakteristickému sloupcovému růstu nabízí možnost hustší výsadby a využití mechanizace během sklizně.

Je tomu tak proto, že moderní doba s sebou nese tlak na stále vyšší objem produkce za co možná nejnížší ceny. Chce-li pěstitel ovoce zvýšit svoji produkci a zrychlit sklizeň je nezbytné, aby využil během sklizně mechanizaci. Sloupcové odrůdy se pro svůj unikátní růstový tvar mohou stát ideálními pro použití mechanizace během sklizně. Mechanizace s sebou však přináší nižší kontrolu nad manipulací s jablky a může způsobit jejich poškození. Tudíž odolnost jablek proti mechanickému poškození je jedním z kvalitativních parametrů, kterým je třeba se v této souvislosti zabývat.

Měření vlastností jablek nově vyšlechtěných odrůd, následné vyhodnocení a porovnání s plody stávajících odrůd je proto důležitým aspektem při volbě výsadbového materiálu před založením sadu. Budou-li obsahové a chuťové vlastnosti vyhovující, ale jablka během sklizně a transportu snadno utrpí mechanické poškození, nebude produkce schopna konkurovat na trhu. Pevnost plodů a míra poškození nárazy se tak stala tématem zkoumání a porovnávání v rámci této bakalářské práce. Mezi další zkoumané kvalitativní parametry byla zařazena hmotnost a cukernatost plodů.

Kvalita jablek však není ovlivněna pouze způsobem manipulace během sklizně a po ní. Na kvalitu plodů má vliv celá řada vnějších vlivů a vnitřních faktorů. Mezi vnější faktory lze zařadit působení chorob a škůdců. Výčtu těch základních se tato práce tedy také věnuje, jakož se zabývá i dalšími faktory ovlivňujícími pěstování jabloní, jako je příprava půdy, výživa a zapěstování.

Nabídka výsadbového materiálu ovocných dřevin je dnes široká. Znalost vlastností běžně dostupných odrůd, jakož i znalost podnoží, na kterých lze kulturní odrůdy pěstovat, nesmí být opomenuta.

V provedených experimentech byly měřeny atributy jablek odrůd 'Cumulus', 'Goldlane', 'Herald', 'Kordona', 'Moonlight', 'Redspring', 'Rumba', 'Slendera', 'Slima' a kříženci odrůd 'Telamon' a 'Braeburn'. Vzorke pocházely z DVS Troja a VŠÚO Holovousy. Naměřené výsledky byly okomentovány a porovnány s výsledky jiných experimentů.

2 Cíl práce

Cílem práce je vypracování literární rešerše na vybrané téma. V experimentální části práce bude u vybraných odrůd jablek v optimální sklizňové zralosti hodnocena průměrná hmotnost, cukernatost a odolnost plodů proti mechanickému poškození.

2.1 Hypotéza

Existuje vzájemný vztah mezi hmotností jablek a jejich cukernatostí, mezi hmotností jablek a penetrometrickém odporu a mezi hustotou jablek a změnou v elasticitě jejich dužniny.

3 Literární rešerše

3.1 Historie jabloní

Jabloň řadíme do čeledi *Rosaceae*, tedy růžovité, a do podčeledi jabloňovité. Jejím plodem je malvice. Původní odrůda, ze které vychází současné kulturní odrůdy je *Malus* Miller. Jednotlivé odrůdy dále dělíme do skupin podle doby dozrání jablek, a sice na letní, podzimní, raně zimní, zimní a pozdně zimní (Nesrsta 2011).

Burnie (2007) uvádí, že do rodu *Malus* patří 35 druhů opadavých a někdy i trnitých stromů či keřů ze severní polokoule z oblasti mírného pásma. Rod *Malus* obsahuje plané druhy i dlouho pěstované odrůdy, které jsou sadovnický velmi cenné a vzniklé pravděpodobně křížením mnoha druhů. Označují se obvykle jako *Malus* × *domestica* nebo *M. pumila*.

Dle Cornille et al. (2014) jablko patří dnes mezi nejdůležitější plodinu mírného pásu z hlediska úrovně produkce. Zaujímá důležité postavení, a to jak v kultuře, zvycích, tak i v umění. Lidé využívají, selektují a převáží jablka po staletí. Dnes je dokumentováno několik tisíc kultivarů. Dezertní jablka jsou populární pro svoji chuť, nutriční hodnoty, uchovatelnost a jednoduchost použití.

S ohledem na to, že jabloně nejsou samosprašné, bylo prvním farmářům v minulosti brzy jasné, že vypěstované nové generace neodpovídají rodičovskému materiálu. Tento fakt a relativně dlouhá juvenilní fáze pravděpodobně zpomalily umělý výběr zajímavých fenotypů právě u prvních farmářů. Přes obrovskou rozmanitost je světová produkce jablek z velké části založena na několika desítkách kultivarů pěstovaných na méně než tuctu podnoží (Cornille et al. 2014).

Nálezy a historické záznamy poskytují důkazy o pěstování, šíření a lidském využití jabloní v Asii a Evropě za posledních několik tisíc let. V Anatolii byly nalezeny archeologické pozůstatky jabloně z doby asi 6500 př. n. l. Historické důkazy o pěstování jablek ale pocházejí až z druhého tisíciletí před našim letopočtem z Anatólie a severní Mezopotámie. Do roku 500 př. n. l. se jabloně pravděpodobně pěstovaly po celé Perské říši. Rovněž ovocné sady se ve spisech z tohoto období objevují na předních místech. Když Alexandr Veliký dobyl Perskou říši kolem roku 300 př. n. l., pěstování ovoce bylo rozšířeno po řeckém světě. Vzestup římské říše rozšířil pěstování domestikovaných jabloní na sever a na západ po Evropě. Se vzestupem a šířením křesťanství a islámu během několika příštích staletí byla jablka pečlivě udržována rovněž v zahradách opatství po celé Evropě a v sadech Iberie. Údržba ovocných zahrad byla podporována jako základní klášterní dovednost a mnoho opatství vytvořilo velké sady s mnoha kultivary *M. × domestica* (Luby 2003).

3.2 Ovocný průmysl

Ovocný průmysl je dynamickým a rychle rostoucím odvětvím na trhu s potravinami. Roste zájem spotřebitelů o potraviny s vysokou kvalitou a dobrou nutriční hodnotou. Jablka jsou jednou z nejkonzumovanějších ovocných plodin na světě, následují hrozny, pomeranče a banány. Produkce jablek neustále čelí novým výzvám, jako jsou měnící se požadavky. V důsledku klimatických změn a zahradnických postupů se objevují noví škůdci a choroby, které se stávají stále větší hrozbou pro objem a kvalitu produkce. Musí být stanoveny správné

zemědělské přístupy k pěstování ovocných druhů, aby poskytly základní vodítka pěstitelům, jak optimalizovat produkci a udržet zdravotní nezávadnost produkce sadu (Abdessemed et al. 2022).

3.3 Sloupcové odrůdy

První odrůda se sloupcovým typem růstu byla objevena v šedesátých letech v Kanadě v Britské Kolumbii. Odrůda byla nazvána 'McIntosh Wjicik'. Kvalita plodů však nebyla dostatečná pro tržní využití. Potenciál byl shledán v možnosti využít většího množství jedinců na jednotce plochy a snížené náročnosti na řez. Jelikož tento klon neměl dostačující kvalitu, bylo nutné šlechtěním zvýšit chuťové kvality plodu, skladovatelnost, atraktivitu vzhledu, dále zvýšit odolnost proti škůdcům a chorobám a omezit střídavou plodnost. První genetický materiál byl získán v roce 1971 z University v New Jersey. V této době zároveň započal program na šlechtění sloupcových odrůd jabloní (Zelený et al. 2015).

Sloupcové jabloně nabízejí několik ekonomických výhod díky svému specifickému růstu. Sloupovitý fenotyp je výsledkem dominantní alely genu *Co* a je charakterizován silnými stonky s krátkými internodii a sníženým bočním větvením. *Co* se nachází na chromozomu 10 a často se objevuje v heterozygotním stavu (*Co/co*). Růst sloupcového typu není zatím dobře vysvětlen na molekulární úrovni, proto byly studovány transkriptomy sloupcových a standardních odrůd. Analyzovány byly transkriptomy apikálních meristémů výhonků, protože se očekávalo, že tyto orgány se podílejí na formování fenotypu sloupcového růstu. Výsledky srovnávací transkriptomové analýzy ukazují významné rozdíly v hladinách exprese stovek genů. Ačkoliv nebyla odhalena povaha genu *Co*, lze říci, že modifikovaná exprese těchto genů, pravděpodobně díky přítomnosti genu *Co*, může určovat sloupcový růst (Krost et al. 2012).

Ovocné stromy s označením sloupcové, sloupcovité, kolumnární a balerína mohou být skutečně pouze v souvislosti s jabloněmi. K roku 2021 nebyly vyšlechtěny žádné sloupcové odrůdy slivoní, třešní, broskvoní aj. Častá záměna vzniká se zakrsle rostoucími odrůdami, které mají zkrácená internodia. Takové odrůdy je možné tvarováním do sloupovitého tvaru zapěstovat, avšak sníží se tak násada plodů (Kršková 2021).

Pochopení stavby stromů na základě genetiky by potenciálně umožnilo lepší využití nově vyšlechtěných kultivarů jabloní z pohledu volby výsadbového materiálu. Týká se to hustoty výsadby, prořezávání, kontroly škůdců a ochrany proti chorobám. Lepší pochopení genů jabloně by mohlo mít rovněž dopad na výnos a kvalitu ovoce. Sloupovitý (*Co*) lokus silně potlačuje prodlužování laterálních větví a je nejdůležitějším genetickým lokusem ovlivňujícím tvar stromu u jabloně. Na základě testování 101 hybridů odrůd 'Golden Delicious' a 'Wjicik', 138 hybridů odrůd 'Goldrush' a 'Wjicik' a 62 hybridů odrůd 'Galaxy' a 'Wjicik' bylo předpovězeno 36 genů a 7 sekvencí, které by mohly být zodpovědné za vývoj výhonů. Výsledkem bylo určení segregujících markerů pro usnadnění šlechtění sloupcových jabloní a klonování genu *Co* (Baldi et al. 2013).

Studie z let 2007-2009 zaměřená na růst stromů sloupcových odrůd vyšlechtěných v VŠÚO Holovousy ukázala, že na výkon stromu má vliv stáří stromu (mladé stromky rostly mnohem rychleji), samotná odrůda (nejvyšší vitalitu měla odrůda 'Kordona', následovaná odrůdami 'Cumulus', 'Slendera' a 'Herald') a podnož (nejsilněji rostli odrůdy na podnoži J-

TE-E, nejslaběji na podnoži M9). Nejmenší přírůstky byly u odrůdy 'Pidi' (Blažek & Křenilová 2011)

3.4 Střídavá plodnost

Od počátku zahradnictví pěstitelé ovoce a výzkumníci studují ovocné stromy. Jabloň se pro svoji oblíbenost plodů pravděpodobně stala více sledovanou než ostatní ovocné stromy a keře dohromady. Jeden z problémů, který je u jabloní zkoumán, je střídavá plodnost. Ve chvíli, kdy má strom tendence ke střídavé plodnosti, je velmi obtížné ji odstranit (Harley et al. 1942).

Jak uvádí Vávra et al. (2015), pouze u odrůd, které nesou genotyp s lokusem *Co*, nebyl shledán důvod ke střídavé plodnosti. V této souvislosti byl v letech 2009-2012 v VŠÚO Holovousy proveden pokus, do kterého bylo zahrnuto 101 genotypů B klonů. Konkrétně se jednalo o 80 genotypů, které nesou gen *Co*, u nichž byla donorem odrůda sloupcového typu 'McIntosh Wijcik' a 21 genotypů, které gen *Co* nenesou, kde donorem byla odrůda extrémně slabého růstu 'James Grieve Super Compact'. Na základě výsledků pokusu bylo prokázáno, že střídavá plodnost není přímo spojena s genem *Co*, jelikož i v souboru genotypů odvozeném od 'James Grieve Super Compact' byly pozorovány genotypy se střídavou plodností. Bylo dokázáno, že střídavá plodnost má polygenní základ a je ovlivněna dalšími aspekty, mezi které lze mimo jiné zařadit klimatické podmínky a věk stromů.

3.5 Stanovení doby sklizně

Vhodná chvíle pro sklizeň jablek je moment, kdy ovoce nejlépe snáší transport a manipulaci. Délka tohoto období se může pohybovat mezi 5-20 dny. Vliv na termín sklizně má odrůda a klimatické podmínky. Předčasná sklizeň může negativně ovlivnit výnos, respektive zvýšit ztrátu na sklizni. Ztráta může být 2-4 tuny na hektar. To je dáno i velkým přírůstkem hmoty plodů v závěru zrání. Předčasně sklizené plody mají zároveň nižší obsah cukrů. Nutriční a chuťové kvality jsou sniženy a pro spotřebitele se ovoce stává méně atraktivním ke konzumaci i zpracování. Předčasně sklizené plody trpí také poruchami, jako je vadnutí slupky a spála slupky. Naopak pozdní sklizeň vede k příliš měkkým plodům, které špatně snášejí transport, a navíc u nich hrozí rozpad dužniny a sklovitost slupky. Stanovit sklizňovou zralost lze podle možnosti oddělit jablko se stopkou od plodonoše nadzvednutím nebo mírným otočením. Vhodný termín lze určit i podle změny barvy plodu (Blažek et al. 1998).

3.6 Hlavní choroby

3.6.1 Strupovitost jabloní

Strupovitost jabloní je choroba způsobená houbou *Venturia inaequalis*. U nerezistentních odrůd se jedná o nejnebezpečnější chorobu. Patogen nejprve parazituje na živých pletivech a v dalším období přebývá v odumřelých listech. V opadu čeká na konec vegetačního období (Kloutvorová 2018).

Kazda et al. (2007) uvádí, že první příznaky této choroby jsou pozorovatelné v červnu. Avšak zároveň doplňuje, že první projevy lze přehlédnout. Onemocnění se na listech projevuje na spodní části, kde vznikají tmavě zelené skvrnky, které postupně tmavnou a přecházejí až skoro do černa. U některých odrůd lze pozorovat vyklenutí pletiva vzhůru. Napadené listy často odumírají. Napadená jablka mají při napadení zjevné oblasti korkovitého pletiva. Při silném napadení se plod může i deformovat a praskat. Dle Roda (2008) choroba způsobuje sazovité skvrny. Plody, které dozrají, jsou malé, nevzhledné a nechutné. Je prakticky nemožné je skladovat, neboť je napadají hniloby.

Plodničky houby prezimují v opadaných listech. Začátkem vegetace dozrávají a jejich uvolnění je určeno deštěm. Po namočení vřecko nabobtná a praskne. Výtrusy jsou posléze přeneseny vzduchem a přichytí se na vlhký list, kde začnou klíčit a prorůst listovou pokožkou. Mezi doporučené preventivní zásahy patří odstranění napadených listů, případně jejich postřik 5% roztokem močoviny, aby došlo k jejich rozložení. V průběhu vegetace je pak vhodným preventivním opatřením postřik přípravky, které je vhodné střídat, aby nedošlo k vytvoření rezistence (Blažek 2001).

Rod (2008) doporučuje pěstovat rezistentní odrůdy jablek. Ty nerezistentní doporučuje nepěstovat na rizikových stanovištích. Zároveň uvádí, že nerezistentní odrůdy se neobejdou bez chemické ochrany, a to ve fázi zeleného poupěte, kterou je nezbytné opakovat každý týden až dva do konce dubna, a poté od konce května do poloviny června.

Kracíková & Haňáčková (2021) se ve své práci věnují účinkům alternativního ošetření pro strupovitost jablek. V jejich studii byly použity tyto přípravky: hnojivo Cuprotonic (na bázi mědi a zinku), draselné hnojivo PowerOf-K, Chitopron 5% a Imunofol. Ošetřeny byly tři odrůdy jablek ('Rubinola', 'Gala' a 'Melrose'). Největší účinek ošetření byl zaznamenán na odrůdě 'Rubinola' (65 % na listech a 75 % na plodech). Pro odrůdy 'Gala' a 'Melrose' byla úspěšnost na listech pod 50 % a na plodech 26-30 %.

3.6.2 Padlí jabloňové

První příznaky této choroby jsou moučné, resp. bělavé povlaky na letorostech, listech a poupatech. Napadené části rostliny chřadnou a postupně umírají (Rod 2008; Vietmeier & Klug 2014).

Kazda et al. (2007) uvádí jako původce choroby vřeckatou houbu *Podosphaera leucotricha*, která přežívá v pupenech, dle Roda (2008) zejména ve vrcholových pupenech. Jejím šíření napomáhá vyšší teplota a vlhkost vzduchu. Neblaze působí na výskyt i přehnojení dusíkem. Naopak silné mrazy pomáhají v zamezení šíření v dalších obdobích.

Jako prevenci šíření padlí doporučují Vietmeier & Klug (2014) důkladně ostříhat a zlikvidovat napadené výhonky. Zároveň doporučují pěstovat odolné odrůdy. Rod (2008) také doporučuje vyhnout se náchylným odrůdám, zejména v sušších oblastech, a znovu zdůrazňuje, jak důležité je, aby nedocházelo k přehnojování dusíkem. Je-li nutný postřik fungicidem, doporučuje toto ošetření provádět jeden až dva týdny před květem a poté postupovat dle návodu konkrétního přípravku.

3.6.3 Sazovitost plodů

Kazda et al. (2007) zmiňuje, že v souvislosti s touto chorobou se nejčastěji během srpna na plodech objeví tmavě šedé povlaky připomínající saze, které jsou tvořeny myceliem *Gloeodes pomigena*. Dle Roda (2008) neovlivňuje tato choroba kvalitu dužniny, slupky ani chuť plodů. Problém však nastává s tržní kvalitou a zejména s prodejem plodů. Přestože lze Sazovitost z plodu setřít, plody napadené touto houbou se stávají v zásadě neprodejnými z důvodu jejich neatraktivního vzhledu. K šíření choroby nemusí docházet jen v přírodě, ale může se šířit i ve skladovacích prostorách.

Kazda et al. (2007) doporučuje za účelem prevence udržovat korunu vzdušnou, protože k napadení plodů dochází zejména v místech se sníženou ventilací, kde je udržována vyšší vlhkost. Chemické ošetření se obvykle neprovádí. Vietmeier & Klug (2014) zároveň doporučují udržovat nižší porost pod stromy.

3.6.4 Moniliová hniloba plodů jádrovin

Dle Roda (2008) jablka napadená moniliovou hnilobou hnědnou a měknou. Zároveň se na skvrnách obvykle objevují soustředné kruhy světle šedých útvarů připomínající polštářky. Jablka následně typicky opadají, avšak mohou také zůstat v mumifikované podobě na stromech. Projevy choroby u skladovaného ovoce pozorujeme ve formě suché hniloby. Plody mohou být kožovité a přecházet až do odstínů černé barvy. Choroba typicky napadá odrůdy 'Bohemia', 'James Grieve', 'Ontario' aj.

Původcem tohoto onemocnění je vřekatá houba *Monilia fructigena*. Prevence spočívá zejména v odstraňování zasažených plodů. Specifické chemické ošetření cílené na tuto chorobu se v tomto případě neprovádí, zasažené plody se odstraňují mechanicky. Jako prevence však může částečně sloužit i postřik proti skvrnitosti (Kazda et al. 2007).

Rod (2008) zmiňuje jako preventivní opatření udržovat koruny stromů dostatečně vzdušné a doporučuje včas odstraňovat napadená jablka, která nesmějí být ponechána na stromě, pod ním ani nikde na hromadě v blízkosti jabloní. Důležité je rovněž minimalizovat případné fyzické narušení plodů od vos a obalovače jablečného.

3.6.5 Hořká skvrnitost

Toto onemocnění nemá svůj základ v napadení žádným organismem. Spočívá v projevu, který plyne z nedostatku vápníku. Nemusí se nutně jednat o nedostatek vápníku v půdě, ale o jeho nedostatečný příjem rostlinou během suchých období, resp. při přehnojení jabloně dusíkem a draslíkem (Kazda et al. 2007).

Poškození se projevuje hnědými skvrnami a velmi hořkou dužninou jablek. Typická velikost skvrn je 3-5 mm a jejich tvar nepravidelný. Nejčastěji se hořká skvrnitost objevuje u mladých stromů, které mají bujný růst s násadou malého množství velkých plodů. Jako prevence proti tomuto onemocnění je doporučena rovnováha mezi růstem a plodností. Velký vliv na vznik onemocnění mohou mít období sucha, a proto je vhodná pravidelná zálivka a udržování vlhké půdy tak, aby rostlina mohla vápník průběžně čerpat kořeny. Zároveň je třeba se vyvarovat přehnojování dusíkem a draslíkem. Možným řešením je i hnojení na list, resp.

v tomto případě aplikace rozpuštěného hnojiva s obsahem vápníku přímo na plody. Typicky je za tímto účelem využíván chlorid vápenatý (Rod 2008)

3.6.6 Mozaika jabloně

Mozaika jabloně představuje nejčastější virové onemocnění jabloní, které však není příčinou vysokých ztrát. Projevuje se bíložlutými skvrnami, které jsou umístěny na čepeli nebo podél žilek listů. Obvyklý je výskyt této choroby u bujného růstu stromů. Její projevy lze tudíž vyvolat zejména výrazným zmlazením stromů (Kazda et al. 2007).

Grove et al. (2003) však poukazuje na závažnost příznaků, které se mohou rok od roku dramaticky lišit, přičemž příznaky jsou téměř nezjistitelné v obdobích s vysokými teplotami během vegetačního období. Toto onemocnění může vést k významným ztrátám produkce (v rozmezí až 40 %) v závislosti na kultivaru, virovém izolátu a prostředí

Dle Vietmeiera & Kluga (2014) léčba mozaiky jabloně neexistuje a napadené jedince nelze použít pro vegetativní množení. Vhodnou prevencí je nákup certifikovaného materiálu s označením vf (virus free) nebo vt (virus tested).

Rejlová et al. (2021) testovala možnost detekce virů jádřovin, včetně mozaiky jabloně, pomocí metody ELISA z materiálu odebraného v měsíci lednu. Ideální termín pro tuto detekci stanovuje na druhou polovinu ledna. Vzorky je však vhodné před samotnou metodou testování nechat narašit alespoň sedm dnů ve vodě při pokojové teplotě.

3.7 Hlavní škůdci

3.7.1 Pilatka jablečná

Pilatka patří ke škůdcům, kteří působí výrazné škody. I přes svoji velikost, která činí 6-7 mm, dospělci pilatky často uniknou pozornosti. Larva je větší než dospělec a dosahuje velikosti 10-12 mm. Larvy vykusují chodbičky v plodech a nechávají po sobě trus a drť. Poškozená jablka následně opadávají v období od konce května do června (Kazda et al. 2007).

Průběh života Pilatky je následovný. Larvy se začátkem léta zavrtají do půdy, zde vytvoří zámotky a těchto přezimují. Z jara následujícího roku se zakuklí. Dospělci se líhnou v dubnu, případně začátkem května, což je období těsně před květem jabloní. Samičky pak nakladou vajíčka do květů. Larvy běžně přelézají mezi plody a jedna larva je schopna poškodit tři až čtyři jablka. Preventivním opatřením je včasné odstranění plodů, které larvy ještě neopustily a případné chemické ošetření po opadu květních lístků (Rod 2008). Zijp & Blommers (1997) doporučují sledovat teplotu v oblasti pěstování, k čemuž je vhodné použít vlastní meteostanici, a případně rovněž měřit i teplotu půdy, a na základě takto zjištěných dat, nasadit včas pasti na okřídlené stádium škůdce. Preventivně by k taková obrana měla započít v polovině března, aby došlo k zachycení již prvních jedinců (Rod 2008).

3.7.2 Obaleč jablečný

Co se týká života tohoto škůdce, tak housenka obaleče jablečného přezimuje v zámotku obvykle v kůře stromu, v trávě a podobných úkrytech. Po krátkém zakuklení, ke kterému dochází na jaře, se vylihne motýl a oplodněné samičky následně nakladou 1 mm velká vajíčka

na plody stromů nebo na ty listy, které se plodů dotýkají. Jedna samička je schopna naklást nejvíce 80-120 vajíček (Rod 2008).

Dle Kazdy et al. (2007) se ochrana proti tomuto škůdci provádí lákáním samců na dnes již syntetizovaný sexuální feromon samiček do lapaček, kde se samci přilepí na lepovou desku. Na základě množství jejich úlovků se dále volí termín ochrany. Rod (2008) doporučuje včasnou likvidaci napadených plodů a aktivní podporování výskytu sýkor v sadu.

3.7.3 Mšice

Existuje řada různých druhů mšic, které se vyskytují na ovocných dřevinách. Zelenočerná či zelená mšice jabloňová jsou příčinou poškození listů, letorostů a plodů. Tato mšice jako zůstává celý rok na jabloni. Ostatní mšice migrují a napadají i další rostliny, mezi které řadíme dřeviny i byliny. Například mšice jitrocelová způsobuje zčervenání listů (Rod 2008). Vietmeier & Klug (2014) dodávají, že listy jsou při napadení mšicí zakrslé a pokryté medovicí. Mšice bývají na rubu listů i na výhoncích.

Kazda et al. (2007) zmiňují, že na území České republiky nalezneme asi 850 druhů mšic. Specifický je pro mšice způsob rozmnožování, který je též označován jako rodozměna. Mšice jsou během 15 dní schopny vytvořit novou generaci a během sezóny může vzniknout takovýchto generací až 20. Specifikum rodozměny spočívá v tom, že během roku nenajdeme u mšic samce a samičky. Rozmnožují se bez oplození. Benefit tohoto způsobu rozmnožování pro zmiňovaného škůdce je, že se množí každý jedinec a vzniklí jedinci jsou živorodí. Nevýhoda naopak spočívá v předávání genetického materiálu další generaci se všemi mutacemi. Toto negativum je však pro zachování genové diverzity eliminováno tím, že na podzim se objeví oddělená pohlaví a samci se spáří se samičkami, čímž proběhne běžná výměna genů pro příští generaci. Takto oplozené samičky následně kladou vajíčka.

Vietmeier & Klug (2014) doporučují mšice setřít nebo oškrábat silným proudem vody. Vhodné je i podporovat dravý hmyz, který se mšicemi živí. Mezi takový patří slunéčko, zlatoočko a pestřenka. Rod (2008) zmiňuje jako vhodnou prevenci aplikaci speciálních lepkavých nátěrů na kmeny stromů, které zamezí přístupu mravenců do koruny stromů, aby nedocházelo k podpoře mšic.

3.7.4 Předivka jabloňová

Zejména na neošetřovaných stromech tvoří předivky jabloňové v jarních měsících svá letní hnízda. V takovém hnízdě se mohou nacházet desítky až stovky jedinců (Kazda et al. 2007). Vietmeier & Klug (2014) radí ošetřit napadené místo silným proudem vody nebo zápředky vyřezat. Jabloň lze rovněž ošetřit bakteriemi *Bacillus thuringiensis*.

3.8 Výsadba

3.8.1 Volba stanoviště

Jabloň patří mezi domácí druh, a tudíž jsou nároky na její pěstování střední. Zohlednit je třeba s ohledem na volbu stanoviště průměrnou teplotu. Ideální je mezi 7 až 9 °C. Kvalitu

stromu i plodů též ovlivňuje pravidelná zálaha. Stanoviště je zároveň třeba zvolit s přihlédnutím k oslunění a nadmořské výšce. Vhodné jsou východní, jižní a západní svahy do nadmořské výšky 400 m n. m. Jabloně je možné pěstovat i ve vyšších polohách, ale ty by neměly přesáhnout 600 m n. m. Při volbě prostředí je vhodné se vyhnout mrazovým kotlinám a severním svahům. V této souvislosti platí, že plody dozrávající v nižších polohách uzrají dříve, mají více cukrů, ale na druhou stranu jsou méně trvanlivé. Ve vyšších polohách naopak plody obsahují více kyselin a dosahují delší (lepší) uchovatelnosti (Nesrsta 2011).

Vzhledem k dnes již běžně využívaným konstrukcím v sadech dochází při obnovování sadu k využití stejných míst a tím únavě půdy. Důsledkem je slabší růst a nižší výnosy. Řešením v případě použití konstrukce, kterou není možné přesunout, může být výměna půdy. Ve čtyřletém pokusu v experimentálním jabloňovém sadu ve VŠÚO Holovousy byly nově vysázené stromky odrůdy 'Galavan' zahrnuty půdou z meziřadí, neboť u půdy z meziřadí nedochází k únavě ve stejné míře. Výsledky však ukázaly, že výměna půdy původní za půdu z meziřadí není dostatečná (Scháňková & Laňar 2021).

3.8.2 Příprava půdy

Základní myšlenkou správné přípravy půdy je připravit prostředí na několik let dopředu tím, že doplníme organickou hmotu a minerální látky. Půdní profil provzdušníme a celkově zlepšíme (Blažek et al. 1998). Hričovský et al. (2003) dodávají, že nejčastěji je vhodné doplnit fosfor a draslík.

3.8.3 Opora

Pěstujeme-li odrůdy na méně vzrostných podnožích typu M9, M26, J-TE-E, J-TE-F aj. je nezbytné zároveň zvolit vhodnou oporu, a tu umístit již při výsadbě stromu. Nejvhodnější jsou kůly z tvrdého dřeva. Je-li zvoleno dřevo měkké, je nezbytné jej dostatečně impregnovat, případně opálit ohněm (Hričovský et al. 2003). Schuchman et al. (1982) uvádí, že je vhodné impregnovat 5-20% roztokem modré nebo zelené skalice. Výpočet velikosti kůly pro jednotlivou jabloň pak dle její výšky uvádí následující: sečteme 20 cm na zatlučení kůly do dna jámy, výšku jámy, výšku kmene k místu začínající korunky a odečteme 10 cm, protože kůl nesmí do koruny zasahovat.

3.8.4 Prostokořenné stromy

Sadbový materiál sázíme ideálně ihned po převozu ze školky. Nejprve ořízneme poraněné kořeny. Ostatní kořeny však zbytečně nezakracujeme. Vlastní výsadbu provádějí ideálně dvě osoby a více. Úkolem prvního pracovníka je dbát na správnou hloubku, trást se stromkem, aby byly kořeny dostatečně obaleny zeminou a zároveň jí ušlapávat. Druhý pracovník jámu plní zeminou. Zapuštění musí odpovídat původní hloubce ve školce (Hurych et al. 1984).

3.8.5 Stromy s kořenovým balem

Postup při ukládání výsadbového materiálu s balem se poněkud liší od postupu zmiňovaného v předchozím odstavci. Kořenový bal nerozděláváme, pouze zkontrolujeme, zda

se kořeny v balu netočí. Jámu vytváříme větší než při sázení prostokořenných stromů a na její dno uložíme dobrou zeminu, kterou řádně ušlapeme. Balem se netřese, pouze jej za stálého ušlapávání obsypáváme (Hurych et al. 1984).

3.8.6 Ošetření po výsadbě

Po výsadbě stromky připevníme ke kůlům a v případě podzimní výsadby následně obalíme ochranným materiálem proti okusu, a to pro případy, kdy výsadbu umístíme mimo oplocený pozemek. Vrchní vrstvu půdy nakypříme. Snižujeme tím kapilaritu v povrchové vrstvě a tím zároveň šetříme vláhu v půdě (Schuchman et al. 1982). Hričovský et al. (2003) doporučuje na podzim vytvořit kopeček o výšce 20-30 cm, aby mrazy nepoškodily kořeny, a na jaře vyhloubit okolo stromku zavlažovací misku na zadržování dešťové vody.

3.9 Výživa a hnojení

Zásadním faktorem po vysazení dřevin v sadu je mnohdy nemožné (jak bude dále zmíněno) vpravování živin do půdy. Dřeviny jsou sice umístěny na dané stanoviště s vidinou, že zde porostou a budou plodit mnoho let (v některých případech i desítek let) avšak rostlina vždy odčerpává živiny. Mnohé z nich je možné doplňovat postupně, ale vždy je třeba věnovat pozornost přípravě půdy v sadu před samotnou výsadbou, jelikož vápník, fosfor a draslík již později nelze zapravit do půdního profilu (Vaněk & Ložek 2013).

3.9.1 Rozbory půdy

Při určování nutričního stavu jablečných sadů se obecně spíše méně spoléhá na testování půdy. Je tomu tak proto, že obtíže spojené se smysluplným využitím půdních testů u víceletých plodin, jako je jablko, jsou větší než u letniček. Je totiž složité shromáždit reprezentativní vzorek z kořenové zóny plodiny, která je hluboce a řídko zakořeněná. Také lokalizace kořenů, vyvolaná přidáním hnojiv a vody, může neúměrně zvýšit význam malé části půdního profilu. Rovněž je tomu tak proto, že potřebné hodnoty živin v půdě nejsou pro jabloně lehce stanovitelné, právě vzhledem k delší životnosti stromů. Mimo to v rámci trvalkových kořenových systémů zároveň dochází k recyklaci některých živin (Nielsen & Nielsen 2003).

Pro odběr vzorku je nezbytné zohlednění cílových míst. Nutné je vzít do úvahy, zda je pozemek rozdělen do více ploch, které byly různě obdělávány. Pokud ano, je nezbytností vzorky oddělit a pracovat s každou částí vzorků odpovídající konkrétní části pozemku samostatně. Druhý aspekt správného odběru vzorků spočívá v odběru do dostatečné hloubky. Jabloně zpravidla dosahují kořeny i do podorniční vrstvy. Při odběru vzorků je tedy vhodné smíchat orniční vrstvu a vrstvu v hloubce 20-40 cm. Ideální je nastřádat z parcely 15-20 vzorků. Je-li zjišťován stav živin u již existující výsadby, není vhodné odebírat vzorky v blízkosti kmene. Kořeny v této části nejsou již aktivní a mohou se zde shromažďovat živiny, které pro strom nejsou dostupné (Blažek 2001).

3.9.2 Hnojení před výsadbou

Z rozboru půdy je nezbytné v první řadě zohlednit hodnotu pH. Je-li půda alkalická, resp. přes 7,2 pH, dochází k omezení příjmu fosforu, manganu, boru, zinku, mědi a železa. Na kyselých půdách s pH 4,6-5,5, resp. na silně kyselých půdách s pH pod 4,6, působí toxicky na kořeny narůstající množství iontů hliníku a manganu. V takovém případě je na místě pH zvýšit vápněním. Zohlednit musíme i podíl jílových částic a obsahu hořčíku a draslíku. Na těžších půdách doporučenou dávku vápnění zvýšíme a na lehkých naopak snížíme. Draslík a hořčík udržujeme ve správném poměru, přičemž podíl draslíku vůči hořčíku by neměl přesáhnout 3,5:1 (Blažek 2001).

Dle Vaňka & Ložka (2013) je před výsadbou nezbytné rovněž zlepšit půdní profil. Vhodné je podrytí do hlubších vrstev. Adekvátní hloubka je 30-40 cm. V nezhutněné půdě stromy totiž lépe koření. Cílem přípravy půdního profilu je zvýšit množství organické hmoty, upravit pH půdy a vyhnojit půdu fosforem, draslíkem a hořčíkem. K doplnění organické hmoty je velmi vhodný zralý hnůj.

3.10 Řez a tvarování

V prvních letech po výsadbě provádíme řez jabloní za účelem vytvoření vhodné koruny a dovedení stromu do plodnosti. Za tímto účelem je nezbytné zvolit vhodný tvar. Mezi běžné varianty patří volně rostoucí zákrsek, jednoduchá palmeta, štíhlé vřeteno a sloupcovitý tvar (Sus & Nečas 2011).

3.10.1 Pracovní nářadí

Základním předpokladem ke kvalitnímu řezu a ošetření stromů je použití kvalitního a ostrého nářadí. Takto lze docílit minimálního poranění stromu nad rámec nezbytného zásahu. Mezi esenciální můžeme zařadit zahnutý nůž zvaný žabka, zahradnické nůžky a pilku. U zahradnických nůžek dáváme přednost oboustranně broušeným, protože takové vytváří čistý řez a zůstává po jeho provedení méně pohmožděnin. Žabku lze využít k řezu samotných výhonů, případně zahlazení roztřepených ran po použití pily (Holzförster 2006).

3.10.2 Volně rostoucí zákrsky

Uvedené tvarování typicky nacházíme na podnožích M 26 a MM 106 sázených ve sponu 4-5 x 2-3 metry. Na jaře prvního roku zvolíme silný řez, který povede k dobrému ujmutí kořenů. V následujících letech volíme míru řezu podle intenzity růstu. Jsou-li přírůstky velmi silné, zakracujeme minimálně a naopak. Řezem můžeme rovněž na místě odstranit konkurenty terminálu a vytvořit řídkší korunu. Ideální počet hlavních větví se pohybuje okolo čtyř až pěti. Terminál ponecháváme převyšovat alespoň o 15 cm (Sus & Nečas 2011).

3.10.3 Jednoduchá palmeta

Takového tvarování probíhá ideálně ve sponu 3,5-4 x 1,5-2 metry se střední osou a dvěma nebo čtyřmi postranními větvemi, které jsou připevněny na drátovou konstrukci. Při výsadbě rozmístíme typicky dvouleté stromky tak, abychom vybrané větve umístili do směru

zamýšleného růstu, zkrátíme je do poloviny a ostatní odřežeme. Terminál zkrátíme, aby převyšoval ostatní větve o 10 cm. Podpoříme tím silnější růst větví (Sus & Nečas 2011).

3.10.4 Štíhlé větveno

Štíhlé větveno vyžaduje trvalou oporu, jelikož roste na slabě, případně zakrsle rostoucí podnoži. Netvoříme zde klasické kosterní větve, ale získáváme plody z větví polokosterních, které po třech až pěti letech odstraňujeme. Nové výhony vyvazujeme do skloněné polohy. Během druhého roku zkrátíme terminál, který však musí stále převyšovat ostatní výhony. Ty se již dále neřežou. Následný výchovný řez se zpravidla řídí cílem potlačit terminál. Cílem je jeho odstranění a vyvázání do vodorovné polohy nevyšší postaveného výhonu, který převezme jeho roli. Za tímto účelem je třeba podpořit obrost terminálu postranními výhony (Sus & Nečas 2011).

3.10.5 Úprava výhonů

Ne vždy je odstranění výhonů ideálním způsobem tvarování koruny. Ovlivnit růst nového výhonu lze i změnou jeho polohy. Vhodný okamžik k takovému postupu je v druhé polovině června. V tuto chvíli již výhon dosáhl své celkové délky, ale stále si zachovává svoji pružnost a lze jej ohnout. K omezení růstu dojde při vyvázání, resp. zatížení do strmé polohy. Při vyvázání je nezbytné ponechat výhonu dostatečně velké očko, aby nedošlo k zařiznutí (Schulz & Grossmann 2004).

3.10.6 Udržovací řez

Udržovací řez cílí na zajištění zachování rovnoměrné plodnosti. Cílem je udržet strom v požadovaných rozměrech, regulovat násadu a stáří obrostu, zejména plodného. Řezem výhonů a staršího dřeva zajišťujeme dostatečné množství světla v koruně. Uvedené slouží i jako prevence vyholování. U klasických tvarů krom konkurenčních výhonů odstraňujeme i poškozenou hmotu. Nutné je respektovat charakter odrůd a řez mu přizpůsobit. U vzpřímeně rostoucích větví sesazujeme na vnější rozvětvení. U převislých větví necháváme vnitřní části atím rovněž podpoříme růst (Sus & Nečas 2011).

3.10.7 Zmlazovací řez

Dle Holzförstera (2006) je ideální termín zmlazovacího řezu v době vegetačního klidu. Optimálně v moment, kdy je teplota nad bodem mrazu. V mrazech dřevo křehne a hrozí vylomení. Po velmi silném zmlazovacím řezu dochází k plodnosti na nových výhonech až napřesrok, protože až druhý rok se vytvoří krátké postranní výhony, které ponese ovoce. Schulz & Grossmann (2004) uvádí jako vhodný moment pro zmlazovací řez okamžik, kdy dřevina již přestárne a přestane tvořit nové výhony. Rozhodneme-li se pro obnovení celé koruny, řežeme kosterní větve na pahýly. Nezbytné je však na nich zachovat tzv. tažné větve. Ty zajišťují přísun vody a živin do zbylých pahýlů.

3.10.8 Vlky

Pokud dojde k příliš výraznému zpětnému řezu, je poměr kořenů a nadzemní části v nerovnováze a dřevina se přirozeně snaží nerovnováhu vyrovnat rychlou tvorbou nového dřeva. Nastane-li nekontrolovaný růst tzv. vlků, což jsou silné jednoleté prutovité výhony směřující kolmo k zemi, je důležité, aby nedošlo k jejich úplnému odstranění. Odřízneme pouze polovinu vlků a v následujících letech postupně tvoříme novou korunu. Na rozdíl od běžně rozšířeného názoru, nejsou vlky jalové dřevo. Po dvou až třech letech lze i u vlků očekávat květy a plody na jejich kratších postranních výhonech (Holzförster 2006).

3.10.9 Termín řezu

Většina prořezávání jabloní se provádí v období dormance. V oblastech, které mohou v zimě zaznamenat velmi nízké teploty, je čas prořezávání důležitým faktorem, protože zvyšuje náchylnost k poranění při nízkých teplotách (zimní poranění). Přesná teplota potřebná k vyvolání zimního poranění se liší podle mnoha faktorů, mezi které patří odrůda, podnož a stáří stromu. Prořezávání dva týdny před nástupem nízkých teplot zvýší citlivost stromu na poškození chladem, přičemž největší ztráta odolnosti nastává během prvních dvou týdnů po řezu. Aby se riziko v oblastech s nízkými teplotami snížilo, mělo by být prořezávání odloženo, pokud je to možné, až po nejchladnějších měsících (Ferree & Schupp 2003).

(Palmer et al. 2003) uvádí, že poškození mrazem na jaře, podzim a v zimě, které ničí tkáň stromů, způsobuje větší ztráty na úrodě než všechny ostatní zátěže životního prostředí dohromady.

3.10.10 Ošetření ran

Při správném řezu se u jednoletých výhonů hojí rány zpravidla bez problémů. Nezbytné je zachovat adekvátní vzdálenosti od pupene při střihu. Řezeme-li příliš blízko k pupenu, dojde k jeho zaschnutí, a naopak při řezu příliš daleko vzniká tzv. čípek. Vzhledem k tomu, že čípek nebude zásobován živinami, dojde k jeho napadení patogeny a následně rozšíření infekce dále do dřeva. Velké rány, které vznikly například odstraněním celé větve, začistíme žabkou. Na zatírání rány není jednotný názor. Je-li rána větší než 4 cm a byla-li odstraněna větev v době vegetačního klidu, je však doporučeno rány zatřít (Schulz & Grossmann 2004).

3.11 Podnože jabloní

3.11.1 Generativní podnože

Pro odrůdy jabloní naštěpovaných na semenné podnože platí, že mají bujný nebo dokonce velmi bujný růst. Nevýhodou však je, že z důvodu různorodosti těchto podnoží je růst jednotlivých stromů nejednotný, liší se i v plodnosti a reakci na okolí. Mezi výhody naopak můžeme zařadit celkovou životaschopnost, odolnost k mrazu a dobrou kořenovou soustavu. Povolené generativní podnože v české republice jsou J-KL-1, J-KL-2, J-KL-3 a J-KL-4, které byly vyšlechtěny ŠS Klčov, a J-TE-1 a J-TE-2, původem z ŠS Těchobuzice (Blažek et al. 1998).

Využití pro čtvrtkmeny a polokmeny nacházíme především ve vyšších polohách, kde se zpravidla kombinují se slabě rostoucími odrůdami. V intenzivním pěstování se využívají minimálně (Sus et al. 1992).

3.11.2 Vegetativní podnože

Před tím, než je rostlina schopna plodit, musí projít juvenilní fází. V případě jabloní to může být 7-9 let. Roubováním jednoletých výhonků na podnože lze vyvolat kvetení již v druhém roce. Kvetou však pouze poupata poblíž vrcholu stromu (Dennis 2003).

Vzhledem k dobře známým vlastnostem jsou vegetativní podnože v ovocnářské praxi upřednostňovány (Sus et al. 1992). Jejich hlavní výhody jsou vyrovnaný růst a raná plodnost. Vegetativní podnože se z praktického hlediska dělí na skupiny podle vlivu na intenzitu růstu na naštěpované odrůdy, a to na zakrslé podnože, slabě vzrůstné, středně vzrůstné, silně vzrůstné a velmi vzrůstné. Vzhledem ke kombinaci různých vlivů je toto rozdělení pouze orientační. Konečný výsledek mohou ovlivnit klimatické podmínky, agrotechnika, řez a vzájemná kombinace podnože a naštěpované odrůdy. Růst ovlivní i výška očkování. Při vyšším očkování se snižuje celkový růst (Blažek et al. 1998).

Při popisu podnoží bylo čerpáno z následujících zdrojů: Sus et al. (1992), Blažek (2001), Webster & Wertheim (2003) a Marini & Fazio (2018).

M1 je bujně rostoucí a dobře zakořeňující typ podnože, který připomíná pláň či semenáč. V kombinaci s dobrou půdou a dobrou odrůdou lze při jeho použití očekávat velkou životaschopnost a zvýšenou produkci. Z počátku však plodnost oddaluje. Hodí se pro čtvrtkmeny. Nesnáší dobře přisušky a dřevo s kořeny je méně odolné vůči mrazu.

M2 podnož je vhodná pro živné propustné půdy. Hodí se pro zákrsky slaběji rostoucích odrůd. Kořenová soustava není příliš mohutná, proto podnož vyžaduje oporu. Na rozdíl od podnože M1 si zachovává schopnost růstu i ve stáří. V méně živných půdách je volena jako náhrada podnože M9. Kořeny jsou odolné vůči mrazu, kdežto dřevo méně.

M4 je podnož, na níž stromy dosahují velikosti 85-90 % semenáče. Tato podnož se hodí pro pásovou výsadbu zákrsků. Podnož má ráda vlhčí polohy. Příznivě ovlivňuje plodnost, pokud však dojde k velké násadě plodů, má tendenci se naklánět, jelikož kořenový systém je mělký.

M7 je středně vzrůstná podnož. Brzy vstupuje do plodnosti a je úrodná. Kořeny vytvářejí obvykle dostatečně silnou strukturu a strom nevyžaduje oporu. Výhodou je také odolnost ke spále růžokvětých a krčkové hnilobě. Nevýhodou je ale tvorba kořenových výmladků.

M9 podnož byla vyselektována v East Malling. M9 je vhodná pro úrodné a vlhké půdy. Naštěpované odrůdy na podnoži M9 brzy a dobře plodí. Jablka jsou vyvinutá a vybarvená, avšak je snížena jejich skladovatelnost. Stromky nelze pěstovat bez opory. Podnož M9 by neměla být použita pro velmi plodné kultivary.

M26 byla vyselektována rovněž ve Velké Británii v East Malling a patří mezi velmi rozšířené podnože. Využívá se především pro odrůdy se slabým a středním růstem. Jako její kvalitativní znak lze uvést mrazuvzdornost a možnost zařadit ji i jako mezištěp. Nevýhodou je křehký kořenový systém, tudíž je vhodné vybavit strom oporou. Oproti semenné podnoži roste M26 o 30-35 % slaběji. Nevhodné podmínky pro pěstování této podnože jsou těžké

a nepropustné půdy a sucho. Z hlediska zdravotního stavu je citlivá na krčkovou hnilobu a velmi citlivá na spálu.

Podnož **MM106** je vhodná pro kmenové tvary, případně nízké tvary odrůd s vysokou úrodností na horších půdních podmínkách. Mezi její hlavní přednosti patří vysoká a raná plodnost. Stromy jsou dobře ukotveny a tvoří výmladky. Nevýhodami jsou menší plody a citlivost k onemocnění, konkrétně ke spále růžokvětých, krčkové hnilobě a kroužkovitosti rajčete. Zároveň není vhodně podnož MM106 umístit na suchá či přemokřená stanoviště.

A2 je původem ze Švédska a dobře snáší mrazy. Patří mezi mohutně rostoucí podnože. Vyznačuje se dobrou afinitou ke kulturním odrůdám.

Existuje i řada českých podnoží. **J-TE-B** je kříženec mezi M1 a 'Anýzové české'. Dřevnaté řízky výborně zakořeňují. Vyrůstem je J-TE-B mezi M1 a M4. Díky dlouhé době proudění mízy je možné podnož déle očkovat. Podnož **J-TE-C** má dobrý kořenový systém. Použití je podobné jako u M1. Plodnost nastupuje časně a výnosnost je dobrá. **J-TE-E** má vlastnosti jako M9. Výhodou je bezviroznost a nedostatkem je vytváření kořenových výmladků. Na rozdíl od M9 je vhodná pro výkonné odrůdy. Podnož J-TE-E je slabě rostoucí. Stromky vyžadují opěru. Vhodná je tak pro husté spony. Plodnost je velmi dobrá a nastupuje druhým rokem. **J-TE-G** má dobrou množitelnost s ranou a vysokou plodností. Nevýhodou je velmi slabý a křehký kořenový systém. Doporučuje se očkovat nízko nad kořenovým krčkem.

3.12 Kvalitativní parametry jablek

3.12.1 Hmotnost jablek

Na průměrnou hmotnost jablek má vliv mnoho faktorů. Vyhodnocení výsledků měření za období 2006-2010 z VŠÚO Holovousy ukazuje rozdíl průměrné hmotnosti plodů u odrůd při použití rozdílných podnoží. Odrůda 'Cumulus' dosahovala na semenáči v průměru hmotnost plodů 201 g a na podnoži J-TE-E průměrně 195 g. Odrůda 'Herald' dosahovala průměrné hmotnosti jablek na semenáči 158 g a na podnoži J-TE-E 181 g a odrůda 'Kordona' pěstovaná na podnoži J-TE-E průměrně 173 g, na podnoži M9 145 g a na podnoži M26 průměrné hmotnosti plodů 163 g (Blažek & Křenilová 2011).

Blažek & Zelený (2019) ve studiu uniformity, odlišnosti a stálosti odrůdy 'Slima' z let 2006-2018 ve VŠÚO Holovousy sestavili průměrnou hmotnost pro odrůdu 'Slima' (163 g), 'Kordona' (161 g) a 'Slendera' (149 g). Tyto odrůdy byly pěstovány na podnožích M9 a M26.

V období let 2006-2018 došlo v experimentálních sadech v VŠÚO Holovousy rovněž k vyhodnocení hodnot nových odrůd 'Antopa' a 'Idapaz' a stávajících odrůd 'Gala', 'Golden Delicious' a 'Jonagold'. Všechny odrůdy se v těchto sadech v daném období pěstovaly na podnoži M9. Mimo jiné byla sledována právě i průměrná hmotnost. Výsledky pro jednotlivé odrůdy pak byly následující: 'Antopa' (175 g), 'Idapaz' (154 g), 'Gala' (117 g), 'Golden Delicious' (148 g) a 'Jonagold' (178 g). Nové odrůdy 'Antopa' a 'Idapaz' byly vyhodnoceny jako srovnatelné do technologické stránky s odrůdami ostatními (Zelený & Blažek 2021).

3.12.2 Chemické složení jablek

Dle Blažka (2001) obsahují jablka vodu, cukry, kyseliny, třísloviny, aromatické látky, dusíkaté látky, vitamíny a minerální látky. Nejvyšší podíl zastává voda, která může dosahovat

podílu až 78-86 % na celkovém složení. Značné množství vody je vázáno na koloidní částice, proto při případném lisování je výtěžnost šťávy nižší. Cukry v plodech jsou v rozmezí 10-15 %. Nejdříve má nejvyšší zastoupení v jablku škrob, který se později mění na sacharózu, která přechází na fruktózu a glukózu. Fruktóza se pohybuje v rozmezí 6,5-11,8 % a glukóza představuje 2,5-5,5 %. Plody též obsahují pektiny a z 1,3 % celulózu. Pektiny zastupují v době sklizňové zralosti 1-1,8 % a později se snižují na 0,2-0,9 % (Blažek 2001).

Ticha et al. (2015) v této souvislosti poukazuje na důležitost příjmu čerstvého ovoce a zeleniny jako součásti zdravé diety. Důležitým aspektem je právě celkový obsah cukrů v jablkách. Jedno jablko o váze přibližně 125 g obsahuje 272 kJ. Hlavní část pochází z karbohydrátů (260 kJ). Větší jablka o hmotnosti 200 g obsahují 20-25 g cukru. Průměrný obsah všech cukrů byl měřen pro 'Golden Delicious' (13,5 %), 'Jarka' (13,6 %), 'Jonagold' (13,2 %), 'Šampion' (12,7 %) aj.

3.12.3 Další zkoumané kvalitativní parametry a vlivy na ně

Z důvodu snahy zabránit klamavému označení původu jablek na českém trhu vznikla roku 2019 ve VŠÚO Holovousích studie zaměřená na hodnocení kvalitativních parametrů nejvíce zastoupených odrůd v ČR, a to za použití měření pomocí refrakce. Průměrná hodnota refrakce byla měřena u odrůd 'Braeburn' (15,0 °Bx), 'Gala' (21,3 °Bx), 'Golden Delicious' (19,8 °Bx), 'Goldstar' (12,9 °Bx), 'Idared' (12,6 °Bx), 'Jonagold' (16,6 °Bx), 'Jonaprince' (17,8 °Bx), 'Melrose' (17,2 °Bx), 'Red Chief' (12,3 °Bx), 'Šampion' (17,1 °Bx) a 'Topaz' (14,2 °Bx). Tyto výsledky mohou sloužit k detekci falešného označení původu zboží (Paprštein & Sedlák 2019).

V letech 2005-2020 proběhl rovněž ve VŠÚO Holovousy výzkum vlivu ochranné atmosféry na změnu kvalitativních parametrů jablek. Byly sledovány změny pro odrůdy 'Rubín', 'Jarka', 'Šampion', 'Golden Delicious', 'Jonagold' aj. Během pokusu byly plody uskladněny v ochranné atmosféře s rozdílným obsahem kyslíku a oxidu uhličitého. Skladovací teplota byla konstantní (1 °C). Průměrná cukernatost u odrůdy 'Rubín' dosahovala hodnot od 12,9 °Bx do 14,6 °Bx, u odrůdy 'Jarka' od 12 °Bx do 14,1 °Bx, pro odrůdu 'Šampion' od 12,9 °Bx do 13,5 °Bx, pro odrůdu 'Golden Delicious' od 11,9 °Bx do 15,8 °Bx a u odrůdy 'Jonagold' od 12,2 °Bx do 13 °Bx. Vliv na vyšší koncentraci zkvasitelných cukrů mělo dýchání ovoce a ztráta vlhkosti. To zapříčinilo zároveň ztrátu pevnosti dužniny (Drbohlavová 2021).

Temma et al. (2002) píše o časové náročnosti měření obsahu cukru v plodech pomocí odběru vzorku a lisování šťávy. Rychlejší řešení vidí v použití zařízení s rychlým vyhodnocením a vysokou přesností. K měření konkrétně použil zařízení Pacific Scientific Model 6250, které je NIR spektrometr. Ideální vlnovou délku pro měření pak uvádí 912 nm a k ověření správnosti výsledků použil digitální refraktometr. Po měření na čtyřech odrůdách, a to 'Fuji', 'Star King Delicious', 'Jonagold' a 'Golden Delicious' byl koeficient korelace 0.94 a vyšší a rozdíl v měření do 0,546 °Bx. NIR spektroskopii uvádí jako vhodnou pro měření vzorků, které obsahují převážně vodu.

3.12.4 Vitamíny

Nejen obsah sacharidů, ale i složení vitamínů v jablkách je důležité. Nejvýznamnější vitamín je, který se v jablkách vyskytuje, je vitamin C, jehož obsah je závislý na mnoha faktorech. Vliv má odrůda, zeměpisná poloha, klimatické, půdní a agrotechnické podmínky, velikost plodů, období, čas sklizně aj. Podíl vitamínu C se pohybuje v rozmezí 0,5-30 mg. Vyšší nadmořská výška zpravidla vede k vyššímu obsahu vitamínu C u plodů totožné odrůdy. Vyšší obsah vitamínu C mají rovněž menší plody. Nejvyšší koncentraci tohoto vitamínu pak nalezneme ve slupce. V porovnání s jinými ovocnými druhy je však množství vitamínu C u jablek spíše nižší (Blažek 2001).

Hyson (2011) pak zmiňuje důležitost konzumace ovoce a zeleniny ve vztahu k lidskému zdraví. Jablka, jablečná šťáva a produkty z jablek mohou snížit riziko chronických onemocnění. Konzumace jablek a jablečných produktů byla rovněž spojena s příznivými účinky proti kardiovaskulárním onemocněním, astmatu, či Alzheimerově chorobě. Příznivý vliv se také ukazuje ve spojení s cukrovkou, regulací obezity, zdravím kostí, funkcí plic a ochranou trávicího traktu.

3.12.5 Mechanická odolnost jablek

Vysoká tržní kvalita závisí i na odolnosti plodů při transportu ze sadu na regály obchodů. Stávající a nové odrůdy je vhodné porovnávat v jejich odolnosti, aby následně mohla být zvolena nejvhodnější odrůda pro pěstování, a tudíž maximalizován zisk. Chen & Yazdani (1991) podrobili 240 jablek odrůdy 'Golden Delicious' pádům z různých výšek. Plody po sběru byly schlazeny na teplotu 0 °C. 24 hodin před samotným testováním byla jablka vložena do místnosti o teplotě 20 °C. Každý plod byl následně rozříznut na dvě poloviny. Obě poloviny byly zváženy a připevněny k držáku z plexiskla. Během každého testu bylo zaznamenáno číslo vzorku, jeho váha, výška, ze které byl spuštěn, a informace o akceleraci. Poloviny byly spouštěny z výšky 300 mm na čtyři různé povrchy. První byla ocelová deska o tloušťce 25,4 mm, druhý byla tatáž ocelová deska s měkkou pěnou o tloušťce 3,18 mm, třetí povrch ocelová deska s 4,76 mm silnou pěnou a poslední povrch opět tatáž ocelová deska s pěnou o tloušťce 6,35 mm. Z výsledků měření vyplynulo, že plody odrůdy 'Golden Delicious' by neměly být vystaveny nárazu na pevný povrch ani z malé výšky.

Již předtím, v roce 1989 proběhl test velikostí otlaků u čtyř odrůd jabloně, které byly spouštěny z různých výšek na ocelovou desku a polyuretanovou pěnu Poron o tloušťce 6,35 mm. Průměrná hmotnost jablek testovaných odrůd byla 'McIntosh' (178 g), 'Golden Delicious' (201 g), 'Red Delicious' (205 g) a 'Northern Spy' (204 g). Jablka byla spouštěna z výšky 1,8-10,0 mm na ocel a 38-480 mm na pěnu Poron. Z výsledků měření byla odrůda 'McIntosh' vyhodnocena jako nejvíce náchylná na poškození. Poškození po nárazu na ocel se projevilo od pádu z 2 mm. Pěna Poron zvýšila maximální výšku, ze které jablko lze volným pádem spustit bez vzniku otlaku, až na 226 mm (Schulte et al. 1992). Jak dále uvádí Schulte et al. (1992), otlaky jablek, jakožto důsledek nárazu během sklizně, přepravy a skladování, jsou běžně uznávány jako důvod odmítnutí ovoce. To způsobuje ztráty na zisku v celém ovocnářském průmyslu. Doplňuje, že síla úderu, který vede k poškození jablek, závisí na struktuře tkáně ovoce. Plody s vyšší hustotou a s menším množstvím vzduchu v mezitkáňovém prostoru jsou více náchylné na hlubší otlaky, které obvykle nejsou viditelné na povrchu slupky.

Fathizadeh et al. (2021) v této souvislosti doplňuje, že pevnost je jedním z atributů textury, která určuje vnitřní kvalitu plodu spolu s moučnatostí, křupavostí a tvrdostí. Informace o tvrdosti plodu může pomoci zahrádkářům stanovit vhodnou dobu sklizně. V rámci výzkumu použil nedestruktivní metody akustické a mechanické vibrace, hyperspektrální rozptyl, infračervené světlo, ultrazvuk aj. Dostupnost a levnost akustiky uvádí jako hlavní výhodu pro použití této metody. Domnívá se, že budoucnost však spočívá ve fúzi jednotlivých metod a využití umělé inteligence k vyhodnocení výsledků.

Komarnicki et al. (2017) vyjadřuje názor, že otlaky a jiná mechanická poškození na ovoci vedou k nižší atraktivitě, a proto nižší prodejní ceně. Ve výsledku tudíž rovněž k finančním ztrátám pěstitele ovoce. Pro správnou identifikaci poškození je třeba testovat rázové zatížení, vliv kontaktního tlaku a také odolnost slupky jablka. Popisuje výsledky nárazovým zatížením při volném pádu proti čtyřem tuhým povrchům u plodů odrůdy 'Gala'. Nárazy byly v jeho případě prováděny z výšky 10-150 mm. Dopadové povrchy představovaly destičky z betonu, smrkového dřeva, lepenky a polyetylenové pěny. Vždy o tloušťce 5 mm. Dle výsledků pak stanovil kritickou výška pádu vedoucí k trvalému poškození, a to následně: beton (34 mm), dřevo (38 mm), lepenka (50 mm) a polyetylenová pěna (100 mm).

Grotte et al. (2001) ve své studii porovnával vlastnosti slupky a dužniny, resp. jejich odolnost a změnu v odolnosti při skladování v chlazeném prostředí. Jednalo se o minimálně 20 plodů odrůd 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Granny Smith' a 'Pink Lady'. Plody byly po probírce umístěny na 239 dní do chladicího zařízení při 2 °C a 96% vlhkosti. Před každým testováním byly však přivedeny k teplotě okolo 20 °C. Aby byly zjištěny mechanické vlastnosti slupky, plody byly měřeny se slupkou i po jejím odstranění. Hrot penetrometru měl rozměry 4 mm a polokulovité zakončení. Výsledkem zjištění bylo, že každá odrůda vykazovala jinou pevnost slupky a dužniny, ale procentuální změna pevnosti slupky se od sklizně do konce skladovacího období mezi jednotlivými odrůdami nezměnila.

Test odolnosti jablek lze učinit nejen pomocí nárazů, ale rovněž za pomoci ručního penetrometru. Dle Harkera et al. (1996) je však důležité ve vyhodnocování výsledků z penetrometru brát zřetel na nevyrovnanost výsledků z důvodu ručního ovládání penetrometru. Uživatel penetrometru může mít při zacházení s přístrojem až zásadní vliv na výsledky. Při použití statického zařízení, které měří penetrometrický odpor, resp. zařízení vpravující hrot penetrometru kontrolovaně do ovoce, se zvyšuje přesnost naměřených hodnot. Zvyšuje se tím však zároveň závislost na vybavení a omezuje možnost měření přímo v terénu.

Paprštejn & Sedlák (2019) ve svém hodnocení u odrůd s největším zastoupením na českém trhu naměřili průměr penetrometrického odporu pro pevnost dužniny u odrůd 'Braeburn' (6,68 kg/cm²), 'Gala' (5,88 kg/cm²), 'Golden Delicious' (4,77 kg/cm²), 'Goldstar' (4,72 kg/cm²), 'Idared' (5,45 kg/cm²), 'Jonagold' (4,94 kg/cm²), 'Jonaprince' (5,65 kg/cm²), 'Melrose' (6,87 kg/cm²), 'Red Chief' (5,38 kg/cm²), 'Šampion' (3,68 kg/cm²) a 'Topaz' (4,86 kg/cm²).

V obci Menkulas v severovýchodní Albánii v letech 2011-2012 proběhl výzkumu změn kvalitativních parametrů jablek odrůdy 'Golden Delicious' při uskladnění a za použití ošetření roztokem CaCl₂. Testovaná jablka byla rozdělena na pět skupin a ponořena do roztoku s koncentrací 0 %, 1 %, 1,5 %, 2 % a 2,5 %. Pevnost dužniny byla měřena pomocí penetrometru. Jablko bylo vždy nejdříve zbaveno slupky a průměrně byla naměřena hodnota 9,2 kg/cm². Po 180 dnech uskladnění v chladícím zařízení ztratila kontrolní skupina, která byla ponořena pouze do destilované vody, 30,4 % na pevnosti, 6,8 % na hmotnosti a 32,37 % na obsahu šťávy.

Nejlepších výsledků dosáhla jablka ponořená do 2,5% roztoku CaCl_2 . Pevnost se snížila o 15,2 %, hmotnost se snížila o 4,1 % a obsah šťávy o 14,1 %. Došlo ke zvýšení i výdrže jablek při teplotě 15 °C a vlhkosti 75 % z 10 dnů u kontrolní skupiny na 20-25 dnů u jablek ponořených do 2,5% roztoku CaCl_2 (Susaj et al. 2014).

4 Metodika a materiál

V rámci pokusu byly sledovány hodnoty vybraných odrůd sloupcových jabloní ze dvou odběrových míst. Ze DVS Troja byly v období mezi 14. zářím a 5. říjnem roku 2022 postupně odebrány vzorky deseti plodů z vybraných odrůd sloupcových jabloní. Plody byly odebírány ve stavu sklizňové zralosti a okamžitě podrobeny měření. Zvoleny byly odrůdy 'Cumulus', 'Goldlane', 'Herald', 'Kordona', 'Moonlight', 'Redspring' a 'Slendera'. Tyto odrůdy jsou pěstovány na podnoži M26, resp. plody odrůdy 'Kordona' byly odebírány ze sadovnického materiálu s podnoží M9. Jablka byla zvážena (g), pomocí optického refraktometru změřena cukernatosti (°Bx) a digitálním penetrem zjištěna potřebná síla na proražení slupky a dužniny (kg/cm^2).

Jablka z VŠÚO Holovousy byla odebírána po minimálně dvaceti kusech. Vzorky pochází z odrůd 'Goldlane', 'Slima', 'Redspring', 'Rumba' a pěti nových, které vznikly křížením odrůd 'Braeburn' a 'Telamon'. Odrůdy jsou pěstovány na podnoži M9. Vzorky byly sbírány od 3. října do 18. října 2022. Po sběru byla jablka obalena ochranným materiálem, schlazena na 1 °C a převezena na pozemek České zemědělské univerzity. Během měření byla jablka po skupinách 10 kusů z chladicího zařízení vyjmuta, označena, zvážena (g), změřena jejich velikost (mm) a vystavena nárazům kyvadla. Do zvoleného bodu bylo udeřeno kyvadlem z požadovaného úhlu. Následně byl úder opakován na stejné místo. Druhý zvolený bod byl zpravidla v pravém úhlu k bodu prvnímu. I zde došlo k jednomu úderu a jeho opakování. Vzorky 1-10 byly měřeny s počátečním úhlem kyvadla 75° a vzorky 11-20 s úhlem 45°. Po čtyřech dnech chlazení na 1 °C byla jablka rozříznuta v místech nárazu a nafocena k zaznamenání poškození pod slupkou.

4.1 Sloupcové odrůdy

Informace o odrůdách byly čerpány z následujících zdrojů: Tupý et al. (2010), Blažek (2011), Tupý et al. (2013), Zelený et al. (2015) a Zelený (2019).

4.1.1 'Cumulus'

Odrůda 'Cumulus' (vyšlechtěna ve VŠÚO Holovousy) má původ v selekci potomstva z křížení odrůd 'Selena' a 'McIntosh Wijcik'. V roce 1997 byly předselektováni potomci s ohledem na rezistenci vůči strupovitosti. Vybraný hybrid s označením HL175 byl dále množen na podnožích M9 a J-TE-E. Právní ochrana v České republice je této odrůdě poskytována od roku 2006. Odrůda se vyznačuje slabým růstem s malým rozvětvením a sloupcovým charakterem růstu. Bez řezu připomínají stromy tvar svislého kordonu. Výhodou odrůdy je její úplná odolnost vůči strupovitosti a méně trpí padlím. Kvete uprostřed sezóny květu jablek a je dobrým opylovačem. Stromy jsou však citlivé na zimní mrazíky a květy na mrazíky jarní. Jablka jsou nadprůměrná. Hmotnost plodu se pohybuje mezi 155 g až do 212 g. Slupka je žlutozelená a bývá z větší části překryta jasnou červenou, která je rozmytá nebo nevýrazně žíhaná. Dužnina je bílá, nadprůměrně pevná, šťavnatá s velmi dobrou, navinulou a aromatickou chutí. Pro tuto odrůdu je tedy typická raná, celkem vysoká plodnost s nadměrnou nasadou a tendencí ke střídání. Nutná je však probírka plodů. Při pěstování do tvaru kordonů je vhodné u dobrých půd použít podnože se slabým růstem. Do horších podmínek podnože s

růstem středním. Vzhledem k růstu je tato odrůda doporučena drobným pěstitelům. Lze ji využít i pro dekorativní účely a je vhodná pro pěstování v kontejneru na balkónech a terasách. Nevyžaduje výrazný řez a není třeba ji ošetřovat proti chorobám.

4.1.2 'Goldlane'

Odrůda je křížencem odrůd 'Bohemia' a UEB 3138/1 v Ústavu experimentální botaniky AV ČR, Střížovice. V Evropské unii je právně chráněna od roku 2010. Odrůda je vhodná jako stolní ovoce. Pravidelně plodí, je robustní a rezistentní ke strupovitosti i padlí. Plodnost je raná a středně vysoká. Jablka dozrávají na začátku října. Plody jsou velké, kulovité až široce kulovité kuželovité. Barva žlutozelená, později žlutá. Dužnina je křehká, šťavnatá, aromatická, velmi dobrá.

4.1.3 'Herald'

Odrůda 'Herald' (vyšlechtěná ve VŠÚO Holovousy) je křížencem odrůd 'Florina' a 'Telamon' a od roku 2007 je přihlášena k právní ochraně v České republice. Stromy mají klasický sloupcový charakter, a jsou proto vhodné k husté výsadbě. Vyznačují se svou vhodností pro drobné pěstitele. Výhodou odrůdy 'Herald' je její nízká náročnost, odolnost vůči strupovitosti a vyžaduje pouze minimální řez. Plody jsou nadprůměrné a jejich hmotnost se pohybuje v rozmezí 137-198 g. Slupka má žlutozelenou barvu doplněnou o rozmytou červenou a je silná a pevná. Plody jsou odolné vůči otlačení a mají výbornou, navinulou aromatickou chuť. Dužnina má krémovou barvu a je šťavnatá a jemná. Plodnost je raná, vysoká, se sklony ke střídání. Nezbytná je však ruční probírka nebo obdobný zásah. Vhodné množství plodů je 12-17 na 1 metr výšky stromu. Na dobrých půdách postačí slabě rostoucí podnože.

4.1.4 'Kordona'

'Kordona' je odrůda se silným růstem a sloupcovým tvarem pocházející z VŠÚO Holovousy. Kvete raně a její sklizňová zralost je koncem září. Konzumní zralost je od listopadu. 'Kordona' je odolná vůči strupovitosti, ale trpí padlím. Vhodnější je do teplých, případně středních poloh. Odrůda se vyznačuje středně velkými plody, které dosahují hmotnosti 140-160 g. Jejich tvar je široce kuželovitý. Barva krémově žlutá s karmínovou krycí barvou. Jejich dužninu lze popsat jako křehkou, jemnou a šťavnatou. Plody mají příjemně aromatickou, sladce navinulou chuť.

4.1.5 'Moonlight'

Odrůda 'Moonlight' byla roce 2010 přijata k právní ochraně v EU. Pochází z Ústavu experimentální botaniky AV ČR, Střížovice, jako hybrid odrůd 'Goldstar' a 'Telamon (Walz®)'. Jedná se o sloupcovou jabloň s kompaktním středně silným obrostem. Gen Vf zajišťuje rezistenci vůči strupovitosti. Odrůda je málo náchylná k padlí. Typickým znakem jsou žlutozelené skvrny na listech. Plodnost je raná a vysoká. Květenství je pozdní. Plody jsou středně velké, kulovitě kuželové. Barva plodu je žlutozelená. Na plodech se může objevit načervenalé líčko. Chuť dužniny je velmi dobrá, aromatická. Dužnina je pevná, křehká a šťavnatá.

4.1.6 'Redspring'

Odrůda 'Redspring' pochází z Ústavu experimentální botaniky AV ČR, Střížovice, kde byla vyšlechtěna křížením odrůd Elise a UEB 3300/1. Pod právní ochranu EU je zařazena od roku 2013. Odrůda je odolná vůči strupovitosti a málo trpí padlím. 'Redspring' kvete pozdně a plody dozrávají podobně jako 'Golden Delicious' na začátku října. Odrůda je náchylná ke střídavé plodnosti. Plodnost je střední až vysoká, jablka jsou středně velká, kulovitá až kuželovitá s hladkou slupkou. Základní barva slupky je žlutozelená přecházející do rozmyté červené na 80 % povrchu plodu v době zrání. Dužnina je křehká. Chuť je dobrá a harmonická. Plod je středně šťavnatý.

4.1.7 'Slendera'

'Slendera', původem z VŠÚO Holovousy, je silně rostoucí sloupcová odrůda s dobrým plodonosným obrostem. Kvete středně. Vyznačuje se rezistencí vůči strupovitosti, vysoké odolností proti skládkovým chorobám, avšak trpí na padlí. Její plodnost je středně velká a pravidelná. Sklizňová zralost nastává začátkem října a konzumní v období prosinec–březen. Plody jsou středně velké až velké. Mají kuželovitý tvar. Jsou zelené s krycí červenou barvou na 80 % povrchu plodu. Středně šťavnatá dužnina je lehce natrpklá bez výrazné vůně. Má přirozené aroma a je sladce navinulá.

4.1.8 'Slima'

Odrůda 'Slima' je typická slabým sloupcovým. Její středně velká plodnost je raná a pravidelná. Sklizňová zralost nastává koncem září. Skladovat lze zachlazená jablka do ledna. Plody jsou středně velké, kulovité. Základní barva jablek je zelenožlutá a doplňuje ji žiháním barva světle červená. Bílá dužnina je spíše měkká. Plody odrůdy Slima mají slabě natrpklou, dobrou, navinulou chuť. Odrůda 'Slima' má svůj původ ve VŠÚO Holovousy.

4.2 Demonstrační a výzkumná stanice Troja

Pozemek DVS Troja je umístěn v Praze 7 (GPS: 50°07'19.6"N 14°23'59.8"E). Stanice slouží k výzkumu a praktické výuce studentů ČZU.

Detailní informace o počasí jsou k dispozici od ledna do začátku října roku 2022. U meteorologické stanice došlo mezi říjnem a prosincem roku 2022 k poruše, a údaje pro toto období tak nejsou k dispozici.

Tabulka 1: Průměr vybraných meteorologických údajů z DVS Troja za rok 2022.

	Teplota vzduchu (°C)	Srážky (mm)	Vlhkost vzduchu (%)	Teplota půdy (°C)
leden	2,93	8,00	87,04	2,16
únor	5,16	3,80	75,63	3,57
březen	4,67	9,80	66,98	3,92
duben	8,15	36,40	73,75	8,01
květen	16,34	20,40	68,88	15,33
červen	20,54	122,00	70,20	20,10

červenec	19,97	78,20	70,47	20,52
srpen	20,53	84,80	78,41	20,61
září	13,91	10,00	86,59	16,02
1.-5. října	11,97	0,80	88,16	12,33

Zdroj: Meteorologická stanice: Výzkumná stanice Troja

4.3 Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy

Ve VŠÚO Holovousy bylo k roku 2019 vyšlechtěno 41 registrovaných odrůd a 10 odrůd s úředním zápisem. Mezi tyto odrůdy patří i 6 odrůd sloupcových. Šlechtění je zde koncipováno několikaletým procesem. Zvolený rodičovský materiál je uměle opylen. Posléze jsou vyluštna, očištěna a stratifikována semena. Semena jsou následující rok vysazena a semenáče naočkovány na podnož M9. Po čtyřech letech jsou stromky umístěny z ovocné školky do hybridního sadu. Sad VŠÚO Holovousy je umístěn v nadmořské výšce 290 m n. m. Průměrné roční srážky jsou 695 mm a průměrná roční teplota 8,1 °C (Zelený, 2019).

Tabulka 2: Průměr vybraných meteorologických údajů z VŠÚO Holovousy za rok 2022.

	Teplota vzduch (°C)	Srážky (mm)	Vlhkost vzduch (%)	Teplota půdy(°C)
leden	0,92	31,28	91,03	-
únor	3,79	55,76	79,95	-
březen	4,96	7,48	59,66	-
duben	7,74	21,64	69,62	4,89
květen	15,44	57,40	66,16	15,09
červen	19,98	89,60	65,68	19,45
červenec	19,82	34,24	64,13	18,84
srpen	21,39	48,32	65,97	19,83
září	13,46	84,48	79,11	14,60
říjen	11,51	27,20	85,87	11,22
listopad	4,73	40,32	92,72	6,30
prosinec	1,11	47,04	91,96	2,45

Zdroj: sonda VŠÚO – Kameneč

4.4 Optický refraktometr

Optický refraktometr pracuje na principu lomu světla neboli refrakci. Lom světla se zintenzivňuje s hustotou kapaliny. Čím je vyšší podíl cukru v kapalině, tím více je paprsek světla lámán. Výsledné hodnoty jsou naměřeny v jednotkách °Brix (Steidl, 2010). Jednotky jsou pojmenovány podle matematika Adolfa Ferdinanda Wenceslauxe Brixe. °Brix je definován jako procento zkvasitelných cukrů v roztoku vody. Stupnice je od 1 do hodnoty 100. Je-li hodnota 15 °Brix, zkvasitelné cukry jsou zastoupeny v roztoku z 15 %. Stupnice byla původně určena k měření sladkosti hroznové šťávy (O'Leary 2018).



(autor fotografie: Jiří Candra)

4.5 Digitální penetrometr

Siloměr PCE-FM 200 je ruční zařízení, které měří hodnoty až do 200 N. Na siloměru lze určit jednotky N, kg a lb. Součástí siloměru PCE-FM 200 jsou adaptéry různých tvarů. Ty lze našroubovat na přístroj a využít k měření pro různé povrchy při měření tlaku a tahu (PCE Instruments 2020).

4.6 Kyvadlo

Konstrukce kyvadla vyrobená na TF ČZU v roce 1989 sloužila původně k testování odolnosti hlíz brambor. V současné chvíli je na konstrukci namontováno kyvadlo o hmotnosti 138 g. V testu byly využity dvě výchozí pozice kyvadla (75° a 45°). Kinetická energie při nárazu z těchto úhlů je 0,301 J, resp. 0,119 J pro 45° (Pícek 1989).

4.7 Inkubátor s chlazením

Inkubátor Friocell slouží k udržování přesné teploty vzorků. Rozsah udržovaných teplot je 0-100 °C. Robustní konstrukce inkubátoru s dokonalou izolací a jeho chladicí systém umožňuje přesnou simulaci přírodních dějů. Zároveň snižuje odpařování ze vzorků. Běžně je využíván v botanice, zoologii, potravinářství, chemii apod (Benda 2018).

4.8 Výpočet elasticity

Elasticita „c“ představuje rozdíl počátečního úhlu a maximálního úhlu po odrazu. Každý vzorek byl podroben čtyřem měřením. Vždy došlo k úderu kyvadla do jablka a opakování nárazu do stejného místa. Tato místa byla testována u každého vždy jablka dvě. První hodnota „c11“ se rovná výpočtu z prvního odrazu kyvadla u prvního bodu a „c12“ pak druhého odrazu

u prvního bodu. Analogicky pak hodnoty „c21“ a „c22“ označují výpočet pro první a druhý odraz u bodu druhého na vzorku. Pro výpočet byl použit vzorec:

$$c = \frac{1 - \cos(\alpha)}{1 - \cos(\phi)}$$

Alpha je hodnota maximálního dosaženého úhlu po odrazu kyvadla a phi odpovídá počátečnímu úhlu (Picek 1989).

4.9 Výpočet hustoty

Výpočet hustoty vychází z prvotního výpočtu objemu jablek. Vzhledem k nesouměrnosti jablek byl jako geometrický tvar zvolen tvar obecný elipsoid. Objem (cm³) byl počítán z velikosti, jelikož z povahy pokusu nebylo možné do vzorků nijak fyzicky zasahovat. Vzorec pro objem obecného elipsoidu:

$$V = \frac{4}{3}\pi abc$$

Hodnota „a“ představuje poloměr šířky, „b“ poloměr hloubky a „c“ poloměr výšky. Výpočet hustoty (g/cm³) se pak rovná podílu hmotnosti a objemu:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

4.10 Vyhodnocení vztahu naměřených hodnot pomocí lineární regrese

Pro vyhodnocení statistické významnosti a korelace mezi zkoumanými veličinami byla využita regresní statistika a parametr R². Pro tento parametr pak platí, že čím více se parametr R² blíží hodnotě 1, tím vyšší je vzájemná závislost porovnávaných výsledků. Lineární regresi, respektive vzájemný vztah lze vyjádřit rovnicí, kde:

$$y = ax + b$$

V rovnici je „y“ závislá proměnná, „x“ nezávislá proměnná a „a“ a „b“ odpovídá vypočteným koeficientům.

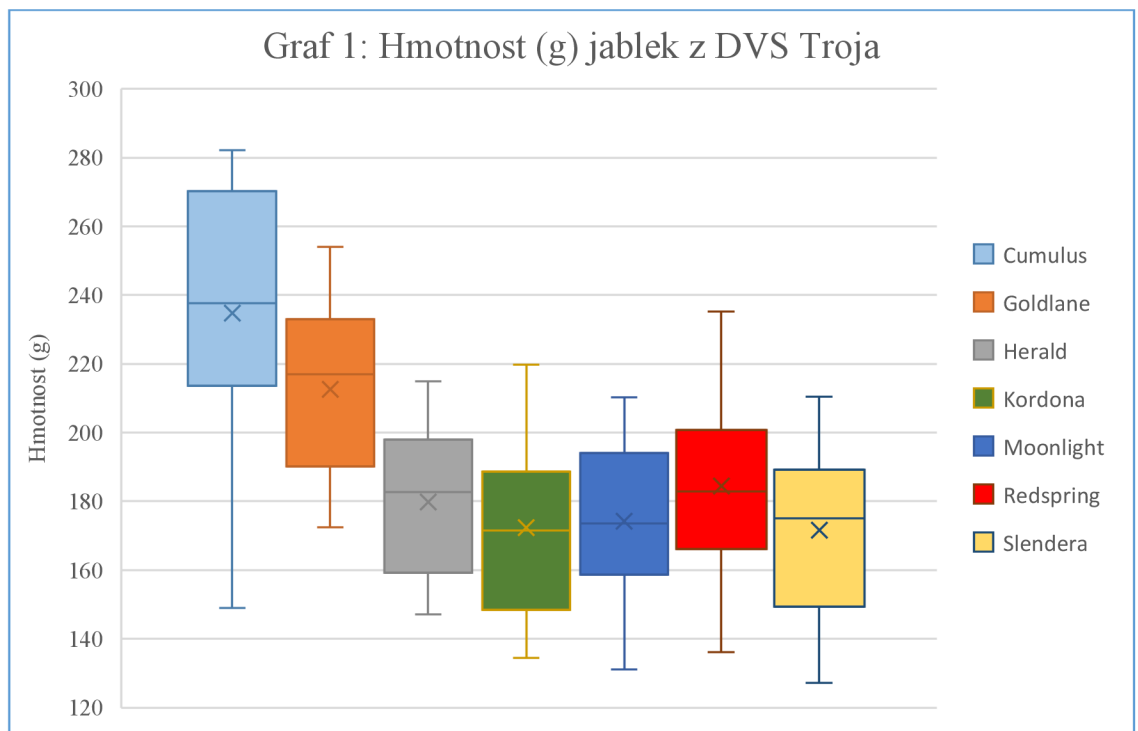
5 Vyhodnocení vzorků z DVS Troja

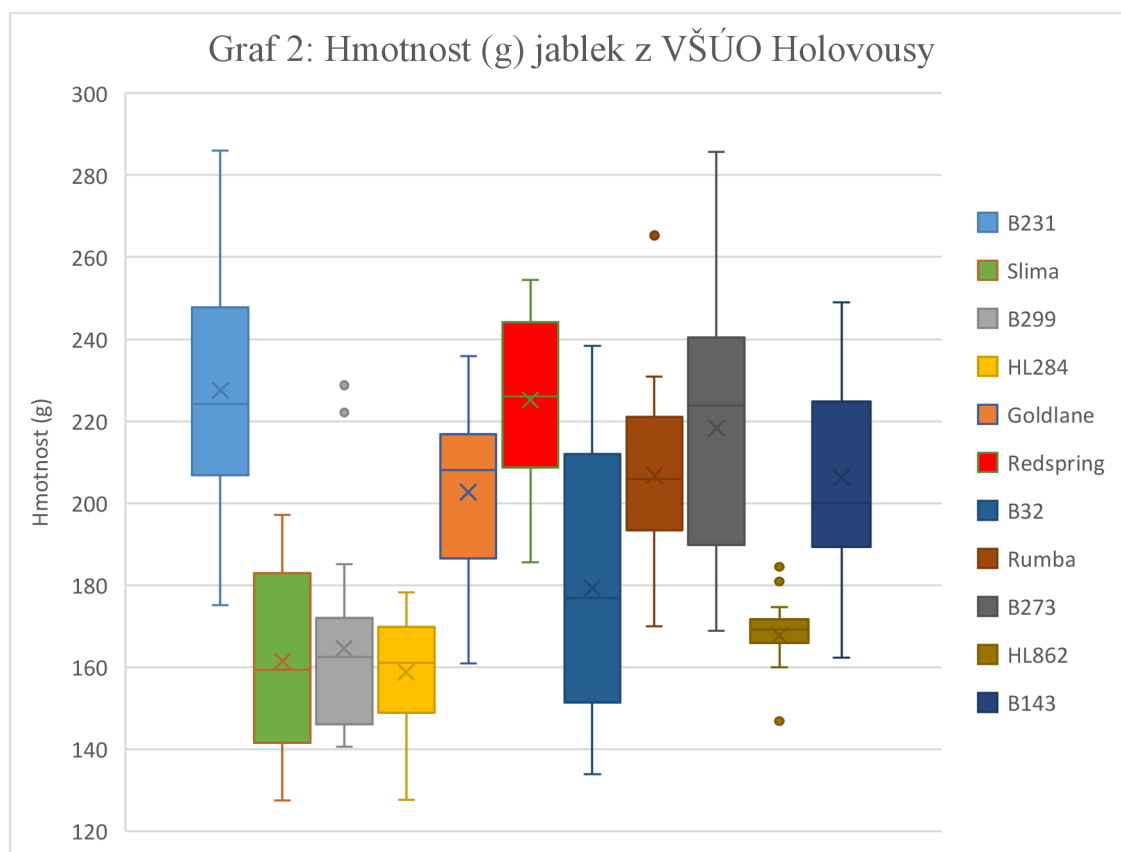
Přehled všech naměřených hodnot je v přílohách 1 a 3.

5.1 Vyhodnocení hmotnosti jablek

Na základě měření vzorků z DVS Troja lze konstatovat nejvyšší průměrnou hmotnost jablek u odrůdy 'Cumulus' (235 g) a druhou nejvyšší u odrůdy 'Goldlane' (213 g). Ostatní odrůdy v průměru nepřekonalý hranici 200 g a jednotlivě dosáhly následujících hodnot: 'Redspring' (184 g), 'Herald' (180 g), 'Moonlight' (174 g), 'Kordona' (172 g) a odrůda 'Slendera' (172 g). Viz srovnání v Grafu 1.

Výsledky z VŠÚO Holovousy ukazují na větší rozptýl mezi sledovanými odrůdami (viz Graf 2). Nejvyšší průměrná hmotnost byla zjištěna u odrůdy 'B231' (227 g). Nejnížší průměrnou hmotnost měla odrůda 'HL284'. Průměrná hmotnost ostatní odrůd byla: 'Slima' (161 g), 'B299' (165 g), 'Goldlane' (203 g), 'Redspring' (225 g), 'B32' (179 g), 'Rumba' (207 g), 'B273' (218 g), 'HL862' (168 g) a 'B143' (206 g).

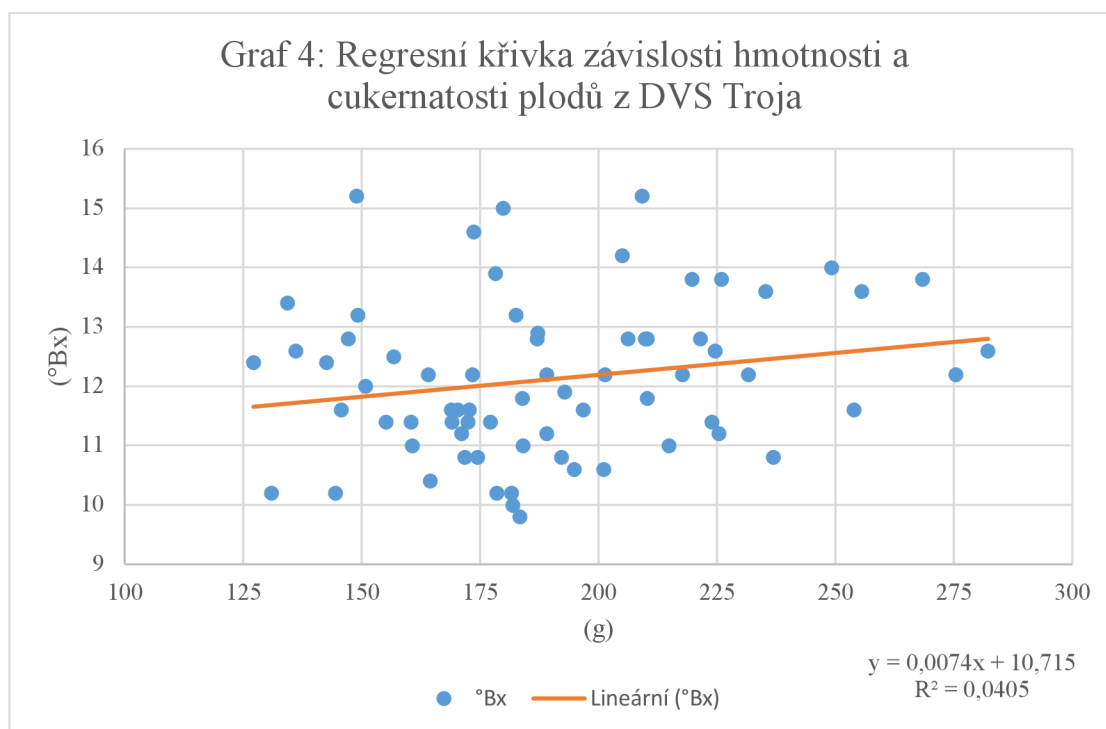
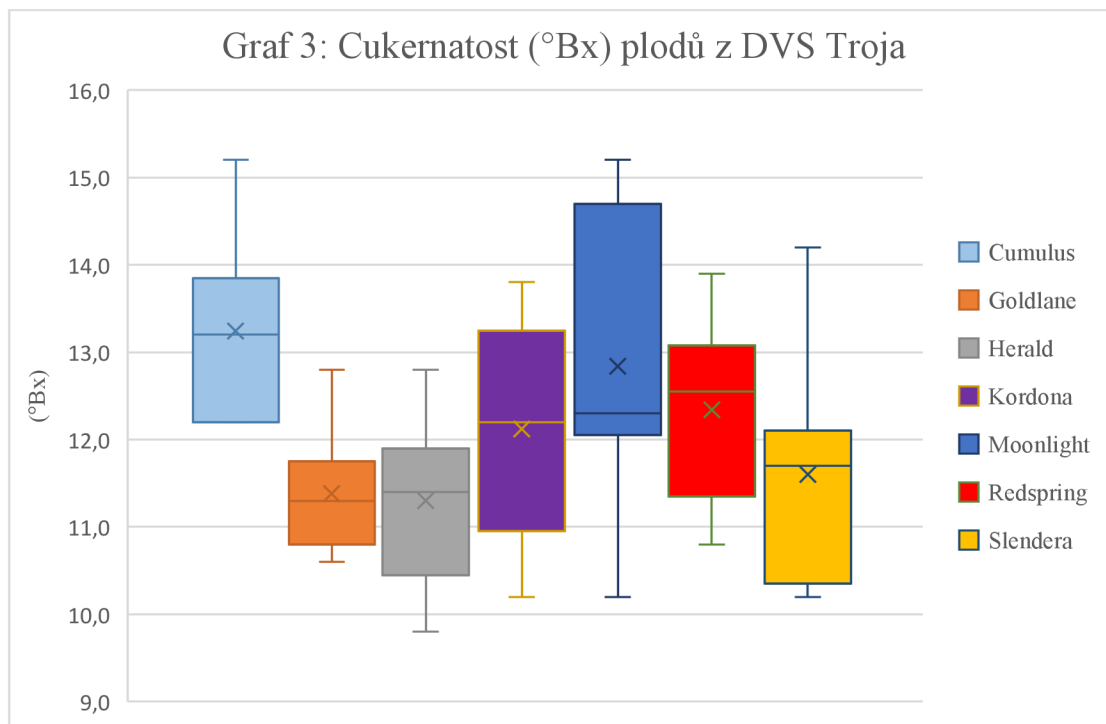




5.2 Vyhodnocení cukernatosti plodů z DVS Troja

Refraktometrie plodů z DVS Troja ukazuje nejvyšší průměrnou naměřenou hodnotu zkvasitelných cukrů u odrůdy 'Cumulus' (13,2 °Bx), naopak nejnižší naměřený průměr u odrůdy 'Herald' (11,3 °Bx). Průměrná hodnota refrakce byla měřena také u odrůd 'Goldlane' (11,4 °Bx), 'Kordona' (12,1 °Bx), 'Redspring' (12,3 °Bx) a 'Slendera' (11,6 °Bx). Cukernatost plodů z DVS Troja je zobrazena v Grafu 3.

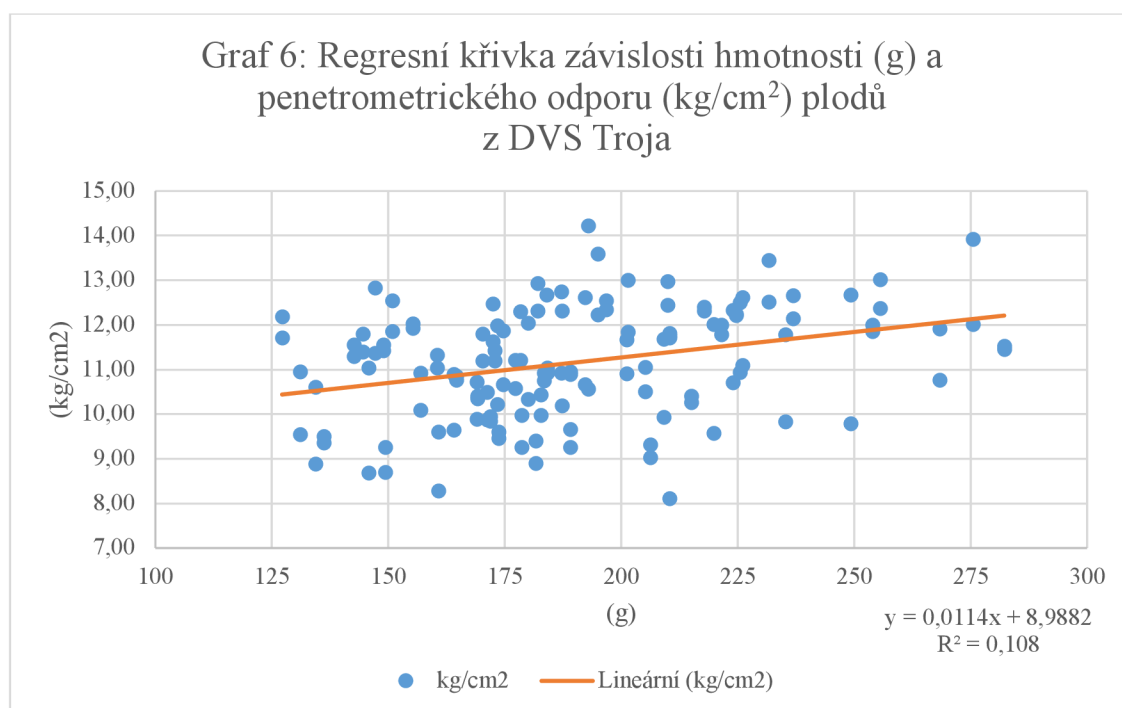
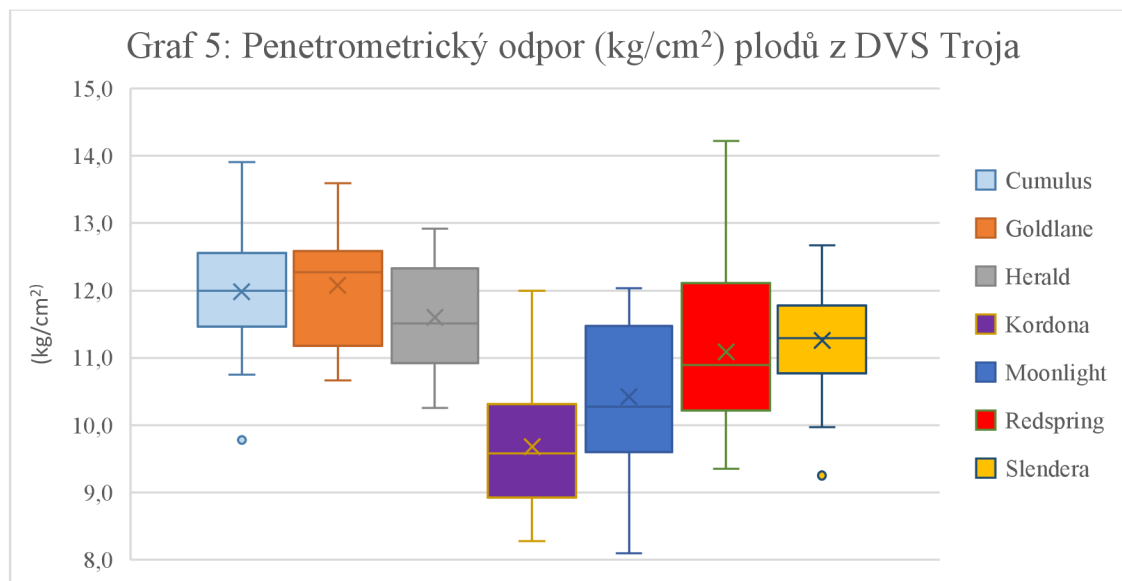
Vzájemná závislost hmotnosti a cukernatosti plodů z DVS Troja nebyla prokázána. Po analýze dat pomocí lineární regrese je $R^2=0,0405$. To ukazuje na velmi nízký vzájemný vztah. Regresní křivka a rovnice je vyobrazena v Grafu 4.



5.3 Vyhodnocení penetrometrického tlaku jablek z DVS Troja

Z deseti vzorků pro každou odrůdu, na kterých byla měřena síla potřebná k proražení slupky a dužniny, byl vypočítán průměr pro odrůdy 'Cumulus' (11,96 kg/cm²), 'Goldlane' (12,08 kg/cm²), 'Herald' (11,6 kg/cm²), 'Kordona' (9,68 kg/cm²), 'Moonlight' (10,42 kg/cm²), 'Redspring' (11,09 kg/cm²) a 'Slendera' (11,26 kg/cm²). Nejvyšší průměr měla odrůda 'Goldlane' a nejnižší průměr měla odrůda 'Kordona'. Přehled naměřených hodnot

ukazuje Graf 5. Vzájemná závislost mezi hmotnostmi jablek a jejich odolností proti statickému tlaku byla vyhodnocena jako slabá. Hodnota $R^2=0,108$. Viz Graf 6.



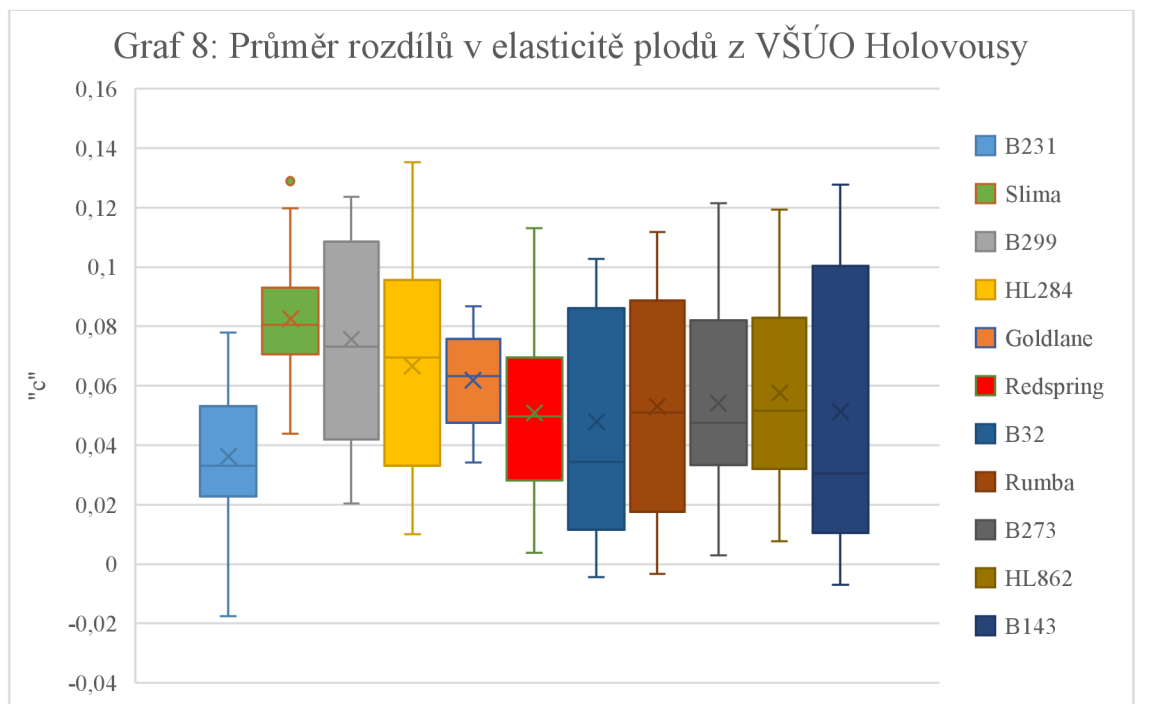
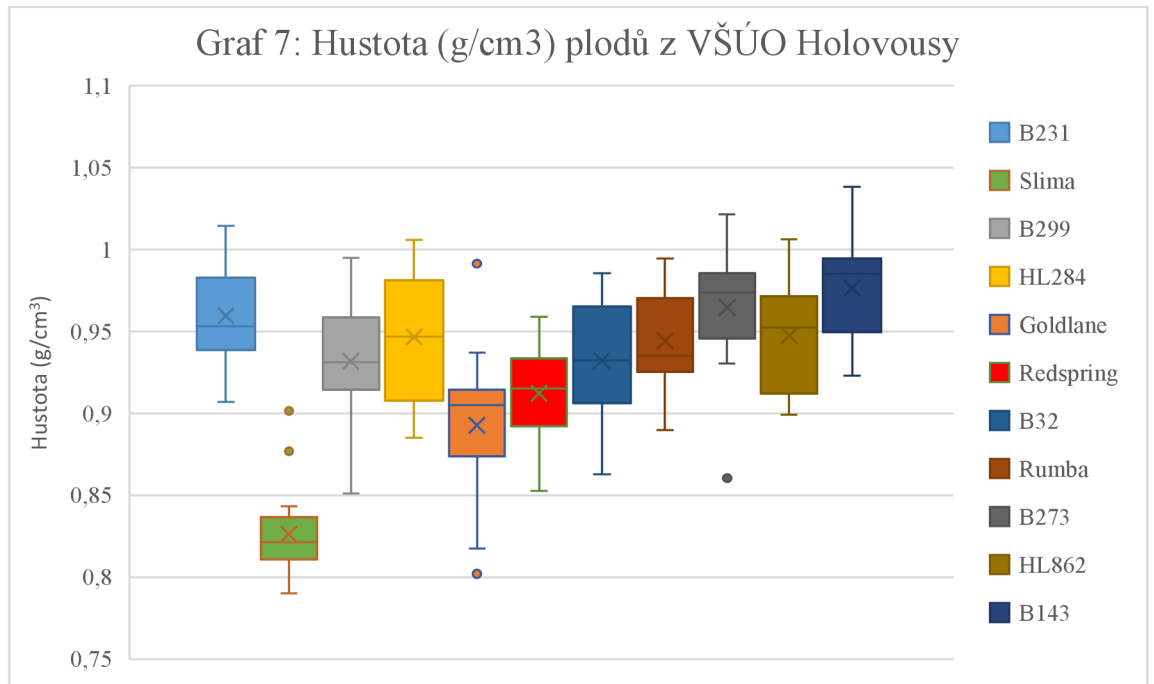
5.4 Hustota a elasticita jablek z VŠÚO Holovousy

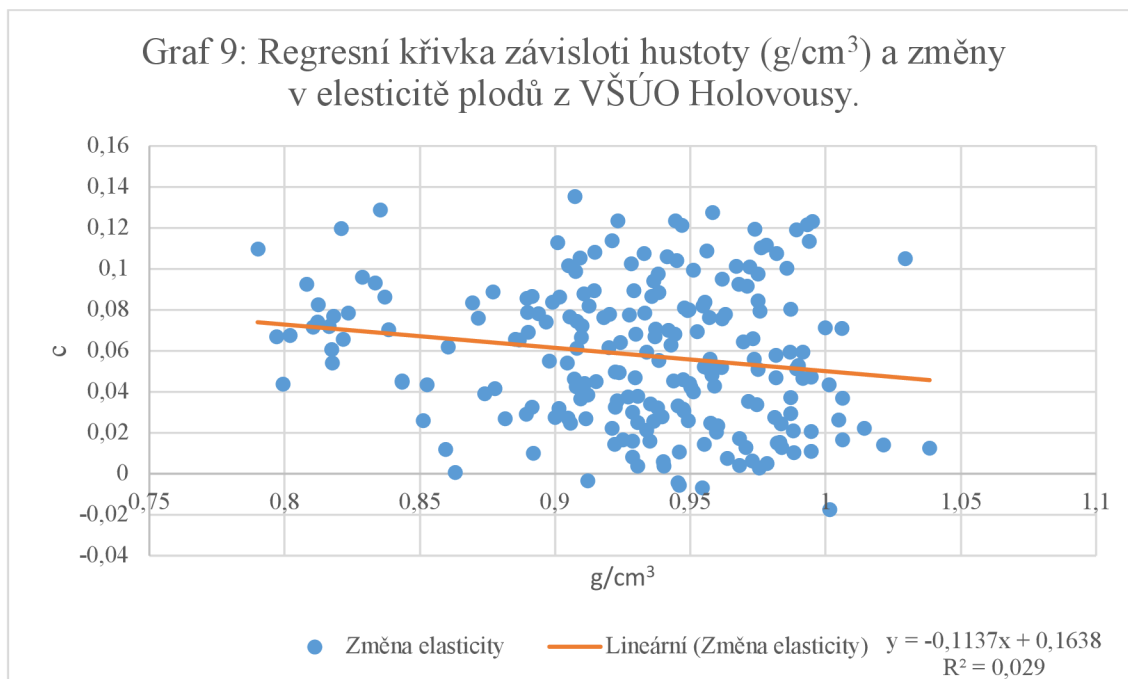
Průměrná hustota vypočtená ze vzorků jablek sloupcových odrůd z VŠÚO Holovousy byla následující: odrůda 'B231' ($0,959 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'Slima' ($0,826 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'B299' ($0,932 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'HL284' ($0,947 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'Goldlane' ($0,893 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'Redspring' ($0,912 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'B32' ($0,932 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'Rumba' ($0,944 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'B273' ($0,965 \text{ g}/\text{cm}^3$), 'HL862' ($0,947 \text{ g}/\text{cm}^3$) a 'B143' ($0,976$

g/cm³). Z výsledků je jasně vidět, že výrazně nejnižší hustota byla naměřena u odrůdy 'Slima'. Viz Graf 7.

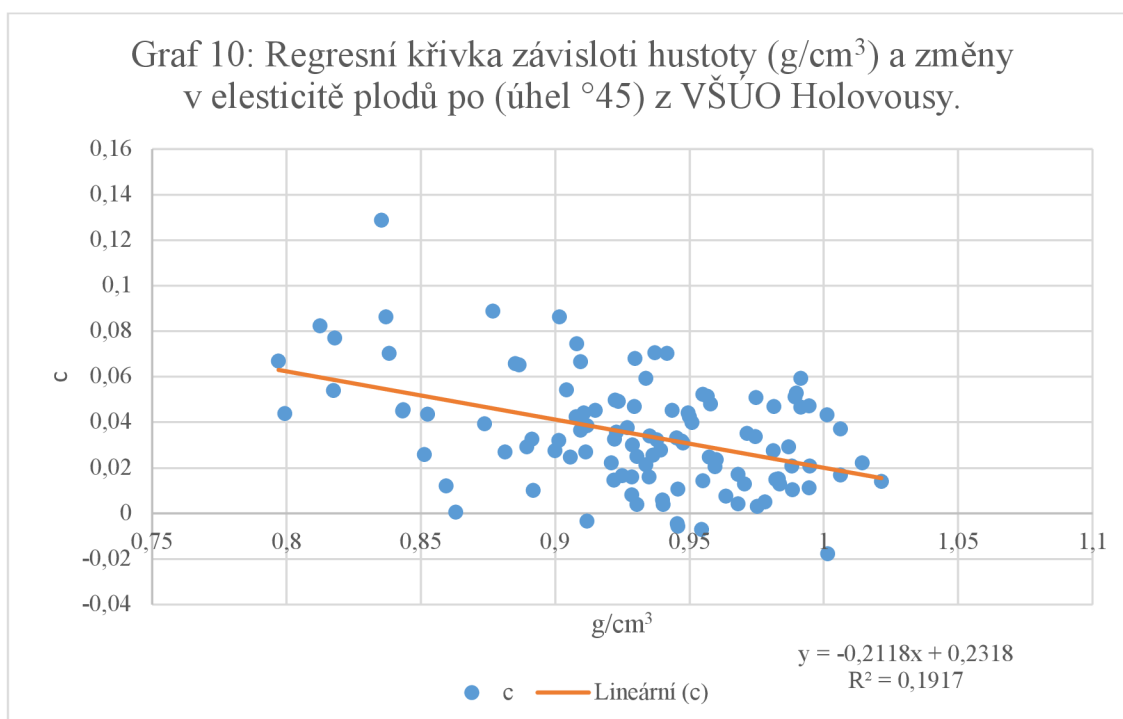
Změny v elasticitě „c“ (Graf 8) ukazují na velký rozptyl hodnot pro odrůdu 'B143', naopak velmi stabilní výsledky měla odrůda 'Goldlane'. Mezi vyrovnanější výsledky ve změnách elasticity měla i odrůda 'Slima', její průměr byl však nejvyšší (0,0825). Nejnižší průměrnou změnu v elasticitě měla odrůda 'B231' (0,0363).

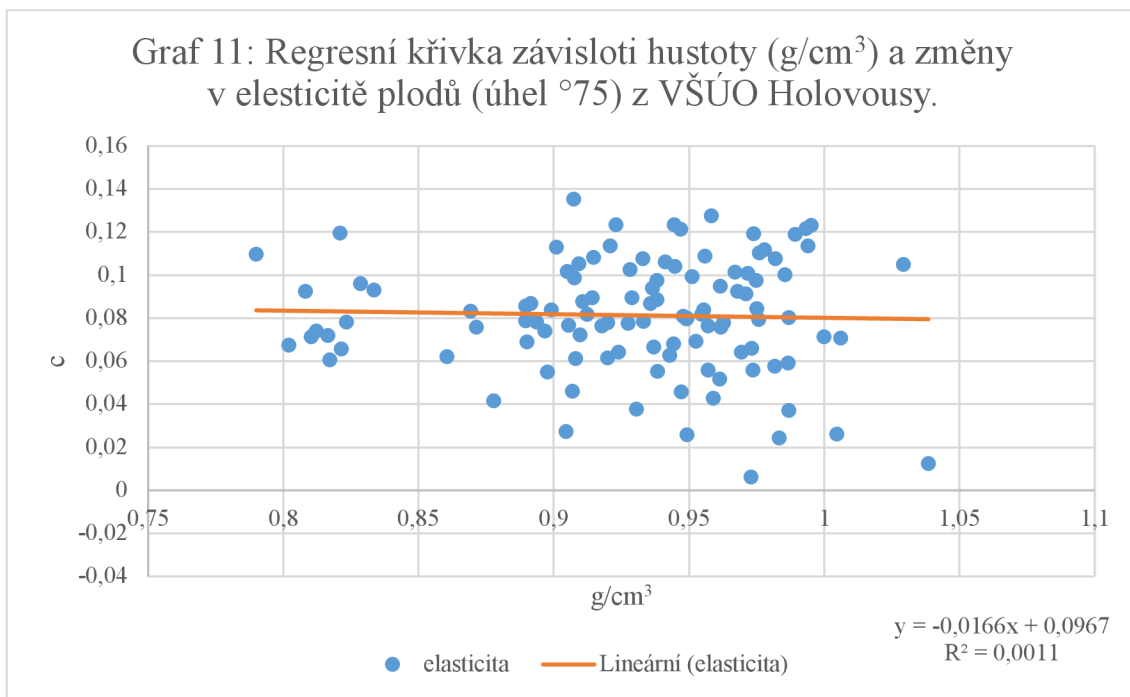
Korelace mezi hustotou jablek a změnou v jejich elasticitě po nárazu kyvadla je znázorněn v Grafu 9. $R^2=0,029$, proto není možné hovořit o vzájemném vztahu.





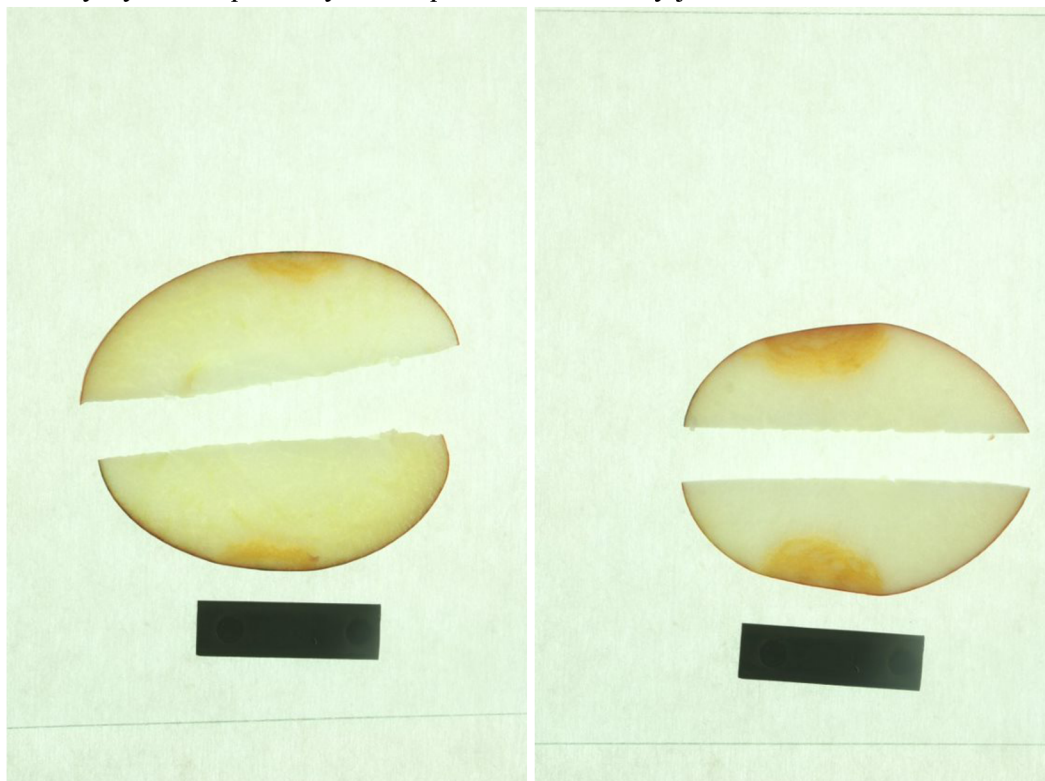
Na základě výsledku měření odrazů pro počáteční úhel kyvadla 45° , ve vztahu ke změnám elasticity měřených jablek, je $R^2=0,1917$. Znamená to vyšší míru korelace obou údajů. Naopak pro údery z počátečního úhlu 75° je $R^2=0,001$ a nelze hovořit o vzájemném vztahu hustoty a elasticity plodů. Regresní křivka pro úhel 45° v Grafu 10 a pro úhel 75° v Grafu 11.





5.5 Otlaky plodu z VŠÚO Holovousy

Nárazy kyvadla způsobily trvalé poškození dužniny jablek. Ukázka fotodokumentace:



Fotografie: Jakub Lev (vlevo odrůda 'B231', vpravo odrůda 'Slima')

6 Diskuze

V rámci vypracování této bakalářské práce proběhly dva samostatné pokusy. Jablka odrůd z DVS Troja byla testována ihned po sklizni a vzorky z VŠÚO Holovousy byly zachlazeny a převezeny k otestování na TF ČZU v Praze.

Porovnáme-li odrůdy jabloní vybrané pro zvolené pokusy, můžeme konstatovat, že jejich průměrná hmotnost plodu je mnohdy velmi rozdílná. Shoda odrůd z obou odběrových míst byla pouze u odrůd 'Goldlane' a 'Redspring'. Jabloně těchto odrůd byly pěstovány na jiných stanovištích a měly odlišnou podnož (M26 v DVS Troja a M9 v VŠÚO Holovousy), ale naměřená průměrná hmotnost odrůdy 'Goldlane' byla vyrovnaná. Odrůda 'Redspring' již stejných hodnot na těchto stanovištích nedosahovala. Rozdíl v průměru 41 g je již významná odchylka. Ze všech vážených jablek sloupcových odrůd měly odrůdy 'Redspring', 'Cumulus' a 'B231' velmi vysokou průměrnou hmotnost (225 g a více). Blažek & Křenilová (2011) uvádějí, že odrůda 'Cumulus' dosáhla průměrně na semenáči 201 g a na podnoži J-TE-E průměrně 195 g. Lze tedy konstatovat, že v rámci prezentovaného pokusu odrůda 'Cumulus' v DJS Troja na podnoži M26 dosahovala lepších výsledků.

Naměřená cukernatost u vzorků z DVS Troja byla vyrovnaná. Žádná z odrůd se ve svém průměru výrazně nevzdálila ostatním. Přesto, porovnáme-li výsledky z jiných dostupných zdrojů, můžeme si povšimnout relativně nižších čísel. Celkový průměr 12,1 °Bx není v porovnání s běžně dostupnými odrůdami příliš vysoký. Paprštejn & Sedlák (2019) ve své studii zjistili, že odrůda 'Golden Delicious' může dosahovat 19,8 °Bx, odrůda 'Gala' 21,3 °Bx. V tomto světle tedy jablka měřených odrůd v prezentovaném pokusu nedosahovala ve své cukernatosti úrovně jiných odrůd, jak tomu bylo u porovnávání velikosti plodu. Hypotéza, že hmotnost jablek má přímý nebo nepřímý vliv na cukernatost, nebyla prokázána.

Paprštejn & Sedlák (2019), v rámci hodnocení odrůd jabloně na českém trhu, testovali odolnost dužniny, ale jablka byla zbavena slupky. Je patrné, že měření se slupkou se běžně neprovádějí. Výsledky je tedy nesnadné porovnat. Tuhost dužniny u jablek zbavených slupky se pohybuje od 3,68 kg/cm² až po 6,68 kg/cm². Susaj et al. (2014) prezentuje výsledky o vysoké tuhosti dužniny odrůdy 'Golden Delicious' (9,2 kg/cm²). To je poměrně vysoká hodnota, uvědomíme-li si, že jablka byla oloupaná. Z naměřených hodnot z DVS Troja se průměrná hodnota potřebné síly k proražení plodu se slupkou pohybuje v rozmezí 10,42-12,08 kg/cm². Srovnatelné hodnocení nebylo nalezeno. Vzájemný vztah není tak slabý, jako tomu bylo u vztahu hmotnosti a cukernatosti, ale závislosti je velice nízká.

Jablka pocházející od odrůd z VŠÚO Holovousy nebyla měřena pomocí penetrometru. V tomto případě byl zvolen test, který ukázal míru poškození nárazem kyvadla. Zvolená metoda testování pomocí úderů kyvadla do plodů je velmi unikátní. Srovnatelné hodnocení nebylo nalezeno. Záznamy o měření z dostupných studií hovoří o spouštění jablek volným pádem a hledání hranice množství energie, které vede k trvalému poškození jablek. Z testů jednoznačně vyplývá, že jablka trpí otlaky již při pádu z malé výšky na pevný povrch. Mnohdy po pádu z výšky do 1 cm.

Měření pomocí kyvadla na TF ČZU nám ukázala unikátní výsledky změny v elasticitě dužniny jablek. Vzhledem k tomu, že každý náraz byl proveden a poté jednou zopakován, bylo možné odečíst rozdíl v naměřeném úhlu po odrazu kyvadla. Úder způsobí poškození tkáně a při opakovaném odrazu již nedochází k absorbování energie dužninou a kyvadlo se více odrazí.

Nízkých průměrných výsledků dosáhla nová odrůda 'B231', která měla zároveň druhou nejvyšší hustotu. Vezmeme-li naproti tomu odrůdu 'Slima', která měla nejvyšší průměrný rozdíl v elasticitě a nejnižší hustotu, může se zdát, že zde by mohl být vzájemný vztah obou výsledků. Pro tuto domněnku může hovořit i fotodokumentace, kde otlaky jablek odrůdy 'Slima' jsou výrazně větší než otlaky odrůdy 'B231'. Po srovnání všech výsledků, kde je porovnávána hustota jablek a jejich změna v elasticitě, je však zřejmé, že o vzájemném vztahu nelze hovořit. Vyšší vypovídací hodnotu má porovnání hustoty s rozdílem elasticity pro nárazy kyvadla pouze z výchozího úhlu 45° , zde $R^2=0,19$. Není sice ani zde možné spolehlivě dopočítat změny v elasticitě na základě hustoty jablka, ale v rámci pokusu lze říci, že můžeme získat přesnější údaje z úderů s využitím nižší energie dopadu. Toto odpovídá jiným studiím, kde byla jablka poškozena při nárazu téměř po jakémkoliv pádu na pevný povrch.

7 Závěr

S ohledem na předmět této bakalářské práce – jablka a jejich kvalitativní parametry, byly v průběhu jejího vypracování provedeny následující činnosti. Došlo nejen k vypracování literární rešerše týkající se jevů souvisejících s jejich pěstováním, respektive ovlivňující jejich produkci, a sice vnějších vlivů a vnitřních faktorů, jakož i samotné přípravě půdy, výživě a zapěstování, ale zároveň pak dále v rámci konkrétního zkoumání vybraných parametrů (které mohou mít vliv na objem a kvalitu produkce jablek), a sice hmotnosti, cukernatosti a penetrometrického odporu bylo zjištěno následující:

- Byly naměřeny různé průměrné hmotnosti jablek, kde odrůdy 'B231' a 'Cumulus' převyšovaly ostatní odrůdy.
- Naměřená cukernatost plodů vybraných sloupcových odrůd z DVS Troja byla vyrovnaná.
- Průměrná síla potřebná k proražení dužniny jablek se slupkou u odrůd z DVS Troja se od nejnižší po nejvyšší v průměru lišila o 2,4 kg/cm².
- Výpočtem hustoty bylo zjištěno, že odrůda 'Slima' má nejnižší hustotu z hodnocených sloupcových odrůd z VŠÚO Holovousy.
- Změna v elasticitě dužniny jablek při nárazech s nízkou energií lépe ukáže rozdíly v odrůdách.

8 Literatura

- Abdessemed S., Fellak A., Abdessemed A., Khan A. (2022): Status, challenges and opportunities for apple production in the Eastern Algeria. *Hort. Sci. (Prague)*, 49: 147–153.
- Baldi P, Wolters PJ, Komjanc M, Viola R, Velasco R, Salvi S. 2013. Genetic and physical characterisation of the locus controlling columnar habit in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Molecular Breeding* **31**:429-440. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s11032-012-9800-1> (accessed March 2023).
- Benda T. 2018. FRIOCELL® Laboratorní inkubátory s cirkulací chlazením. BMT Medical Technology, s.r.o., Brno. Available from https://www.helago.cz/files/produktove_listy/tl-friocell-cz.pdf (accessed April 2023).
- Blažek J, et al. 1998. *Ovocnictví. Český zahrádkářský svaz, nakladatelství Květ, Praha.*
- Blažek J, Křenilová J. 2011. Vybrané charakteristiky odrůd jabloní sloupcového růstu vyšlechtěných ve VŠÚO Holovousích. *Vědecké práce ovocnářské* **22**: 253-265.
- Blažek J, Křelinová J. 2011. Tree growth and some other characteristics of new columnar apple cultivars bred in Holovousy, Czech Republic. *Horticultural Science* **38**:11-20. Available at <http://hortsci.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/23/2010-HORTSCI.html> (accessed April 2023).
- Blažek J, Zelený L. 2019. Odrůda jabloně se sloupcovým typem růstu 'Slima'. *Vědecké práce ovocnářské*, **26**:23-27.
- Blažek J. 2001. *Pěstujeme jabloně. Nakladatelství Brázda, s. r. o., Praha.*
- Blažek J. 2011. 'Herald' - nová odrůda jabloně sloupcového charakteru růstu s odolností proti chorobám. Pages 267-270 in Paprštejn F, et al., editors. *Vědecké práce ovocnářské. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., Holovousy.*
- Blažek J. 2011. Nová rezistentní odrůda jabloně 'Cumulus' sloupcového charakteru růstu. Pages 275-278 in Paprštejn F, et al., editors. *Vědecké práce ovocnářské. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., Holovousy.*
- Burnie G. 2007. *Botanika: ilustrovaný abecední atlas 10 000 zahradních rostlin s návodem, jak je pěstovat. Slovart, Praha.*
- Dennis FJ. 2003. Flowering, pollination and fruit set and development. *Apples: botany, production and uses:153-166. CABI, Wallingford.* Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012713> (accessed February 2023).
- Drbohlavová L. 2021. Přehled skladovacích pokusů v ULO atmosféře ve Výzkumném a šlechtitelském ústavu ovocnářském Holovousy s.r.o. v letech 2005-2020. *Vědecké práce ovocnářské*, **27(2)**:84-104.

- Ferree DC, Schupp JR. 2003. Pruning and training physiology. Apples: botany, production and uses:319-344. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012720> (accessed March 2023).
- Grove GG, Eastwell KC, Jones AL, Sutton TB. 2003. Diseases of apple. Apples: botany, production and uses:459-488. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012724> (accessed April 21, 2023).
- Harley CP, Magness JR, Masure MP, Fletcher LA, Degman ES. 1942. Investigations on the cause and control of biennial bearing of apple trees. US Government Printing Office, Washington D. C.
- Holzförster H. 2006. Řez ovocných strom a keřů. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Hričovský I, Řezníček V, Sus J. 2003. Jabloně a hrušně: kdouloně, mišpule. Vydavatelstvo Priroda, s. r. o., Bratislava.
- Hyson DA. 2011. A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health. *Advances in Nutrition* **2**:408-420.
- Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin. Euromedia Group k. s., Praha.
- Kloutvorová J. 2018. Ochrana jabloní proti strupovitosti. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy, Holovousy.
- Kracíková M, Haňáčková Z. 2021. Alternativní systém ošetření proti strupovitosti u různých odrůd jabloní. *Vědecké práce ovocnářské*, **27**(2):133-146.
- Krost C, Petersen R, Schmidt ER. 2012. The transcriptomes of columnar and standard type apple trees (*Malus x domestica*) — A comparative study. *Gene* **498**:223-230. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378111912001345> (accessed February 2023).
- Kršková I. 2021. Přirozeně sloupcovité mohou být pouze odrůdy jabloní. Ministerstvo zemědělství. Available from https://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2021_sloupcovite-mohou-byt-pouze-jablone.html (accessed March 2023).
- Luby JJ. 2003. Taxonomic classification and brief history. Apples: botany, production and uses:1-14. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012707> (accessed March 2023).
- Marini RP, Fazio G. 2018. Apple Rootstocks. *Horticultural Reviews* **45**:197-312. Hoboken, NJ, USA.
- Neilsen GH, Neilsen D. 2003. Nutritional requirements of apple. Apples: botany, production and uses:267-302. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012718> (accessed March 2023).
- Nesrsta D. 2011. Jádroviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd jádrovín. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc.

- O'Leary R. 2018. Real-time measurement of Brix, Acid and the Brix / Acid Ratio. BevSense LLC White Paper, BevSense LLC 29 Glenwood Avenue Newton, MA 02459 USA. Available at <https://www.beveragesensors.com/wp-content/uploads/bevsense-brix-acid-white-paper.pdf> (accessed April 4, 2023).
- Palmer JW, Privé JP, Tustin DS. 2003. Temperature. Apples: botany, production and uses:217-236. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012716> (accessed April 21, 2023).
- Paprštein F, Sedlák J. 2019. Hodnocení odrůd jabloně s největším zastoupením v tuzemské obchodní síti. Vědecké práce ovocnářské **26**:93-100.
- PCE Instruments. 2020. User Manual: Force Gauge PCE-FM 200 / PCE-FM 50N / PCE-FM 500N. PCE Instruments. Available from https://www.pce-instruments.com/eu/api/getartfile?_fnr=1702756&_dsp=inline (accessed April 2023).
- Picek J. 1989. Mechanizovaná sklizeň brambor a odolnost hlíz proti mechanickému poškození [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Rejlová M, Valentová L, Podlipný J, Čmejla R. 2021. Spolehlivost záchytu virů jádrovin a viru šarky švestky metodou ELISA v zimním období. Vědecké práce ovocnářské, **27**(1):12-24.
- Rod J. 2008. Atlas chorob a škůdců ovoce, zeleniny a okrasných rostlin. Vydavatelství VÍKEND s. r. o., Líbeznice.
- Scháňková K, Laňar L. 2021. Může být využití půdy z meziřadí účinným řešením únavy půdy jabloňových sadů? Vědecké práce ovocnářské, **27**(1):92-103.
- Schulte NL, Brown GK, Timm EJ. 1992. Apple Impact Damage Thresholds. Applied Engineering in Agriculture **8**:55-60.
- Schulz B, Grossmann G. 2004. Ovocné dřeviny: řez a tvarování. Knižní klub, Praha.
- Steidl R. 2010. Sklepní hospodářství. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Národní vinařské centrum, Valtice.
- Sus J, Dlouhá J, Peňáz R, Svoboda V, Vondráček J. 1992. Ovoce slovem i obrazem: jádroviny, peckoviny, skořápkoviny, bobuloviny a netradiční druhy ovoce. GORA v spolupráci s Vysokou školou zemědělskou v Praze, Bratislava.
- Sus J, Nečas T. 2011. Řez ovocných dřevin. Grada Publishing, Praha.
- Susaj E, Mustafa S, Kallço I, Susaj L, Susaj ML. (2014). Effects of Cold Storage and Post-cold Storage Duration on Several Fruit Quality Parameters and Shelf Life of "Golden Delicious" Apples. Online International Interdisciplinary Research Journal (OIIRJ). Vol IV. 34-42.
- Tupý J, Louda O, Zima J. 2013. Malus domestica Borkh. odrůda REDSPRING. Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Available from <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/vybrane-odrudy-ke-kterym-byla-od-roku-2005-udelena-pravni-ochrana-v-evropske-unii-nebo-v-usa> (accessed September 2022).

- Ticha A, Salejda AM, Hyspler R, MATEJICEK A, PAPERSTEIN F, Zadak Z. 2015. SUGAR COMPOSITION OF APPLE CULTIVARS AND ITS RELATIONSHIP TO SENSORY EVALUATION. *Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc*, **4**(101):137-150.
- Tupý J, Louda O, Zima J. 2010. *Malus domestica* Borkh. odrůda GOLDLANE. Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Available from <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/vybrane-odrudy-ke-kterym-byla-od-roku-2005-udelena-pravni-ochrana-v-evropske-unii-nebo-v-usa> (accessed September 2022).
- Tupý J, Louda O, Zima J. 2010. *Malus domestica* Borkh. odrůda MOONLIGHT. Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Available from <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/vybrane-odrudy-ke-kterym-byla-od-roku-2005-udelena-pravni-ochrana-v-evropske-unii-nebo-v-usa> (accessed September 2022).
- Vaněk V, Ložek O. 2013. Výživa poľných a záhradných plodín. Profí Press, Nitra.
- Vávra R, Blažek J, Vejl P, Jonáš M. 2015. Střídavá plodnost u jabloní se sloupcovým typem růstu. Pages 187-192 in Paprštejn F, et al., editors. Vědecké práce ovocnářské. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., Holovousy.
- Vietmeier A, Klug M. 2014. Choroby a škůdci ovoce, zeleniny a okrasných rostlin. Vydavatelství VÍKEND s. r. o., Líbeznice.
- Webster AD, Wertheim SJ. 2003. Apple rootstocks. Apples: botany, production and uses:91-124. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073012711> (accessed March 2023).
- Zelený L, Blažek J, Kadlecová V. 2015. Odrůda jabloně se sloupcovým typem růstu 'Slendera'. Pages 207-212 in Paprštejn F, et al., editors. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., Holovousy.
- Zelený L, Blažek J. 2021. Růstové a plodové charakteristiky nových odrůd jabloně 'Antopa' a 'Idapaz'. *Vědecké práce ovocnářské*, **27**(1): 84–91.
- Zelený L. 2019. Šlechtění ovoce v Holovousích: Breeding of fruits in Holovousy. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy, Holovousy.
- Zijp JP, Blommers LHM. 1997. Prediction of flight of apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*, using temperature sums. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **84**: 71-75.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

°Bx = stupeň Brix

AV ČR = Akademie věd České republiky

ČR = Česká republika

DVS Troja = Demonstrační a výzkumná stanice Troja

ELISA

E_k = kinetická energie

EU = Evropská unie

g = gram

J = joule

kJ = kilo joule

ŠS Klčov = Šlechtitelská stanice Klčov

ŠS Těchobuzice = Šlechtitelská stanice Těchobuzice

TF ČZU = Technická fakulta České zemědělské univerzity

vf = virus free (bezvirózní)

VŠÚO Holovousy = Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o.

vt = virus tested (testováno na přítomnost hospořásky významných viróz)

10 Samostatné přílohy

Příloha 1 (1/4): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jablek z DVS Troja.

Odrůda: Redspring
Podnož: M 26
Datum hodnocení: 14.09.2022

Vzorek č:	hmotnost (g)	cukernatost (°Bx)	penetrometrický tlak (kg/cm ²)	
1	224,7	12,6	12,20	12,23
2	192,9	11,9	10,56	14,22
3	187,3	12,9	10,18	12,31
4	156,9	12,5	10,08	10,91
5	178,3	13,9	11,20	12,29
6	189,1	11,2	10,95	10,88
7	169,2	11,4	10,34	10,40
8	136,2	12,6	9,49	9,35
9	174,6	10,8	10,66	11,86
10	235,3	13,6	9,82	11,78
průměr	184,5	12,3	10,55	11,62
				11,09

Odrůda: Goldlane
Podnož: M 26
Datum hodnocení: 14.09.2022

Vzorek č:	hmotnost (g)	cukernatost (°Bx)	penetrometrický tlak (kg/cm ²)	
1	254,0	11,6	11,99	11,85
2	184,1	11,0	11,03	10,91
3	210,0	12,8	12,43	12,97
4	192,2	10,8	10,66	12,61
5	224,0	11,4	10,70	12,32
6	225,5	11,2	12,49	10,93
7	236,9	10,8	12,13	12,65
8	172,5	11,4	12,46	11,62
9	231,7	12,2	12,50	13,44
10	195,0	10,6	12,22	13,59
průměr	212,6	11,4	11,86	12,29
				12,08

Příloha 1 (2/4): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jabloní z DVS Troja.

Odrůda: Cumulus
 Podnož: M 26
 Datum hodnocení: 22.09.2022

Vzorek č:	hmotnost	cukernatost	penetrometrický tlak	
	(g)	(°Bx)	(kg/cm ²)	
1	268,4	13,8	11,90	10,75
2	275,5	12,2	12,01	13,91
3	255,6	13,6	13,01	12,36
4	282,2	12,6	11,44	11,52
5	217,8	12,2	12,39	12,30
6	249,2	14,0	12,66	9,78
7	201,4	12,2	12,99	11,83
8	226,0	13,8	12,61	11,08
9	149,0	15,2	11,41	11,55
10	221,5	12,8	11,99	11,77
průměr	234,7	13,2	12,24	11,69
				11,96

Odrůda: Herald
 Podnož: M 26
 Datum hodnocení: 22.09.2022

Vzorek č:	hmotnost	cukernatost	penetrometrický tlak	
	(g)	(°Bx)	(kg/cm ²)	
1	196,8	11,6	12,33	12,5
2	183,4	9,8	10,92	10,7
3	155,2	11,4	11,92	12,0
4	201,2	10,6	10,90	11,7
5	215,0	11,0	10,26	10,4
6	182,0	10,0	12,31	12,9
7	187,1	12,8	12,74	10,9
8	170,3	11,6	11,19	11,8
9	147,2	12,8	12,82	11,4
10	160,5	11,4	11,31	11,0
průměr	179,9	11,3	11,67	11,5
				11,60

Příloha 1 (3/4): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jablek z DVS Troja.

Odrůda: Slendera
 Podnož: M 26
 Datum hodnocení: 22.09.2022

Vzorek č:	hmotnost (g)	cukernatost (°Bx)	penetrometrický tlak (kg/cm ²)	
			1	210,4
2	172,8	11,6	11,18	11,41
3	177,2	11,4	11,20	10,57
4	164,6	10,4	10,75	10,84
5	178,6	10,2	9,97	9,25
6	205,1	14,2	10,50	11,05
7	184,0	11,8	12,67	10,98
8	150,9	12,0	12,54	11,84
9	144,5	10,2	11,39	11,79
10	127,2	12,4	12,17	11,71
průměr	171,5	11,6	11,41	11,12
			11,26	

Odrůda: Moonlight
 Podnož: M 26
 Datum hodnocení: 05.10.2022

Vzorek č:	hmotnost (g)	cukernatost (°Bx)	penetrometrický tlak (kg/cm ²)	
			1	210,30
2	209,20	15,20	9,92	11,67
3	180,00	15,00	12,03	10,33
4	142,60	12,40	11,54	11,29
5	164,10	12,20	9,63	10,89
6	131,10	10,20	9,54	10,95
7	189,10	12,20	9,65	9,25
8	173,70	14,60	9,45	9,59
9	173,40	12,20	10,21	11,97
10	169,00	11,60	9,88	10,71
průměr	174,3	12,8	9,995	10,845
			10,42	

Příloha 1 (4/4): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jabloní z DVS Troja.

Odrůda: Kordona
 Podnož: M 9
 Datum hodnocení: 05.10.2022

Vzorek č:	hmotnost (g)	cukernatost (°Bx)	penetrometrický tlak (kg/cm ²)	
			1	171,90
2	171,20	11,20	9,87	10,48
3	219,80	13,80	9,56	12,00
4	182,70	13,20	9,97	10,43
5	206,30	12,80	9,30	9,02
6	160,70	11,00	8,28	9,60
7	145,80	11,60	8,67	11,03
8	149,30	13,20	8,69	9,25
9	134,40	13,40	8,88	10,60
10	181,70	10,20	8,89	9,39
průměr	172,4	12,1	9,195	10,174
			9,68	

Příloha 2: Označení vzorků plodů odrůd sloupcových jabloní z VŠÚO Holovousy.

Označení vzorků	Odrůda
A01-A20	B321
B01-B20	Slima
C01-C20	B299
D01-D20	HL284
E01-E20	Goldlane
F01-F20	Redspring
G01-G20	B321
H01-H20	Rumba
I01-I20	B273
J01-J20	HL862
K01-K20	B143

Příloha 3 (1/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jabloní z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
A01	224,68	79,07	80,04	68,7	0,2548	0,3011	0,2156	0,2438
A02	286,07	88,5	89,21	72,91	0,1885	0,2097	0,1392	0,1699
A03	240,94	85,33	82,31	69,17	0,1442	0,1945	0,1103	0,1519
A04	223,6	80,28	79,72	69,72	0,1867	0,2586	0,2737	0,3548
A05	248,35	82,19	83,12	73,99	0,2523	0,3323	0,2611	0,2918
A06	284,93	87,58	89,36	71,42	0,2133	0,2536	0,2306	0,3024
A07	246,11	84,11	81,59	75,52	0,2329	0,2840	0,2450	0,2866
A08	249,02	85,34	81,31	71,19	0,1749	0,2512	0,2598	0,3394
A09	227,88	81,78	79,91	70,64	0,2065	0,2487	0,2598	0,3435
A10	223,66	81,58	80,7	65,98	0,1919	0,2166	0,2052	0,2295
A11	262	86,27	81,33	70,31	0,2620	0,2830	0,2184	0,2417
A12	175,04	77,49	72,59	64,53	0,2810	0,2873	0,2239	0,2620
A13	243,83	85,18	83,28	70,21	0,2356	0,2537	0,2356	0,2497
A14	205,45	78,62	75,68	70,16	0,2724	0,2620	0,3049	0,3275
A15	175,59	76,25	72,62	63,92	0,2810	0,2724	0,3028	0,3731
A16	211,89	79,74	76,29	68,48	0,2599	0,2830	0,2940	0,3415
A17	203,86	77,13	77,2	70,41	0,2896	0,3184	0,2896	0,3209
A18	216,45	81,62	74,71	69,1	0,2984	0,3321	0,2745	0,2961
A19	210,66	82,35	74,61	65,39	0,2222	0,1891	0,2517	0,2497
A20	189,21	76,75	73,68	63,83	0,2767	0,3118	0,3184	0,3702
B01	193,18	82,87	81,33	67,55	0,2673	0,3323	0,2598	0,3379
B02	196,35	84,69	76,14	69,78	0,2353	0,3295	0,2801	0,3722
B03	197,15	85,84	78,73	67,82	0,2523	0,3435	0,2282	0,2686
B04	193,1	83,01	76,42	71,58	0,2801	0,3391	0,2814	0,3705
B05	158,23	77,35	75,41	62,92	0,2775	0,3520	0,2499	0,3323
B06	143,75	75,33	70,46	64,01	0,2474	0,3323	0,2377	0,3379
B07	141,43	73,22	70,94	62,76	0,2775	0,3663	0,2573	0,3606
B08	148,82	76,07	73,39	62,02	0,2474	0,3663	0,2259	0,3463
B09	184,2	81,93	78,01	67,42	0,2401	0,3213	0,2598	0,3225
B10	144,1	72,61	74,8	64,14	0,2918	0,3809	0,2775	0,4078
B11	173,69	78,58	78,99	65,78	0,2810	0,3557	0,2917	0,3819
B12	160,52	75,93	75,81	63,53	0,2578	0,2894	0,2961	0,4051
B13	167,08	76,67	76,13	68,59	0,2961	0,3462	0,2961	0,3800
B14	174,34	80,33	74,36	68,15	0,2723	0,3295	0,2851	0,3819
B15	179,03	81,07	77,8	67,82	0,2851	0,3341	0,2682	0,3069
B16	142	70,14	68,42	64,45	0,3249	0,4120	0,2940	0,3849
B17	132,36	69,4	72,14	56,01	0,3114	0,3918	0,3249	0,4172
B18	127,53	70,71	66,56	61,83	0,2981	0,3918	0,3415	0,4204
B19	135,87	70,68	70,89	62	0,2767	0,4051	0,2476	0,3770
B20	135,01	70,32	72,61	59,88	0,3114	0,3624	0,2851	0,3249

c11=elasticita prvního úderu, c12=elasticita druhého úderu,
c21=elasticita třetího úderu, c22=elasticita čtvrtého úderu (viz metodika)

Příloha 3 (2/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jablek z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
C01	145,72	70,19	67,43	63,85	0,1430	0,2724	0,1833	0,2814
C02	150,64	68,97	66,44	64,61	0,2030	0,2997	0,2353	0,3407
C03	145,38	66,53	71,11	64,55	0,2189	0,3295	0,1941	0,2944
C04	144,9	69,51	66,2	63,68	0,1963	0,3050	0,1666	0,3050
C05	140,85	68,85	67,31	62,22	0,1833	0,2931	0,1707	0,2762
C06	168,19	71,05	67,74	67,07	0,1386	0,2636	0,2178	0,3391
C07	165,32	74,28	69,31	63,77	0,2698	0,3548	0,1919	0,2586
C08	173,16	72,6	70,89	70,43	0,2087	0,2931	0,1741	0,2536
C09	161,99	71,18	71,79	62,03	0,2698	0,3780	0,2143	0,3268
C10	162,93	71,14	67,33	67,96	0,2450	0,3158	0,2052	0,3520
C11	146,8	68,45	67,15	64,77	0,3557	0,4083	0,2745	0,3624
C12	228,75	81,86	79,16	79,2	0,1942	0,2222	0,2830	0,3069
C13	222,13	82,35	79,52	72,68	0,2873	0,3159	0,3073	0,3442
C14	140,6	66,71	65,04	66,04	0,3368	0,3949	0,3321	0,4153
C15	185,16	74,53	71,63	75,81	0,2578	0,3005	0,2981	0,3341
C16	152,3	68,6	65,24	70,37	0,2937	0,3577	0,3721	0,4069
C17	177,51	74,43	71,5	68,52	0,2788	0,3462	0,2917	0,3605
C18	166,32	68,39	69,97	71,93	0,2661	0,3159	0,2745	0,2961
C19	163,89	67,02	70,4	69,14	0,2537	0,2640	0,3415	0,3721
C20	149,42	69,53	65,66	67,78	0,3093	0,3509	0,3368	0,3949
D01	163,68	72,77	70,76	64,3	0,2329	0,3158	0,2074	0,2611
D02	143,25	69,61	67,23	62,32	0,2039	0,3091	0,2353	0,3255
D03	162,21	72,42	71,48	65,46	0,2176	0,3091	0,2660	0,3536
D04	178	76,04	68,48	66,96	0,1854	0,2801	0,2212	0,2958
D05	127,65	66,05	66,7	55,72	0,2499	0,3651	0,2340	0,3622
D06	157,5	72,33	68,42	62,86	0,2199	0,3200	0,2282	0,3311
D07	148,34	70,08	69,44	57,87	0,2316	0,3228	0,2775	0,3283
D08	163,24	71,26	71,87	62,39	0,2329	0,3338	0,2259	0,2840
D09	150,28	72,03	68,12	64,45	0,2762	0,3676	0,2499	0,3561
D10	142,94	70,64	64,62	65,92	0,2353	0,3739	0,1919	0,3240
D11	170,2	74,29	73,13	63,41	0,2239	0,2767	0,3321	0,3702
D12	172,88	73,33	70,59	67,17	0,2984	0,3255	0,3118	0,3731
D13	168,69	71,71	72,66	69,85	0,3348	0,4102	0,3138	0,3702
D14	178,3	76,02	73,37	61,72	0,2703	0,3005	0,3275	0,4000
D15	166,92	71,52	71,42	68,92	0,2035	0,2620	0,3049	0,2961
D16	159,8	70,63	67,65	64,72	0,3159	0,3529	0,3702	0,3918
D17	153,15	71,25	72,34	63,63	0,3118	0,3255	0,3073	0,3138
D18	150,67	70,02	70,8	59,05	0,3275	0,3275	0,2788	0,3093
D19	145,44	70,99	68,39	63,01	0,3321	0,4051	0,3138	0,3899
D20	174,11	73,8	71,89	65,29	0,2896	0,3415	0,3049	0,3005

Příloha 3 (3/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jabloní z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
E01	184,57	78,01	81,72	59,02	0,2329	0,2814	0,2225	0,3077
E02	217,86	83,8	83,82	73,86	0,2143	0,2866	0,2474	0,3104
E03	160,91	74,59	74,35	62,29	0,2499	0,3104	0,2120	0,3091
E04	201,28	82,72	82,72	68,74	0,2586	0,3419	0,2329	0,2711
E05	207,34	80,77	83,24	65,69	0,2212	0,2892	0,1985	0,2788
E06	228,78	85,81	79,7	71,67	0,1825	0,2762	0,1812	0,2611
E07	209,67	82,16	84,87	63,43	0,1941	0,2561	0,2661	0,3577
E08	196,55	84,81	77,02	66,11	0,2673	0,3577	0,2259	0,3024
E09	208,65	82,91	77,8	67,31	0,2661	0,3532	0,2487	0,3144
E10	191,24	79,9	77,24	65,18	0,2189	0,2788	0,2425	0,3050
E11	235,87	86,21	87,04	64,2	0,2853	0,3255	0,2788	0,3069
E12	209,14	84,01	77,96	66,88	0,2810	0,3255	0,2724	0,3049
E13	214,43	85,51	79,06	66,6	0,2682	0,3249	0,2620	0,3388
E14	189,6	82,4	77,94	62,35	0,3005	0,3395	0,3204	0,3899
E15	215,25	84,74	80,23	68,2	0,2620	0,3204	0,2620	0,3341
E16	217,39	87,14	80,16	70,48	0,2661	0,3321	0,2830	0,3069
E17	166,45	74,47	77,42	60,26	0,2917	0,3295	0,2703	0,3229
E18	185,4	84,7	73,7	57,21	0,2578	0,3348	0,3138	0,3557
E19	230,24	87,88	83,92	72,93	0,2620	0,3184	0,2620	0,3138
E20	182,14	84,93	72,53	62,21	0,2961	0,3557	0,2661	0,2917
F01	249,77	85,41	84,85	72,77	0,2074	0,2512	0,1507	0,1618
F02	222,48	82,8	80,59	69,22	0,1519	0,2366	0,1488	0,2202
F03	210,64	82,4	80,35	65,12	0,2007	0,2840	0,1507	0,2248
F04	244,34	84,4	81,05	76,65	0,1367	0,2074	0,1812	0,2487
F05	201,97	78,8	78,38	69,57	0,2110	0,2500	0,2178	0,2892
F06	243,39	82,86	84,69	69,54	0,2065	0,2724	0,1720	0,2451
F07	229,5	82,42	80,79	68,65	0,2319	0,2661	0,2143	0,2661
F08	198,81	80,22	76,35	68,81	0,1578	0,2944	0,1998	0,2892
F09	230,41	80,78	81,11	73,02	0,2166	0,2840	0,1598	0,2156
F10	208,13	85,36	80,2	66,63	0,1976	0,3050	0,2316	0,2762
F11	230,51	82,01	79,96	71,89	0,2830	0,3462	0,2517	0,3073
F12	254,4	86,63	86,41	72,98	0,1982	0,2184	0,2578	0,2961
F13	224,04	81,72	82,27	68,41	0,2163	0,2281	0,2558	0,2517
F14	249,71	87,03	86,53	70,38	0,2558	0,2808	0,2278	0,2578
F15	185,62	79,42	73,44	63,64	0,2437	0,2477	0,2961	0,3968
F16	244,33	83,92	84,36	77,32	0,2517	0,2788	0,2537	0,3138
F17	228,16	79,71	80,73	72,09	0,2578	0,2640	0,2578	0,3073
F18	219,35	85,04	78,08	73,42	0,2338	0,2396	0,2436	0,2620
F19	221,38	82,23	80,71	69,95	0,2767	0,3368	0,2723	0,3005
F20	207,79	80,04	77,24	69,06	0,2830	0,3275	0,2853	0,3348

Příloha 3 (4/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jablek z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
G01	171,92	72,76	71,95	67,63	0,2052	0,2918	0,2074	0,2762
G02	144,45	69,8	63,92	62,74	0,2425	0,3338	0,2412	0,3508
G03	168,77	73,6	72,11	67,96	0,2084	0,3038	0,1885	0,2499
G04	153,03	72,7	69,96	63,5	0,1770	0,3065	0,2062	0,2801
G05	179,26	73,88	77,5	61,78	0,1770	0,2573	0,1963	0,3011
G06	149,83	69,41	69,91	63,54	0,1919	0,2879	0,2052	0,3146
G07	238,35	81,66	79,88	79,51	0,1812	0,2366	0,1573	0,1854
G08	224,49	80,33	75,44	72,7	0,1573	0,2401	0,1199	0,1691
G09	179,74	72,7	76,18	65,4	0,2353	0,2879	0,1468	0,2561
G10	178,33	76,42	72,44	67,56	0,1736	0,2788	0,2030	0,2737
G11	222,61	80,41	78,65	72,92	0,1962	0,1752	0,2961	0,3462
G12	179,95	74,3	73,26	66,76	0,2640	0,2661	0,2724	0,2917
G13	222,64	81,66	75,66	78,08	0,2377	0,2745	0,2745	0,2917
G14	179,69	76,66	70,44	64,97	0,2788	0,2640	0,2476	0,2724
G15	150,85	70,94	65,64	66,08	0,2682	0,2745	0,2317	0,2767
G16	175,27	74,4	74,21	65,3	0,2088	0,2517	0,2278	0,2014
G17	162,6	71,4	69,01	66,67	0,2810	0,2682	0,2317	0,2356
G18	133,8	64,5	66,92	61,84	0,2853	0,3348	0,2896	0,2896
G19	145,17	67,24	67,93	62,7	0,2436	0,2517	0,2810	0,3073
G20	222,93	79,53	81,45	76,17	0,1962	0,1891	0,2682	0,2767
H01	187,27	80,56	79,7	60,29	0,1985	0,2661	0,2052	0,2661
H02	169,94	76,98	72,69	59,31	0,1468	0,2661	0,1770	0,2814
H03	200,66	84,05	73,62	66,67	0,1374	0,2536	0,1846	0,2476
H04	213,93	82,53	78,5	67,35	0,1578	0,2366	0,1707	0,2801
H05	202,96	82,67	78,87	61,23	0,1674	0,2673	0,1380	0,2212
H06	173,69	77,17	76,58	63,1	0,1770	0,2523	0,1994	0,2958
H07	193,33	79,86	82,12	58,98	0,1318	0,2329	0,1586	0,2212
H08	265,28	88,21	88,56	66,9	0,1546	0,2342	0,1355	0,1846
H09	193,59	82,35	77,18	60,89	0,1606	0,2499	0,1449	0,2235
H10	197,32	79,85	80,27	61,82	0,1985	0,2892	0,1876	0,2958
H11	221,02	89,81	84,2	60,54	0,2417	0,2661	0,2338	0,2745
H12	204,09	83,91	82,67	60,63	0,2788	0,3275	0,2917	0,3184
H13	221,25	84,42	85,91	62,99	0,2497	0,2537	0,2497	0,2788
H14	207,77	85,16	78,29	65,27	0,2051	0,1942	0,2578	0,2620
H15	213,87	85,66	80,73	63,25	0,2703	0,3093	0,2299	0,2338
H16	222,83	84,32	83,5	61,55	0,2108	0,2108	0,2661	0,2961
H17	230,8	87,43	83	61,07	0,2578	0,2917	0,2222	0,2299
H18	221,11	87,2	82,94	62,88	0,2377	0,2222	0,2661	0,3138
H19	185,89	82,65	75,4	58,71	0,2830	0,3005	0,2703	0,2788
H20	209,34	82,02	83,45	62,78	0,2377	0,2497	0,2537	0,2917

Příloha 3 (5/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jabloní z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
I01	266	88	86	69	0,1058	0,1004	0,1932	0,2110
I02	238	83	79	69	0,2097	0,2414	0,1799	0,2007
I03	174	72,36	74,47	62,81	0,2074	0,3119	0,1770	0,2879
I04	237,66	80,31	75,91	80,02	0,1330	0,1782	0,1898	0,2202
I05	241,49	84,21	81,68	67,96	0,1300	0,2156	0,1963	0,2295
I06	241,18	87,24	80,98	75,78	0,2271	0,2611	0,1546	0,2450
I07	179,6	76,62	72,73	65,01	0,1211	0,2295	0,1546	0,2892
I08	187,63	79,79	75,06	62,22	0,1666	0,2737	0,2166	0,2997
I09	170,52	75,76	70,63	64,42	0,1985	0,2944	0,1362	0,2487
I10	200,56	79	76,43	67,62	0,2573	0,3200	0,1707	0,2853
I11	249,85	80,14	83,24	74,68	0,3184	0,3462	0,2497	0,3184
I12	203,61	80,42	77,71	63,8	0,2810	0,3093	0,2222	0,1998
I13	227,29	80	76,34	69,59	0,2108	0,2035	0,2873	0,3229
I14	168,93	79,54	67,45	60,65	0,3028	0,3537	0,3229	0,3653
I15	196,53	75	75,92	67,64	0,3229	0,3509	0,3605	0,4000
I16	229,18	81,83	75,56	74,51	0,3800	0,4309	0,3509	0,3849
I17	226,09	82,8	78,8	70,01	0,3184	0,3509	0,2620	0,2961
I18	221,51	78,6	75,03	73,09	0,2917	0,3509	0,3163	0,3509
I19	285,72	85,72	81,4	79,01	0,2917	0,3415	0,3159	0,3721
I20	221,61	79,75	80,44	67,68	0,3005	0,3702	0,3093	0,3415
J01	171,35	75,06	71,52	62,6	0,2246	0,3311	0,1728	0,3050
J02	172,16	74,47	71,96	67,44	0,2474	0,3011	0,1812	0,2724
J03	147,51	69,97	68,72	64,06	0,2623	0,3606	0,1976	0,3158
J04	174,66	73,26	71,11	65,23	0,2110	0,2892	0,2648	0,3024
J05	171,73	74,36	69,84	65,69	0,2329	0,3186	0,2353	0,2536
J06	170,19	71,51	73,21	65,4	0,2074	0,2737	0,1898	0,2840
J07	167,5	72,52	72,82	62,14	0,1910	0,2866	0,1791	0,2788
J08	184,5	77,19	72,95	65,38	0,2166	0,2711	0,2450	0,3024
J09	167,52	70,61	72,33	69,68	0,1720	0,2342	0,1707	0,2762
J10	169,91	75,88	72,51	62,66	0,1919	0,3104	0,1954	0,2892
J11	169,8	76,95	70,99	65,14	0,2810	0,3005	0,2703	0,3049
J12	165,95	71,58	70,79	66,69	0,2917	0,3368	0,2810	0,3005
J13	168,46	78,75	73,15	61,97	0,3005	0,3605	0,2088	0,2129
J14	159,91	72,59	71,02	61,92	0,2788	0,3509	0,2830	0,3138
J15	180,86	75,48	72,71	69,21	0,2830	0,3321	0,2853	0,3093
J16	165,89	71,1	69,62	66,42	0,2317	0,2377	0,3341	0,3435
J17	146,81	72,28	66,36	61,21	0,3275	0,3368	0,2830	0,3025
J18	166,22	73,67	70,22	61,7	0,2476	0,3025	0,2830	0,3229
J19	161,96	73,34	70,38	63,27	0,3255	0,3849	0,2853	0,2894
J20	170,34	70,95	74,13	61,47	0,2810	0,3255	0,3138	0,3435

Příloha 3 (6/6): Výsledky měření plodů odrůd sloupcových jablek z VŠÚO Holovousy.

	hmotnost (g)	šířka (mm)	hloubka (mm)	výška (mm)	c11	c12	c21	c22
K01	188,23	76,16	75,81	62,27	0,2007	0,2661	0,1687	0,2463
K02	185,09	76,98	76,75	62,44	0,1337	0,2686	0,1507	0,2711
K03	199,23	80,97	77,21	61,53	0,1539	0,2997	0,0836	0,1761
K04	226,88	79,98	82,87	68,89	0,1761	0,2762	0,1449	0,2042
K05	162,3	73,36	69,81	60,9	0,1906	0,3104	0,2017	0,3091
K06	189,26	79,77	72,48	67,73	0,1963	0,3173	0,0966	0,2225
K07	234,61	87,07	81,14	67,78	0,1337	0,2166	0,1791	0,2698
K08	225,24	80,28	81,05	64,23	0,1399	0,2450	0,1025	0,2074
K09	223,63	85,67	77,57	65,12	0,0825	0,1791	0,1749	0,2390
K10	248,93	75,61	82,37	73,51	0,2202	0,2308	0,1741	0,1889
K11	214,11	82,73	76,17	65,68	0,2703	0,2788	0,2497	0,2830
K12	193	81,12	74,29	64,32	0,1841	0,2437	0,2437	0,2640
K13	181,23	77,36	77,68	58,28	0,1704	0,1841	0,1891	0,1962
K14	200,47	78,76	77,67	62,2	0,2260	0,2497	0,2299	0,2398
K15	247,1	87,93	83,54	67,93	0,1911	0,1876	0,2146	0,2071
K16	211,69	82,15	77,42	63,92	0,2071	0,2358	0,1553	0,1490
K17	189,25	80,03	73,07	64,76	0,2338	0,2242	0,2745	0,2703
K18	214,58	80,87	79,95	65,48	0,2417	0,2537	0,1855	0,1821
K19	190,35	79,18	74,61	62,56	0,2377	0,2517	0,2437	0,2558
K20	199,79	79,74	77,22	65,91	0,2222	0,2108	0,2703	0,2894

Příloha 4: Fotoevidence sloupcových odrůd z DVS Troja.

Autor fotografií Jiří Candra



Obr. 1: Odrůda 'Cumulus' (M26)



Obr. 2: Odrůda 'Cumulus' detail plodu



Obr. 3: Odrůda 'Goldlane' (M26)



Obr. 4: Odrůda 'Goldlane' detail plodů



Obr. 5: Odrůda 'Herald' (M26)



Obr. 6: Odrůda 'Herald' detail plodu



Obr. 7: Odrůda 'Kordona' (M9)



Obr. 8: Odrůda 'Kordona' detail plodu



Obr. 9: Odrůda 'Moonlight' (M26)



Obr. 10: Odrůda 'Moonlight' detail plodu



Obr. 11: Odrůda 'Redspring' (M26)



Obr. 12: Odrůda 'Redspring' detail plodu



Obr. 13: Odrůda 'Slendera' (M26)



Obr. 14: Odrůda 'Slendera' detail plodu

Příloha 5: Fotoevidence měření otlaků pomocí kyvadla na TF ČZU.

Autor fotografií Jiří Candra



Obr. 15: Kyvadlo



Obr. 16: Detail měřeného plodu



Obr. 17: Uložení testovaných jablek



Obr. 18: Inkubátor s chlazením



Obr. 16: Uložení jablek v inkubátoru