

# Změny bioaktivních látek u kdoulí v průběhu skladování

Bc. Nikola Durkačová

---

Diplomová práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

|                   |                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------|
| Jméno a příjmení: | Bc. Nikola Durkačová                                   |
| Osobní číslo:     | T22337                                                 |
| Studijní program: | N0721A210004 Technologie potravin                      |
| Forma studia:     | Kombinovaná                                            |
| Téma práce:       | Změny bioaktivních látek u kdoulí v průběhu skladování |

## Zásady pro vypracování

### I. Teoretická část

Studium dostupné literatury a provedení literární rešerže na dané téma.

### II. Praktická část

Chemická analýza vybraných odrůd kdoulí.

Zpracování výsledků a diskuze.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

[1] Rop, O., Balík, J., Řezníček, V., Juriková, T., Škardová, P., Salaš, P., Sochor, J., Mlček, J., Kramářová, D. Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars (2011) *Czech Journal of Food Sciences*, 29 (1), pp. 65-73

[2] Moradi, S., Koushesh Saba, M., Mozafari, A.A., Abdollahi, H. Physical and biochemical changes of some Iranian quince (*Cydonia oblonga* mill) genotypes during cold storage (2017) *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19 (2), pp. 377-388

Veděcké zdroje uvedené v databázích Web of Science, SCOPUS, knižní odborné publikace aj.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práca sa venuje zmenám antioxidačnej aktivity a zmenám obsahu polyfenolov u duly podlhovastej v procese skladovaní. Teoretická časť obsahuje stručnú charakteristiku duly, jej využitie v potravinárskom a medicínskom priemysle, podmienky pestovania a tiež zdravotné aspekty, ktoré dula prináša. Tiež je zobrazený aj prehľad metód, ktoré sa využívali pri stanovení odrôd duly. V experimentálnej časti sú vyhodnotené výsledky laboratórnych analýz. Experimentálna časť je zameraná hlavne na vplyv obsahu polyfenolov a na antioxidačnú aktivitu v jednotlivých odrodách duly v rokoch 2019 a v rokoch 2022. Na základe merania sa zistilo, že obsah polyfenolov koreluje s antioxidačnou aktivitou.

Kľúčová slová: dula, antioxidanty, polyfenoly

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is devoted to changes in antioxidant activity and changes in the content of polyphenols in quince oblongata during the storage process. The theoretical part contains a brief description of doula, its use in the food and medical industry, growing conditions and also the health aspects that doula brings. An overview of the methods used to determine the varieties of doula is also shown. In the experimental part, the results of laboratory analyzes are evaluated. The experimental part is mainly focused on the influence of the content of polyphenols and on the antioxidant activity in individual varieties of quince in 2019 and 2022. Based on the measurement, it was found that the content of polyphenols is correlated with the antioxidant activity.

Keywords: Cydonia, antioxidants, polyphenols

Chcela by som poďakovať prof. Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné vedenie, cenné rady, vecné pripomienky a ochotu pri konzultáciách poskytnutých k vypracovaniu diplomovej práce. Ďalej ďakujem Ing. Fojtíkové za poskytnutú pomoc pri meraní mojej práce, konzultácie, trpezlivosť a cenné rady. Chcela by som poďakovať mojej rodine, ktorá ma podporovala po celé moje štúdium a tiež kamarátom za podporu a rady.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## Obsah

### Úvod

|            |                                                                         |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I</b>   | <b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>                                            | <b>10</b> |
| <b>1.1</b> | <b>CHARAKTERISTIKA DULY PODLHOVASTEJ .....</b>                          | <b>11</b> |
| 1.1.1      | CHEMICKÉ ZLOŽENIE A NUTRIČNÁ HODNOTA.....                               | 12        |
| 1.1.2      | HISTÓRIA VYUŽITIA .....                                                 | 14        |
| 1.1.3      | VYUŽITIE DULY V POTRAVINÁCH .....                                       | 14        |
| 1.1.4      | VYUŽITIE DULY V MEDICÍNE A V KOZMETICKOM PRIEMYSLE .....                | 15        |
| 1.1.5      | ZDRAVOTNÉ ASPEKTY POUŽITIA DULY OBECNEJ .....                           | 15        |
| 1.1.6      | VPLYV KLIMATICKÝCH PODMIENOK NA RAST DULY .....                         | 16        |
| <b>1.2</b> | <b>FAKTORY, KTORÉ OVPLYVŇUJÚ VLASTNOSTI DULY<br/>PODLHOVASTEJ .....</b> | <b>16</b> |
| <b>1.3</b> | <b>BIOAKTIVNÉ LÁTKY .....</b>                                           | <b>17</b> |
| 1.3.1      | ANTIOXIDANTY, POLYFENOLY A BIOAKTÍVNE LÁTKY V OVOCÍ .....               | 19        |
| 1.3.2      | BIOAKTÍVNE LÁTKY U DULY .....                                           | 20        |
| 1.3.3      | ZMENY BIOAKTIVNÍCH LÁTKOK U DULY V PRIEBEHU SKLADOVANIA ...             | 20        |
| 1.3.4      | ZMENA ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY U DULY POČAS SKLADOVANIA.....              | 22        |
| 1.3.5      | ZMENA CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV U DULY POČAS<br>SKLADOVANIA.....     | 23        |
| <b>II</b>  | <b>II.....</b>                                                          | <b>26</b> |
| <b>III</b> | <b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>                                             | <b>26</b> |
| <b>IV</b>  | <b>2..... CIEĽ DIPLOMOVEJ<br/>PRÁCE .....</b>                           | <b>27</b> |
| <b>V</b>   | <b>3..... METODIKA<br/>PRÁCE .....</b>                                  | <b>28</b> |
| <b>3.1</b> | <b>POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....</b>                                          | <b>28</b> |
| <b>3.2</b> | <b>POUŽITÉ SUROVINY .....</b>                                           | <b>28</b> |
| <b>3.3</b> | <b>POUŽITÉ PRÍSTROJE .....</b>                                          | <b>28</b> |
| <b>3.4</b> | <b>CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORIEK<br/>DULY .....</b>             | <b>28</b> |
| 3.4.1      | POPIS LOKALITY JEDNOTLIVÝCH ANALYZOVANÝCH VZORIEK<br>DULY .....         | 28        |
| <b>3.5</b> | <b>CHEMICKÁ ANALÝZA .....</b>                                           | <b>31</b> |

|             |                                                                                  |           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.1       | STANOVENIE CELKOVÝCH POLYFENOLOV .....                                           | 31        |
| 3.5.2       | ŠTANDARDNÝ ROZTOK A KALIBRÁCIA .....                                             | 31        |
| 3.5.3       | STANOVENIE CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV (CP) .....                               | 31        |
| 3.5.4       | STANOVENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITA METÓDOU DPPH.....                              | 31        |
| 3.5.5       | ŠTANDARDNÝ ROZTOK A KALIBRÁCIA .....                                             | 32        |
| 3.5.6       | STANOVENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY .....                                          | 32        |
| <b>3.6</b>  | <b>ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITY METÓDOU DPPH.....</b>                                   | <b>33</b> |
| <b>3.7</b>  | <b>STANOVENIE CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV<br/>METÓDOU FOLIN-CIOCALTEU .....</b> | <b>39</b> |
| <b>VI</b>   | <b>ZÁVER .....</b>                                                               | <b>47</b> |
| <b>VII</b>  | <b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>                                          | <b>49</b> |
| <b>VIII</b> | <b>.....</b>                                                                     | <b>Z</b>  |
|             | <b>OZNAM POUŽITÝCH ZKRATIEK.....</b>                                             | <b>56</b> |
| <b>IX</b>   | <b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV .....</b>                                           | <b>57</b> |
| <b>X</b>    | <b>ZOZNAM OBRÁZKOV.....</b>                                                      | <b>58</b> |
| <b>XI</b>   | <b>ZOZNAM TABULIEK.....</b>                                                      | <b>59</b> |



## ÚVOD

Dula podlhovastá (*Cydonia Oblonga*) je strom dekoratívneho vzhľadu s tenkými celokrajnými listami a veľkými, svetlo ružovými kvetmi. Patrí medzi najstaršie kultúrne rastliny. Obsahuje predovšetkým vysoký obsah pektínových látok, ktoré sú veľmi využívané v potravinárskom priemysle. Dula obecná nepatrí medzi jedlé ovocie v surovom stave kvôli svojej tvrdosti, horkosti a štiplavosti a preto sa využíva na výrobu džemov, marmelád, želé, pálenek apod. Je využitie siaha hlboko do histórie, už v staroveku sa dula používala v medicíne pre svoje blahodarné účinky.

V dnešnej dobe je veľmi využívaná v medicínskom a tiež v kozmetickom priemysle. Dula obsahuje veľmi veľa prospešných látok ako je napr. vitamín C, ale tiež tiamín, riboflavin, pyridoxin a kyselinu listovú. Zhnednutie dužiny je najdôležitejším problémom kvality dule počas dozrievania, pretože hnednutie dužiny ovplyvňuje preferencie spotrebiteľov a má za následok rozsiahle straty úrody.

Cieľom diplomovej práce bolo sledovať vplyv odrody na obsah celkových polyfenolov a celkové antioxidačné aktivity vo vybraných odrodách duly v priebehu rokov 2019 a 2022.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 NADPIS HLAVNÍ KAPITOLA

### 1.1 Charakteristika Duly podlhovastej

Dula podlhovastá (*Cydonia Oblonga*) je strom dekoratívneho vzhľadu s tenkými celokrajnými listami a veľkými, svetlo ružovými kvetmi. Plody sú malvice rôzneho tvaru, buď hruškovitého alebo hrboľato jablkového, prípadne aj ďalších odrodách. Dula pochádza zo strednej Ázie a ako ovocná drevina je obľúbená vo všetkých krajinách južnej Európy. Aj keď ide o teplomilnú drevinu, rastie dobre a pravidelne plodí aj v našich klimatických podmienkach, najmä na južnej Morave a južnom Slovensku. Vykvitá neskôr ako ostatné ovocné stromy, koncom mája až v júni, a preto biele až ružovkasté kvety vyrastajúce na koncoch jarých výhonkov nebývajú poškodzované neskorými jarými mrazíkmi. Plod nazvaný dula je mnohosemenná, široko hruškovitá, plstnatá a veľmi aromatická malvica sýto žltej farby. Tuhá a trpká dužina je bohatá na slizy (Crawford, 2023).

Patrí medzi najstaršie kultúrne rastliny. Je to ovocná drevina vysokej úžitkovej a krásnej rastliny. Je to jediný ovocný strom rodu *Cydonia*, ktorý patrí do čeľade ružovitej (*Rosaceae*) a podčeľade jabloňovej (*Maloideae*) (Bärtels a kol. 2000). Podľa vzhľadu plodov delíme duly do dvoch skupín, na skupiny plodov, ktoré pripomínajú jablká (*Cydonia oblonga subsp. Maliformis*) a na skupiny plodov, ktoré sú podobné hruškám (*Cydonia oblonga subsp. Pyriformis*) (Hričovský a Rezníček, 2003).

Na obr. 1 je znázornená Dula hruškovitého tvaru a na Obr. 2 je zobrazená Dula jablkového tvaru (Paulus, 2023).

Obr. 1 *Dula hrušková*Obr. 2 *Dula jablková*

### 1.1.1 Chemické zloženie a nutričná hodnota

Dula ma nízky obsah tukov a je dôležitým zdrojom organických kyselín, cukrov, vlákniny a je tiež obohatená o minerály ako vápnik, draslík a fosfor, čo z nej robí bohatší zdroj minerálnych látok v porovnaní s jablkom (takmer dvakrát vyššie v dule) (Rop a kol., 2011). Obsahuje predovšetkým vysoký obsah pektínových látok, ktoré sú veľmi využívané v potravinárskom priemysle. Plody dule sú bohaté na organické kyseliny, aminokyseliny a polyfenoly a tiež silný zdroj antioxidantov ako sú fenolové kyseliny a flavonoidy. Obsahuje vysoký obsah fytochemikálií a nízky obsah amygdalínu (Silva a kol., 2002;Oliveira a kol., 2007; Silva a kol., 2004).

Mykhailenko a kol. (2006) vo svojom výskume zistili, že prízemné orgány (t.j. listy) majú vyšší obsah a pestrejšie zloženie aminokyselín ako ich podzemné orgány (t. j. podzemky a pakorene).V ovocí dule dominovala kyselina asparágová, ale v listoch dominoval cysteín, asparágová a glutámová kyselina.

Wojdylo a kol. (2013) identifikovali 26 polyfenolových zlúčenín v tkanivách duly. Obsahujú značné množstvo derivátů hydroxyškoricovej kyseliny hlavne kyseliny 3-kafeoylchinová a 5-kafeoylchinová) ako polymérne prokyanidíny.

V Tab. 1 je uvedené nutričné zloženie duly (Kopec, 1998).

Tab. 1 Nutričné zloženie dule (Kopec, 1998)

| <b>Základne zložky</b>     | (g.kg <sup>-1</sup> )  |
|----------------------------|------------------------|
| Voda                       | 860                    |
| Sušina                     | 140                    |
| Bielkoviny                 | 4                      |
| Lipidy                     | 4,2                    |
| Sacharidy                  | 124                    |
| Popeloviny                 | 3,7                    |
| Vláknina                   | 16                     |
| <b>Minerálne látky</b>     | (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
| Ca-vápnik                  | 86                     |
| Fe-železo                  | 10                     |
| Na-sodík                   | 102                    |
| Mg - hořčík                | 73                     |
| P - fosfor                 | 129                    |
| Cl - chlór                 | 20                     |
| K - draslík                | 2010                   |
| Zn - zinek                 | 0,2                    |
| <b>Vitamíny</b>            | (mg.kg <sup>-1</sup> ) |
| A - karoten                | 0,28                   |
| B1 - thiamin               | 0,38                   |
| B2 - riboflavin            | 0,33                   |
| B6 - pyridoxin             | 0,5                    |
| PP - niacin                | 1,7                    |
| B9 - folacin (kys.listová) | 0,5                    |
| C - kyselina askorbová     | 100                    |
| H - biotin                 | 0,001                  |

Plod dule pozostáva z: dužiny, ktorej je okolo 90,6 %; šupky, 4,4 % a jadrá so semenami, ktoré tvoria 0,3 - 2,5 %. Dužina v čerstvom stave tiež obsahuje okolo 81,9 % vody, 8 -10 % sacharidov, 1,2 - 1,8 % pektínov, 0,7 - 1,2 % organických kyselín, 0,6 % trieslovín, 1,5 - 2,0 % vlákniny. Obsah minerálnych látok sa pohybuje v rozmedzí od 0,3 do 0,6 %. Významný je obsah vitamínu C, ktorý je 10 - 40 mg na 100 g. Dule obsahujú z vitamínov tiamín, riboflavin, pyridoxin a kyselinu listovú. Šťava obsahuje kyselinu jablčnú (1,2 %) a malé množstvo kyseliny vínnej (Řezníček a Salaš, 2002).

### 1.1.2 História využitia

Dula podľa všetkých poznatkov pôvodne pochádza z juhozápadnej Číny, kde majú pôvod aj hrušky a jablone. Odtiaľto sa dula postupne rozširovala cez Zakaukazsko a oblasti od južného Iránu až po východnú časť Malej Ázie. Približne okolo roku 650 pred našim letopočtom sa dula tiež dostala do Stredomoria, pretože podľa dostupných prameňov ju poznali už starí Gréci, ktorí ju nazývali „jablko z Kydonu“ podľa mesta Kydon na severe Kréty. Zlaté jablká zo záhrady Hesperidiiek, ktoré Gaia dala ako svadobný dar Diovi a Here, boli s najväčšou pravdepodobnosťou odrody dule. V staroveku patrila dula obecná medzi symbol plodnosti (Paulus, 2023).

### 1.1.3 Využitie dule v potravinách

Dula obecná nepatrí medzi jedlé ovocie v surovom stave kvôli svojej tvrdosti, horkosti a štipľavosti a preto sa využíva na výrobu džemov, marmelád a želé. Sušenú dula možno použiť aj ako zložku na medzinárodné tradičné iránske jedlá (Schirmer, 2000). Pretože dula patrí medzi sezónne ovocie, domáci džem sa pripravuje počas septembra/októbra varením zmesi zloženej len z cukru a dužiny dule bežne v pomere 50:50. Priemyselne vyrábaný dulový džem sa pripravuje z pyré dule, cukru a tiež s prísadami ako sú konzervačné látky (kyselina benzoová, a kyselina sorbová), antioxidanty (kyselina askorbová) a tiež regulátory kyslosti (kyselina citrónová a vínna atď.) (Silva, Andrade, Valentao a kol., 2000; Silva, Andrade, Seabra a Ferreira, 2001; Silva, Andrade, Ferreres a kol., 2002; Silva a kol., 2003; Silva, Casal a kol., 2004).

Podľa štúdia Mena a kol. (2011) sa v Poľsku využívajú plody dule na výrobu sušeného materiálu, ktorý sa má použiť ako prísada do ovocia na výrobu čajov. Ďalšia časť spracovania dule v Poľsku zahŕňa domácu výrobu likérov a džemov.

Plody dule majú pomerne veľké využitie v teplej i studenej kuchyni. Dule je možné variť a potom servírovať horúce so smotanou alebo maslom ako veľmi chutný dezert. Portugalskou špecialitou sú dule pečené so sladkými jablkami. Dule sa tiež nakladajú do alkoholu a podávajú potom ako príloha k rôznym mäsám alebo zverine. Vyrábajú sa z nich veľmi chutné alkoholické destiláty napr. dulovica (Paulus, 2023). Vyrábajú sa tiež mušty a kvalitné víno. V Británii bolo veľmi obľúbené dulové víno na začiatku 19 storočia (Crawford, 2023).

Dula vďaka vysokému obsahu pektínu umožňuje jej použitie v potravinárskom priemysle ako zahusťovadlo a tiež ako konzervačný prostriedok (Fiorentino a kol., 2008).

V pekárenskom priemysle sa z duly vyrábalo chutné a trvanlivé pečivo s typickou a nenapodobiteľnou vôňou a príchuťou (Dolejší a kol. 1991).

#### **1.1.4 Využitie duly v medicíne a v kozmetickom priemysle**

Už v staroveku sa dula používala v medicíne pre svoje blahodarné účinky. Hippokrates používal dulu proti hnačkám a horúčkam (Crawford, 2023). Freundeskreis zas používal dulu buď surovú, varenú alebo naloženú v mede pri žalúdočných problémoch (Freudeskreis, 2023).

Aj v dnešnej dobe je v medicíne celá rada využitia plodov duly napr. pri problémoch pri s ťasnamí, žalúdočných problémoch, pri zápale v krku, pri alergických alebo pri problémoch s nespavosťou. Jadrá duly sa tiež používajú v boji proti prasklinám, omrzlinám, malým popáleninám a trhlinám na prsiach kojacich matek. (Bayerischer, 2023).

V kozmetickom priemysle sa dula používa pri liečení zápalov a tiež k odstránení opuchov. Pridáva sa do pleťových krémov a osvedčuje sa tiež pri liečení oparov, popraskaných pier a popálenín. Pleťová maska z dul je výborná na rozšírené póry. Jadrá duly s tiež používajú na tenké vlasy. Tužidlo zlepšuje trvanlivosť účesu (Arnsperger, 2002). Už od antiky sú duly využívané v kozmetike na výrobu krémov, gélov na vlasy a dekoratívnej kozmetiky. Dula tiež dlho slúžila na prípravu pomády, predchodkyne našich moderných a chemických modelačných vlasových gélov (Crawford,2023).

#### **1.1.5 Zdravotné aspekty použitia duly obecnej**

Dula obecná predstavuje životne dôležitý zdroj prospešných látok pre zdravie, vďaka svojim antioxidantným a antimikrobiálnym vlastnostiam. Antioxidačné účinky duly obecné sú spôsobené prítomnosťou polyfenolických látok ako sú flavonoidy, kvercetin, rutin, kempferol atd. (Fattouch a kol., 2007; Hamauzu a kol., 2005; Silva a kol.,2004).

Čaj z dulových kvetov pomáha pri kašli. Plody sú výraze bohaté na triesloviny a pektíny, je dobre trávená a veľmi populárna pre svoje proti - hnačkové účinky. Vlákny z duly napomáha zníženiu glykémie u predisponovaných osôb (prediabetes) alebo diabetikov a tiež reguluje množstvo cholesterolu v krvi (Crawford, 2018).

Plody duly tiež neutralizujú škodlivé látky, pozitívne ovplyvňujú hladinu cukru v krvi, majú preventívne účinky proti rakovine čriev a posilňujú nervový systém. Čo sa týka dulového slizu, ten regeneruje pokožku, používa sa zvonka pri spálení slnkom a na popraskanú kožu

a pery, pomáha pri liečbe zápalov očí. Vnútorne je účinný proti zápalu žalúdočnej a črevnej sliznice, proti bolestiam v krku, kašli a bronchitíde. (Paulus, 2023).

Najväčšie rozdiely ( $p < 0,05$ ) medzi listami a plodmi boli zaznamenané najmä pri obsahu Fe v listoch dule. Je to veľmi cenná informácia najmä pre ľudí s vysokou potrebou železa (t.j. tehotné ženy v reprodukčnom veku) (Czech a kol., 2020).

### 1.1.6 Vplyv Klimatických podmienok na rast dule

Dula je opadavý strom, ktorý dorastá do výšky 5 – 8 m. Životnosť stromu je viac ako 50 rokov. Plody dule sú pokryté chlpkami, ktoré postupne miznú pri procese dozrievania aby vyrástlo do zlatožltého ovocia, ktoré sa podobá jablku. Rastie v širokej škále podnebí a pôd a toleruje vlhké pôdy podobne ako jabloň. Optimálna teplota rastu je v priemere 15 °C, dobre znáša chlad a odolnosť voči nízkym teplotám. Dule by sa nemali nadmerne hnojiť, aby sa zabránilo rastu baktérií. Zber začína v priebehu októbra a novembra, keď už ovocie mení farbu z prízemnej sýtozelenej farby na svetlozelenú. (Cabi, 2010).

## 1.2 Faktory, ktoré ovplyvňujú vlastnosti dule podlhovastej

Fyzikálne a nutričné vlastnosti plodov dule závisia od niekoľkých faktorov ako je napr. druh, odroda, plodina, región, klimatické podmienky a zrelosť (Rios de Souza a kol., 2014). Najnovší faktor, ktorý určuje kvalitu dule je zrenie. Zahŕňa množstvo fyziologických a biochemických dejov vedúcich k zmenám farby, chuti, vône a textúry, ale aj nutričného obsahu a chuti produktov (Singal a kol., 2012)

Spôľahlivým meradlom kvality ovocia je index zrelosti, ktorý dáva do vzťahu kyslosť a hladinu cukru (Kvikliene a kol., 2006). Mnoho biochemických reakcií súvisiacich s chuťou a chuťovými vlastnosťami počas zrenia je pripisovaný fenolickým zlúčeninám prítomným v ovoci (Rios de Souza a kol., 2014). Fenolové zlúčeniny sú sekundárne metabolity, ktoré sa vyskytujúce v ovoci, väčšinou zastúpené flavonoidmi a fenolovými kyselinami (Pasqualone a kol., 2014). Tieto zlúčeniny sa tiež významne podieľajú na antioxidačných vlastnostiach plodov dule (Gharras, 2009; Cheynier, 2012). Stanovenie fenolických zlúčenín v dule sa v posledných rokoch teší rastúcemu záujmu. Niektoré štúdie hodnotili fenolický profil v dužine a šupke dule (Silva a kol., 2002; Silvia a kol., 2004; Stojanović a kol., 2017), rovnako ako na produktoch na báze dule (Silvia a kol. Ferreira a kol., 2004). Baroni a kol. (2018) hodnotili obsah fenolických zlúčenín a ich vzťah k antioxidačnej kapacite plodov dula pred a po spracovaní džemu. Maghsúdlu a kolies. (2019) študovali vplyv zahrievania na obsah



fenolov a antioxidačnú kapacitu plodov dule. Existuje však nedostatok informácií o vzťahu týchto zlúčenín s dozrievaním plodov dule.

Cieľom štúdií Blanda a kol. (2020) bolo stanoviť fenolický profil a fyzikálno-chemické parametre dule plodov ako funkciu indexu zrelosti. Použili plody dule (*Cydonia oblonga Mill*) odrodu Vanie. Plody boli uchovávané v chladiarenských podmienkach (4 °C) až do analýzy (menej ako 1 týždeň). Vzorky boli umyté a nakrájané na kúsky, pričom sa odstránili jadrá a semená. Zistili, že kyslosť plodov klesala, keď sa zvyšoval index zrelosti (MI). Tento parameter je všeobecne pripisovaný uvoľňovaniu protónov z organických kyselín, ktoré sú metabolizované v procese dýchania pri dozrievaní ovocia (Akhtar a Rab, 2015; Famiani a kol., 2015). V tejto štúdií bol tiež stanovený fenolický profil a fyzikálno-chemické parametre kdoulových plodov ako funkcia indexu zrelosti. V plodoch kdulone bolo identifikovaných osem fenolických zlúčenín, z ktorých hlavné sú kyseliny 3-0-kafeoylchinová a 5-0-kafeoylchinová. Zistily sa významné rozdiely v zložení fenolov vplyvom indexu zrelosti. Fenolické zlúčeniny boli korelované s indexom zrelosti a fyzikálno-chemickými faktormi plodov dule, pričom sa všeobecne získal inverzný vzťah medzi fenolickými zlúčeninami a indexom zrelosti. Plody dule sú dôležitým zdrojom fenolických zlúčenín, najmä keď majú nízky index zrelosti. Rasheed a kolies (2018) študovali tiež dule a zaznamenali podobný trend v kyslosti ovocia. Na rozdiel od údajov uvádzaných pre iné ovocie sa celkové rozpustné pevné látky (TSS) znižovali, ako sa MI zvyšoval, tento výsledok bol overený testom škrob-jód, ktorý bol konzistentný. To môže byť spôsobené zložením dule, ktoré obsahuje vysoký obsah pektínu (1,83 %) (Acikgoz, 2011; Borazan a Acikgoz, 2017).

### 1.3 Bioaktívne látky

Bioaktívna látka môže byť definovaná ako akákoľvek živina prítomná v potravinách, ktorá by mohla byť prospešná pre zdravie alebo opačne, môže mať toxický účinok pri požití. V posledných rokoch vzrástol záujem o účinok bioaktívnych látok na zdravie. Klinické štúdie naznačujú, že prítomnosť bioaktívnych látok zvyšujú zdravotné výhody spojené so zvýšenou konzumáciou ovocia a zeleniny. Potraviny bohaté na flavonoidy špecificky korelujú so zníženým rizikom chronických porúch, ako napr. kardiovaskulárne ochorenia (Kay a kol., 2012; Lai a kol., 2015), diabetes 2. typu (Wedick a kol., 2012) a niektoré druhy rakoviny (Rossi a kol., 2010).

Čo sa týka potravín ako napr. zeleniny, korenia, bylín, ovocia a cereálií, ktoré sú prirodzene bohaté na tzv. „fytochemikálie“, majú ochranný účinok proti niektorým ochoreniam. Za

fytochemikálie sa v tejto súvislosti považujú z hľadiska fyziologického alebo liečebného vysoko aktívne látky, ktoré majú schopnosť modulovať metabolizmus človeka spôsobom, ktorý vhodne zamedzuje ochoreniu, napr. vzniku rakoviny. Uvádza sa, že existuje najmenej 14 skupín fytochemikálií, u ktorých sa preukázalo alebo sa u nich predpokladá, že pôsobi preventívne proti rakovine. Sú to: sulfidy, fytáty, flavonoidy, glukaráty, karotenoidy, kumaríny, monoterpény, triterpény, lignany, fenolové kyseliny, indoly, izotiokyanáty, ftalidy a polyacetylény (Bezpečnosť potravín, 2023).

V Tab. 2 Je uvedený prehľad niektorých bioaktívnych látok, ich zdroje a účinky (Bezpečnosť potravín, 2023).

Tab. 2 Prehľad niektorých bioaktívnych látok (Bezpečnosť potravín, 2023 ).

| <i>Bioaktívna látka</i>            | <i>Zdroj</i>                                                             | <i>Uvádzané účinky</i>                                                                                                                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Karotenoidy                        | Mrkva, tekvica, paradajky                                                | Prevenia rakoviny, antioxidačné účinky, posilňovanie imunity                                                                                                      |
| Polyfenoly (flavonoidy, antokyany) | Bobuľoviny, červené hrozno, čaj                                          | Ochrana pred rakovinou a srdcovo-cievny ochorením, antibakteriálne, antivírusové, antioxidačné, protizápalové účinky, regulácia krvného tlaku                     |
| Glukosinolát                       | Brokolice, červená kapusta, kaleráb, Citróny, máta perná, Cibule, cesnak | Prevenia rakoviny, antibakteriálne, antivírusové účinky, znižovanie cholesterolu                                                                                  |
| Monoterpeny                        | Citróny, máta perná                                                      | Prevenie rakoviny, vplyv na trávení                                                                                                                               |
| Sulfidy                            | Cibule, cesnak                                                           | Prevenie rakoviny, vplyv na trávenie, antibakteriálny, antivírusové, protizápalové účinky, posilňovanie imunity, regulácie krvného tlaku, znižovanie cholesterolu |

### 1.3.1 Antioxidanty, polyfenoly a bioaktívne látky v ovocí

Je všeobecne známe, že jadrové druhy patria medzi najobľúbenejšie ovocie a sú bohaté na bioaktívne zlúčeniny. Konzumovať denne ovocie ako je napr. jablko, hrušky alebo dule prinášajú mnohé zdravotné výhody (Oliveira a kol., 2007).

Výskum Oliveira a kol (2007) bol zameraný hlavne na bioaktívne zlúčeniny, ako sú polyfenolické zlúčeniny. Výskum ukázal, že listy jabloní sú bohaté na polyfenolové zlúčeniny (asi 160,65 g/kg dm), najmä floretín-2'-glukóza a prokyanidíny. Podobne, listy dule sú bohaté na polyfenolické zlúčeniny, v rozmedzí od 4,9 do 16,5 g/kg sušiny, najmä deriváty kempferolu (Pascoal a kol., 2015; Pavlovic a kol., 2016).

Ako antioxidanty sú označované zlúčeniny, ktorých molekuly obmedzujú aktivitu kyslíkatých radikálov, tým zabraňujú alebo prerušujú reťazové reakcie, ktoré boli vyvolané oxidačnými procesy. Oxidovateľným substrátom môže byť takmer všetko obsiahnuté v potravinách a živých tkanivách napr. proteíny, lipidy, sacharidy a DNA. Antioxidanty sú tiež považované za prídavné látky, ktoré predlžujú údržbu potravín a chráni ich proti skaze spôsobenej oxidáciou, ktorej prejavmi sú napr. žltnutie tukov a farebné zmeny potravín (Alesiani a kol., 2010). Ako ochrana proti kazeniu potravín spôsobené oxidáciou slúži jednak natívne a jednak prídavné antioxidanty. Doteraz nie je známe, či antioxidanty pôsobia samostatne, alebo ich kľúčová úloha v ochrane spočíva v súhre všetkých antioxidantov obsiahnutých v potravinách (Asplund, 2002).

Polyfenoly patria do skupiny zlúčenín, ktoré veľmi ľahko oxidujú, preto sa ich obsah môže veľmi rýchlo meniť počas skladovania. Oxidačné reakcie vedú k tvorbe polymerizovaných zlúčenín, ktoré zapríčiňujú zmeny kvality potravín, ale hlavne organoleptických vlastností a farby (Novák, 2005). V rastlinných pletivách nie sú polyfenoly zastúpené rovnomerne, preto sa behom skladovania znižuje alebo naopak zvyšuje ich obsah. Lúpanie ovocia a zeleniny eliminuje významnú časť polyfenolov, pretože ich najvyššia koncentrácia je zastúpená vo vonkajších častiach. Po olúpaní napr. jablka, nezostanú v ovocí žiadne flavonoly, pretože kvercetin sa nachádza väčšinou v šupke, ale zas naopak pri lisovaní ovocia pri výrobe džúsu sa polyfenoly uvoľňujú aj z časti, ktoré sú bežne nekonzumovateľné (Buňka a kol., 2006).

### 1.3.2 Bioaktívne látky u dule

V dnešnej dobe sú dule uznávané hlavne ako dobré, lacné ovocie a tiež sú dôležitým zdrojom zdraviu prospešných zlúčenín, pre ich antioxidantné, antimikrobiálne a antiulcerózne vlastnosti. Fenolové zlúčeniny sú sekundárne metabolity priaznivé pre ľudské zdravie, pretože sú schopné pôsobiť ako antioxidanty, ako sú redukčné činidlá, donory vodíka, lapače voľných radikálov apod. (Fattouchet al., 2008). Kyselina askorbová je dôležitou zložkou používanou ako aditívum v mnohých potravinách kvôli jej antioxidantnej kapacite. Zvyšuje tak kvalitu a technologické vlastnosti potravín, ako aj nutričnú hodnotu (Burdurluet al., 2006). Koncentrácia kyseliny L-askorbovej, ktorá je citlivou bioaktívnou zlúčeninou počas skladovania, klesá v závislosti od teploty skladovania, kyslíka a svetla. Degradácia kyseliny askorbovej je často zodpovedná za významné zmeny kvality, ku ktorým dochádza počas skladovania potravín, obmedzuje ich trvanlivosť s tvorbou nestabilných medziproduktov, ako je furfural (Blascoet al., 2004). Hydroxymetylfurfural (HMF) je dôležitým kritériom pre neenzymatické hnednutie v potravinách (Silvaet al., 2004; Hamauzuet al., 2005, 2006). Dule obsahujú značné množstvo derivátov kyseliny hydroxyškoricovej, ktoré sú charakterizované najmä kyselinami 3-kafeoylchinovými a 5-kafeoylchinovými, ako aj polymérnymi prokyanidínmi (Hamauzuet al., 2005). Pre kvalitu ovocných štiav sú dôležité zmeny bioaktívnych zlúčenín v podmienkach skladovania.

### 1.3.3 Zmeny bioaktívnych látok u dule v priebehu skladovania

Zhnednutie dužiny je najdôležitejším problémom kvality dule počas dozrievania, pretože hnednutie dužiny ovplyvňuje preferencie spotrebiteľov a má za následok rozsiahle straty úrody. Plody dule možno skladovať až 5 alebo 6 mesiacov, aj keď Ayfer a kol. (1983)

navrhol, že dule „Esme“ možno skladovať pri teplote  $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 85% relatívnej vlhkosti najmenej 2,5 mesiaca.

Tuna-Gunes a Koksál (2005) zas skladovali tento kultivar 5 mesiacov za rovnakých podmienok ako Ayfer a kol. (1983). Počas obdobia skladovania v chlade sa vnútorná koncentrácia etylénu a miera výroby etylénu vykazovala výkyvy, ale nie prudký nárast. Zase naopak množstvo sacharózy, citrónovej a jablčnej kyseliny vykazovala lineárny pokles (Tuna-Gunes a Koksál, 2005).

Jadrové ovocie ako je napr. dula, vykazuje rôzne reakcie pri skladovaní v chlade a niektoré poruchy sa môžu vyvinúť počas skladovania. Hnednutie dužiny (FB) a reakcie kultivarov na chladiarenské sklady sú široko uvádzané pre jadrové ovocie, najmä jablká a hrušky (Burda

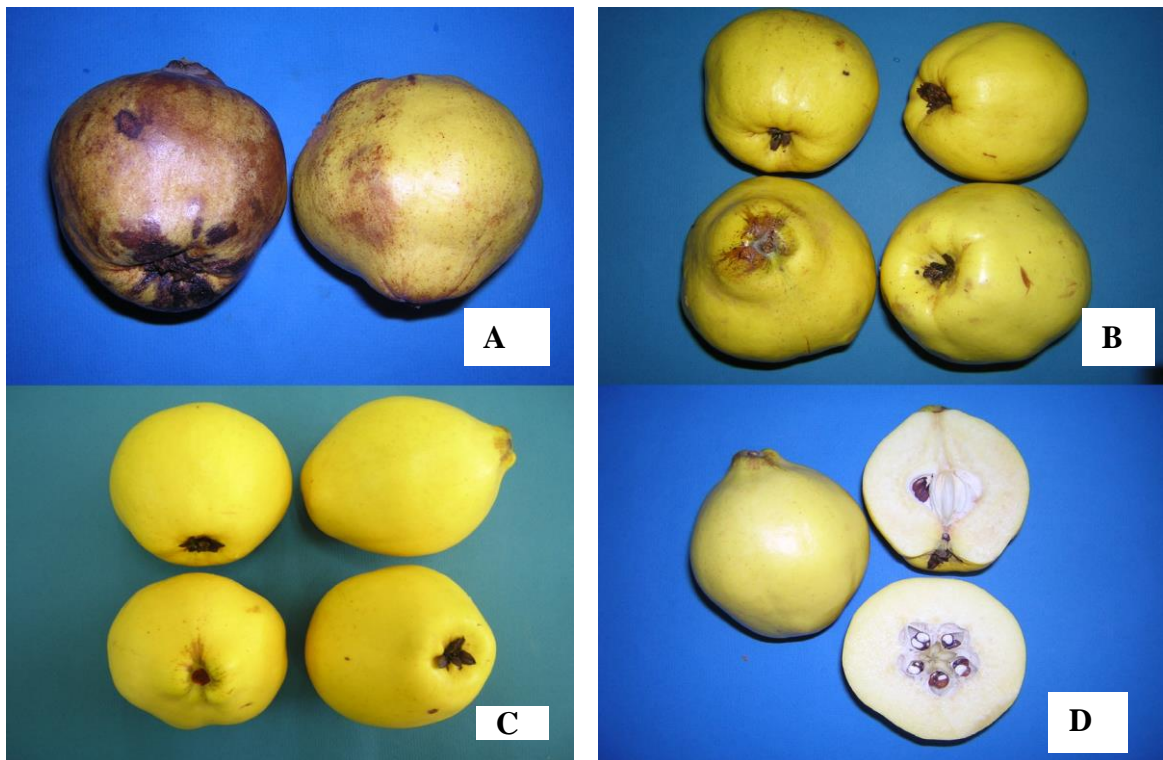
a ďalší 1990; Ogawa a English 1991; Salta a ďalší, 2010), ale zriedkavo bol hlásený u dule. Hnednutia dužiny (FB) a hniloba sú limitujúce faktory pri dlhodobom skladovaní dule (Gunes, 2007).

Nástup zmien kvality môže byť spojený so zvýšením alebo znížením v bioaktívnych zlúčeninách alebo enzýmoch podieľajúcich sa na hnednutí ako napr. polyfenoloxidáza (PPO), peroxidáza (POX), superoxiddismutáza (SOD). Samira Moradi a kol. (2016) hodnotili zmeny bioaktívnych zložiek v dule počas skladovania v chlade a zistili, že bioaktívne látky v dule sa počas skladovania znížili, ale rýchlosť poklesu sa menila podľa odrôd dule.

Na obr. 3 a na obr. 4 je sú znázornené zmeny dule počas skladovania.



Obr. 3 Zhnednutie dužiny v plodoch dule „Esme“ (A). Prvé pozorovanie na plodoch skladovaných pri  $2\pm 1^{\circ}\text{C}$  v polovici decembra (B). Vonkajší vzhľad plodov s hnednutím dužiny na konci januára (Gunes, N., 2008).



Obr. 4 Vzhľad ovocia na konci 6-mesačného obdobia skladovania pri  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; Kultivar „Ekmek“ (A), (B) kontroly, (C, D) kultivar „Esme“ ošetrený horúcou vodou pri  $50^{\circ}\text{C}$  počas 5 minút. (Gunes, N., 2008).

#### 1.3.4 Zmena Antioxidačnej aktivity u dule počas skladovania

Keďže obsah antioxidantov sa v súvislosti s ovocím stáva čoraz dôležitejším parametrom na kvalitu, je veľmi zaujímavé hodnotiť zmeny v antioxidačnom stave počas skladovania týchto potravín po zbere. Napriek vysokej nutričnej hodnote dule, je zaznamenaných málo dostupných informácií o zmenách atribútov kvality v priebehu skladovania, a to aj napriek tomu, že plody dule vykazujú antioxidačné zlúčeniny, ktoré sú výsledkom prítomnosti polyfenolických látok (Fattouch a ďalší 2007), ako napr. flavonoidy kvercetín, rutín, kempferol atd. (Silva a kol., 2005). Costa a kol. (2009) hodnotili antiradikálové a antihemolitické schopnosti metanolových extraktov dule v porovnaní so zeleným čajom. Ukázali, že listy dule sa zdajú byť lepším zdrojom antioxidantov ako plod dule.

Samira Moradi a kol. (2016) vo svojom výskume analyzovali jednotlivé odrody dule. Ovocie každého genotypu boli rozdelené do šiestich skupín a skladované v chladiarenskom sklade pri teplote  $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$  s 80 % až 90 % relatívnou vlhkosťou. Pri zbere náhodne odobrali vzorky z každého genotypu po 30, 60, 90, 120 a 150 dňoch a uchovávali vzorky pri  $20^{\circ}\text{C}$  po dobu 24 h. Približne 1/8 segmentov z 2 protiľahlých strán plodu boli okamžite zmrazené v tekutom dusíku a uskladnené pri teplote  $-80^{\circ}\text{C}$  až do použitia extrakcie a analýzy.

Ukázalo sa, že neexistujú žiadne údaje o tom, že antioxidačná aktivita (TAA) v dule sa mení počas skladovania. Štúdia ukázala zníženie TAA vo všetkých študovaných genotypoch podobné tým, ktoré sú uvedené v mangu (Shivashanara a ďalší, 2004) a v čučoriedke (Connor a ďalší 2002). Zníženie TAA môže súvisieť s poklesom obsahu fenolov. Tak ako už bolo spomínané, že fenoly sú hlavné zlúčeniny s antioxidačnou aktivitou v ovocí dule. Korelácia medzi antioxidačnou aktivitou a celkovým obsahom fenolov bol tiež hlásený u výskumu Szychowski a kol. (2014), kde pozorovali, že antioxidačná aktivita ovocia tiež korelovala s obsahom flavonoidov (Karadeniz a ďalší 2005). Podobný výskum vykonal napr. Shivashanara a kol. (2004), ktorý preukázali zníženie antioxidačnej aktivity v mangu a Connor a kol. (2002) preukázali zníženie antioxidačnej aktivity u čučoriedky pri poklese obsahu fenolu.

Tiež obsah kyseliny askorbovej (AA) počas skladovania v chlade výrazne klesol. Vo všeobecnosti čerstvé ovocie obsahuje viac AA ako tie skladované v chlade. Straty sa zvýšili dlhším skladovaním, vyššími teplotami, nízkou relatívnou vlhkosťou, fyzickým poškodením a ochladením (Lee a Kader, 2000). Zníženie AA môže súvisieť vzhľadom na svoje chemické vlastnosti oxidáciou vo vode a prítomnosťou ťažkých kovov. V štúdiu Samira Moradi a kol. (2016) vyhodnotili, že odroda „Esfhan“ vykázal nižšiu rýchlosť straty obsahu AA v porovnaní s odrodou „Paveh2“ po 150 dňoch pri chladiarenskom skladovaní. Pravdepodobne odroda ako „Esfhán“ sú schopné zachovať vyššie obsah AA a sú cenné na dlhodobé skladovanie. Emel Yilmaz a Feryal Karadeniz (2014) vo svojej práci opísali, že zníženie antioxidačnej aktivity dulového nektáru počas skladovania možno pripísať k degradácii bioaktívnych zlúčenín, ako sú fenolové zlúčeniny a tiež kyselina L-askorbová. Koca a Karadeniz (2008) ukázali že antioxidačná aktivita mrkvy sa znížila o 31% počas 6 mesiacov skladovania v chlade. Rovnako aj Kevers a kol. (2007) študovali antioxidačnú aktivitu špenátu, brokolice a póru, pričom pozorovali pokles viac ako 50 % po 30 dňoch skladovania v chladničke.

### **1.3.5 Zmena celkového obsahu polyfenolov u dule počas skladovania**

Fenolické látky patria do širokej skupiny antioxidantov. Celkový obsah polyfenolov u dule bol stanovený Folin-Ciocalteu činidlom podľa Cheung a kol. (2003). Polyfenoly dule zahŕňajú flavonoidy (flavan-3-oly a flavonoly) a hydroxyškorovicovú kyseliny. Medzi hlavné zlúčeniny patria flavonoly, ktoré sú zodpovedné za farbu ovocia a proantokyandíny vďaka ich silnej antioxidačnej aktivite (Silva a kol., 2004; Wojdylo a kol., 2013).

Wojdylo a kol. (2014) identifikovali fenolové zlúčeniny v dulových šťavách. Celkovo bolo identifikovaných a prezentovaných 19 polyfenolových zlúčenín nachádzajúcich sa v dulových šťavách: šesť flavan-3-olov ((-)-epikatechín, (+)-katechín, prokyanidín B2 a C1, prokyanidínové diméry a triméry, päť hydroxycinamátov ako deriváty kofeoylchinínovej a kyseliny p-kumaroylchinínové a šesť flavonolov ako kaempferol a deriváty kvercetínu. Mezi hlavné polyfenolické skupiny dule patrili flavan-3-oly (polymérne prokyanidíny) a hydroxyškoricová kyselina. Typy a obsahy polyfenolických zlúčenín, ktoré sa zistili v dulovej šťave boli podobné výsledkom predchádzajúcich štúdií s rôznymi odrodami dule (Silva a kol., 2002; Wojdylo a kol., 2013). V tab. č 3 môžete vidieť, že šťavy pripravené z odrôd dule Portugalska, „Kaszczenko“ a „Bereczki“ sa vyznačovali vyšším obsahom fenolových zlúčenín.

Šťavy pripravené z ‘S1’, ‘Pózna Rejmána’ a odrôd „Wołgogradzka Aromatnaja“ sa vyznačovali s najnižším obsahom fenolov. Flavan-3-oly, kyselina hydroxyškoricová a flavonoly predstavovali 63 %, 36 % a 1 % z celkového počtu polyfenolov v dulových šťavách. Ako je uvedené v tabuľke č.3, šťavy s nízkym obsahom fenolových zlúčenín boli charakterizované vyššou koncentráciou hydroxyškoricových kyselín ako flavan-3-oly. Avšak v porovnaní s jablkovou šťavou pripravovanou z kultivarov „Šampion“ (Kolniak-Ostek, Oszmianski, Wojdylo, 2013), analyzované dulové šťavy mali viac fenolických zlúčenín, najmä flavan-3-olov a kyselinu hydroxyškoricovú. Podľa Wolfe, Wu a Liu (2003) obsah polyfenolových zlúčenín v jablkových šťavách môže byť ovplyvnený zrelosťou, odrodou ovocia a v najväčšej miere, podľa výrobného procesu. Pri výrobe štiav, časť polyfenolových zlúčenín podlieha procesu enzymatickej oxidácie na chinóny.

Wojdy a kol. (2014) vo svojom výskume tiež stanovovali zmenu polyfenolov počas 6 mesiacov skladovania dule pri 4 °C a 30 °C. Bola pozorovaná výrazná zmena v obsahu polyfenolov, najmä v prokyanidínoch. Po skladovaní obsah celkových polyfenolov postupne klesala vo všetkých džúsoch z dule. Úrovně celkových fenolov počas skladovania klesali maximálne na 15 % pri 4 °C 37 % pri 30 °C. Bolo pozorované, že obsah polymérnych prokyanidínov klesá rýchlejšie ako obsah iných fenolových zlúčenín, najmä ak boli vzorky štiav skladované pri 30 °C. Šťavy vyrobené z kultivarov dule: „Akademiczeskaja“, „Kaszczenko 18“, „Portugesica“ a „Uspiech“ sa vyznačovali menšou degradáciou zloženia flavan3-olu, najmä polymérnych prokyanidínov v porovnaní s ostatnými šťavami. Pravdepodobne sa tieto prokyanidíny naviazali na makromolekuly, ako sú bielkoviny, a počas skladovania vytvorili zrazeninu. Podobné správanie prokyanidínu monoméru,



diméry a triméry opísal Oszmianski, Wojdylo a Kolniak (2011) pre jablkové šťavy skladované dlhšie ako 6 mesiacov pri 30 °C.

Podobný výskum ukazoval aj Wojdylo, Figiel a kol. (2002), kde boli pozorované sušené višne a výrobky z čučoriedok. Zistili, že obsah prokyanidínu pri skladovaní pri teplote 4 °C bol o 5 % vyšší ako pred skladovaním. Podobný efekt bol predtým pozorovaný Oszmianskim a Wojdylom (2009), kde výsledkom 9-mesačného skladovania koncentrátov jablčnej šťavy pri 25 °C bola 36% degradácia hydroxycinamátov, 60% degradácia flavonolov a úplná strata prokyanidínov. Na druhej strane 6 mesiacov skladovania pri 30 °C spôsobila maximálne 26 % degradáciu kyseliny chlorogenovej a 18 % degradácia floretín-2-O-glukozidu v jablkových pyrė (Oszmianski a kol. 2007). Emel Yilmaz a Feryal Karadenis (2014) vo svojej práci stanovovali nektáre dule. Vzorky sa skladovali pri 5, 20, 30 a 40 °C počas 9 mesiacov a všetky analýzy sa uskutočňovali každý mesiac v dvoch opakovaníach. Na stanovenie celkového obsahu fenolov (TPC) dulového nektáru sa použila Folin-Ciocalteuova metóda. Bolo pozorované, že maximálny pokles v TPC sa vyskytlo pri 40 °C, čo naznačuje, že pri vyšších teplotách je rozklad fenolov výraznejší. Piljac-Zegarac a kol. (2009) vo svojej práci zistili, že počas mrazeného skladovania tmavo sfarbené ovocné dulové šťavy došlo k zvýšeniu TPC pri prvom skladovaní ktoré prebiehalo 13 dní, potom po 20 dňoch došlo k zníženiu TPC, ale na konci skladovania, ktoré bolo 29 deň došlo k výraznému zvýšeniu TPC. To súvisi s tým, že bol predčasný zber plodov a tiež zrenie prebiehalo až pri skladovaní. Podobne Klimczak a spol. (2007) uviedli, že TPC z pomarančového džúsu sa znížil po 4 mesiacoch skladovania, po čom nasledoval výrazný nárast v nasledujúcich 2 mesiacoch. Pokles TPC bol spôsobený najmä tým, že fenolové zlúčeniny boli oxidované alebo polymerizované počas spracovania a skladovania (Wang a kol., 2000).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## **2 CIEĽ DIPLOMOVEJ PRÁCE**

Cieľom diplomovej práce v roku 2019 a 2022 bolo sledovať vplyv odrody na obsah celkových polyfenolov a celkové antioxidačné aktivity vo vybraných odrodách dudy. Na naplnenie stanoveného cieľa bola vypracovaná rešerše týkajúce sa všeobecnej charakteristiky dudy a možnosti ovplyvnenia jednotlivých skúmaných parametrov. Potom boli vykonané laboratórne merania a výsledky boli štatisticky vyhodnotené a diskutované s dostupnými vedeckými poznatkami.

### 3 METODIKA PRÁCE

#### 3.1 Použité Chemikálie

Uhličitan sodný bezvodý p.a (Pentan, Chrudim Česká republika)

FOLIN-CIOCALTEA roztok (Penta Chrudim, Česká republika)

Metanol HPLC ( Lab-scan analytical sciences)

Destilovaná voda (Česká republika)

#### 3.2 Použité Suroviny

Jednotlivé odrody dul v rokoch 2019 a 2022

#### 3.3 Použité Prístroje

Spektrofotometer Specord 210 plus (Analytik jena, Nemecko)

Laboratórna Miešačka Memmert (Česká republika)

Miešadlo RZR 2102 (Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Nemecko)

Analytické váhy Kern ABS( Česká republika)

#### 3.4 Charakteristika analyzovaných vzoriek dule

##### 3.4.1 Popis lokality jednotlivých analyzovaných vzoriek dule

Úroda prebehla v rokoch 2019 a 2022. Bolo stanovených 22 odrôd dule podlhovastej v čerstvom stave. Experimentálne plochy Mendelovej univerzity v Brne sa nachádzajú v katastrálnom území Lednice (177 m n. m., GPS súradnice: 48.7954925N, 16.7987622E☺). Typické kontinentálne klimatické podmienky s dlhodobou priemernou ročnou teplotou 9,2 °C a úhrnom zrážok 479,7 mm (Lednice). V každom roku bolo odberané 6 plodov od každej odrody. Vzorky dule boli skladované v kontrolovanom prostredí pri teplote 15-20°C a relatívna vlhkosť bola 85 %.

Tab. 3 Charakteristika jednotlivých odrôd v roku 2019

| Odroda            | Označenie |
|-------------------|-----------|
| Ludowitz          | Lu        |
| EQ 34             | EQ        |
| Turuncuskaja      | Tu        |
| Muskatnaja        | Mu        |
| Triumph           | Tr        |
| Aurelia menšia    | Am        |
| Aurelia väčšia    | Av        |
| Adamsova          | Ad        |
| Sofranii          | So        |
| Hruškovitá        | Hr        |
| Portugalská       | Po        |
| SOB               | So        |
| Vranja            | Vr        |
| Krymská           | Kr        |
| Bencikli          | Be        |
| Radonia           | Ra        |
| Cydora            | Cy        |
| Turkey            | Tu        |
| Konštantinopolska | Ko        |
| Pinter            | Pi        |
| Ispoliskaja       | Is        |
| Champion          | Cha       |

Tab. 4 Charakteristika jednotlivých odrôd v roku 2022

| Odroda            | Označenie |
|-------------------|-----------|
| Portugalská       | Po        |
| Bencikli          | Be        |
| Radonia           | Ra        |
| Triumph           | Tr        |
| Ispoliskaja       | Is        |
| Cydora            | Cy        |
| Sofranii          | So        |
| Aurelia väčšia    | Av        |
| Muskatnaja        | Mu        |
| Adamsova          | Ad        |
| EQ 34             | Eq        |
| Turkey            | Tu        |
| Ludowitz          | Lu        |
| Pear shaped       | Pe        |
| Konštantinopolska | Ko        |
| Turuncuskaja      | Tu        |
| Krymská           | Kr        |
| Aurelia menšia    | Am        |
| Vranja            | Vr        |
| Pinter            | Pi        |
| Hruškovitá        | Hr        |
| SOB               | So        |

Príprava vzoriek duly U každej odrody duly boli najprv odstránené nečistoty umytím ich povrchu. Z dužiny boli odstránené jadrovníky, stopky a okvetia. Keramickým nožom sa ukrojila reprezentatívna vzorka a nasledovalo nastrúhanie na plastovom strúhadle. Vzorku sme navážili do tmavých liekoviek s plastovým viečkom, aby mala vzorka zhruba hmotnosť cca 2 g a ihneď zaliali extrakčným roztokom (MeOH:H<sub>2</sub>O; 30:70). Potom sa každá vzorka

vložila do laboratórnej trepačky pri 50 °C po dobu jednej hodiny. Následne sa vzorky filtrovali a uchovávali sa v chladničke pri teplote 4 °C do ďalšieho stanovenia.

### **3.5 Chemická analýza**

#### **3.5.1 Stanovenie celkových polyfenolov**

Na stanovenie obsahu celkových polyfenolov bola použitá modifikovaná fotometrická metóda s Folin-Ciocalteuovým činidlom (FC) a štandardom kyseliny gallovej. Princípom tejto metódy je oxidácia alebo redukcia fenolových látok pri reakcii s FC činidlom, ktoré sa skladá z volfrámu sodného, kyseliny ortofosforečnej, kyseliny chlorovodíkovej, molybdénanu sodného, síranu líthneho a brómu. V experimente bol zisťovaný vplyv odrodovej skladby na obsah celkových polyfenolov. Stanovenie obsahu celkových polyfenolov bolo vykonané u všetkých odrôd dvakrát v ôsmich opakovaníach.

#### **3.5.2 Štandardný roztok a kalibrácia**

Zo zásobného roztoku kyseliny gallovej (Merk, Nemecko) s koncentráciou 50 mg. ml<sup>-1</sup> bol vytvorený kalibračný rad s koncentraciami 50–800 mg.l<sup>-1</sup>. Do 10 ml odmernej banky bolo pipetované 100 µl extraktu vzorky danej koncentrácie a bolo pridaných cca 5 ml destilovanej vody pre zriedenie a 0,5 ml FC činidla. Pri laboratórnej teplote bolo do každej odmernej banky pridané 1,5 ml 20% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (bezvodý, p.a., distribúcia Lukeš Petr) a doplnené po rysku do objemu 10 ml destilovanou vodou. Po 30 minútach státia pri laboratórnej teplote bola zmeraná absorbancia na spektrofotometri (Specord 210 Plus, analytik jena Fischer Scientific, sklenená kyveta) pri vlnovej dĺžke 765 nm proti slepému pokusu. Slepý pokus obsahoval destilovanú vodu, FC činidlo a 20% roztok Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### **3.5.3 Stanovenie celkového obsahu polyfenolov (CP)**

Na stanovenie CP vo vzorkách bol použitý extrakt a meranie prebiehalo rovnakým spôsobom ako meranie štandardných roztokov kyseliny gallovej. Výsledky boli vyjadrené ako ekvivalenty gallovej kyseliny (mg.100 g<sup>-1</sup>). Priemerné hodnoty boli získané z ôsmich paralelných stanovení.

#### **3.5.4 Stanovenie antioxidačnej aktivity metódou DPPH**

Na stanovenie antioxidačnej aktivity bola vybraná metóda, ktorej princípom je reakcia voľného radikálu DPPH• (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) s antioxidantmi

obsiahnutými vo vzorke. Reakcia je sprevádzaná zmenou farby a úbytkom absorbancie. Zmena absorbancie je sledovaná pri 515 nm po uplynutí minútového časového intervalu.

### 3.5.5 Štandardný roztok a kalibrácia

Na stanovenie AA bol pripravený čerstvý metanolový roztok DPPH• (Calbiochem, U.S. and Canada) o koncentrácii  $25 \text{ mg.l}^{-1}$ . Kalibračný rad bol vytvorený zo zásobného roztoku kyseliny askorbovej s koncentráciou 50-200  $\text{ug/ml}^{-1}$ .

### 3.5.6 Stanovenie antioxidačnej aktivity

Do sklenenej kyvety (1,5 cm x 1,3 cm x 3 cm) bol pipetovaný 1 ml roztoku DPPH•, následne bola zmeraná absorbanca  $A_0$  proti slepej vzorke (metanol, koncentrovaný) na prístroji Specord 210 Plus, analytik. Potom bolo k roztoku pridané 70  $\mu\text{l}$  vzorky (pri vytvorení kalibračného radu rovnaké množstvo jednotlivých kalibračných roztokov) a bola zmeraná absorbanca  $A_1$ .

Výpočet úbytku absorbancie:

$$\text{Výpočet úbytku Absorbancie (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} * 100 \quad \text{rovnica 1}$$

$A_0$  je absorbanca slepej vzorky  $A$  je absorbanca vzorky

Priemerné výsledky boli získané z ôsmich paralelných stanovení a prepočítané na koncentráciu štandardu troloxu ( $\text{mg.100 g}^{-1}$ ).

Výsledky a Diskusia V tejto práci je možné sledovať vplyv antioxidačnej aktivity a celkový obsah polyfenolov na jednotlivé odrody dule. Pripravili sa štyri extrakty z každej odrody duly. Prvá príprava extraktov prebehlo začiatkom októbra, kde sa pripravili dve extrakty z každej odrody duly a ponechali sa v chladničke pri teplote  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  do analýzy. Potom sa jednotlivé dule ponechali v sklade. Druhá príprava extraktov prebehla o mesiac neskôr, kde sa pripravili ďalšie dve extrakty z každej odrody duly a ponechali sa v chladničke na analýzu.

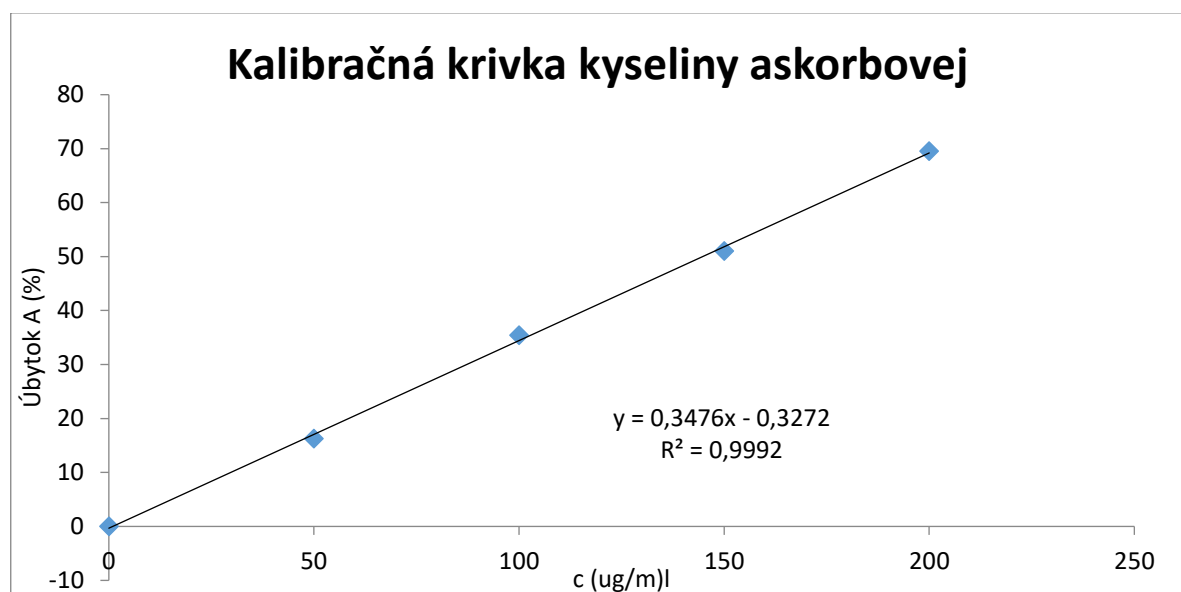


### 3.6 Antioxidačná aktivity metódou DPPH

Ako kalibračný štandard bolo pre stanovenie antioxidačnej aktivity použitá kalibračná krivka kyseliny askorbovej.

Antioxidačná aktivita bola stanovená spektrofotometricky ako je znázornené v kapitole 2.2.5 Bolo pozorované vplyv jednotlivých odrôd na antioxidačnú aktivitu. Kalibračná krivka kyseliny askorbovej je znázornená v graf č.1.

Graf 1 Kalibračná krivka kyseliny askorbovej



Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 sú znázornené sú v Tab. č. 5.

Tab. 5 Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd duly pre rok 2019

| 2019                                            |                              |                              |
|-------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Aritmetický priemer ± štandardná odchýlka (n=6) |                              |                              |
| Odroda                                          | DPPH1 na začiatku stanovenia | DPPH2 po mesiaci skladovania |
| Ludowitz                                        | 2,830±0,244                  | 3,067±0,432                  |
| EQ 34                                           | 3,705±0,444                  | 4,432±0,501                  |
| Turuncuskaja                                    | 5,667±0,648                  | 3,757±0,474                  |
| Muskatnaja                                      | 4,448±0,522                  | 3,290±0,136                  |
| Triumph                                         | 2,269±0,106                  | 2,905±0,062                  |
| Aurelia menšia                                  | 6,138±0,189                  | 2,489±0,511                  |
| Aurelia väčšia                                  | 2,318±0,083                  | -                            |
| Adamsova                                        | 5,390±0,372                  | 1,504±0,161                  |
| Sofrania                                        | 5,330±0,585                  | 2,727±0,858                  |
| Hruškovitá                                      | 5,975±0,631                  | 2,920±0,103                  |
| Portugalská                                     | 1,811±0,070                  | 1,207±0,122                  |
| SOB                                             | 1,647±0,151                  | 1,953±0,286                  |
| Vranja                                          | 1,538±0,735                  | 2,369±0,168                  |
| Krymská                                         | 2,281±0,440                  | 2,797±0,228                  |
| Bencikli                                        | 2,219±0,354                  | 1,986±0,282                  |
| Radonia                                         | 1,288±0,194                  | 2,188±0,106                  |
| Cydora                                          | 2,103±0,055                  | 1,837±0,386                  |
| Turkey                                          | 1,797±0,403                  | 2,488±0,265                  |
| Konštantinopolska                               | 1,229±0,035                  | 1,879±0,128                  |
| Pinter                                          | 1,070±0,064                  | 1,640±0,061                  |
| Ispoliskaja                                     | 1,692±0,185                  | 2,132±0,279                  |
| Champion                                        | -                            | 2,841±0,076                  |

Ako môžete vidieť v Tab. č. 5, najvyššia antioxidačná aktivita za rok 2019 vykazuje na začiatku stanovenia odroda Aurélie menšia s hodnotou 6,138 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesačnom skladovaní hodnota antioxidačnej aktivity klesla na hodnotu 2,489 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižšia antioxidačná aktivita na začiatku stanovenia vykazovala odroda Pinter s hodnotou 1,070 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesačnom skladovaní sa hodnota zvýšila na hodnotu 1,640 mg.g<sup>-1</sup>.

Najvyššiu antioxidačnú aktivitu po mesačnom stanovení vykazovala odroda EQ 34 s hodnotou 4,432 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda EQ 34 hodnotu iba 3,705 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižšiu antioxidačnú aktivitu po mesačnom skladovaní vykazovala odroda Portugalská s hodnotou 1,207 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda Portugalská hodnotu 1,811 mg.g<sup>-1</sup>. Ako môžete vidieť v Tab. č 5 za rok 2019, tak odroda Aurélie väčšia mala hodnotu antioxidačnej aktivity 2,318 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesačnom

skladovaní už odroda nebola stanovená, pretože odobratie vzorky nebolo možné, keďže vzorka už nebola reprezentatívna.

Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2022 sú znázornené sú v Tab. č. 6.

Tab. 6 Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd duly pre rok 2022.

| 2022                                            |                              |                              |
|-------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Aritmetický priemer ± štandardná odchýlka (n=6) |                              |                              |
| Odroda                                          | DPPH1 na začiatku stanovenia | DPPH2 po mesiaci skladovania |
| Portugalská                                     | 2,085±0,484                  | 2,727±0,254                  |
| Bencikli                                        | 1,659±0,047                  | 3,825±0,064                  |
| Radonia                                         | 2,990±0,051                  | 2,339±0,277                  |
| Triumph                                         | 1,959±0,042                  | 3,088±0,407                  |
| Ispoliskaja                                     | 1,968±0,032                  | 1,993±0,609                  |
| Cydora                                          | 1,990±0,133                  | 3,285±0,590                  |
| Sofranii                                        | 1,149±0,120                  | 2,381±0,109                  |
| Aurelia väčšia                                  | 2,594±0,316                  | 1,851±0,371                  |
| Muskatnaja                                      | 2,165±0,054                  | 2,365±0,348                  |
| Adamsova                                        | 2,407±0,089                  | 2,692±0,571                  |
| EQ 34                                           | 2,918±0,192                  | 2,082±0,153                  |
| Turkey                                          | 2,059±0,939                  | 3,141±0,480                  |
| Ludowitz                                        | 3,009±0,560                  | 2,721±0,207                  |
| Pear shaped                                     | 2,928±0,453                  | 2,215±0,238                  |
| Konštantinopolská                               | 1,739±0,247                  | 2,912±0,491                  |
| Turuncuskaja                                    | 2,779±0,069                  | 2,461±1,110                  |
| Krymská                                         | 2,391±0,513                  | 2,169±0,405                  |
| Aurelia menšia                                  | 1,663±0,045                  | 3,104±0,168                  |
| Vranja                                          | 1,462±0,082                  | 2,325±0,749                  |
| Pinter                                          | 0,994±0,159                  | 2,539±0,147                  |
| Hruškovitá                                      | 2,256±0,236                  | 1,259±0,975                  |
| SOB                                             | 3,632±0,079                  | 2,413±0,302                  |

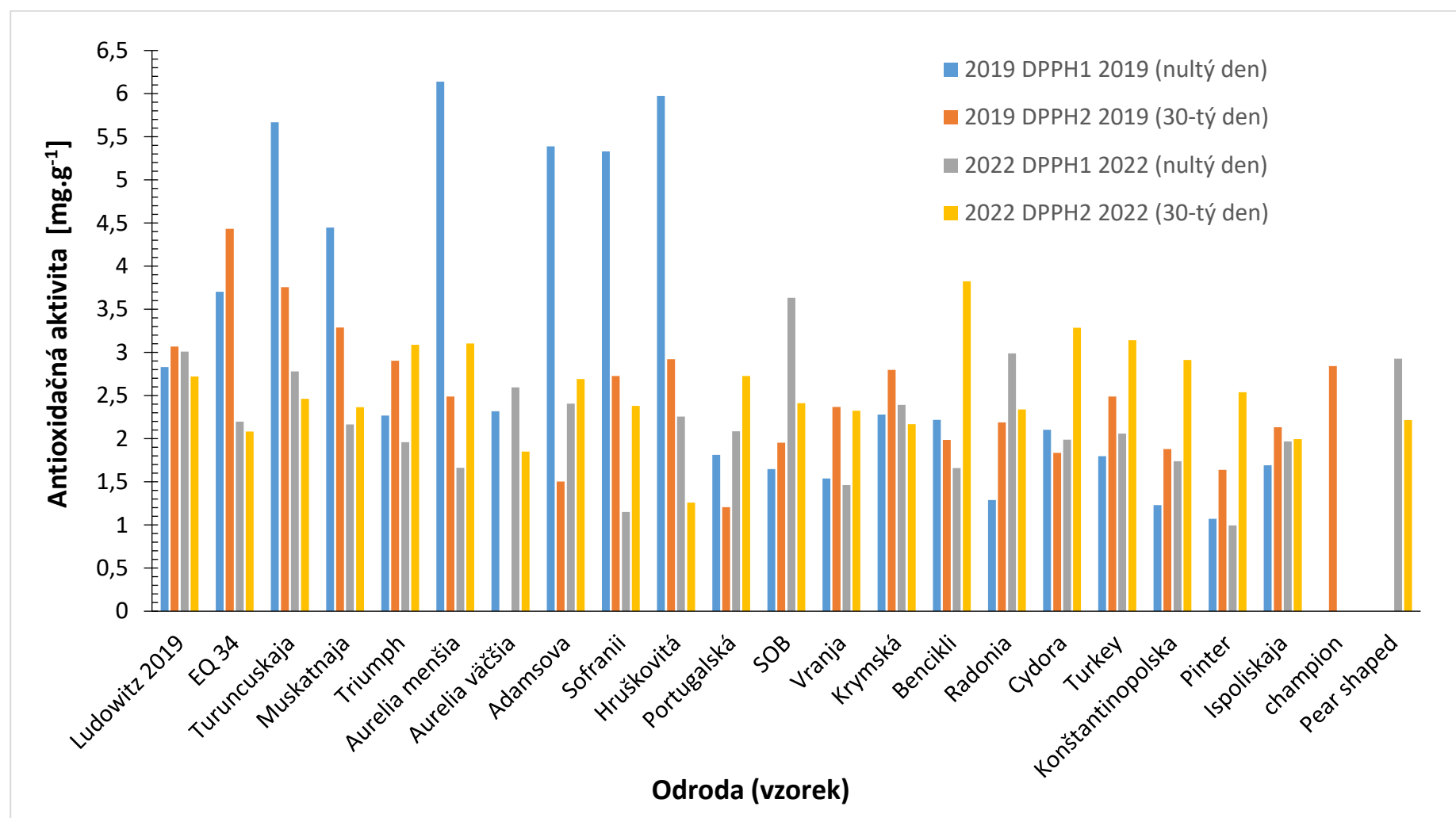
V Tab. č 6 môžete vidieť, že najvyššiu antioxidačnú aktivita vykazuje za rok 2022 na začiatku stanovenia odroda Sob s hodnotou  $3,632 \text{ mg.g}^{-1}$ , ale po mesačnom skladovaní vykazovala odroda Sob s hodnotou  $2,413 \text{ mg.g}^{-1}$ , naopak najnižšiu antioxidačnú aktivitu vykazuje na začiatku stanovenia odroda Pinter s hodnotou  $0,994 \text{ mg.g}^{-1}$ , ale po mesačnom skladovaní mala hodnota odrody Pinter vyššiu hodnotu  $2,539 \text{ mg.g}^{-1}$ .

Najvyššiu antioxidačnú aktivitu po mesačnom stanovení vykazovala odroda Bencikli s hodnotou  $3,825 \text{ mg.g}^{-1}$ , ale na začiatku stanovenia mala odroda Bencikli hodnotu iba  $1,659 \text{ mg.g}^{-1}$ . Naopak, najnižšiu antioxidačnú aktivitu po mesačnom skladovaní vykazovala odroda Hruškovitá s hodnotou  $1,259 \text{ mg.g}^{-1}$ , ale na začiatku stanovenia mala odroda Hruškovitá hodnotu  $2,256 \text{ mg.g}^{-1}$ .

Zníženie antioxidačnej aktivity koreluje s poklesom obsahu fenolov ako to opísali vo svojej práci Szychowski a kol. (2014). Podľa môjho názoru, táto zmena len potvrdzuje, že zníženie antioxidačnej aktivity koreluje s poklesom obsahu fenolov. Korelácia medzi antioxidačnou aktivitou a celkovým obsahom fenolov bol tiež hlásený u výskumu Szychowski a kol. (2014), kde pozorovali, že antioxidačná aktivita ovocia tiež korelovala s obsahom flavonoidov (Karadeniz a kol., 2005). Podobný výskum vykonal napr. Shivashanara a kol. (2004), ktorý preukázali zníženie antioxidačnej aktivity v mangu a Connor a kol. (2002) preukázali zníženie antioxidačnej aktivity u čučoriedky pri poklese obsahu fenolu. V štúdiu Samira Moradi a kol. (2016) vyhodnotili, že odroda „Esfhan“ vykázal nižšiu rýchlosť straty obsahu AA v porovnaní s odrodou „Paveh2“ po 150 dňoch pri chladiarenskom skladovaní. Pravdepodobne odroda ako „Esfhán“ sú schopné zachovať vyššie obsah AA a sú cenné na dlhodobé skladovanie.

Samira Moradi a kol. (2016) vo svojej práci hodnotili rôzne odrody dule počas 6 mesiacoch chladiarenského skladovania a vyhodnotili, že rýchlosť straty obsahu antioxidačnej aktivity u niektorých odrôd dule vykazovali nižšiu stratu než ostatné. Keďže antioxidačná aktivita koreluje s obsahom polyfenolov, tak zvýšenie antioxidačnej aktivity súvisí hlavne s teplotou skladovania, doby skladovania, ale hlavne reakciou enzymatického hndnutia v dulách počas skladovania. Emel Yilmaz a Feryal Karadeniz (2014) vo svojej práci opísali, že zníženie antioxidačnej aktivity dulového nektáru počas skladovania možno pripísať k degradácii bioaktívnych zlúčenín, ako sú fenolové zlúčeniny. Koca a Karadeniz (2008) ukázali že antioxidačná aktivita mrkvy sa znížila o 31% počas 6 mesiacov skladovania v chlade. Rovnako aj Kevers a kol. (2007) študovali antioxidačnú aktivitu špenátu, brokolice a póru, pričom pozorovali pokles viac ako 50 % po 30 dňoch

skladovania v chladničke. Na graf. č 2 je zobrazený vplyv antioxidačnej aktivity na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania za rok 2019 a 2022. Môžete vidieť významné rozdiely antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia za rok 2019 a na začiatku stanovenia za rok 2022. Rok 2019 zobrazuje, že na začiatku stanovenia majú niektoré odrody dule výrazne vyššiu antioxidačnú aktivitu ako za rok 2022. Podľa môjho názoru sa to koreluje s prácou Wolfe a kol. (2005), ktorý zobrazuje, že AA je závislá tiež na odrode dule, ale tiež zrelosťou odrôd dule, ale tiež vplyvom reakcie enzymatického hnednutia.



Graf 2 Vplyv antioxiadačnej aktivity na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 a pre rok 2022

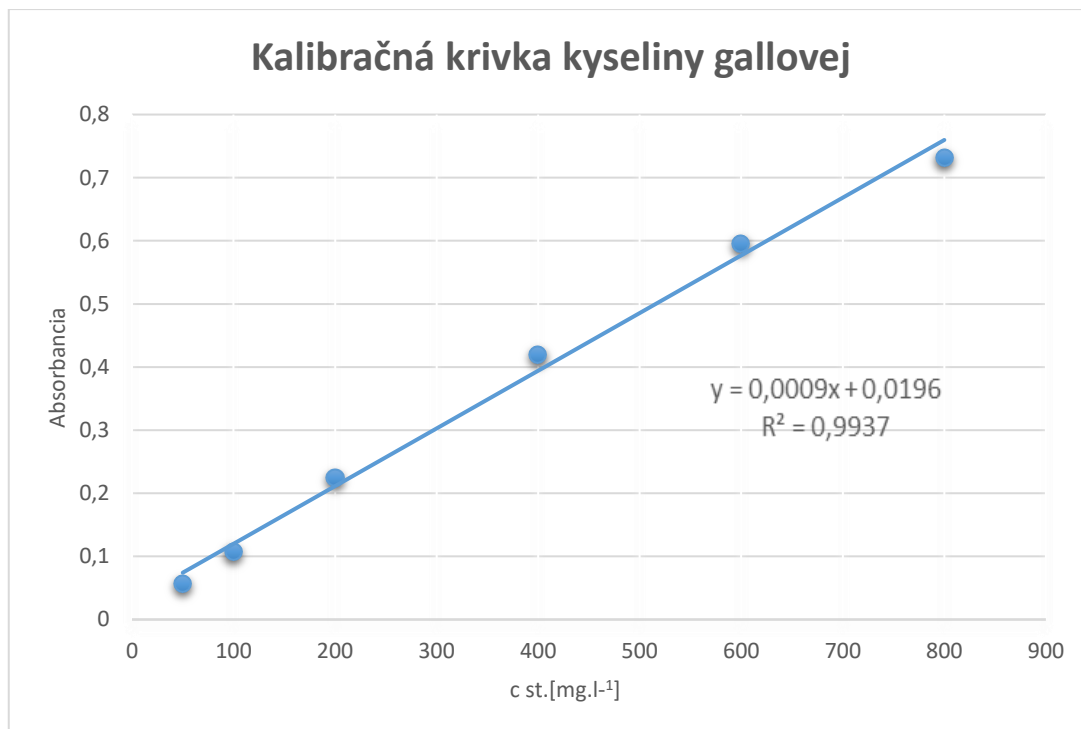
### 3.7 Stanovenie celkového obsahu polyfenolov metódou FOLIN-CIOCALTEU

Ako kalibračný štandard bolo pre stanovenie obsahu celkových polyfenolov použitá kalibračná krivka roztoku kyseliny gallovej.

Obsah celových polyfenolov bola stanovená spektrofotometricky ako je znázornené v kapitole 2.2.3. Bolo pozorované vplyv jednotlivých odrôd na obsah celkových polyfenolov.

Kalibračná krivka kyseliny gallovej znázornená v graf č.3.

Graf 3 Kalibračná krivka krivky gallovej



Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania v roku 2019 sú znázornené v tab. č 7.

Tab. 7 Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy v roku 2019

| 2019                                            |                             |                             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Aritmetický priemer ± štandardná odchýlka (n=6) |                             |                             |
| Odroda                                          | TPC1 na začiatku stanovenia | TPC2 po mesiaci skladovania |
| Ludowitz                                        | 2,137±0,249                 | 2,619±0,257                 |
| EQ 34                                           | 2,265±0,289                 | 3,344±0,345                 |
| Turuncuskaja                                    | 3,141±0,061                 | 2,915±0,087                 |
| Muskatnaja                                      | 2,879±0,273                 | 2,547±0,097                 |
| Triumph                                         | 1,615±0,041                 | 2,396±0,040                 |
| Aurelia menšia                                  | 4,330±0,023                 | 1,850±0,541                 |
| Aurelia väčšia                                  | 1,460±0,029                 | -                           |
| Adamsova                                        | 2,719±0,696                 | 1,154±0,129                 |
| Sofranii                                        | 3,744±0,284                 | 1,957±0,678                 |
| Hruškovitá                                      | 3,872±0,243                 | 2,481±0,076                 |
| Portugalská                                     | 2,397±0,368                 | 1,092±0,101                 |
| SOB                                             | 1,820±0,078                 | 1,382±0,200                 |
| Vranja                                          | 3,643±0,373                 | 1,976±0,138                 |
| Krymská                                         | 1,617±0,125                 | 2,476±0,177                 |
| Bencikli                                        | 1,363±0,149                 | 1,647±0,294                 |
| Radonia                                         | 2,815±0,088                 | 1,680±0,132                 |
| Cydora                                          | 1,823±0,162                 | 1,437±0,299                 |
| Turkey                                          | 2,178±0,730                 | 1,952±0,086                 |
| Konštantinopolska                               | 1,095±0,129                 | 1,469±0,098                 |
| Pinter                                          | 1,314±0,054                 | 1,413±0,091                 |
| Ispoliskaja                                     | 1,547±0,150                 | 1,771±0,264                 |
| Champion                                        | -                           | 2,849±0,224                 |



Tab. 8 Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy v roku 2022

| 2022                                            |                             |                             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Aritmetický priemer ± štandardná odchýlka (n=6) |                             |                             |
| Odroda                                          | TPC1 na začiatku stanovenia | TPC2 po mesiaci skladovania |
| Portugalská                                     | 5,487±0,214                 | 4,824±0,184                 |
| Bencikli                                        | 3,463±1,020                 | 2,860±0,165                 |
| Radonia                                         | 5,247±0,107                 | 4,386±0,122                 |
| Triumph                                         | 2,791±0,040                 | 3,273±0,188                 |
| Ispoliskaja                                     | 2,919±0,112                 | 2,515±0,127                 |
| Cydora                                          | 1,675±0,169                 | 2,367±0,012                 |
| Sofranii                                        | 2,549±0,026                 | 1,762±0,074                 |
| Aurelia väčšia                                  | 2,896±0,612                 | 3,652±0,044                 |
| Muskatnaja                                      | 4,016±0,484                 | 4,467±0,552                 |
| Adamsova                                        | 6,715±0,263                 | 3,265±0,428                 |
| EQ 34                                           | 5,949±0,275                 | 4,600±0,230                 |
| Turkey                                          | 4,372±0,303                 | 3,228±0,070                 |
| Ludowitz                                        | 3,965±2,203                 | 3,540±0,207                 |
| Pear shaped                                     | 3,647±0,389                 | 3,268±0,312                 |
| Konštantinopolská                               | 4,882±0,108                 | 2,919±0,204                 |
| Turuncuskaja                                    | 3,444±0,155                 | 3,770±0,195                 |
| Krymská                                         | 4,493±0,053                 | 3,272±0,067                 |
| Aurelia menšia                                  | 3,275±0,076                 | 3,056±0,392                 |
| Vranja                                          | 3,733±0,416                 | 5,190±0,051                 |
| Pinter                                          | 3,343±0,446                 | 3,832±0,421                 |
| Hruškovitá                                      | 4,960±0,295                 | 3,647±0,089                 |
| SOB                                             | 3,442±1,576                 | 3,930±0,610                 |

V tab. č. 7 môžete vidieť, že najvyšší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia pre rok 2019 obsahuje odroda Aurélie menšia s hodnotou 4,330 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesačnom skladovaní sa hodnota obsahu polyfenolov znížila na hodnotu 1,850 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia vykazovala odroda Konštantínopolská s hodnotou 1,095 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesiaci skladovania sa hodnota obsahu polyfenolov zvýšila na hodnotu 1,469 mg.g<sup>-1</sup>.

Najvyšší obsah polyfenolov po mesačnom stanovení vykazovala odroda EQ 34 3,344 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda EQ 34 nižší obsah polyfenolov s hodnotou 2,265 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižší obsah polyfenolov po mesačnom skladovaní vykazovala odroda Portugalská s hodnotou 1,092 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda

Portugalská vyšší obsah polyfenolov s hodnotou 2, 239 mg.g<sup>-1</sup>. To sa zhoduje s hodnotami antioxidačnej aktivity na začiatku a po mesiaci skladovania ako je zobrazené v tab. č 5, že najvyššia antioxidačná aktivita na začiatku stanovenia pre rok 2019 vykazovala odroda Aurélia menšia a to súhlasí s obsahom polefynolov, kde je zobrazené, že najvyšší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia tiež obsahovala Aurélia menšia. Tiež sa zhoduje, že najvyššia antioxidačná aktivita po mesiaci skladovania vykazovala odroda EQ 34 ako je zobrazené v tab. č 5, a to je totožné s obsahom polyfenolov, kde po mesiaci skladovania mala najvyšší obsah odroda EQ 34. Najnižšia antioxidačná aktivita vykazovala na začiatku stanovenia odroda Pinter a to sa stotožňuje s obsahom polyfenolov na začiatku stanovenia, kde ma najnižší obsah tiež odroda Pinter. Tiež sa stotožňuje najnižšia antioxidačná aktivita po mesiaci stanovenia s hodnotou obsahu polyfenolov, kde najnižší obsah polyfenolov vykazuje odroda Pinter. Podľa môjho názoru, táto zmena len potvrdzuje, že zníženie antioxidačnej aktivity koreluje s poklesom obsahu fenolov ako to opísali vo svojej práci Szychowski a kol. (2014). V tab. č. 8 môžete vidieť, že najvyšší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia pre rok 2022 obsahuje odroda Adamsova s hodnotou 6,715 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesačnom skladovaní sa hodnota obsahu polyfenolov znížila na hodnotu 3,265 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia vykazovala odroda Cydora s hodnotou 1,675 mg.g<sup>-1</sup>, ale po mesiaci skladovania sa hodnota obsahu polyfenolov zvýšila na hodnotu 2,367 mg.g<sup>-1</sup>. To môže súvisieť s tým, že došlo k predčasnému zberu plodov a dozrievania nastalo až pri skladovaní. Tiež došlo k uvoľňovaniu polyfenolov z bunkových štruktúr a tiež prebehla enzymatická reakcia.

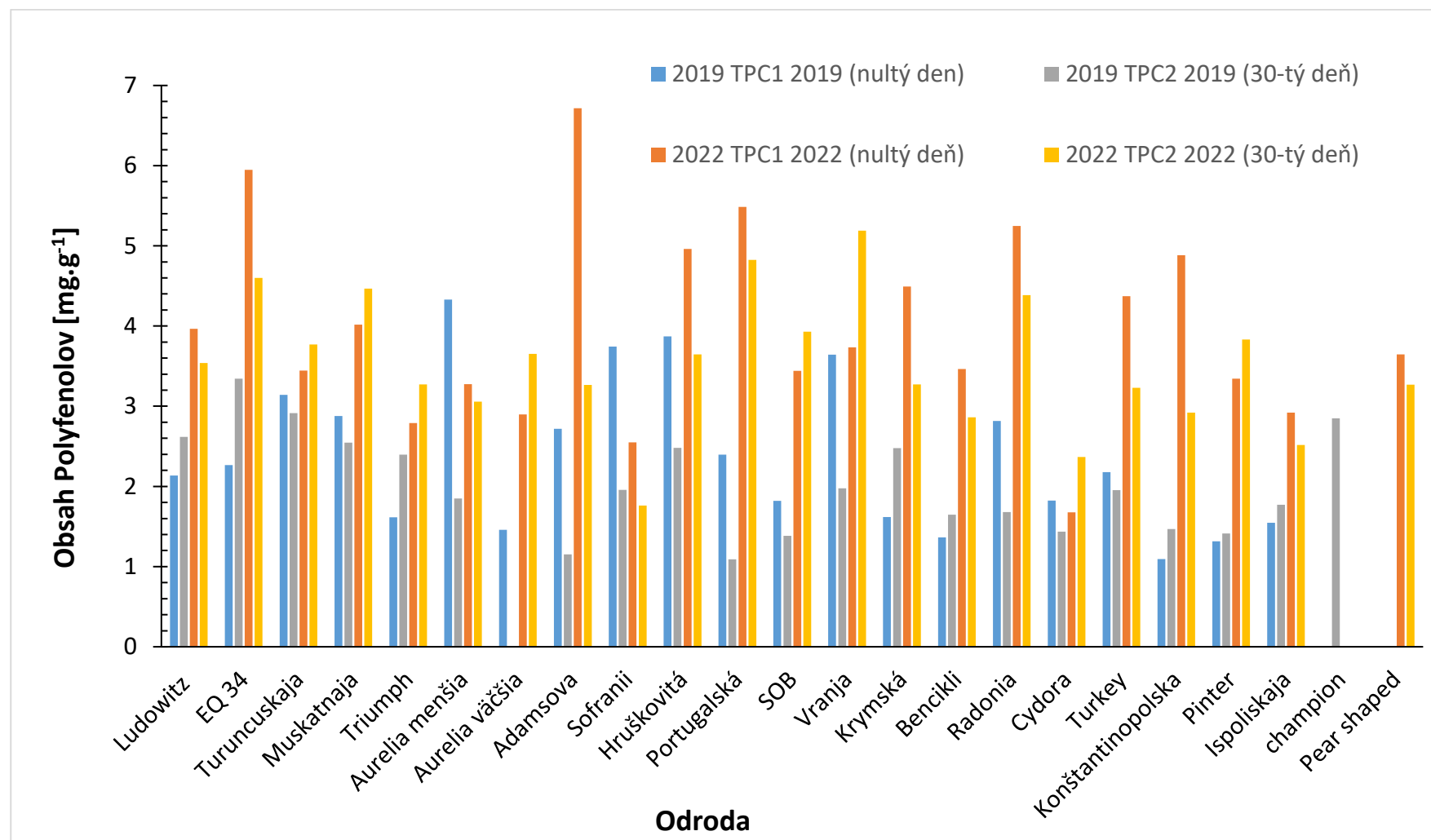
Najvyšší obsah polyfenolov po mesačnom stanovení vykazovala odroda Vranja s hodnotou 5,190 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda Vranja nižší obsah polyfenolov s hodnotou 3,733 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, najnižší obsah polyfenolov po mesačnom skladovaní vykazovala odroda Sofránia s hodnotou 1,762 mg.g<sup>-1</sup>, ale na začiatku stanovenia mala odroda Sofránia vyšší obsah polyfenolov s hodnotou 2,549 mg.g<sup>-1</sup>. Naopak, tak ako sa antioxidačná aktivita s obsahom polyfenolov zhodovala za rok 2019, za rok 2022 sa antioxidačná aktivita nezhodovala s obsahom polyfenolov. V tab. č. 6 je zobrazené, že najvyššia antioxidačná aktivita na začiatku stanovenia vykazuje odroda Sob, ale naopak, najvyšší obsah polyfenolov na začiatku stanovenia vykazuje odroda Adamsova. Najvyšší obsah antioxidačnej aktivity po mesiaci stanovenia vykazovala odroda Bencikli, ale najvyšší obsah polyfenolov po mesiaci vykazovala odroda Vranja. Zase najnižšiu antioxidačnú aktivitu na začiatku stanovenia vykazovala odroda Pinter, ale najnižší obsah polyfenolov na

začiatku stanovenia obsahovala odroda Cydora. Najnižšia antioxidačná aktivita po mesiaci skladovania vykazovala odroda Hruškovitá, ale to sa nezhoduje s obsahom polyfenolov, kde najnižší obsah polyfenolov po mesiaci skladovania vykazovala odroda Sofránia. Podľa práce Wolfe a kol. (2003) je obsah polyfenolov hlavne ovplyvnený zrelosťou, odrodou ovocia a tiež podľa výrobného procesu. Tak ako som už spomínala vyššie pri hodnotení antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesačnom skladovaní, môžem len potvrdiť, že táto zmena celkového obsahu polyfenolov súvisí so zmenou antioxidačnej aktivity ako to opísali vo svojej práci Szychowski a kol. (2014).

Wojdy a kol. (2014) vo svojej práci pozorovali pokles polyfenolov najmä v prokyanidínoch pri výrobe dulových džúsov počas 6 mesiacov skladovania pri 4 °C. Šťavy vyrobené z kultivarov dule: „Akademiczeskaja“, „Kaszczenko 18“, „Portugesica“ a „Uspiech“ sa vyznačovali menšou degradáciou zloženia flavan3-olu, najmä polymérnych prokyanidínov v porovnaní s ostatnými šťavami. Pravdepodobne sa tieto prokyanidíny naviazali na makromolekuly, ako sú bielkoviny, a počas skladovania vytvorili komplex. Wojdy a kol. (2014) vo svojom výskume tiež stanovovali zmenu polyfenolov počas 6 mesiacov skladovania dule pri 4 °C a 30 °C. Bola pozorovaná výrazná zmena v obsahu polyfenolov, najmä v prokyanidínoch. Po skladovaní obsah celkových polyfenolov postupne klesala vo všetkých džúsoch z dule. Tiež totožné výsledky boli pozorované vo výskume Wojdylo, Figiel a kol. (2002), kde boli pozorované sušené višne a výrobky z čučoriedok. Zistili, že obsah prokyanidínu pri skladovaní pri teplote 4 °C bol vyšší ako pred skladovaním. Podobný efekt bol predtým pozorovaný Oszmianskim a Wojdylom (2009), kde výsledkom 9-mesačného skladovania koncentrátov jablčnej šťavy pri 25 °C bola degradácia hydroxycinamátov, degradácia flavonolov a úplná strata prokyanidínov. Emel Yilmaz a Feryal Karadenis (2014) vo svojej práci stanovovali nektáre dule. Vzorky sa skladovali pri 5, 20, 30 a 40 °C počas 9 mesiacov a všetky analýzy sa uskutočňovali každý mesiac v dvoch opakovaniach. Na stanovenie celkového obsahu fenolov (TPC) dulového nektáru sa použila Folin-Ciocalteuova metóda. Bolo pozorované, že maximálny pokles v TPC sa vyskytlo pri 40 °C, čo naznačuje, že pri vyšších teplotách je rozklad fenolov výraznejší. Piljac-Zegarac a kol. (2009) vo svojej práci zistili, že počas mrazeného skladovania tmavo sfarbené ovocné dulové šťavy došlo k zvýšeniu TPC pri prvom skladovaní ktoré prebiehalo 13 dní, potom po 20 dňoch došlo k zníženiu TPC, ale na konci skladovania, ktoré bolo 29 deň došlo k výraznému zvýšeniu TPC. Ako už bolo spomenuté vyššie, že za zvýšenie TPC stojí

predčasný zber plodov a dozrievanie v sklade a tiež uvoľňovanie polyfenolov z bunkových štruktúr. Klimczak a spol. (2007) uviedli, že TPC z pomarančového džúsu sa znížil po 4 mesiacoch skladovania, po čom nasledoval výrazný nárast v nasledujúcich 2 mesiacoch. Myslím si, že pokles TPC bol spôsobený najmä tým, že fenolové zlúčeniny boli oxidované alebo polymerizované počas spracovania a skladovania ako to opísal vo svojej práci Wang a kol. (2020).

Na graf. č 4 je zobrazený vplyv celkového obsahu polyfenolov na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 a pre rok 2022. Môžete vidieť významné rozdiely obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia za rok 2022 a po mesiaci skladovania bol výrazný pokles obsahu polyfenolov. Zase naopak, na začiatku stanovenia za rok 2019 bol u niektorých odrôd nižší obsah polyfenolov ako po mesiaci skladovania.



Graf 4 Vplyv celkového obsahu polyfenolov na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 a pre rok 2022

Ako môžete vidieť v tab. č 9, kde sú zobrazené hodnoty korelačného koeficientu, ktorý zobrazuje, či daný obsah polyfenolov koreluje s antioxidačnou aktivitou. Bolo zistené, že pre rok 2019 polyfenoly TPC1 na začiatku stanovenia korelujú s hodnotou antioxidačnej aktivity DPPH1 a tiež obsah polyfenolov TPC2 po mesačnom skladovaní koreluje s antioxidačnou aktivitou DPPH2 aj po mesačnom skladovaní. Naopak v roku 2022 obsah polyfenolov TPC1 koreluje s antioxidačnou aktivitou DPPH1 veľmi málo, ale čo sa týka obsahu polyfenolov DPPH2 po mesiac skladovania, tak polyfenoly nekorelujú s antioxidačnou aktivitou DPPH2.

Tab. 9 Hodnoty korelačného koeficientu za rok 2019 a za rok 2022

| Korelačný koeficient |                    |                        |                    |                     |                    |                        |                    |
|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Začiatok stanovenia  |                    | Po mesiaci skladovania |                    | Začiatok stanovenia |                    | Po mesiaci skladovania |                    |
| <b>2019</b>          | DPPH1 <sup>a</sup> | <b>2019</b>            | DPPH2 <sup>b</sup> | <b>2022</b>         | DPPH1 <sup>c</sup> | <b>2022</b>            | DPPH2 <sup>d</sup> |
| TPC1                 | 0,730772773        | TPC2                   | 0,95819879         | TPC1                | 0,232701           | TPC2                   | -0,33981263        |

<sup>a</sup>DPPH1 znamená antioxidačná aktivita na začiatku stanovenia

<sup>b</sup>DPPH2 znamená antioxidačná aktivita po mesiaci stanovenia

<sup>c</sup>DPPH1 znamená celkový obsah polyfenolov na začiatku stanovenia

<sup>d</sup>DPPH1 znamená celkový obsah polyfenolov po mesiaci stanovenia

## ZÁVER

Diplomová práca sa zaoberala vplyvom antioxidantnej aktivity a obsahu polyfenolových látok na jednotlivé odrody dule. Antioxidanty sú označované ako zlúčeniny, kde ich molekuly obmedzujú aktivitu kyslíkatých radikálov a tým zabraňujú alebo prerušujú reťazové reakcie, ktoré boli vyvolané oxidačnými procesmi. K prirodzene sa vyskytujúcim antioxidantom v potravinách rastlinného pôvodu patria hlavne polyfenoly. Hlavné reakcie, ktoré ovplyvňujú hlavné vlastnosti sú enzymatické hnednutie polyfenolických zlúčenín a tiež neenzymatické hnednutie.

Na stanovenie antioxidantnej aktivity bola vybraná metóda, ktorej princípom je reakcia voľného radikálu DPPH• (1,1-difényl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) a na stanovenie obsahu celkových polyfenolov bola použitá modifikovaná fotometrická metóda s Folin-Ciocalteuovým činidlom (FC).

Z experimentálnej časti diplomovej práce som usúdila nasledujúce závery:

- Významné rozdiely antioxidantnej aktivity na začiatku stanovenia za rok 2019 a na začiatku stanovenia za rok 2022. Rok 2019 zobrazuje, že na začiatku stanovenia majú niektoré odrody dule výrazne vyššiu antioxidantnú aktivitu ako za rok 2022. To vykazuje, že antioxidantná aktivita je závislá tiež na odrode dule, ročníku, ale tiež zrelosťou odrôd dule.
- Celkový obsah polyfenolov za rok 2019 sa stotožňuje s antioxidantnou aktivitou jednotlivých odrôd za rovnaký rok 2019. To sa stotožňuje s tým, že antioxidantná aktivita koreluje s obsahom polyfenolov.
- Tiež bolo zistené, že niektoré odrody dule vykazovali vyšší obsah polyfenolov po mesiaci skladovania než na začiatku stanovenia. To môže súvisieť s tým, že došlo k predčasnemu zberu plodov a dozrievania nastalo až pri skladovaní. Tiež došlo k uvoľňovaniu polyfenolov z bunkových štruktúr a tiež prebehla enzymatická reakcia.
- Bolo tiež zistené, že pre rok 2019 polyfenoly TPC1 na začiatku stanovenia korelujú s hodnotou antioxidantnej aktivity DPPH1 a tiež obsah polyfenolov a TPC2 po mesačnom skladovaní koreluje s antioxidantnou aktivitou DPPH2 aj po mesačnom skladovaní. Naopak v roku 2022 obsah polyfenolov TPC1 koreluje s antioxidantnou aktivitou DPPH1 veľmi málo, ale čo sa týka obsahu polyfenolov DPPH2 po mesiaci skladovania, tak polyfenoly nekorelujú s antioxidantnou aktivitou DPPH2

Dula obecná predstavuje životne dôležitý zdroj prospešných látok pre zdravie, vďaka svojim antioxidantným a antimikrobiálnym vlastnostiam.



**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

Acikgoz C, I. (2011). Extraction and characterization of pectin obtained from Quince fruits (*Cydonia vulgaris pers*) grown in Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 23:149-152.

Alesiani, D., Canini, A., Dabrosca, B., Dellagrecia, M., Fiorentino, A., Mastellone, C., Monaco, P., Pacifico, S.(2010). Antioxidant and antiproliferative activities of phytochemicals from Quince (*Cydonia vulgaris*) peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 118, p. 199–207. ISSN: 1520-5118.

Arnsperger, I. (2002). *Rady naší babičky, Readers Digest Výběr s.r.o*, 416.

ASPLUND, K. (2002). Antioxidant vitamins in the prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Journal of Internal Medicine*, 2002, vol. 251, p. 372–392. ISSN:1365 2796.

Akhtar I, Rab A. (2015). Effect of fruit ripening stages on strawberry (*Fragaria × ananassa*. Duch) fruit quality for fresh consumption. *Journal of Agricultural Research* 53(3):43-424.

Ayfer, M., Köksal, A., Çelik, M., Kaynak, L. and Türk, R. (1983). Researches on the cold storage conditions of the quince. *Türkiyede bahçe ürünlerinin depolanması, pazara hazırlanması ve taşınması simpozyumu. TÜBİTAK*, 48–57.

Baroni MV, Gastaminza J, Podio NS, Lingua MS, Wunderlin DA, Rovasio JL, Ribotta PD (2018). Changes in the antioxidant properties of quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller) during jam production at industrial scale. *Journal of Food Quality* 2018:1-9.

Bartels, A. a kol. (2000). *Bertelsmannův zahradní lexikon* 3.1. vyd. Praha: Euromedia Group k. s. 160 s. ISBN: 80-242-0303-0.

Blažek, J. *Ovocnictví*, 1st ed.; Květ: Praha, 1998.

Burda S, Oleszek W, Lee CY. (1990). Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J Agric Food Chem* 38:945–48

Blanda, G., Rodriguez-roque, M., Comandini, P., Flores-Cordova, M., Salas-Salazar, N., Cruz-Alvarez, O., (2020). Phenolic profile and physicochemical characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill) fruits at different maturity index. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2306–2315.

Borazan AA, Acikgoz C (2017). Effect of quince variety on the quality of pectin: Chemical composition and characterization. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical a Biological Sciences* 7(4):393-400.

Buňka F., Novák V., Kadidlová H. (2006). *Ekonomika výživy a výživová politika I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 159 s. ISBN: 80-7318-429-X.

CABI Crop Protection Compendium. (2010). *Cydonia oblonga* (quince) datasheet. Available at: <http://www.cabi.org/cpc/datasheet/17341>. [Accessed 02 April 15]. Paid subscription required. Eames-Sheavly, M. (2003). *Minor fruits*. Cornell University. Available at: <http://www.gardening.cornell.edu/fruit/homefruit/11minorfruit.pdf>.

Crawford, M.: *Quince: Cydonia* [online]. [cit.2023-03-15]. Dostupný z WWW: <http://www.agroforestry.co.uk/ansample.html>

Cheyrier, V. (2012). Phenolic compounds: From plants to foods. *Phytochemistry Reviews* 11(2-3):153-177.

Costa, R.M., Magalhães, A.S., Pereira, J.A., Andrade, P.B., Valentão, P., Carvalho, M., Silva, B.M., (2009): Evaluation of free radical-scavenging and antihemolytic activities of quince (*Cydonia oblonga*) leaf: a comparative study with green tea (*Camellia sinensis*). *Food and Chemical toxicology* 47, 860–865.

Gharras H (2009). Polyphenols: Food sources, properties and applications - a review. *International Journal of Food Science & Technology* 44(12):2512-2518.

Gunes NT. 2007. Ripening regulation during storage in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. *Acta Horti* 796:191–96

Dlouhá, J., Richter, M., Valíček, P. (1997). *Ovoce* 1 vyd. Praha: Aventinum. 223

Dolejší, A., Kott, V., Šenk, L. (1991). *Méně známé ovoce*. 1. vyd. Praha: Brázda. 152.

Famiani F, Battistelli A, Moscatello S, Cruz-Castillo JG, Walker RP (2015). The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits: Occurrence, metabolism and factors affecting their contents-a review. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 21(2):97-128.

Fattouch, S., Caboni, P., Coronea, V., Tuberoso, C. I. G., Angioni, A., Dessi, S., a kol. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Mill.) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 963–969.

Fytochemikálie, 2023. BEZPEČNOST POTRAVIN.

<https://bezpecnostpotravin.cz/termin/fytochemikalie/> (citovane May 05, 2023).

Ferreres, F., Silva, B. M., Andrade, P. B., Seabra, R. M., Ferreira, M. A. (2003). Approach to the study of C-glycosyl flavones by Ion Trap HPLC-PAD-ESI/MS/MS: application to seeds of quince (*Cydonia oblonga*). *Phytochemistry Analysis*, 14, 352–359

Fiorentino, A., DOAbrosca, B., Pacifico, S., Mastellone, C., Piscopo, V., Caputo, R., Monaco, P., (2008). Isolation and structure elucidation of antioxidant polyphenols from quince (*Cydonia vulgaris*) peels. *J. Agric. Food Chem.* 56, 2660–2667.

Freundeskreis botanischer garten aachen e. V.: *Cydonia oblonga* [online]. [cit.2023-03-21].

Dostupný z WWW: <http://biozac.de/biozac/capvil/Cvcydon.htm>

Gunes, N. (2008). Ripening regulation during storage in quince (*cydonia oblonga* mill.) fruit. *Acta Horticulturae*, 796 (796), 191–196.

Hamauzu, Y., Yasui, H., Inno, T., Kume, Ch., Omanyuda, M. (2005). Phenolic profile, antioxidant property, and anti-influenza viral activity of Chinese quince (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.), quince (*Cydonia oblonga* Mill.), and apple (*Malus domestica* Mill.) fruits. *Medline, Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Volume 53, Issue 4, February 23, 2005, Pages 928-934. 20.

Hamauzu, Y., Nakamura, K., Ooji, Y. (2012). Long-time heating improves the functionality of chinese quince and quince fruit products. *Acta Horticulturae*, 939, 345–351.

Hričovský a Rezníček, 2003, - Jablone a hrušky, dule, mišpule, I. Hričovský V. Rezníček J. Sus, Nakladatel- Příroda 2003, 104 strán ISBN 8007112227, 2003

Kay, C.D.; Hooper, L.; Kroon, P.A.; Rimm, E.B.; Cassidy, A. Relative impact of flavonoid composition, dose and structure on vascular function: A systematic review of randomised controlled trials of flavonoid-rich food products. *Mol. Nutr. Food Res.* 2012, 56, 1605–1616

Kvikliene N, Kviklys D, Viskelis P (2006). Changes in fruit quality during ripening and storage in the apple cultivar 'Aukasis'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14:195-202.

Lai, H.T.M.; Threapleton, D.E.; Day, A.J.; Williamson, G.; Cade, J.E.; Burley, V.J. Fruit intake and cardiovascular disease mortality in the UK Women's Cohort Study. *Eur. J. Epidemiol.* 2015, 30, 1035–1048.

KOPEC, K. Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. 1. vyd. Praha: ÚZPI. 1998. 72 s. ISBN: 80-86153-64-9.

Maghsoudlou Y, Ghajari MA, Tavasoli S (2019). Effects of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of quince fruit and its tisane's sensory properties. *Journal of Food Science and Technology* 56(5):2365-2372.

Milic, D., Veljko, V., Sredojević, Z. (2010). Production characteristics and economic aspects of quince production. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 14(1), 36–39.

Mlčoch, Z. Kdouloň, kdoule - účinky na zdraví, co léčí, použití, užívání, využití, pěstování, rozmnožování, přezimování, 2018. bylinky pro všechny. <https://www.bylinkyprovsechny.cz/byliny-kere-stromy/stromy/1945-kdoulon-kdoule-ucinky-na-zdravi-co-leci-pouziti-uzivani-vyuziti-pestovani-prezimovani> (cit. March 23, 12).

Moradi, S. M.; Koushesh Sab, M.; Abdollahi, H. (2016). Antioxidant Bioactive Compounds Changes in Fruit of Quince Genotypes Over Cold Storage. *Journal of Food science* 2016, 81 (7), 1750–3841.

Muzykiewicz, A.; Zielonka-Brzezicka, J.; Klimowicz, A. Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) as a useful source of antioxidants – antioxidant activity evaluation. *Sciendo* 2018, 64, 4.

Naf, R., Velluz, A., Decorzant, R., Naf, F. (1991). Structure and synthesis of two novel ionone-type compounds identified in quince brandy (*Cydonia oblonga* Mill.). *Tetrahedron Letters*, 32, 753–756.

NOVÁK V., BUŇKA F. Základy ekonomiky výživy. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005. 119 s. ISBN: 80-7318-262-9.

Ogawa JM, English H. (1991). Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops. Oakland, CA: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3345

Oliveira, A. P., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentão, P., Seabra, R. M., Silva, B. M. (2007). Phenolic profile of *Cydonia oblonga* Miller leaf. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7926–7930.

Paulus, R. Kdoule, (2023). Miluji vaření. <http://www.milujivareni.cz/zboziznalstvi/1277-kdoule> (cit. March 23, 12).

Pasqualone A, Delvecchio LN, Mangini G, Taranto F, Blanco A (2014). Variability of total soluble phenolic compounds and antioxidant activity in a collection of tetraploid wheat. *Agricultural and Food Science* 23(4):307-316.

Rasheed, M., Hussain, I., Rafiq, S., Hayat, I., Qayyum, A., Ishaq, S., et al. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of quince fruit pulp collected from different locations. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2320–2327.

Řezníček, V., Salaš, P. Využití genofondu méně známých druhů ovocných dřevin, Praha: Česká akademie zemědělských věd, 2002

Rop, O., Balík, J., Řezníček, V., Juříková, T., Škardová, P., Salaš, P., a kol. (2011). Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(No. 1), 65–73.

Rossi, M.; Rosato, V.; Bosetti, C.; Lagiou, P.; Parpinel, M.; Bertuccio, P.(2010); Negri, E.; La Vecchia, C. Flavonoids, proanthocyanidins, and the risk of stomach cancer. *Cancer Causes Control*, 21, 1597–1604.

Rios de Souza V, Aparecida Pimenta Pereira P, Carla Marques Pinheiro A, Carlos de Oliveira Lima L, Pio R, Queiroz F. (2014). Analysis of the subtropical blackberry cultivar potential in jelly processing. *Journal of Food Science* 79(9):1776-S1781.

Salta J, Martins A, Santos RG, Neng NR, Nogueira JM, Justino J, Rauter AP. (2010). Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars - A comparative study. *J Funct Foods* 2:153–57

Schirmer, M. (2000) *Die Quitte*, 1st ed.; Eine fast veressene: Eching bei Munchen: IGV-verlag, 413,

Silva, B. M.; Andrade, P. B.; Mendes, G. C.; Valenta~o, P.; Seabra, R. M.; Ferreira, M. A. (2000). Analysis of phenolic compounds in the evaluation of commercial quince jam authenticity. *J. Agric. Food Chem.* 48, 2853-2857

Silva, B. M.; Andrade, P. B.; Seabra, R. M.; Ferreira, M. A.(2001). Determination of selected phenolic compounds in quince jams by solid-phase extraction and HPLC. *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.* 24 (18), 2861-2872

- Singal AG, Yopp A, Skinner CS, Packer M, Lee WM, Tiro JA (2012). Utilization of hepatocellular carcinoma surveillance among American patients: A systematic review. *Journal of General Internal Medicine* 27(7):861-867.
- Silva, B., Andrade, P., Ferreres, F., Domingues, A., Seabra, R., Ferreira, M. (2002). Phenolic profile of quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller) (pulp and peel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16): 4615–4618.
- Silva, B. M., Casal, S., Andrade, P. B., Seabra, R. M., Oliveira, M. B., Ferreira, M. A. (2003). Development and evaluation of a GC/ FID method for the analysis of free amino acids in quince fruit and jam. *Analytical Sciences*, 19, 1285–1290
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Valentao, P., Ferreres, F., Seabra, R. M., Ferreira, M. A. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4405–4712.
- Silva, B. M., Casal, S., Andrade, P. B., Seabra, R. M., Oliveira, M. B., Ferreira, M. A. (2004). Free amino acid composition of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp and peel) and jam. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1201–1206
- Sharma, R.; Joshi, V.K.; Rana, J.C. (2011). Nutritional composition and processed products of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Indian J. Nat. Prod. Resour*, 2, 354–357
- Schirmer, M. (2000). *Die Quitte eine fast vergessene Obstart* (pp. 9–33). Munchen: IHW Verlag.
- Stojanović BT, Mitić SS, Stojanović GS, Mitić MN, Kostić DA, Paunović DĐ, Arsic BB, Pavlović, AN (2017). Phenolic profiles and metal ions analyses of pulp and peel of fruits and seeds of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Food Chemistry* 232, 466-475.
- Tuna-Gunes, N. and Koksal, A.I. (2005). Ethylene biosynthesis of quince during storage. *Acta Hort.* 682:177–184.
- Yilmaz, E.; Karadeniz, F. (2014). Effect of storage on the bioactive compounds and antioxidant activity of quince nectar. *International Journal of Food Science a Technology*, 49, 718–725.
- Zhang, M.; Wang, Z.; Mao, Y.; Hu, Y.; Yanga, L.; Wang, Y.; Zhang, L.; Shen, X. (2019). Effects of quince pollen pollination on fruit qualities and phenolic substance contents of apples, *Scientia Horticulturae*.

Wedick, N.M.; Pan, A.; Cassidy, A.; Rimm, E.B.; Sampson, L.; Rosner, B.; Willett, W.; Hu, F.B.; Sun, Q.; van Dam, R.M. (2012). Dietary flavonoid intakes and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 95, 925–933

Wolfe, K., Wu, X., Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 609–614.

Wojdyło, A., Oszmianski, J., Bielicki, P. (2013). Polyphenolic composition, antioxidant activity, and polyphenol oxidase (PPO) activity of quince (*Cydonia oblonga* Miller) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(11), 2762–2772.

Wojdyło, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P., Oszmian' ski, J. (in press). Effect of convective and vacuum–microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant capacity of sour cherries. *Food Bioprocess Technology*

Wojdyło, A., Teleszko, M., Oszmianski, J. (2014). Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. *Food Chemistry*, 152, 261–270.

**ZOZNAM POUŽITÝCH ZKRATIEK**

TSS celkové rozpustné pevné látky

PPO polyfenoloxidáza

POX peroxidáza

SOD superoxiddismutáza

TAA antioxidačná aktivita

AA askorbová kyselina

PP celkový obsah polyfenolov

HMF hydroxymetylfurfural

DPPH1 antioxidačná aktivita na začiatku stanovenia

DPPH2 antioxidačná aktivita po mesiaci skladovania

TPC1 obsah polyfenolov na začiatku stanovenia

TPC2 obsah polyfenolov po mesiaci skladovania



## ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV

mg.g<sup>-1</sup> miligram/gram

A absorbancia

m meter

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1 Dula hrušková.....                                                                                                                                                                                                                       | 12 |
| Obr. 2 Dula jablková.....                                                                                                                                                                                                                       | 12 |
| Obr. 3 Zhnednutie dužiny v plodoch dule „Esme“ (A). Prvé pozorovanie na plodoch skladovaných pri $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ v polovici decembra (B). Vonkajší vzhľad plodov s hnednutím dužiny na konci januára (Gunes, N., 2008). .....          | 21 |
| Obr. 4 Vzhľad ovocia na konci 6-mesačného obdobia skladovania pri $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; Kultivar „Ekmek“ (A), (B) kontroly, (C, D) kultivar „Esme“ ošetrený horúcou vodou pri $50^{\circ}\text{C}$ počas 5 minút. (Gunes, N., 2008). ..... | 22 |
| <br>                                                                                                                                                                                                                                            |    |
| Graf 1 Kalibračná krivka kyseliny askorbovej .....                                                                                                                                                                                              | 33 |
| Graf 2 Vplyv antioxidačnej aktivity na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 a pre rok 2022 .....                                                                                                 | 38 |
| Graf 3 Kalibračná krivka krivky gallovej .....                                                                                                                                                                                                  | 39 |
| Graf 4 Vplyv celkového obsahu polyfenolov na jednotlivé odrody dule na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania pre rok 2019 a pre rok 2022.....                                                                                            | 45 |

**ZOZNAM TABULIEK**

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 Nutričné zloženie dudy (Kopec, 1998).....                                                                                                | 13 |
| Tab. 2 Prehľad niektorých bioaktívnych látok.....                                                                                               | 18 |
| Tab. 3 Charakteristika jednotlivých odrôd v roku 2019 .....                                                                                     | 29 |
| Tab. 4 Charakteristika jednotlivých odrôd v roku 2022 .....                                                                                     | 30 |
| Tab. 5 Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy pre rok 2019 .....      | 34 |
| Tab. 6 Priemerné hodnoty antioxidačnej aktivity na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy pre rok 2022. ....      | 35 |
| Tab. 7 Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy v roku 2019 ..... | 40 |
| Tab. 8 Priemerné hodnoty celkového obsahu polyfenolov na začiatku stanovenia a po mesiaci skladovania jednotlivých odrôd dudy v roku 2022 ..... | 41 |
| Tab. 9 Hodnoty korelačného koeficientu za rok 2019 a za rok 2022 .....                                                                          | 46 |

