

# **Paskalizace ovocných a zeleninových šťáv**

Barbora Bolková, DiS.

---

Bakalářská práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora Bolková, DiS.**  
Osobní číslo: **T120034**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin – specializace  
Technologie mléka a mléčných výrobků**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Paskalizace ovocných a zeleninových šťáv**

Zásady pro vypracování:

1. Ovoce a zelenina jako surovina.
2. Legislativní předpisy ve výrobě a distribuci ovocných a zeleninových šťáv.
3. Procesy inaktivace mikroorganismů v nápojovém průmyslu.
4. Enzymatické změny při výrobě ovocno-zeleninových šťáv.
5. Využití technologie paskalizace.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] KADLEC, P.; MELZUCH, K.; VOLDŘICH, M. Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výroby; VŠCHT: Praha, 2012.
- [2] KADLEC, P. Procesy potravinářských a biochemických výroby; VŠCHT: Praha, 2003.
- [3] LEDVARD, D.; JOHNSTON, D.; EARNSHAW, R.; HASTING, A. High Pressure Processing of Foods, 1st ed.; Nottingham University Press: Nottingham, 1995.
- [4] RUŽBARSKÝ, J.; GRODA, B.; JECH, J.; SOSNOWSKI, S.; et al. Potravinářská technika, 1st ed.; Fakulta výrobných technologií: Prešov, 2005.
- [5] HENDRICKX, M.; KNORR, D.; Ultra High Pressure Treatments of Foods, 1st ed.; Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, 2001.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **9. ledna 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2015**

Ve Zlíně dne 14. ledna 2015

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



  
doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 30.4.2015



.....

<sup>21</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>22</sup> 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>23</sup> 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zpracována pouze na teoretické úrovni. Obsahuje informace o technologicky významných odrůdách ovoce a zeleniny, které jsou vhodné pro výrobu ovocných a zeleninových šťáv. Podstatná část práce je věnována technologii paskalizace a jejího vlivu na nutričně významné látky ovoce a zeleniny. Dále je zdůrazněna podstata paskalizace a její výhody oproti pasteraci jako konvenčnímu způsobu ošetření ovocných a zeleninových šťáv.

Klíčová slova: ovoce, zelenina, šťávy, paskalizace, pasterace, nutričně významné látky

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis is prepared only on a theoretical level. It contains information about the technologically important varieties of fruits and vegetables, which are suitable for the production of fruit and vegetable juices. A significant part of the work is related to the technology of pascalization and its influence on the nutritionally important substances of fruits and vegetables. Furthermore, it is emphasized pascalization process and its advantages, compared to conventional pasteurization method of fruit and vegetable juices.

Keywords: fruits, vegetables, juices, pascalization, pasteurization, nutritionally important substances

Ráda bych poděkovala všem, kteří mne podporovali během vytváření mé bakalářské práce. Především děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D., za odborné vedení při zpracování práce a poskytování cenných rad.

Chtěla bych také poděkovat Ing. Milanovi Houškovi z Výzkumného ústavu potravinářského v Praze za poskytnutí velkého množství odborné literatury a neméně za jeho cenné zkušenosti z dlouholeté praxe.

Další poděkování patří mému nadřízenému ze zaměstnání RNDr. Petrovi Pravdovi za podnětné rady, poskytnutí odborných článků a především za podporu po celou dobu studia.

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

Ve Zlíně

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 OVOCE A ZELENINA</b> .....	<b>11</b>
1.1 OVOCE .....	11
1.1.1 Ovoce jádrové (jádroviny) .....	13
1.1.1.1 Plody jabloně (rod <i>Malus</i> ) .....	13
1.1.1.2 Plody hrušně domácí ( <i>Pyrus domestica</i> ) .....	14
1.1.2 Hrozny révy vinné.....	15
1.1.3 Cizokrajné ovoce.....	15
1.1.3.1 Pomeranč .....	15
1.1.4 Průmyslově významné charakteristiky jednotlivých druhů ovoce mající vliv při jejich zpracování.....	18
1.2 ZELENINA.....	20
1.2.1 Košťálová zelenina.....	21
1.2.1.1 Zelí hlávkové ( <i>Brassica oleracea var. capitata</i> ) .....	21
1.2.2 Kořenová zelenina.....	22
1.2.2.1 Mrkev ( <i>Daucus carota</i> ) .....	22
1.2.2.2 Celer ( <i>Apium graveolens</i> ) .....	23
1.2.2.3 Červená řepa salátová ( <i>Beta vulgaris var. conditiva</i> ).....	23
1.3 POŽADAVKY NA JAKOST OVOCE A ZELENINY.....	23
1.4 VÝZNAM VE VÝŽIVĚ A DOPORUČENÍ PRO SPOTŘEBITELE .....	24
1.5 PŘEDBĚŽNÉ OPERACE OVOCE A ZELENINY.....	25
1.5.1 Praní .....	25
1.5.2 Čištění .....	27
1.5.3 Třídění ovoce a zeleniny .....	28
1.5.4 Drcení, pasírování, lisování, mletí a homogenizace.....	28
<b>2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY PŘI VÝROBĚ A DISTRIBUCI OVOCNÝCH A ZELENINOVÝCH ŠŤÁV</b> .....	<b>32</b>
2.1 OZNAČOVÁNÍ .....	33
2.2 POŽADAVKY NA JAKOST A SMYSLOVÉ POŽADAVKY .....	33
2.3 TECHNOLOGICKÉ POŽADAVKY .....	34
<b>3 PROCESY INAKTIVACE MIKROORGANIZMŮ V NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU</b> .....	<b>35</b>
3.1 CHEMICKÉ OŠETŘENÍ – POUŽITÍ KONZERVAČNÍCH LÁTEK.....	36
3.2 TEPelné ošetření - PASTERACE.....	37
3.3 OŠETŘENÍ VYSOKÝM HYDROSTATICKÝM TLAKEM - PASKALIZACE .....	37
3.3.1 Paskalizace ovocných a zeleninových šťáv .....	39
3.3.1.1 Bezpečnost potravin a trvanlivost výrobků .....	39
<b>4 VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA VLASTNOSTI POTRAVIN</b> .....	<b>40</b>
4.1 PŮSOBNÍ TLAKU NA JEDNOTLIVÉ SLOŽKY POTRAVIN .....	40
4.1.1 Voda .....	40
4.1.2 Lipidy .....	41
4.1.3 Bílkoviny .....	42
4.1.4 Sacharidy .....	42



4.1.5	Vitaminy a jiné nutričně významné látky .....	43
4.2	VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA MIKROORGANIZMY .....	43
4.2.1	Prodloužení trvanlivosti u některých druhů ovocných šťáv.....	44
4.3	VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA SENZORICKÉ A NUTRIČNÍ VLASTNOSTI POTRAVIN .....	47
4.4	VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA ENZYMY A ENZYMOVÉ REAKCE .....	52
4.5	VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA POTRAVINÁŘSKY VÝZNAMNÉ REAKCE.....	54
<b>5</b>	<b>TECHNOLOGIE PASKALIZACE.....</b>	<b>55</b>
5.1	TECHNOLOGIE VÝROBY OVOCNÝCH A ZELENINOVÝCH ŠŤÁV HPP .....	56
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>

## ÚVOD

K prodlužování trvanlivosti potravin jsou běžně využívány procesy tepelného ošetření (pasterace, sterilace), mražení, snižování vodní aktivity, sušení, konzervace solí nebo cukrem, snížení hodnoty pH, přidávání chemických konzervačních látek (kyselina sorbová, kyselina benzoová, dimethyldikarbonát), mikrobiální filtrace, balení v ochranné atmosféře dusíku nebo oxidu uhličitého a další [1].

Méně známou, ale stále víc využívanou metodou prodlužující trvanlivost potravin se stává paskalizace, neboli ošetření vysokým hydrostatickým tlakem. Metoda se také někdy označuje jako vysokotlaká pasterace a řadí se tak proto mezi konzervační metody [1].

Vysoký tlak významně působí na redukci mikroorganismů přítomných v potravinách a v důsledku toho dochází k prodloužení jejich trvanlivosti při skladování. Paskalizací se bezpečně odstraní vegetativní formy mikroorganismů, vysoký tlak však není účinný na spory bakterií. Při následném dodržení chladírenského řetězce nedojde k vyklíčení spor, a proto se významně prodlužuje trvanlivost ošetřené potraviny [1, 2].

Uvedená metoda je vhodná především u potravin s vysokou nutriční hodnotou, mezi něž patří například ovoce a zelenina a výrobky z nich. Ovoce a zelenina obsahuje velké množství vitaminů i jiné výživově významné látky, které se paskalizací neničí. Vysoký tlak je také šetrný k senzorickým vlastnostem výrobků z ovoce a zeleniny. Ovocné a zeleninové šťávy si tak zachovávají svou přirozenou chuť i barvu [1, 2].

## 1 OVOCE A ZELENINA

Ovoce a zelenina patří mezi důležité a významné potravinářské komodity. Vzhledem k počtu druhů a rozmanitosti možného zpracování se jedná o velmi rozsáhlou oblast. Ovoce a zelenina se využívají jednak pro přímý konzum nebo představují surovinu pro velkou škálu potravinářských výrobků [3].

Obchod s čerstvým ovocem a zeleninou se řídí dle obchodních norem. Požadavky na čerstvé ovoce a zeleninu jsou popsány v nařízeních 1234/2007/ES a 543/2011/EU. Pro odvětví ovoce a zeleniny a odvětví výrobků z ovoce a zeleniny. V České republice tuto problematiku reguluje Vyhláška č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování [3].

### 1.1 Ovoce

Ovoce jsou jedlé plody a semena stromů, bylin a keřů. Čerstvým ovocem je ovoce uváděné do oběhu ihned po sklizni nebo po určité době skladování v původním stavu. Zpracovaným ovocem rozumíme produkty, jejichž typickou složku tvoří ovoce a které byly upraveny konzervováním. Výživová hodnota jednotlivých skupin se může lišit [4].

Ovoce lze dělit na několik základních skupin:

- jádrové – jablka, hrušky, kdoule, aronie, jeřabiny aj.
- peckové – švestky a slívy, broskve, nektarinky, meruňky, třešně a višně aj.
- bobulové – angrešt, rybíz, lesní plody aj.
- skořápkové – lískové ořechy, vlašské ořechy, jedlé kaštiny aj.
- plody tropů a subtropů (jižní, exotické ovoce) – různorodá skupina, do které zařazujeme všechny druhy pěstované v tropech a subtropech, např. ananas, citrusové ovoce, mango, banány, kiwi, avokádo, fíky aj.
- hrozny révy vinné [4].

Převládající složkou čerstvého ovoce je voda (70-90 %); skořápkové ovoce obsahuje jen 4-8 % vody. Ze základních nutrientů je ovoce zdrojem cukrů (5-15 %). Obsah bílkovin a tuku je zanedbatelný (výjimku tvoří skořápkové ovoce a některé druhy tropického a subtropického ovoce např. avokádo). Tuk obsažený v ořechách má vysoký obsah nenasycených mastných kyselin včetně esenciálních. Ovoce je bohatým zdrojem vitamínu C, některé druhy

i vitaminů B a karotenoidů, skořápkové ovoce vitaminu E, minerálních látek a různých látek ochranných, zejména přírodních antioxidantů [4].

Ovoce významně přispívá ke spotřebě vlákniny, především ve formě pektinu. Vysoká senzorická hodnota je dána přítomností řady těkavých aromatických látek (etherických olejů), cukrů, organických kyselin, látek hořkých a dalších [4].

Vláknina je tvořena celulórou, a proto je pro člověka nestravitelná, ale má velký vliv na správnou funkci trávení. Obsah celulózy závisí na druhu ovoce a také na stupni zralosti. Celulóza všeobecně ovlivňuje konzistenční vlastnosti ovoce. Pektiny jsou především v nezralém ovoci. Mají vliv na srdeční činnost a také na zažívání. Nejvíce pektinu (asi 1 %) je v jablkách, meruňkách, jahodách a angreštu. Průměrný obsah pektinu v ovoci je 0,2–0,6 % [4].

Chemické složení ovoce se může významně lišit mezi jednotlivými skupinami a také i mezi stejnými druhy ovoce. Obsah vitaminu C u různých druhů jablek se pohybuje mezi 0,5 - 40 mg/100 g. Rozdíly bývají i v obsahu minerálních látek [5].

Většina druhů ovoce obsahuje poměrně vysoký obsah draslíku a může kolísat v širším rozmezí i u stejného druhu (u jablek 500 - 2100 mg.kg<sup>-1</sup>, u třešní 800 - 2700 mg.kg<sup>-1</sup>). Nejvyšší obsah je u meruňek (1500 – 4800 mg.kg<sup>-1</sup>). U bobulového ovoce je významným zdrojem draslíku černý rybíz (2300 - 4400 mg.kg<sup>-1</sup>). Některé druhy ovoce jsou i poměrně dobrým zdrojem esenciálních stopových prvků, např. broskve meruňky a švestky obsahují kolem 20 mg.kg<sup>-1</sup> železa, černý rybíz až 28 mg.kg<sup>-1</sup>. Dobrým zdrojem manganu jsou borůvky. Obsahují 25 – 45 mg.kg<sup>-1</sup>, což je množství o jeden řád vyšší než u ostatních druhů ovoce. Obsah mědi bývá relativně vyrovnaný okolo 0,2 – 2,0 mg.kg<sup>-1</sup>, u švestek 1,0 – 3,0 mg.kg<sup>-1</sup> [5].

Zpracované ovoce dělíme do různých skupin: kompoty, džemy, marmelády, povidla, rosoly, klevely, ovocné protlaky, proslazené (kandované) ovoce, sušené ovoce, ovoce naložené v lihu a upravené chlazené čerstvé ovoce. Zpracováním ovoce se nutriční hodnota prakticky téměř vždy snižuje, především jde o ztrátu vitaminů (hlavně vitaminu C). Některé výrobky se však vitaminem C obohacují a pak je obsah vitaminu C ve výrobku vyšší než v původní surovině. U většiny výrobků se zvyšuje energetická hodnota přidávkem cukru a tak zvýšením sušiny. Z hlediska výživového by se mělo preferovat ovoce čerstvé před ovocem zpracovaným z důvodu obsahu nutričně důležitých látek. Významné složky jednotlivých druhů ovoce jsou uvedeny v Tabulce 1 [4].

Tabulka 1: Základní složení některých druhů ovoce [6].

Druh	Voda (%)	Bílkoviny (%)	Cukry (%)	Vláknina (%)
Ananas	84	0,5	12	1
Angrešt	90	1,1	3,4	3,2
Avokádo	52-79	4,2	1,8	2
Banány	71	1,1	1,2	3,4
Broskve	86	0,6	9,1	1,4
Brusinky	87	0,4	3,5	4,2
Fíky	85	1,3	9,5	2,5
Grepy	91	0,6	5,3	0,6
Hrozny	80	0,6	16	1
Hrušky	83	0,2	11	2
Jablka	84	0,2	12	2
Jahody	89	0,6	6,2	2,2
Liči	82	0,9	16	0,5
Mango	83	0,5	15,3	1,5
Meruňky	87	0,5	6,7	2,1
Ostružiny	82	1,2	6,4	7,3
Pomeranče	88	0,8	8,5	2
Rybíz, černý	77	0,9	6,6	8,7
Rybíz, červený	82	1,1	4,4	8,2
Rybíz, bílý	83	1,2	5,6	6,8
Švestky	79	0,5	9	2
Třešně	82	0,6	12	1,7

### 1.1.1 Ovoce jádrové (jádroviny)

Mezi jádrové ovoce řadíme plody stromů, které patří botanicky mezi růžovité rostliny. Semena jsou uzavřena v blanitém pouzdru (jádřinci) v dužnatém oplodí. Stromy vytvářejí nepravý plod (malvici), ten vzniká zdužnatěním různých částí květu. Mezi hlavní zástupce této skupiny patří jabloň a hrušeň [7].

#### 1.1.1.1 Plody jabloně (rod *Malus*)

Největší význam má jabloň domácí (*Malus domestica*). Její odrůdy se dělí podle doby zrání na letní, podzimní, raně zimní a pozdně zimní. U letních odrůd nastává konzumní zralost současně se zralostí sklizňovou. Přezralá jablka jsou technologicky hůře zpracovatelná kvůli moučnatění, ztrátě chuti, někdy i praskají a podléhají chorobám [7].

O textuře ovoce mají konzumenti přesnou představu. Z výsledků evropské studie vyplývá, že pokud má ovoce moučnou chuť, má to významný vliv na přijetí spotřebiteli. Textura ovoce se při nevhodném skladování zhoršuje, ovoce měkne, je suché a moučné. Tento jev postihuje především plody, které bývají v čerstvém stavu šťavnaté: jablka, nektarinky, broskve a rajčata [8].

Mezi spotřebitelsky a průmyslově nejdůležitější odrůdy jablek patří:

- letní odrůdy: Průsvitné letní, Quinte, Mantet, Vista Bella, Discovery, Sumerred
- podzimní odrůdy: Akane, Doris, James Grieve, Oldenburgovo
- raně zimní odrůdy: Dukát, Bláhovo oranžové, Jonathan, Melrose, Matčino, Ontario, Prima, Šampion, Elstar, Booskopské
- pozdně zimní odrůdy: Florina, Coxova reneta, Idared, Gloster, Golden Delicious, Rubín, Spartan, Jonagold Starkrimson, Red Delicious [7].

#### **1.1.1.2 Plody hrušně domácí (*Pyrus domestica*)**

Některé odrůdy tvoří bezsemenné plody, příkladem je odrůda Williamsova. Tyto plody jsou štíhlejší a protáhlejší, kdežto plody s vyvinutými semeny jsou mohutnější. Odrůdy hrušně se dělí dle doby zrání na letní, podzimní a zimní. Doba konzumní zralosti po zralosti sklizňové nastává u letních odrůd do 14 dní, u podzimních za 2-8 týdnů a u zimních až za 16 týdnů [9].

Pro plody hrušně jsou typické cévní svazky probíhající kolem jádřince ohraničené sklerenchymatickými buňkami. Přezrálé hrušky snadno hniličí (měknou a ztrácejí chuť) [9].

Mezi průmyslově a spotřebitelsky důležité odrůdy hrušek patří:

- letní odrůdy: Červencová, Clappova, Santa Maria, Diana, Williamsova
- podzimní odrůdy: Konference, Boscova lahvice, Vila
- zimní odrůdy: Madame Verté, Lucasova, Pařížanka [9].

### 1.1.2 Hrozny révy vinné

Réva vinná (*Vitis vinifera*) je liánovitá, teplomilná a světlomilná rostlina. Patří do čeledi *Vitaceae*. Pěstují se odrůdy moštové i stolní [9].

Hrozen může mít různou velikost a tvar. Bobule bývá také různého tvaru a velikosti. Barvu má zelenou nebo žlutou různých odstínů růžové, šedé, červené, modré nebo černé. Slupka může být tlustá i tenká. Dužina je tekutá, pevná, masitá, suchá nebo šťavnatá, chuti neutrální, trávovité nebo muškátové [9].

Odrůdy révy vinné se rozdělují na:

1. odrůdy moštové pro bílá vína – Rulandské bílé, Rulandské šedé, Aurelius, Irsai Oliver, Moravský muškát, Muškát Otonel, Müller Thurgau, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský, Sauvignon, Sylvánské zelené, Tramín, Veltlínské zelené, Neuburské
2. odrůdy moštové pro červená vína – Rulandské modré, Zweigeltrebe, Cabernet Sauvignon, Portugalské modré, Frankovka modrá, Neronet, Svatovavřínecké
3. odrůdy moštové pro výrobu tokajských vín – Furmint, Lipovina, Muškát žlutý
4. odrůdy stolní (některé odrůdy moštové se využívají i jako stolní) – Olšava, Chrupky, Julski biser, Panónia Kincle [9].

### 1.1.3 Cizokrajné ovoce

Jedná se o nesourodou skupinu, do které zařazujeme veškeré ovocné druhy pěstované v subtropickém a tropickém pásmu. Mezi cizokrajné ovoce patří plody citrusů (citrony, pomeranče, grapefruity, mandarinky, limy), ananasy, banány, kiwi, avokádo, rambutan, tomel, mučenky, karambola, anona (čerimoja), granátové jablko, kvajava, liči, papája, fíky, datle [7].

#### 1.1.3.1 Pomeranč

Pomeranč je plod pomerančovníku pravého (*Citrus sinensis*) z čeledi routovité (*Rutaceae*). Pomerančovníky jsou stromy nebo i keře. Pochází ze subtropických oblastí Číny a Vietnamu. V 15. století byl do Evropy dovezen portugalskými obchodníky. Nyní je rozšířen do všech subtropických oblastí. Jedná se o nejvíce pěstované citrusové ovoce [10].

Pomerančovník je stálezelený strom, má kulovitou korunu. Listy jsou podlouhle vejčité, středně velké, tmavě zelené s úzkými řapíky. Jsou to rostliny jednodomé a vytvářejí oboupohlavé květy, které jsou opylovány hmyzem. Květy jsou bílé, vonící, petaly podlouhlé, asi 15 x 6 mm velké, tyčinky asi 14 mm, semeníky téměř kulovité [10].

Plody jsou bobule o průměru 5 až 12 cm, kulovité až oválné. Kůra plodu bývá žluté barvy, oranžové nebo šarlatově červené. Je poměrně tenká, přiléhající k dužnině. Dužina je tvořena klínovitými semeníkovými pouzdry vyplněnými tenkostěnnými váčky, které obsahují sladkou šťávu obklopující semena umístěná na středoúhlé semenici. Dužina má žlutou až oranžovou barvu, u některých kultivarů i fialově červené a je šťavnatá, osvěžující sladko-kyselé chuti. Semena jsou poměrně velká, mnohozáradečná, existují i bezsemenné kultivary [10].

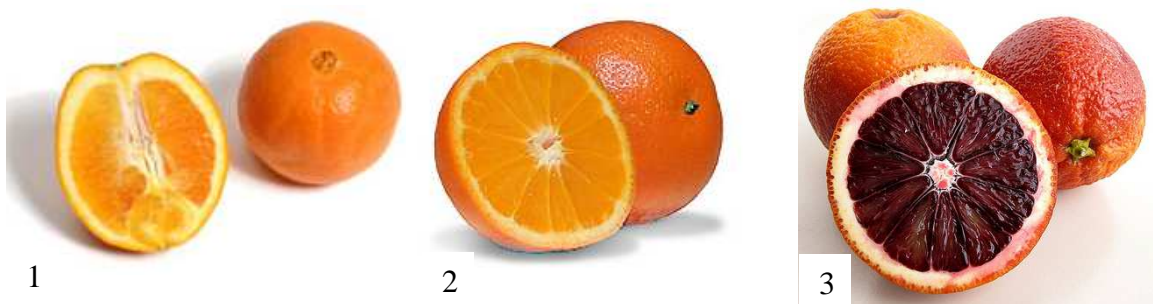
Plody jsou zdrojem vitamínu C. Téměř 90 % produkce pomerančů je průmyslově zpracováno. 10 % pak připadá na přímý konzum. Ze slupek se získává pektin a hlavně esenciální oleje, které slouží k aromatizaci potravin a v kosmetickém průmyslu, méně se používají v lékařství k výrobě tinktur [10].

Odrůdy pomerančů se dělí podle vlastnosti plodů do tří základních skupin (zástupci odrůd jednotlivých skupin jsou znázorněny na Obrázku 1). První z nich jsou tzv. pupečné, zde se řadí odrůdy Navel, Navelina a Navelate. Vyznačují se tím, že jejich bliznová strana má tvar pupku (angl. navel) a uvnitř pomeranče je základ druhého plodu. Hlavní využití této skupiny spočívá v přímé spotřebě, jen pouze malá část je směřována do industriálního využití (džusy, nektary, ovocné nápoje) a to kvůli přítomnosti limoninu, jenž způsobuje nahořklou chuť. Navelina je nejranější odrůda ze všech. Plod je kulatý, střední velikosti, hladké kůry. Je snadný k loupání, povětšinou bez pecek. Dostupnost od listopadu do března. Na počátku sběru se cukernatost pohybuje kolem 9 °Bx a postupně se zvyšuje až na 13-14 °Bx. Je vhodný k uskladnění, při 4°C vydrží měsíc až dva. Odrůda Navelate má kulatý až oválný pomeranč. Kůra není tak silná jako u jiných odrůd pupečných, jeho loupání je trošku obtížnější. Barva je světle oranžová. Textura dužniny je pevná s dobrou výtěžností džusu. Jeho dostupnost je od února do června. Na začátku sběru se cukernatost pohybuje mezi 8-9 °Bx, postupně se zvýší na 13-14 °Bx. Při teplotě 4°C vydrží měsíc až měsíc a půl uskladněný [11].



Druhou skupinou jsou tzv. obyčejné pomeranče, které zastupují odrůdy Valencia late, Salustiana, Murcia, Jaffa a vyznačující se relativně tenkou slupkou. Mají žlutou až oranžovou dužinu a pěstují se převážně ve Španělsku, Severní Africe a Blízkém Východě. Využívají se pro přímý konzum i pro lisování. Charakteristickým znakem je to, že nemají “pupík”. Jedná se o skupinu s největší výtěžností v oblasti zpracování džusů. Dalším důležitým rysem této skupiny je schopnost pomeranče vydržet dlouhodobé skladování. Salustiana má kulatý plod, lehce zploštělý, prakticky bez pecek, jemné kůry, střední až větší velikosti. Má vysoký obsah sladké šťávy. Dobře snáší i uskladnění. Při teplotě 4°C vydrží i měsíc skladování. Jeho dostupnost je rozmezí od prosince až do března. Cukernatost se v sezóně pohybuje mezi 13-14 °Bx. Plod Valencia late je střední až velké velikosti, tvaru kulového nebo prodlouženého. Kůra je tenká a hladká, někdy trošku hrbatější. Má nízký výskyt pecek. Dužina má vysoký obsah šťávy lehce nakyslé chuti. Spojuje vlastnosti pro skladování i pro dopravu. Při 4°C vydrží v chladícím zařízení až 2 měsíce. Jedná se o nejpozdější odrůdu, která se začíná sklízet v březnu a vydrží až do června [11].

Třetí skupinou jsou červené pomeranče, také nazývané krvavé. Zde se řadí odrůdy Sanguinelli, Moro, Ruby, Taroko. Charakteristickým znakem je jejich červená dužina způsobena červeným pigmentem v dužině a v kůře. Intenzita pigmentu závisí na různých faktorech, jako je například typ půdy, klima, meteorologické podmínky aj. Teplé léto, po kterém následuje studená zima, je zárukou intenzivnějšího zbarvení. Plody mají minimální obsah kyselin. Jsou velmi sladké a vhodné takřka jen ke konzumaci, protože právě nízká hladina kyselosti má vliv na jejich rychlé znehodnocení. Odrůda Sanguinelli má plody oválného tvaru, velikosti střední až menší s málo pečkami. Kůra je tenká a lesklá. Dužina je šťavnatá, červená s velkým obsahem intenzivně aromatického džusu. Dostupnost plodů je během měsíců leden a únor [11].



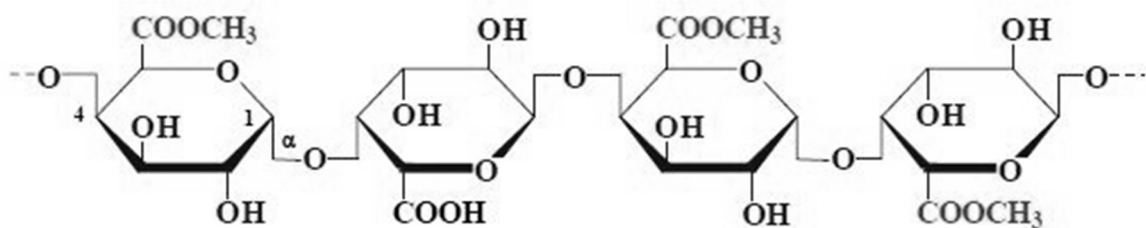
Obrázek 1: 1 - Navel, 2 - Salustiana, 3 - Sanguinelli [12, 13, 14].

### 1.1.4 Průmyslově významné charakteristiky jednotlivých druhů ovoce mající vliv při jejich zpracování

Pektin je lineární polysacharid kyseliny galakturonové, jejího esteru a její vápenato–hořečnaté soli, který se podílí na stavbě některých rostlinných pletiv [15].

Patří do skupiny polydisperzních polysacharidů o proměnném složení. Nacházejí se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Přítomnost pektinů a jejich změny během zrání, růstu, skladování a zpracování mají značný vliv na texturu ovoce a zeleniny. Obsah pektinů u různých druhů ovoce je různá, například u jablek 0,5-1,6 %, pomeranče obsahují 0,6 %, ve slupkách pomerančů je 3,5-5,5 % pektinu. Struktura pektinu je tvořena lineárním řetězcem složeným z 25-100 jednotek D-galakturonové kyseliny spojených vazbami  $\alpha$ -(1  $\rightarrow$  4). Uvedený polymer se označuje polygalakturonová kyselina [16].

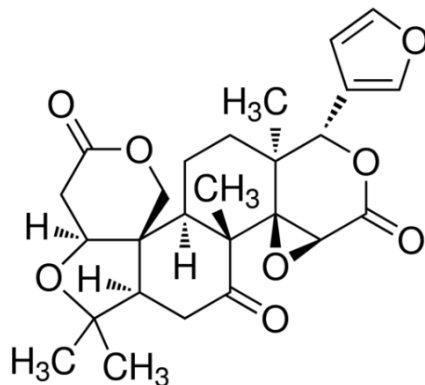
Pektin patří mezi polysacharidy, který tvoří vlákninu potravy. Ovlivňuje metabolismus glukózy a podílí se na snižování množství cholesterolu v krvi. Nerozpustné pektinové látky jsou příčinou tvrdosti a pevnosti nezralého ovoce a zeleniny. Během zrání, posklizňového skladování a zpracování podléhají pektinové látky enzymové a neenzymové degradaci, to vede ke změknutí plodů a ztrátě želírující schopnosti. Pektiny jsou zodpovědné také za tvorbu zákalů ovocných šťáv. Při výrobě ovocných šťáv lisováním a k jejich čiření se využívá pektolytických enzymů ke zvýšení výtěžnosti. Podobné použití mají pektolytické přípravky v cukrovarnictví [16].



Obrázek 2: Základní struktura pektinů [17].

Typická hořká chuť některých citrusových plodů a šťáv je způsobena přítomností flavanon-7-glykosidů, které mají jako cukernou složku neohesperidosu. Hořká chuť se také často vyskytuje u běžně sladkých pomerančů při tepelném zpracování šťávy a při skladování. Příčinou je transformace nehořkého prekursoru, který se vyskytuje v endokarpu (vnitřní vrstva

perikarpu neboli oplodí) a albedu (bělavá část citrusových plodů) plodů. V neutrálním prostředí je tato sloučenina stálá, v kyselém prostředí šťáv z ní dehydratací vzniká lakton, intenzivně hořký triterpenoid limonin (Obrázek 3) [16, 18].



Obrázek 3: Struktura limoninu [19].

Tato přeměna je urychlována také příslušnou hydrolasou přítomnou v citrusových plodech. Hořká chuť se projevuje při obsahu limoninu větším než  $6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Na hořké chuti citrusových šťáv se dále může podílet nomilin ze skupiny limonoidů. Je asi dvakrát hořčejší než limonin, vyskytuje se však v menším množství [16].

### Degradace vitamínu C

Obsah vitamínu C je důležitým sledovaným parametrem během skladování ovocných šťáv. Vitamin C může být degradován enzymatickými reakcemi v průběhu skladování, pokud však nejsou všechny enzymy zničeny již během tepelného zpracování. Obsah vitamínu C může být také snížen v důsledku přítomnosti kyslíku. Ten v malém množství může pronikat během skladování i přes flexibilní obal, jako je PET nebo zůstane po naplnění šťávy v horní části obalu nad hladinou [20].

Pomocí metody HPLC byla změřena degradace vitamínu C u vzorků ošetřeného pasteraací při teplotě  $80^\circ\text{C}$  a  $95^\circ\text{C}$  s výdrží 15 s. Měření bylo provedeno po 3,5 měsících a po 7 měsících skladování. Výsledky ukázaly snížení vitamínu C díky průniku kyslíku do PET obalu během skladování. K průniku plynů dochází přes stěnu lahve nebo přes závit láhve a uzávěru. Nebyl zaznamenán žádný rozdíl mezi vzorky ošetřené při teplotě  $80^\circ\text{C}$  nebo  $95^\circ\text{C}$  s výdrží 15 s [20].

## 1.2 Zelenina

Zelenina jsou jedlé části rostlin - kořeny, listy, bulvy, natě, květenství a plody jednoletých nebo víceletých rostlin [4].

Zelenina lze dělit na následující základní skupiny:

- košťálová – zelí, kapusta, květák, kedlubna, brokolice, pekingské zelí, čínské zelí
- kořenová – mrkev, petržel, celer, pastinák, křen, ředkvička, ředkev
- listová – špenát, salát, mangold
- plodová – rajčata, okurky, papriky, tykev, lilek, meloun vodní, meloun pravý
- cibulová – pór, cibule, česnek, pažitka
- natě – petržel, kopr, celer, libeček
- klasy – kukuřice cukrová
- výhonky – chřest, bambus aj. [4].

Hlavní složkou zeleniny je voda (u většiny druhů více než 80 %). Obsah bílkovin (0,2-1,3 %, výjimka je hrášek a zelené fazolky s obsahem 2,5-6 %) a tuku (< 0,5 %) je z hlediska výživového bezvýznamný. Rovněž obsah sacharidů (s výjimkou rajčat, melounu, mrkve, cibule a póru) je tak malý, že z hlediska energetického příjmu nehraje téměř žádnou roli a podílí se pouze na chuti zeleniny. Některé druhy obsahují větší množství škrobu (brambory, lusková zelenina) nebo inulinu (černý kořen, artyčoky). Význam mají také organické kyseliny, například kyselina jablečná (artyčoky, květák, mrkev, cibule), kyselina šťavelová (špenát) [3, 6].

Zelenina je dobrým zdrojem vitamínu C, některé druhy obsahují i další vitamíny, hlavně skupiny B a karotenoidy. Minerální látky jsou většinou vázány do špatně využitelných fyátů a oxalátů. Z hlediska výživového je významný obsah vlákniny (pektinu, celulózy, hemicelulózy). Důležitou složkou zeleniny jsou těkavé i netěkavé aromatické látky, které podmiňují typickou chuť a vůni zeleniny a řada látek (např. glukosinoláty, fenolové látky), které působí preventivně proti některým onemocněním např. nádorovým, kardiovaskulárním aj. Přehled nutričně významných látek zeleniny jsou uvedeny v Tabulce 2 [4].

Vedle pozitivně působících složek může zelenina obsahovat i látky zdraví škodlivé. V některých druzích zeleniny (salát, špenát, mrkev aj.) se při nadměrném hnojení dusíkatými hnojivy a určitých podmínkách mohou hromadit dusičnany. Potenciální toxicita dusičnanů

spočívá v možnosti redukce na dusitany (redukce mikrobiálními enzymy v trávicím ústrojí). Dusitany po vstřebání do krve mohou oxidovat  $\text{Fe}^{2+}$  v hemoglobinu na  $\text{Fe}^{3+}$  v methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík. Normální fyziologický obsah methemoglobinu v krvi je kolem 2 %. Po zvýšení jeho koncentrace nad 6-7 % se objeví příznaky tzv. methemoglobinemie (šedomodré až modrofialové zbarvení sliznic, pokožky a okrajových částí těla). Zvláště nebezpečné jsou dusitany pro kojence, kteří nemají dostatečně vyvinutý enzymový systém schopný redukovat methemoglobin zpět na hemoglobin. Dusitany mohou v organismu reagovat i s jinými sloučeninami, např. aminokyselinami, za vzniku karcinogenních nitrosaminů [3, 21].

V zelenině mohou být obsaženy i různé přírodní toxické látky (např. kyselina šťavelová ve špenátu, reveni aj., furanokumariny v petrželi, celeru, nebo pastináku, tomatin v zelených rajčatech aj.) [4].

Zpracovanou zeleninu dělíme na sterilovanou zeleninu, mléčně kvašenou (kysanou) zeleninu, protlaky, proslazenou zeleninu, sušenou zeleninu, mraženou, zeleninu v octu, zeleninu v soli, zeleninu v oleji, zeleninu chemicky konzervovanou, upravenou chlazenou čerstvou zeleninu (např. zeleninové saláty). Výživová hodnota zpracované zeleniny je stejně jako u zpracovaného ovoce nižší než výživová hodnota zeleniny čerstvé [4].

### 1.2.1 Košťálová zelenina

Kulturní košťáloviny pocházejí z původního planého druhu brukve zelné (*Brassica oleracea*), která má původ ve Středozeří. Ve většině případů se jedná o dvouleté rostliny, které v prvním roce vytvářejí části. Které se konzumují a ve druhém roce vykvétají a přinášejí semena [9].

#### 1.2.1.1 Zelí hlávkové (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Nejčastěji se používá k přímé spotřebě v čerstvém stavu, konzervuje se sterilací nebo mléčným kvašením, může být využito i k výrobě šťávy. Obsahuje vitamin B, C a provitamin A. Z minerálních látek obsahuje zejména draslík a síru. Dle délky vegetační doby se odrůdy dělí na: rané (vegetační doba 110-120 dní), polorané (vegetační doba 120-140 dní), zelí pro uskladnění a krouhání (vegetační doba 170-200 dní) [9].

Tabulka 2: Základní složení některých druhů zeleniny [6].

Druh	Voda (%)	Bílkoviny (%)	Cukry bez škrobu (%)	Škrob (%)	Vláknina (%)
Artyčoky	80-84	1,1-1,6	-	0	-
Baklažány	93	0,7	2,9	0,2	2,5
Brambory	76	2,1	0,5	20,3	2,1
Brokolice	89	3,3	2,5	<0,1	3,6
Celer	94	0,9	1,2	0,1	1,8
Cibule	93	0,9	5,2	0	1,3
Čekanka	96	0,8	-	0	-
Dýně	94	0,6	3	0,7	1,8
Endivie	94	1,7	1	0	2,2
Hlávkový salát	96	1	1,2	<0,1	1,5
Hrášek	78	5,8	4	6,6	5,2
Chřest	92	3,4	1,1	0	1,5
Kapusta kadeřavá	90	3,3	3,3	<0,1	3,1
Kapusta růžičková	88	4	2,6	0,1	4,2
Křen	75	4,5	7,3	3,7	8,3
Květák	93	1,9	1,5	<0,1	2,1
Meloun	92	1	5	0	1
Mrkev	90	0,7	5,4	0	2,9
Okra	90	2	2,3	<0,1	3,2
Okurky	96	0,6	1,8	0	0,4
Paprika zelená	94	0,9	2,2	<0,1	0,9
Pastinák	83	1,7	8,8	2,5	4
Petržel	79	5	<0,1	0	9
Pór	86	1,9	6	0	3,1
Rajčata	93	0,9	2,8	<0,1	1,5
Ředkev	93	1	2,8	0	1
Řepa červená	87	1,3	6	0	3,1
Řeřicha	91	2,9	0,6	0,1	3,3
Špenát	85	5	1,2	0,2	6,3
Zelí bílé	90	1,9	3,7	0,1	2,7
Zelí červené	90	1,7	3,5	<0,1	3,4

## 1.2.2 Kořenová zelenina

### 1.2.2.1 Mrkev (*Daucus carota*)

Odrůdy se rozlišují na rané (karotka), polopozdní a pozdní. Karotky mají kořeny zpravidla kratší a tupě ukončené. Sklízají se v létě. Vykazují vyšší kvalitu, mají větší obsah cukrů a chuťově jsou jemnější. Polopozdní a pozdní odrůdy mají dlouhé vřetenovité kořeny, dávají vyšší výnosy a sklízají se na podzim [9].

### 1.2.2.2 *Celer (Apium graveolens)*

Z hlediska výživy se jedná o hodnotnou zeleninu, která je však náročná na pěstování. Nejpoužívanější část rostliny bulva se sklízí na podzim. Obsahuje bílkoviny, silice, puriny, glycidy, apiin, cholin, vitaminy B1, B2, PP, a asi 7 mg vitamínu C ve 100 g. Z minerálních látek obsahuje hlavně vápník, sodík, draslík, hořčík a fosfor. Celer i celerová šťáva jsou vhodné pro diabetiky, protože snižují hladinu krevního cukru. V lidovém léčitelství je celer označován za prostředek zvyšující potenci [9, 22, 23].

### 1.2.2.3 *Červená řepa salátová (Beta vulgaris var. conditiva)*

Je dvouletá rostlina z čeledi laskavcovité (*Amaranthaceae*), u které se konzumuje její podzemní část. Má vysoký obsah pektinů a organických kyselin. Ve 100 g bulvy je přibližně 380 mg draslíku, 70 mg sodíku a 20 mg vápníku. Z dalších prvků jsou zastoupeny hořčík a z mikroprvků rubidium a cesium. Pozitivní účinek mají také přítomna rostlinná barviva, antokyany, které zabraňují křehkosti cév. Z vitamínů je podstatný vitamin C, vitaminy skupiny B i jiné. Obsahuje v hojném množství betain, který brání rozvoji kornatění tepen a podporuje jaterní činnost [9, 24].

## 1.3 Požadavky na jakost ovoce a zeleniny

Pro hodnocení kvality ovoce a zeleniny lze obecně využít existující legislativní předpisy (normy, nařízení apod.), ale v praxi jsou parametry kvality dodávaného ovoce a zeleniny v převážné většině sjednávány mezi dodavatelem a odběratelem při jejich nákupu [3].

Nařízení 1221/2008/ES definuje základní minimální požadavky na jakost ovoce a zeleniny, které musí být: celé, zdravé (nepovolují se produkty napadené hnilobou nebo postižené zhoršením jakosti do té míry, že jsou nezpůsobilé ke spotřebě); čisté, v podstatě bez viditelných cizorodých látek; zbavené škůdců; bez známek poškození zapříčiněných škůdci a postihujících dužinu; bez nadměrné povrchové vlhkosti; bez cizího pachu a/nebo chuti; dostatečně vyvinuté a zralé; ve stavu umožňujícím přepravu, manipulaci a doručení do místa určení v uspokojivém stavu; konečně musí vykazovat typické vlastnosti odrůdy a tržního druhu [3].

Kvalitu ovoce a zeleniny obecně ovlivňují předsklizňové faktory (odrůda, podmínky pěstování, počasí), průběh sklizně, manipulace při a po sklizni a fyziologický stav ovoce a

zeleniny při sklizni. Pokud jsou prováděny posklizňové manipulace (mytí, odkrajování nepoživatelných částí apod.) musí být zaručena vysoká hygienická uroveň těchto prací. Kvalitu ovoce a zeleniny dále ovlivňuje způsob skladování, přepravy a samotné podmínky prodeje. V případě zavlažování, hnojení a dalších agrotechnických zákroků musí být kladen důraz na správnou zemědělskou praxi [3].

Mezi kvalitativní parametry ovoce a zeleniny patří zralost, kdy se rozlišuje mezi zralostí fyziologickou, sklizňovou, konzumní a technologickou. Barva a její vyrovnanost v rámci jednoho kusu a celé dodávky. Dále se hodnotí velikost a tvar, přítomnost stopky, kalichu apod., přítomnost nepoživatelných částí, nečistoty na povrchu (hlína, ptačí trus, apod.). Mechanické poškození, zejména polámané části, odřená slupka, otlaky, stopy po napadení hmyzem. Napadení houbovými chorobami a plísněmi, přítomnost škůdců (červů, housenek, mšic apod.). Chladové poškození (*chilling injury*), kdy ovoce a zelenina má vady (např. hnědnutí slupky a dužiny, hnití aj.) způsobené skladováním mimo stanovený interval teplotního optima. Špatná výživa, projevující se pihovitostí, korkovitostí apod. Klimatické vlivy, mechanické poškození od krup, úžeh od přímého slunečního svitu apod. [3].

#### 1.4 Význam ve výživě a doporučení pro spotřebitele

Ovoce a zelenina jsou charakteristické vysokým obsahem vody. V porovnání s ostatními potravinářskými surovinami mají nižší obsah základních živin a nízký energetický obsah. Ovoce a zelenina obsahují celou řadu látek se specifickými účinky na zdraví konzumenta a to jak pozitivními: vitaminy, karotenoidy, pektin, flavonoidy, fytoncidy apod., tak i s vlivy negativními, jako například šťavelany, dusičnany, různé alkaloidy, strumigeny, kyanogenní glykosidy apod. Jsou bohatým zdrojem vitaminů, zejména kyseliny askorbové (vitamin C), thiaminu, riboflavinu a provitaminů skupiny A, minerálních solí (fosforu, draslíku, sodíku, hořčíku, železa, manganu atd.), rozpustné i nerozpustné vlákniny (celulosa, hemicelulosa, pektiny atd.), popř. silic [3].

Zatímco pro zeleninu je typická nízká energetická hodnota, u ovoce se obsah energeticky bohatých složek, zejména sacharidů a tuků značně liší. Vyšší obsah sacharidů je typický například pro datle, fíky a hrozny, tuky jsou charakteristické pro avokádo a skořápkové ovoce. Ceněny jsou i sensorické vlastnosti ovoce [3].



Vysoká biologická hodnota je charakteristická pro ovoce a zeleninu v čerstvém, syrovém stavu. Opracováním stejně jako dlouhodobým skladováním obsah výživově a senzorycky významných složek klesá. Pokles látek je závislý na způsobu úpravy [3].

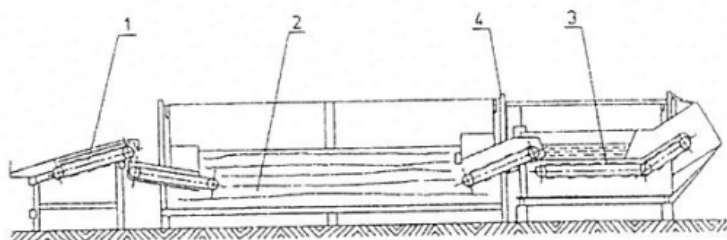
## 1.5 Předběžné operace ovoce a zeleniny

Veškeré výše uvedené suroviny je třeba před jejich zpracováním vhodným způsobem ošetřit. Mezi základní procesy, které se při výrobě ovocných a zeleninových šťáv používají je třídění, praní, drcení a lisování [27].

### 1.5.1 Praní

Účelem této operace je zbavení povrchu plodů nečistot a snížit tak mikrobiální kontaminaci. Celý proces praní má několik dílčích operací, mezi něž patří předmáčení, praní, odstranění nečistot a příměsí, sprchování ke snížení mikrobiální kontaminace [27].

K předmáčení se používají předmáčecí pračky a to především u velmi znečištěných plodů, jako je kořenová zelenina (mrkev, řepa aj.). Při předmáčení se odstraní převážná většina pevných nečistot. Pračka je tvořena kovovou nádrží, na konci zúžená. V tomto zúženém místě je vynášecí dopravník, který dopravuje předeprané plody na skluz následné pračky. Voda je nasávána a vháněna na začátek nádrže pomocí čerpadla [27].

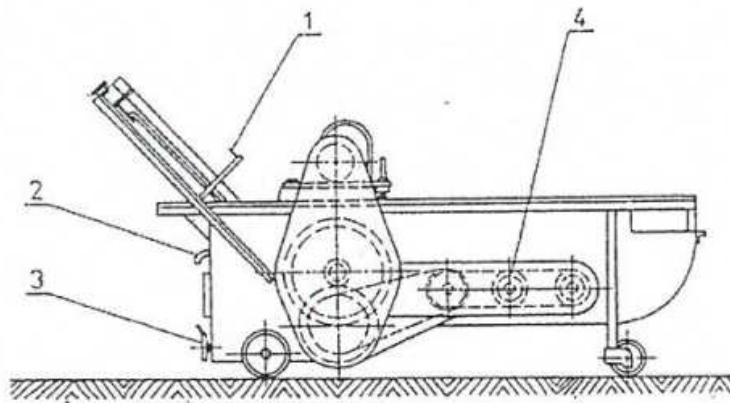


Obrázek 4: Předmáčecí pračka [27].

1 – dopravník, 2 – ocelová vana, 3 – vynášecí dopravník, 4 – sprchovací zařízení

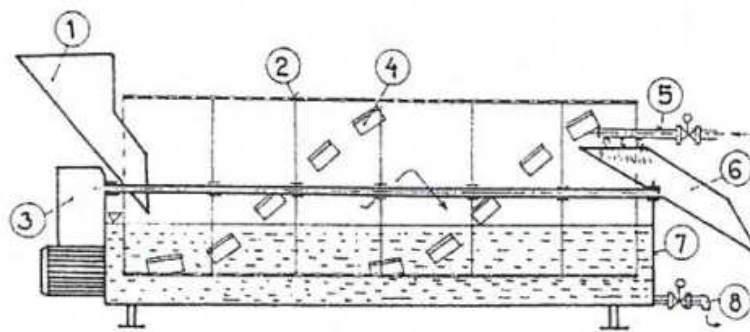
Pro plody, které mají velmi pevnou konzistenci (mrkev, jablka) se používají tzv. hrabicové nebo bubnové pračky. U plodů, které mají drsný a zvrásnělý povrch se využívají pračky kartáčové (okurky). K ošetření peckového ovoce se používají bubnové pračky, kde se využívá intenzivní probublávání vzduchem a tím se zvyšuje intenzita praní [27].

Poslední sekci v pračce je sprchování na dopravním páse. Sprchování se provádí pitnou vodou s přetlakem 0,8 MPa a trvá přibližně 15 sekund. Prací účinek se může zvýšit použitím vibračních sít a roštů. V tomto případě se pak jedná o vibrační sprchové pračky [27].



Obrázek 5: Kartáčová pračka [27].

1 – sprchové zařízení, 2 – vodní přepad, 3 – výpustný ventil, 4 - kartáče



Obrázek 6: Bubnová pračka [27].

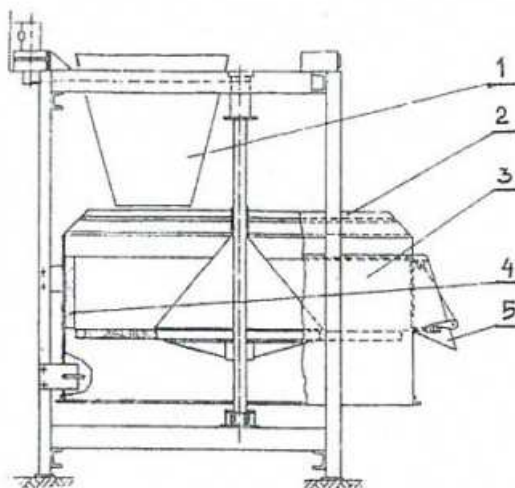
1 – násypka, 2 – otáčivý buben, 3 – pohon, 4 – lopatky, 5 – sprcha, 6 – výsypka, 7 – vana,  
8 – odvod usazených nečistot

### 1.5.2 Čištění

U plodů s hrubým povrchem, kde nestačí praní nebo u plodů z jejichž povrchu je potřeba odstranit nežádoucí části (okurky, angrešt) se uplatňují zařízení pro čištění. Principiálně dochází k částečnému nebo úplnému odstranění slupky. Odstranění povrchových vrstev plodů se provádí mechanicky škrabkami, pomocí páry nebo chemicky [27].

Mechanické škrábání ovoce a zeleniny se provádí obrušováním. V zařízení jsou umístěny rotující válce s drsným povrchem. Při procesu obrušování se zároveň ovoce a zelenina sprchuje [27].

K odstranění nežádoucích částí se dále využívá proces loupání. Dle principu se pak dělí na loupání mechanické, chemické a termické (parou). Mechanickém loupání se provádí pomocí nožů, které kopírují tvar plodů. Při chemickém loupání dochází k odstranění slupky pomocí chemických činidel, jako jsou například NaCl, NaOH nebo kyselina citronová. Důležité je dodržet dobu průchodu plodu roztokem a koncentrace a teplota roztoku. Uvedené parametry se nastavují také dle druhu materiálu a stupně jeho zralosti. Slupka, která se uvolní se odraní sprchami v bubnové pračce, zároveň se tak odstraní i zbytky roztoků z povrchových vrstev plodů. V některých případech se využívá i neutralizace [27].



Obrázek 7: Bubnová škrabka zeleniny [27].

1 – sklopná násypka, 2 – víko, 3 – rotující buben, 4 – brusné elementy, 5 – odvod produktů přes výsyp

Výhodou tohoto způsobu loupání je vyšší výkonnost, jednodušší zařízení a menší ztráty. Nevýhodou je vznik tmavší barvy povrchu plodu a kluzký povrch plodu způsobující problémy při plnění plodů do obalů. Tento typ loupání se využívá nejvíc ze všech způsobů, například u kořenové zeleniny, okurek, brambor, broskví, jablek a jiných) [27].

Princip loupání parou spočívá v popraskání slupky díky působení páry o tlaku 0,55-0,8 MPa v rotující nádobě. Díky rotaci je zajištěn rovnoměrný přístup páry k materiálu [27].

### 1.5.3 Třídění ovoce a zeleniny

Jedná se o proces rozdělování suroviny, ale i meziproduktů a hotových výrobků do skupin podle měřitelných fyzikálních vlastností. Význam třídění spočívá v efektivnosti, vý-  
těžnosti automatizovaných technologických operací a kvalitě konečného produktu. Třídění se provádí na vstupu suroviny do zpracování nebo při mezioperační kontrole. Může být ruční nebo mechanizované. Třídění ovoce a zeleniny se provádí dle různých kritérií, běžně dle jakosti, velikosti, barvy, zralosti [25].

Třídící linka se skládá z inspekčního pásu, vlastní automatické třídičky a z automatických vah na konci každé sekce. Na inspekčních pásích dochází k ručnímu třídění plodů. Odstraňují se nezralé nebo mechanicky poškozené plody [27].

Automaticky pracující třídičky využívají různé fyzikální principy pro třídění plodů dle jejich velikosti hmotnosti nebo barvy. Mezi nejběžnější patří například síťové, roštové, řemenové, šterbinové, žaluziové nebo miskové [27].

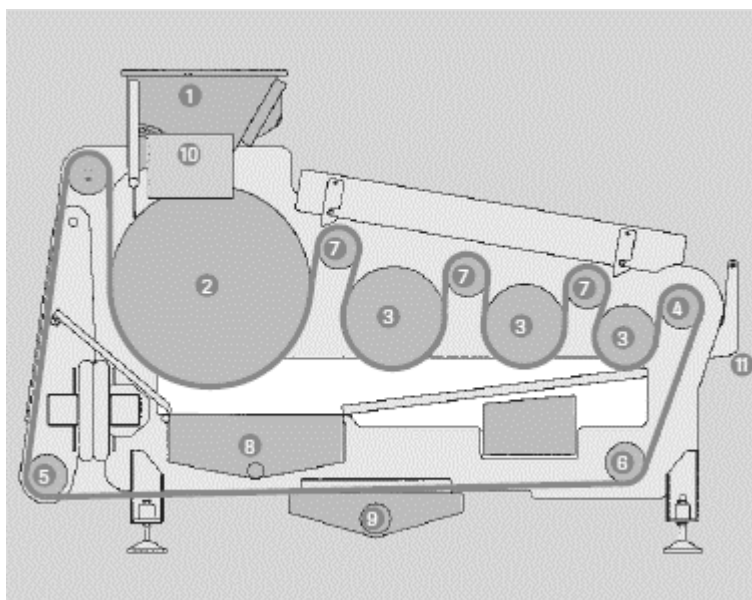
### 1.5.4 Drcení, pasírování, lisování, mletí a homogenizace

Drcení, pasírování, mletí a homogenizace se používají k rozmělnění ovoce a zeleniny. Vzniklé produkty mají kašovitou až tekutou konzistenci. Označují se jako dřeň, pulpa nebo sukus [27].

Operace drcení se využívá ve většině případů před lisováním nebo tepelnou úpravou. Drtiče dle jejich konstrukce se dělí na talířové, válcové, zubové a kladívkové. Talířové drtiče jsou vhodné pro drcení bobulovin a peckovin. Válcové jsou vhodné pro bobulové ovoce. Zubové se používají k drcení jablek, rajčat a také bobulovin [27].

Procesu pasírování většinou předchází drcení nebo tepelné opracování. Výstupem procesu jsou pak ovocné nebo zeleninové protlaky. Během pasírování dochází také k oddělování pevných částic, tj. pecek, jader, semen, slupek apod. Pasírování se provádí pomocí otáčejících se lopatek nebo kartáčů v kuželových nebo válcových sítích. Přes síta je prostírána dřev a čelem bubnu odchází pecky, jádra, slupky a jiné pevné částice [27].

Lisování, nebo také opracování tlakem, patří mezi mechanické procesy. Zpracováváný materiál se vystavuje vnějšímu tlaku pomocí mechanického zařízení – lisu. Lisováním se získává kapalina a odděluje se pevný podíl vstupní suroviny. Schéma pásového lisu firmy Voran je znázorněno na Obrázku 8 [27].



- 1 vstup materiálu
- 2 hlavní lisovací sekce
- 3 dolisovací sekce
- 4 hnací válec
- 5 napínač pásu
- 6 vedení pásu
- 7 volnoběžné válce
- 8 výpust šťávy
- 9 čištění žlabu
- 10 ovládací panel
- 11 výstup výlisků

Obrázek 8: Schéma pásového lisu Voran [26].

Při lisování materiálu musíme mít na zřeteli složitou strukturu materiálu, která je dána stavbou rostlinného pletiva. Aby se snížil odpor pletiv při lisování a ulehčilo lisování, používají se různé přípravné operace s cílem narušit buněčnou strukturu. Důležitý je výběr suroviny a její zralost, způsob drcení a řezání [27].

Základní faktory, které ovlivňují výtěžnost určenou poměrem k celkovému množství suroviny, která vstupuje do lisu:

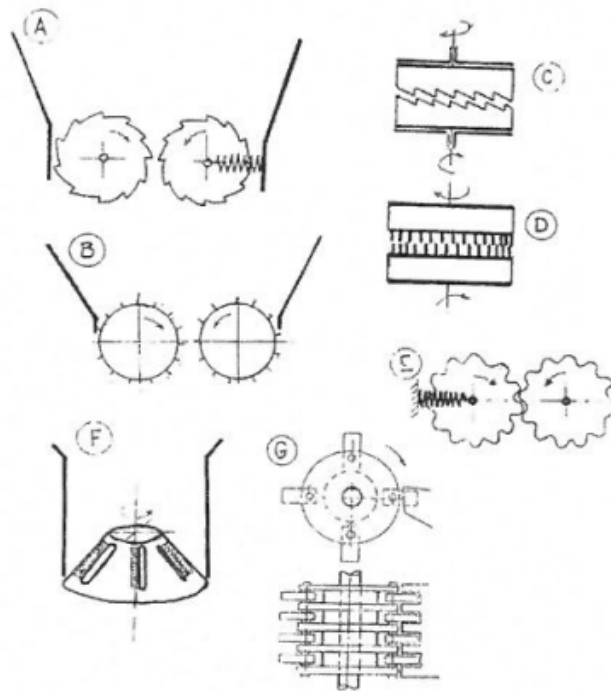
- Tlak, pod kterým probíhá lisování
- Kvalita lisovaného materiálu (struktura, zralost)
- Podíl kapalné fáze ve struktuře materiálu
- Délka trvání procesu a postupná změna tlaku
- Teplotní podmínky během lisování
- Výška lisované vrstvy materiálu [27].

Na lisování šťáv se používají kontinuální a diskontinuální lisy. Mohou být konstruovány jako hydraulické nebo vřetenové. Na obrázku je uveden pásový lis, ve kterém se drť lisuje nastavitelným tlakem pohybujících se válečků. Drť se postupně „zabaluje“ mezi nekonečný pás plachty z vhodného materiálu [27].

Pro aplikaci lisování šťáv lze využít pásový lis s pneumatickým přepínačem bezpečnostních pásů, s automatickým ovládáním pásu, vysokotlakým čistícím zařízením pásu a případně s čistícím kartáčem. Drť ovoce nebo zeleniny se nanáší na pás v rovnoměrné vrstvě. Na konci lisovací části se výlisky odstraní škrabkou z pásu [26].

K homogenizaci protlaků a zmenšování pevných částic až na 5  $\mu\text{m}$  se používají koloidní mlýny. Dle jejich konstrukce se využívá dvou základních typů – mlýny s ozubenými válci a mlýny s karborundovými válci, kde dochází k průchodu materiálu úzkou štěrbinou mezi rotorem a statorem. Proces probíhá za přetlaku nebo ve vakuu [27].

Koloidní mlýny se nejčastěji u nás používají při výrobě džusů nebo hořčice.



Obrázek 9: Principy drtících mechanismů [27].

A- s rýhovanými válci, B- s hřebenovými válci, C – s talířovými zubovými kotouči, D- s talířovými hřebenovými kotouči, E- s profilovanými válci, F- s kuželovým nožovým rotorem, G- s kladívkovým ústrojím

K dalšímu zmenšování částic ovocných nebo zeleninových dřev slouží homogemizátory. Zmenšením částic se docílí lepších aromatických a chuťových vlastností a zabrání se také sedimentaci šťáv a nápojů. Homogemizátory pracují na dvou základních principech a dle nich se dělí na pístové a rotační. U pístových homogemizátorů je kapalina protlačena štěrbinami tlakem až 35 MPa. Průchodem tak dojde ke zmenšení částic a k jejich celkové velikostní vyrovnanosti. Systém rotačních homogemizátorů pracuje na principu sériových koloidních mlýnů. Kapalina nejprve proudí komorou s ozubenými válci do homogemizační hlavy, ta je rotorem tvaru komolého kužele, který je uložen ve statoru s mezerou 0,01 mm. Při vysokých rychlostech otáčení rotoru dochází po průchodu částic mezerou k jejich zmenšení [28].

## 2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY PŘI VÝROBĚ A DISTRIBUCI OVOCNÝCH A ZELENINOVÝCH ŠŤÁV

Požadavky na nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů jsou součástí prováděcí vyhlášky 330/2013 Sb. Členění nealkoholických nápojů a koncentrátů na skupiny a podskupiny podle vyhlášky 330/2013 Sb. uvádí Tabulka 3 [29, 30].

*Tabulka 3: Členění nealkoholických nápojů a koncentrátů k přípravě nealkoholických nápojů na skupiny a podskupiny [30].*

Druh	Skupina	Podskupina	
Nealkoholický nápoj	ovocná nebo zeleninová šťáva		
	nektar		
	nealkoholický nápoj ochucený		ovocný nebo zeleninový nápoj
			limonáda
			minerální voda ochucená
			pitná voda ochucená
	pramenitá voda ochucená		
	sodová voda		
Koncentrát k přípravě nealkoholických nápojů	ovocný nebo zeleninový koncentrát		
	nápojový koncentrát	sirup	
		nízkoenergetický nápojový koncentrát	
		nápoj v prášku	
	sušená ovocná nebo zeleninová šťáva		

Pro účely této vyhlášky se rozumí ovocnou nebo zeleninovou šťávou zkvasitelný, ale nezkrvašený výrobek získaný z jedlých částí zralého a zdravého, čerstvého, chlazeného nebo zmraženého ovoce nebo zeleniny, a to jednoho nebo více druhů, s charakteristickou barvou, vůní a chutí, které jsou typické pro šťávu pocházející z příslušného ovoce nebo zeleniny; aroma, dužnina a buňky získané vhodnými fyzikálními způsoby ze stejného druhu ovoce nebo zeleniny mohou být do šťávy vráceny; rajčata se pro účely této vyhlášky považují za ovoce [29, 30].

Ovocnou šťávou z citrusových plodů se rozumí šťáva získaná z endokarpu jejich vnitřní části; limetková šťáva však může být získávána z celého plodu [29, 30].

Nektarem se rozumí nezkrvašený, ale zkrvašitelný výrobek získaný v souladu s přílohou č. 1 tabulkou 1 (příloha Vyhlášky 330/2013 Sb.) přidavkem pitné vody a popřípadě též cukrů



nebo medu k ovocné nebo zeleninové šťávě, ovocné nebo zeleninové šťávě z koncentrátu, koncentrované ovocné nebo zeleninové šťávě, sušené ovocné nebo zeleninové šťávě, k ovocné dřeni nebo zeleninové dřeni, ke koncentrované ovocné nebo zeleninové dřeni, k ovocné šťávě extrahované vodou nebo ke směsi těchto výrobků; aroma, dužnina a buňky získané vhodnými fyzikálními prostředky ze stejného druhu ovoce nebo zeleniny mohou být do šťávy vráceny; aniž je dotčeno nařízení o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin, při výrobě ovocných nektarů bez přídavku cukrů nebo se sníženou energetickou hodnotou mohou být cukry zcela nebo zčásti nahrazeny náhradními sladidly podle nařízení o potravinářských přídatných látkách [29, 30].

## 2.1 Označování

U ovocné šťávy vyráběných ze dvou nebo více druhů ovoce, se uvede u názvu výrobku seznam použitých druhů ovoce podle použitého množství v sestupném pořadí; u výrobků vyráběných ze tří nebo více druhů ovoce lze označení druhů ovoce nahradit slovy "z několika druhů ovoce" nebo jiným označením odpovídajícím významu nebo počtu použitých druhů ovoce; použití citrónové nebo limetkové šťávy nebo koncentrované citrónové nebo limetkové šťávy v množství do 3 g/l (vyjádřeno jako bezvodá kyselina citrónová) se nepovažuje za přídavek citrónové nebo limetkové šťávy [29, 30].

## 2.2 Požadavky na jakost a smyslové požadavky

Fyzikální a chemické požadavky na ovocné a zeleninové šťávy z čerstvé suroviny nejsou definovány [29, 30].

Smyslové požadavky na jakost nealkoholických nápojů a koncentrátů k přípravě nealkoholických nápojů a tedy i šťáv dle Vyhlášky 330/2013 Sb. jsou uvedeny v Příloze P II. Uvádí se zde požadavky na vzhled (čirý až kalný, případně s obsahem protlaku, dřeně nebo kousků ovoce nebo zeleniny, bez cizích příměsí) a na chuť a vůni (odpovídající použitým složkám bez cizích příchutí a pachů) [29, 30].

### 2.3 Technologické požadavky

Jsou-li ovocné nebo zeleninové šťávy zpracovávány z ovoce nebo zeleniny s jádry, pečkami a kůrou, nesmějí být části jader, pecek a kůry obsaženy ve šťávě. První věta se nevztahuje na případy, kdy části jader, pecek nebo kůry nelze odstranit vhodným výrobním postupem. Směs ovocné šťávy a ovocné dřeně je při výrobě ovocné šťávy přípustná [29, 30].

Další technologické požadavky na nealkoholické nápoje a tedy i ovocné a zeleninové šťávy jsou uvedeny v příloze č. 13 k vyhlášce č. 330/2013 Sb. V této práci jsou uvedeny v příloze P III [29, 30].

### 3 PROCESY INAKTIVACE MIKROORGANIZMŮ V NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU

Spotřebitelé sledují trendy a dle nich preferují různé způsoby úpravy potravin, které zajistí jejich mikrobiologickou nezávadnost. Je vyžadováno, aby kvalitní potraviny byly ošetřeny šetrnějšími metodami, než se běžně používá. Zároveň však musí být splněn požadavek výroby mikrobiologicky bezpečné potraviny, což nelze vždy šetrnou metodou zajistit [31].

V Tabulce 4 jsou uvedeny hlavní spotřebitelské trendy a požadavky na konzervaci potravin a jejich bezpečnost.

Tabulka 4: Preference spotřebitelů [31].

<i>Šetrněji zpracované</i>	méně zatížené teplotou
	méně zatížené mrazem
<i>Méně konzervované konzervačními látkami a víc přirozené</i>	čerstvější
	méně kyselé
	se sníženým obsahem přídatných látek
<i>Zdravější</i>	méně soli
	méně cukru
	méně tuku
	méně kalorií
<i>Bezpečnější</i>	

Hlavní konzervační technologie, které se dnes využívají, jsou uvedeny v Tabulce 5. Jedná se o metody, které brání růstu nebo alespoň zpomalují růst mikroorganismů v potravinách. Nejběžněji se využívá inaktivace vysokou teplotou. Ostatní uvedené metody (aplikace ionizujícího záření, vysoký hydrostatický tlak a elektroporace vyvolané vysokými výboji napětí), jsou dosud použity k ošetření velmi malého objemu potravin ve srovnání s množstvím potravin, které se ošetřují vysokou teplotou [31].

Tabulka 5: Hlavní konzervační technologie, které se dnes využívají [31].

<i>Prevence nebo zpomalení růstu mikroorganismů</i>	nízká teplota (chlazené a mražené skladování)
	nízká aktivita vody (sušení, přidání soli, cukru nebo směs látek)
	méně kyslíku (vakuum nebo balení v atmosféře dusíku)
	více oxidu uhličitého (baleno v ochranné atmosféře)
	snížení hodnoty pH
<i>Inaktivace mikroorganismů</i>	přídavek konzervačních látek (sorban, benzoan, nisin, oxid siřičitý aj.)
	teplota (pasterace, sterilace)
	ozáření
	tlak
<i>Prevence rekontaminace</i>	elektroporace
	aseptický proces a balení

### 3.1 Chemické ošetření – použití konzervačních látek

Určité druhy nealkoholických nápojů mohou být konzervovány chemickými konzervačními látkami. Používá se kyselina sorbová, případně v kombinaci s kyselinou L-askorbovou, která však nepatří do skupiny konzervantů, ale zvyšuje konzervační účinek kyseliny sorbové v nealkoholických nápojích. Kyselina sorbová je používána ve formě sodné nebo draselné soli, která se dobře rozpouští. Dále je ke konzervaci povoleno používat kyselinu benzoovou a směs kyseliny sorbové a benzoové. Limity těchto konzervačních látek pro použití do nealkoholických nápojů jsou stanoveny v Nařízení evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1129/2011 o potravinářských přídatných látkách. Pokud se kyselina sorbová použije samostatně, limit je 300 mg/l nápoje. Pokud se použije v kombinaci s kyselinou benzoovou, limit kyseliny sorbové je snížen na 250 mg/l. Kyselina benzoová lze použít samostatně nebo v kombinaci, vždy v maximální hodnotě 150 mg/l nápoje [32, 33].

Chemické konzervační látky pomáhají zajišťovat stabilitu nápojů, zejména těch, které se připravují a plní za studena. Mikrobiologická stabilita těchto nápojů je zajištěna kombinací konzervačních faktorů jako jsou nízké pH a nasycením oxidem uhličitým (u sycených nápojů). Dále se ke stabilizaci nápojů při jejich výrobě může použít chemosterilant dimethyl dikarbonát, který je prodáván pod obchodním názvem *Velcorin*. Tato látka je dávkována do

hotového nápoje těsně před plničem. Účinkem *Velcorinu* jsou inaktivovány přítomné mikroorganismy a chemosterilant se postupně do několika málo hodin rozloží na oxid uhličitý a methanol [34].

U sycených nápojů je konzervační látkou oxid uhličitý. Nejčastěji se používá v kapalné formě a musí odpovídat potřebné čistotě [34].

### 3.2 Tepelné ošetření - pasterace

Nápoje se pasterují buď v obalu, nebo mimo obal. Při pasteraci v obalu prochází naplněné a uzavřené láhve nebo plechovky tunelových pasterem. Pasterace se využívá také při přípravě sirupů za tepla, kdy cílem je snížit kontaminaci z cukru. Pasterace nápoje mimo obal bývá často spojena s aseptickým plněním do sterilního obalu. Nápoj je připraven vsádkově v tanku, nebo je kontinuálně přiváděn do směšovacího zařízení a následně do pasteru (deskový nebo trubkový paster), nápoj je dále chlazen a plněn do obalu, který je před naplněním dezinfikován. Tímto způsobem se nápoje plní nejčastěji do papírových obalů systémů Tetrapak (obaly, které se tvarují do konečné podoby těsně před aseptickým naplněním, následuje uzavření v aseptickém prostředí). Dezinfekce obalu je prováděna horkým roztokem peroxidu vodíku, ten se v důsledku zahřátí odpaří a po naplnění je obal uzavřen svárem. Podobný systém je používám pro aseptické plnění nápojů do polyethylenových láhví. Zde jsou láhve nejčastěji před naplněním dezinfikovány roztokem kyseliny peroxyoctové a vypláchnuty vodou. Dezinfikovány jsou také uzávěry. Aseptické plnění se provádí v uzavřeném dezinfikovaném plniči [32].

### 3.3 Ošetření vysokým hydrostatickým tlakem - paskalizace

Jednou z moderních technologií zpracování potravin je použití vysokého izostatického tlaku. Vliv izostatického tlaku (100 – 1000 MPa) na mikroorganismy a enzymy je znám již od počátku 20. století. Roku 1899 Hite popsal použití tlaku 400 – 500 MPa působícího 30 – 60 min při pasteraci mléka. Později, roku 1914, Bridgman sledoval vliv vysokých tlaků na koagulaci vaječného albuminu. Širšího praktického uplatnění však vzhledem ke stupni vývoje potřebné technologie použití vysokých tlaků v potravinářství nedosáhlo. Teprve až roz-

voj technických zařízení a materiálů v jiných odvětvích (děla, izostatické formování práškových kovů a keramiky, průmyslová výroba krystalů) umožnil koncem 80. let minulého století rozšíření potravinářských aplikací vysokého tlaku [35].

Hlavními výhodami této metody je, že nevyžaduje dodání tepla nebo chemickou úpravu, takže potravina si zachovává své původní žádoucí vlastnosti (barva a textura, někdy i chuť. Ošetření potravin vysokým tlakem, dále označeno jen zkratkou HPP neboli paskalizace, však může být použito ve spojení s teplotami nebo jiným chemickým zpracováním, aby zvýšilo své účinky. HPP slouží především k inaktivaci patogenních mikroorganismů, kvasinek, plísní a bakterií. Nicméně HPP není obvykle účinná při inaktivaci enzymové aktivity bakterií nebo spor některých druhů mikroorganismů [36].

Paskalizace pracuje na jednoduchém principu, kdy potravina je zabalena do pružného obalu (například PET) a umístěna do tlakové komory vysokotlakého lisu. Vše je ponořeno do tlakovací kapaliny, kterou je většinou voda. Po uzavření se v komoře zvýší tlak až na 6000 barů. Tento tlak se udržuje po dobu 2 – 15 min v závislosti na potravíně [37].

Ošetření vysokým hydrostatickým tlakem je používáno zejména ke snížení počtu nebo inaktivaci přítomné kazící a patogenní mikroflóry jako konečná operace potravin balených ve vhodném pružném obalu s cílem prodloužit jejich bezpečnost a skladovatelnost. V omezených případech je vysoký tlak používán také k úpravě konzistence. Další oblastí aplikací je kombinace tlaku se zmrazováním, rozmrazováním, případně skladování v mrazírenských podmínkách za vysokého tlaku. Při ošetření se uplatňují dva základní principy. Prvním je Le Chatelierův princip, který popisuje, že každý jev (fázový přechod, přeměna molekul, chemická reakce) doprovázený změnou objemu, je ovlivňován tlakem. Jevy spojené se zmenšením objemu jsou tlakem urychlovány a naopak. Druhým uplatňovaným principem je Pascalův zákon, ze kterého plyne, že tlak v kapalinách je přenášen okamžitě ve všech směrech a v celém objemu vzorku [35].

### 3.3.1 Paskalizace ovocných a zeleninových šťáv

Paskalizace neboli vysokotlaké zpracování je technologie zpracování tekutých potravin za studena, která umožňuje ovocným a zeleninovým šťávám získat delší trvanlivost a při tom zachovat živiny a čerstvou chuť. Tlak, používaný pro úpravu šťáv, se pohybuje mezi 400 a 600 MPa, a většinou se aplikuje po dobu od několika vteřin až do 5 minut při běžné teplotě prostředí, kde je technologie umístěna [38].

Pokud jde o fyzikálně-chemický vliv na potraviny, paskalizace je šetrnější než tepelná úprava: nevytváří ani nenarušuje kovalentní vazby a netvoří nové sloučeniny rozkladem molekul, což se při tradiční tepelné úpravě běžně děje. Paskalizace ale narušuje nebo i tvoří slabé vazby (elektrostatické a hydrofobní interakce), které jsou přítomné jen v makromolekulách. Zneškodňuje mikroorganismy bez změny výživové hodnoty potraviny a bez významného snížení aktivity enzymů. Pro minimalizaci rozvoje mikroorganismů a enzymatických změn je nezbytné, aby ovocné a zeleninové šťávy byly skladovány v chladu [38].

Hlavní důvody, proč je paskalizace výhodná:

- Zneškodňuje vegetativní formy mikroorganismů (bakterie, kvasinky a plísně) a tak vznikají potraviny s delší trvanlivostí a zároveň vyšší bezpečností.
- Paskalizace neovlivňuje sensorické vlastnosti potravin.
- Potraviny si zachovávají výživovou hodnotu [38].

#### 3.3.1.1 Bezpečnost potravin a trvanlivost výrobků

Trvanlivost se může prodloužit trojnásobně až více než desetinásobně v porovnání se stejným výrobkem, který není nijak ošetřený a je skladován při stejné teplotě. Paskalizace rovněž zaručuje snížení množství patogenů ve šťávách o 5 řádů [38].

## 4 VLIV VYSOKÉHO TLAKU NA VLASTNOSTI POTRAVIN

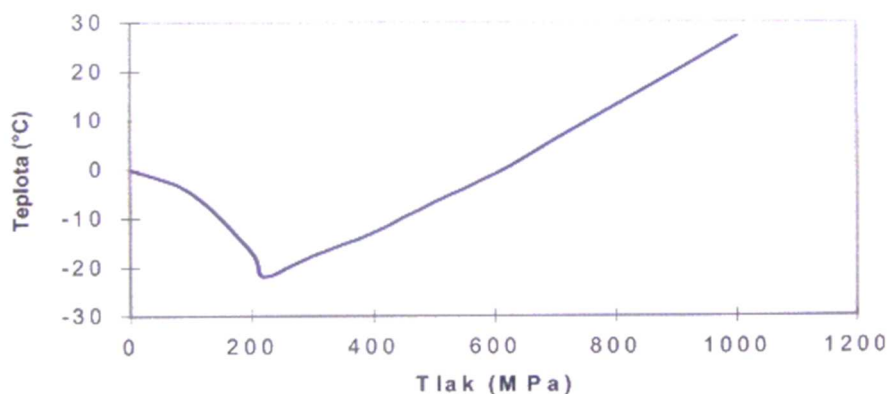
### 4.1 Působení tlaku na jednotlivé složky potravin

Působení tlaku má vliv na složky potravin. Stlačením rostlinných pletiv obsahujících dýchací plyny dochází k destrukci struktury a k úniku šťávy. Paskalizací za nižších teplot (např. tlakem 400 MPa při teplotě nižší než 20°C), nejsou zastaveny enzymové procesy, naopak dochází k jejich zintenzivnění. To je dáno zlepšením kontaktu enzym – substrát a také v důsledku přechodného zvýšení aktivity enzymů v průběhu tlakového ošetření. Účinkem tlaku dochází ke zvýšení rozpustnosti kyslíku, což může způsobovat nežádoucí změny v potravině [35].

#### 4.1.1 Voda

Voda je nízkostlačitelná kapalina a nepodléhá významným změnám, redukce objemu činí kolem 4 % při tlaku 100 MPa a kolem 15 % při 600 MPa (při 22°C). Potraviny s nízkým obsahem plynů a sušiny se chovají stejně jako voda. Úměrně redukci objemu vzrůstá hustota a klesá hodnota difuzních koeficientů. Adiabatická komprese způsobí také mírný nárůst teploty, který v případě vody o teplotě 30°C činí zhruba 3°C na každých 100 MPa. Tento nárůst teploty roste s výchozí teplotou vody [35].

Fázové změny vody jsou základem pro použití vysokého tlaku v kombinaci s chlazením a zmrazováním. Tlak ovlivňuje krystalizaci ledu, působí proti vzrůstu objemu při změně skupenství. Z fázového diagramu vody na Obrázku 10 je zřejmé, že působením tlaku do 210 MPa je možné udržet kapalné skupenství ještě při -22°C [35].



Obrázek 10: Fázový diagram vody [35].



Tato skutečnost má tři základní praktické důsledky:

1. Po stlačení potraviny tlakem do 210 MPa, následným vychlazením na teplotu do  $-22^{\circ}\text{C}$  a přerušením tlaku dojde k okamžité změně skupenství v celém objemu potraviny, tím ke vzniku velkého množství malých krystalků ledu a k minimálnímu mechanickému poškození pletiva nebo tkáně. Je-li potravina skladována za konstantní nízké teploty, udrží si vysokou kvalitu po celou dobu úchovy a nedojde k opakované krystalizaci a ke zvětšování krystalů ledu [35].
2. Tlakem může být regulována rychlost rozmrazování mrazených potravin. Potraviny jsou v tlakových zařízeních rozmrazovány při teplotách 0 až  $-22^{\circ}\text{C}$ . Rozmrazení není okamžité, ale vhodným zvyšováním působícího tlaku je možné dosáhnout současné změny skupenství v celém objemu potraviny a umožnit zpětnou hydrataci makromolekulárních složek potravin bez ztráty vody. Rychlost rozmrazování tlakem je zvýšena přítomností cukru a solí. Aby po přerušení tlaku nedošlo k opětné tvorbě ledu, je třeba po rozmrazení nutné dodat teplo [35].
3. Za působení tlaku mohou být potraviny skladovány při teplotách 0 až  $-22^{\circ}\text{C}$  bez tvorby ledu. Biotechnologické produkty nebo velmi citlivé potraviny by mohly být skladovány při  $-5^{\circ}\text{C}$  a 61 MPa bez rizika porušení struktury. Přerušení tlaku po vychlazení potraviny také umožní prakticky okamžité zmrazení s malými krystaly ledu [35].

#### 4.1.2 Lipidy

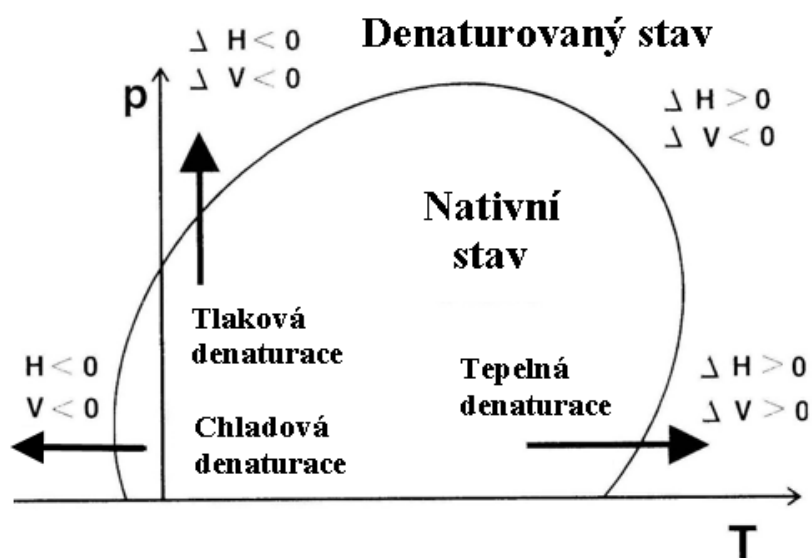
I přes to, že lipidy v ovocných a zeleninových šťávách nemají téměř žádné zastoupení, pro úplnost této kapitoly stručně uvádím působení vysokého tlaku i na tuky.

Tuk v tuhém skupenství zaujímá menší objem než ve skupenství kapalném. Krystalizace tuku za vyšších tlaků v souladu s Le Chatelierovým principem vede ke tvorbě krystalů s nižší energií a vyššími body tání. Adiabatické kompresní ohřátí činí u tuků cca 8 -  $9^{\circ}\text{C}$  na každých 100 MPa nárůstu tlaku [35].

Obdobně jako u vody, tlak má vliv na fázové změny tuků. Se vzrůstajícím tlakem roste i bod tání. Ne malý je také vliv tlaku na oxidaci lipidů. Oxidace je hlavní příčinou zhoršení kvality u skladovaného masa i masných výrobků. Tlak nad 300 – 400 MPa způsobuje denaturaci sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin a přeměnu myoglobinu a oxy-myoglobinu na metmyoglobin. Jedná se o reakce, které probíhají při oxidaci lipidů [39].

### 4.1.3 Bílkoviny

Zmenšení objemu vyvolané působením tlaku vede ke tvorbě vodíkových můstků, k potlačení iontových vazeb a hydrofobních interakcí. Tlak také zvyšuje disociaci zejména karboxylových skupin v postranních řetězcích. Vyšší tlaky, které působí za přítomnosti kyslíku, podporují tvorbu disulfidových můstků a změnou objemu naopak vyvolávají zesílení hydrofobních reakcí. Obecně změny vyvolané tlaky do 300 MPa jsou reverzibilní, podporují disociaci molekul na menší celky a ovlivňují kvartérní strukturu bílkovin. Tlaky nad 300 MPa v důsledku tvorby nových sírných můstků a posílení hydrofobních interakcí vedou k nevratným změnám postihujícím terciární i sekundární strukturu proteinů a k jejich nevratné denaturaci doprovázené tvorbou pevných struktur a agregací menších jednotek. Princip tlakové denaturace bílkovin vystihuje stavový diagram na Obrázku 11 [35].



Obrázek 11: Stavový diagram proteinů [40].

### 4.1.4 Sacharidy

Sacharidy jsou nedílnou součástí mnoha rostlin, kde mají nezastupitelnou metabolickou i strukturní roli. V rostlinách je glukóza syntetizována z vody a oxidu uhličitého v procesu fotosyntézy. Glukóza se buď uchová ve formě škrobu, nebo se využije při syntéze celulózy, která je součástí buněčných stěn rostlin. Nejdůležitějším sacharidem je glukóza. Převážně všechny sacharidy z potravy jsou absorbovány do krve jako glukóza po hydrolýze disacharidů a škrobu. Ostatní sacharidy se přeměňují na glukózu v játrech [41].

Glukóza je hlavním zdrojem energie a tvoří základ pro syntézu všech dalších sacharidů, které organismus potřebuje [41].

Monosacharidy nejsou účinkem vysokých tlaků (až 1000 MPa) pozměněny. Při působení vysokého tlaku na polysacharidy dochází k jejich želatinaci, což může vést k jejich lepší stravitelnosti [41].

#### 4.1.5 Vitaminy a jiné nutričně významné látky

Vitaminy jsou všeobecně velmi labilní složky potravin, které během technologického zpracování a tepelných úprav především velmi snadno degradují. Velmi příznivě na vitaminy působí paskalizace, při které ve srovnání s pasterací, nedochází téměř k žádným ztrátám [39].

Některé brukvovité druhy zeleniny (květák, brokolice, bílé a červené zelí, kapusta a jiné) obsahují látky glukosinoláty. Mezi ně patří sulforafan, který rostlinám slouží k obraně proti škůdcům. Vědecké studie ukazují, že tyto látky vykazují preventivní účinky proti genotoxickému působení cizorodých látek v organismu člověka. Likvidují toxické, patogenní látky, které se mohou participovat na vzniku nádorů. Nevýhodou sulforafanu je jeho vysoká citlivost na teplotu. Z toho vyplývá, že sulforafan je pasterací nebo tepelnými kulinárními úpravami ničen. Paskalizace se tak stává jedinou vhodnou technologií, při které se obsah sulforafanu v uvedených plodinách neeliminuje [37].

## 4.2 Vliv vysokého tlaku na mikroorganismy

Citlivost mikroorganismů k účinkům vysokých tlaků je různá. Obecně vegetativní formy zejména ve fázi růstu jsou velmi citlivé na působení vysokých izostatických tlaků. K inaktivaci dochází při tlaku 400 až 600 MPa. Grampozitivní bakterie (stafylokoky, streptokoky, enterokoky, rod *Clostridium* a jiné) jsou více rezistentní než gramnegativní (například rody *Escherichia*, *Salmonella*, *Pseudomonas*). Plísně a kvasinky jsou velmi citlivé (inaktivace začíná od 300 MPa s výdrží v minutách). Bakteriální spory snesou působení velmi vysokých tlaků, vyšších než 1000 MPa, které je nutno ještě kombinovat se záhřevem. Podobně také viry jsou zřejmě velmi odolné účinkům tlaku. Inaktivační účinek tlaku roste s

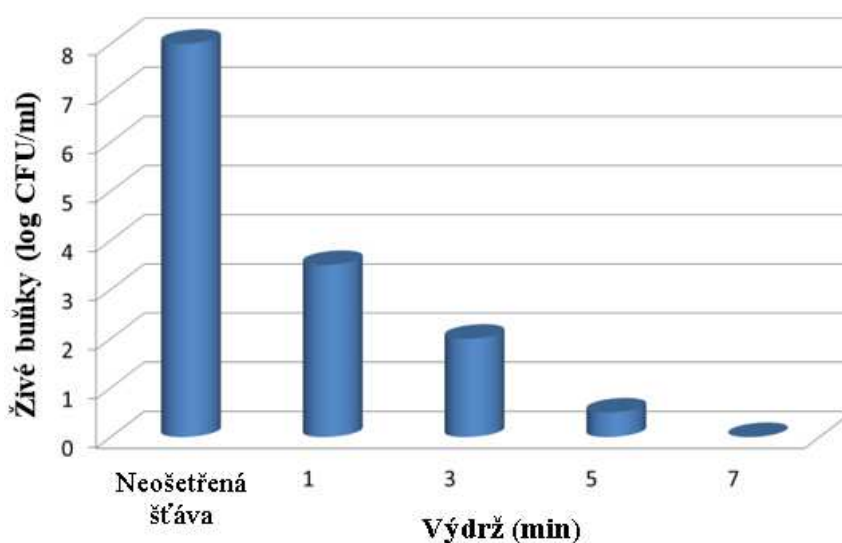
teplotou, je zvyšován přítomností chemických konzervačních látek (jako např. přidavku kyseliny benzoové, sorbové, etanolu, lysozymu, extraktů z koření a dalších látek). Osmoticky aktivní látky, snižování aktivity vody, zvyšování osmotického tlaku v potravině naopak zvyšuje odolnost mikroorganismů. Inaktivační účinek vysokého tlaku se vyjadřuje podobně jako u termoinaktivace hodnotou  $D_p$ , tj. dobou výdrže na tlaku  $p$  při konstantní teplotě, která vede ke snížení počtu mikroorganismů o jeden řád [35, 54, 55].

Vysoký tlak působí nepříznivě především na syntézu stěny buněk. Tlak 5 až 60 MPa zasahuje do procesu dělení buněk tím, že je zastavena replikace DNA. Vysoký tlak prodlužuje lag fázi růstu. Pro usmrcení mikroorganismů je třeba velmi vysokého tlaku a doby působení až několik hodin. Například spory rodu *Bacillus* se neusmrtí ani při hodinovém působení a tlaku 1700 MPa. Tlak několik desítek MPa indukuje klíčení spor [42].

#### 4.2.1 Prodloužení trvanlivosti u některých druhů ovocných šťáv

##### *Pomerančová šťáva*

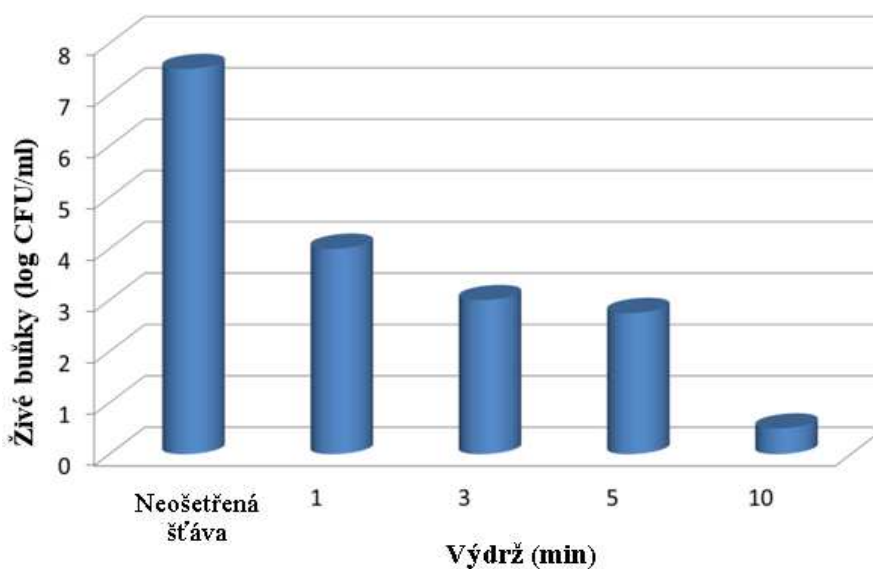
Ihned po úpravě šťávy z odrůd Valencia a Navel pomocí vysokého tlaku se snižuje mikrobiální zátěž na nulovou hodnotu. Při skladování šťáv, jejichž pH se pohybuje okolo 3,55 při teplotě 4°C se udrží zátěž mikroorganismů pod 2 řády CFU/ml po dobu 12 týdnů. Během 30 dnů skladování zůstává stabilní celková aerobní mikroflóra v pomerančové šťávě ošetřené paskalizací (600 MPa / 60 sec). Závislost snížení množství mikroorganismů na délce působení vysokého tlaku je uvedeno na Obrázku 12 [38].



Obrázek 12: Celkové množství aerobních mikroorganismů v pomerančové šťávě ošetřené paskalizací ve vztahu k době působení při 600 MPa [38].

### *Broskvová šťáva*

V závislosti na době aplikace snižuje vysokotlaké zpracování při 600 MPa celkovou aerobní mikroflóru broskvové šťávy při pH 5,21 až o 7 logaritmových cyklů což je znázorněno na Obrázku 13 [38].



Obrázek 13: Celkové množství aerobních mikroorganismů v broskvové šťávě ošetřené paskalizací ve vztahu k době působení při 600 MPa [38].

### *Kokosová voda*

Kokosová voda je přirozeně isotonický nápoj. Při působení tlaku 600 MPa po dobu 180 vteřin umožňuje dosáhnout jeho trvanlivost až 60 dnů při skladování při teplotě 4°C, s celkovým počtem aerobních mikroorganismů nižším než 10 CFU/ml při původní kontaminaci kolem 1 000 CFU/ml [38].

### **Provokační test**

Provokační test pro vyhodnocení zneškodnění *Salmonella enteritidis* a *E. coli* v pomerančové, hroznové a mrkvové šťávě vykazoval určité rozdíly, přesto bylo úpravou 600 MPa po dobu 2 minut u všech šťáv dosaženo snížení o více než 5 logaritmů. Snížení počtu mikroorganismů je uvedeno v Tabulce 6 [38].

Tabulka 6: Míra přežití *E. coli* a *S. enteritidis* ve šťávách upravených při 600 MPa po dobu 2 minut [38].

Šťáva	Patogenní mikroorganismus	Původní hodnoty (nešetřeno) (log CFU/ml)	Přežití po paskalizaci (600 MPa, 2 min) (log CFU/ml)
pomerančová	<i>E. coli</i>	8,09	2,70
	<i>S. enteritidis</i>	8,40	Nedetekováno
z hroznového vína	<i>E. coli</i>	8,34	Nedetekováno
	<i>S. enteritidis</i>	8,09	Nedetekováno
mrkvová	<i>E. coli</i>	8,10	Nedetekováno
	<i>S. enteritidis</i>	8,40	0,81

Zneškodnění mikroorganismů nezávisí jen na tlaku a době aplikace, ale také na dalších faktorech, jako je pH nebo vodní aktivita ( $a_w$ ) [38].

Velmi důležitým faktorem je pH výrobku, které je třeba vzít v úvahu, neboť působí synergicky s použitím vysokého tlaku: čím nižší je pH výrobku, tím bude likvidace mikroorganismů účinnější [38].

Čím nižší je vodní aktivita nebo vyšší stupeň refraktometrické sušiny, tím nižší je efektivita vysokotlakého zpracování. Technologie je tedy nejvíc efektivní u čerstvě vymačkaných šťáv, tím jim umožňuje získat trvanlivost až několik měsíců při chladírenském skladování, ale už není vhodná pro koncentrované šťávy s refrakcí vyšší než 40 Brix [38].

Paskalizace neničí spory bakterií, spory plísní však ano. Pokud jde o řízení kritických kontrolních bodů (HACCP), paskalizací nelze ovlivnit množství *Clostridium botulinum* nebo jakýchkoli jiných bakteriálních spor [38].

U šťáv s pH vyšším než 4,6 hrozí riziko klíčení spor a musí být proto skladovány v chladu během celé doby použitelnosti výrobku. Doporučuje se okyselení výrobku na pH < 4,6 vždy, když je to možné, aby se zabránilo klíčení spor. Ovocné šťávy s nízkým pH pod 4,6 mohou být mikrobiologicky stabilní i při pokojové teplotě, protože jejich nízká hodnota pH neumožní sporám vyklíčit [38].

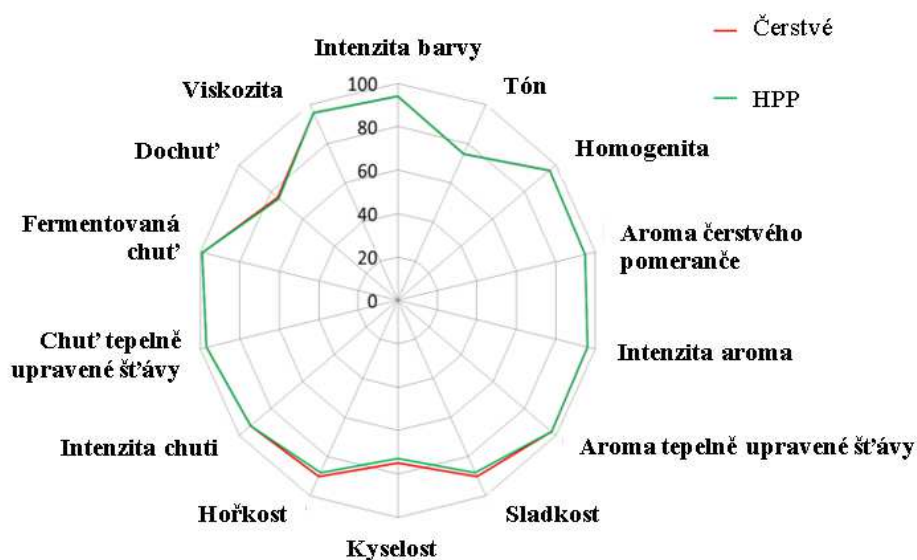
### 4.3 Vliv vysokého tlaku na sensorické a nutriční vlastnosti potravin

Hlavním cílem zavádění technologie vysokých tlaků do potravinářství je zpracování potravin bez jejího vystavení účinkům vysokých teplot. Ošetření vysokým tlakem nemá zásadní vliv na sensorické a nutriční vlastnosti a jsou srovnatelné s výchozí surovinou. Přes uvedenou šetrnost většiny zákroků může ošetření vysokým tlakem vést ke změnám sensorických a nutričních hodnot [35].

Přirozená barviva jako chlorofyl, karotenoidy, antokyany a další nejsou příliš ovlivněna vysokým tlakem. Také bioaktivní látky (například glukosinoláty, polyfenoly, sulfidy, sulforafany a jiné) zůstávají zpravidla zachovány. Například antimutagenní aktivita sulforafanu v tlakem pasterované brokolicevé šťávě [35, 50].

Například tlakovým ošetřením byl snížen obsah hořkých látek v grapefruitové šťávě. Další působení vysokého tlaku na sensorické a nutriční vlastnosti na ovocné a zeleninové šťávy jsou popsány v příloze P I. [35].

Rozdíly mezi čerstvou pomerančovou šťávou a pomerančovou šťávou upravenou vysokým tlakem jsou zanedbatelné, jak je vidět na Obrázku 14. Hodnoceny byly tyto parametry: intenzita barvy, tón, homogenita, aroma čerstvého pomeranče, intenzita aroma, aroma tepelně upravené šťávy, sladkost, kyselost, hořkost, intenzita chuti, chuť tepelně upravené šťávy, fermentovaná chuť, dochuť, viskozita [38].

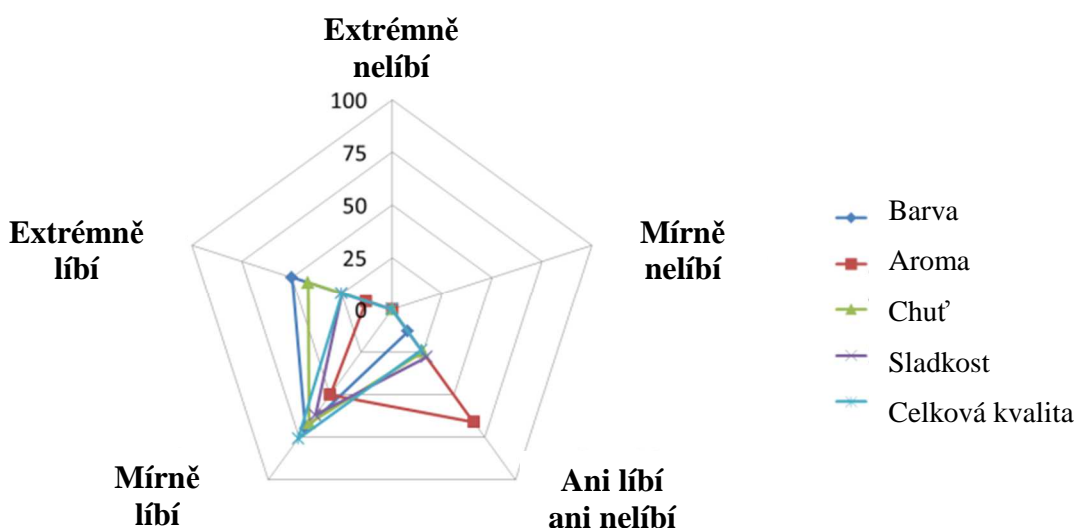


Obrázek 14: Hodnocení sensorických vlastností čerstvé pomerančové šťávy a ošetřené pomerančové šťávy paskalizací (600 MPa, 1 minuta) [38].

U čerstvých šťáv je běžné, že sensorické vlastnosti jsou variabilní v závislosti na odrůdě ovoce a zeleniny. Pokud jde o pomerančovou šťávu, nejlepší chuťový profil vykazuje odrůda Valencia Late [38].

Běžný spotřebitel dnes běžně zná chuť čerstvě vymačkané šťávy jen u pomerančové šťávy, jiné čerstvé šťávy nejsou tak rozšířeny a spotřebitelé je znají jako pasterované nebo sterilizované. Proto se i většina studií zaměřuje na sensorické hodnocení šťáv ošetřených vysokým tlakem a neporovnává je s čerstvými šťávami [38].

Ve studii sensorického hodnocení hroznové šťávy, kterou uskutečnil Moreno a spol., (2013), kde byla hodnocena vůně, barva, sladkost, chuť a celková kvalita, převážná většina spotřebitelů vyhodnotila šťávu, která byla ošetřena paskalizací, jako dobře chutnající jak je vidět na následujícím Obrázku 15 [38].



Obrázek 15: Sensorické hodnocení hroznové šťávy ošetřené paskalizací (6 000 bar, 7 minut) [38].

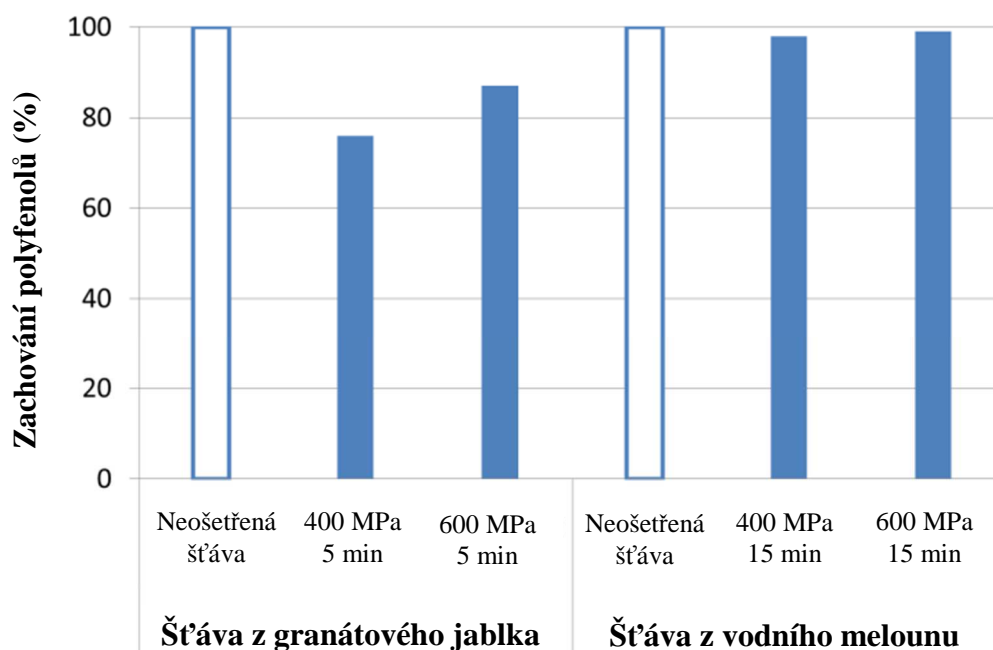
Díky vysoké úrovni zachování živin při paskalizaci umožnila rozvoj kvalitních šťáv a nápojů jako jsou například šťávy z brokolice, granátového jablka, vodního melounu nebo borůvky, které by s využitím jiné technologie nebyly možné a to z důvodu jejich krátké doby použitelnosti a tak nemožnost vstoupit do distribuce. Při použití jiných technologií pro dosažení delší trvanlivosti dojde k ničení živin, díky jimž přinášejí antioxidační nebo antimutagenní funkční vlastnosti. Proto takové ošetření pak postrádá smysl [38].



**Antioxidanty: vitaminy a polyfenoly**

## Polyfenoly

Při použití technologie vysokotlakého zpracování je zachován vysoký obsah fenolic-  
kých látek ve šťávách z granátového jablka a vodního melounu téměř na stejné úrovni, jako  
u čerstvé šťávy. Toto zjištění je znázorněno na Obrázku 16 [38].

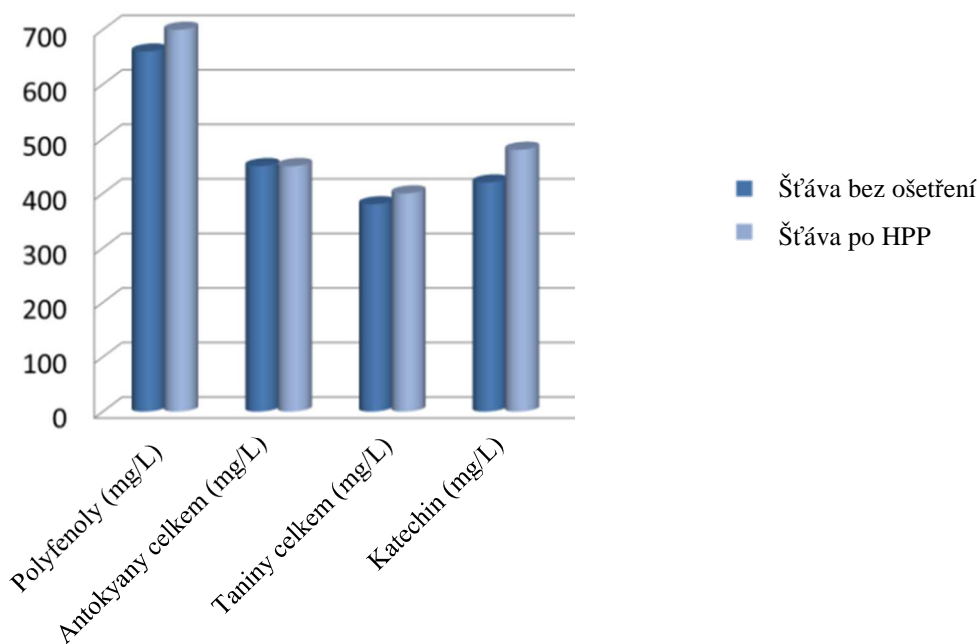


Obrázek 16: Zachování polyfenolů ve šťávách z granátového jablka a vodního melounu po paskalizaci [38].

Na Obrázku 16 je vidět, že u šťávy z vodního melounu nedojde působením tlaku k téměř žádnému úbytku polyfenolů. Šťáva z granátového jablka vykazuje větší citlivost k účinkům paskalizace. Největší úbytek polyfenolů ve šťávě z granátového jablka byl změřen při působení tlaku 400 MPa a 5 minut.

## Antioxidanty

Obsah polyfenolů a antioxidantů ve šťávě z modrých hroznů je podobný u šťáv ošetřených paskalizací jako u neošetřených. Tuto skutečnost ukazuje Obrázek 17 [38].



Obrázek 17: Obsah polyfenolů ve šťávě z modrých hroznů ošetřených paskalizací (600 MPa, 7 minut) a ve šťávě bez ošetření [38].

Obsah kyseliny askorbové (vitaminu C) zůstává po zpracování pomocí vysokého tlaku prakticky nezměněný. Šťáva z vodního melounu si po ošetření vysokým tlakem zachovává lykopen. I přes to, že je šťáva z vodního melounu zpracována v intenzivních podmínkách HPP (600 MPa po dobu 15 minut) si zachovává ve srovnání s čerstvou melounovou šťávou kolem 98 % obsahu lykopenu [43].

Další příznivý vliv je minimální změna barvy melounové šťávy ošetřené vysokým tlakem [44].

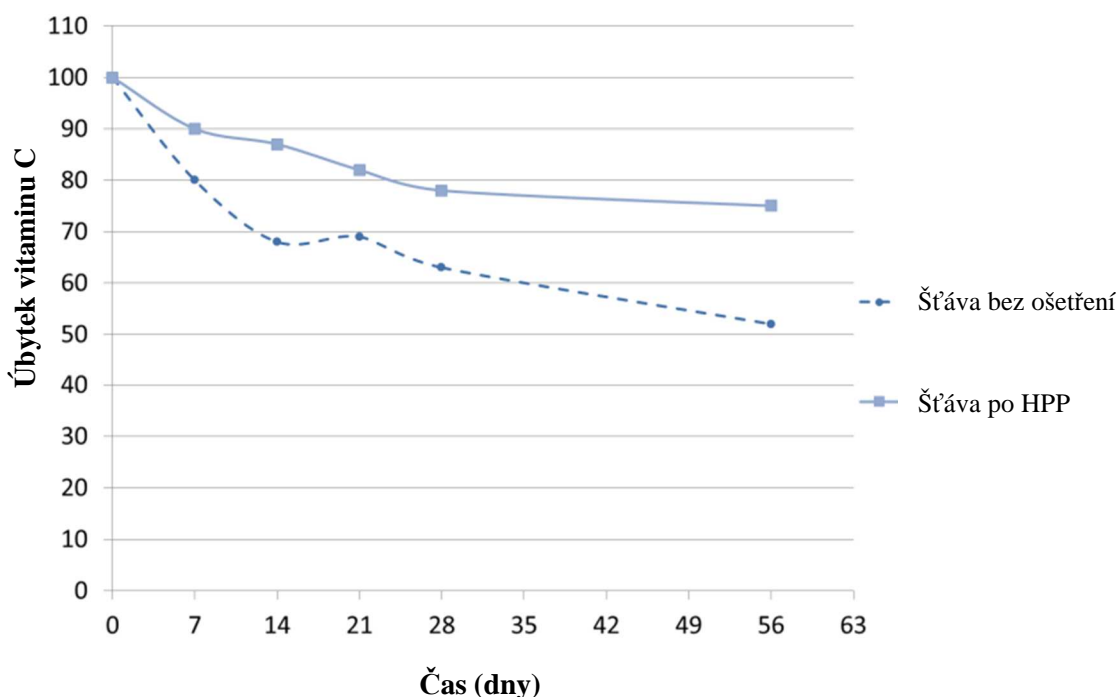
Vitamin C je velmi nestabilní při použití vysokých teplot. Proto je paskalizace vhodnou technologií pro zachování této výživové složky [38].

## Antimutageny

Brokolice je zelenina s vysokým obsahem antimutagenických látek jako je sulforafan, indol-3-karbinol nebo glukosinoláty. Jelikož jsou všechny tři uvedené sloučeniny termolabilní, tepelné zpracování u brokolice vede k velké nebo úplné ztrátě těchto aktivních látek. Paskalizace je ideální metodou pro zachování těchto nutričně významných látek [38].

## Vývoj živin po úpravě pomocí paskalizace

Zachování živin ihned po vysokotlaké úpravě je významnou výhodou technologie ošetření vysokým tlakem. Je však také velmi důležité zachovat tyto živiny po celou dobu použitelnosti při skladování. Na Obrázku 18 je zobrazen vývoj poměrného obsahu vitamínu C během skladování v borůvkové šťávě ošetřené paskalizací a v neošetřené šťávě. Ve srovnání s neošetřenou šťávou vysokotlaká úprava minimalizuje ztrátu vitamínů během skladování [38].



Obrázek 18: Poměrný obsah vitamínu C v neošetřené borůvkové šťávě a ve šťávě ošetřené paskalizací skladované při 4°C [38].

V Tabulce 7 je uveden obsah vitamínu C, fenolických sloučenin a antokyanů v borůvkové šťávě. Obsah těchto látek v paskalizované šťávě je podobný jako v neupravené. Ke dni 0 byla koncentrace vitamínu C mírně vyšší u neošetřeného vzorku. Nicméně šťáva upravená paskalizací si udržuje obsah těchto nutričně významných látek nezměněný po celou dobu použitelnosti (až do 56 dnů) [43].

*Tabulka 7: Vývoj koncentrace vitamínu C a fenolických sloučenin během skladování borůvkové šťávy ošetřené paskalizací při 600 MPa po dobu 5 minut a neošetřené šťávy [38].*

Vzorky		Vitamin C (mg/100g)	Fenolické sloučeniny (mg/g)
Den 0	Neošetřený vzorek	16,3	3,3
	600 MPa / 5 min	15,5	3,35
Den 56	Neošetřený vzorek	8,1	2,98
	600 MPa / 5 min	11,2	3,04

#### 4.4 Vliv vysokého tlaku na enzymy a enzymové reakce

Obecně lze vyjádřit schéma enzymové reakce následovně:



Tlak působí hlavně na enzym-substrátový komplex. Jeho aktivační objem ( $\Delta V^*$ ) určuje, jestli bude enzymová reakce aktivována tlakem ( $\Delta V^* < 0$ ) nebo bude inhibována ( $\Delta V^* > 0$ ). Taktéž samotný substrát může být tlakem ovlivněn. U makromolekul tlak působí na její konformaci a to vede ke snazší nebo obtížnější reakci s enzymem [45, 49].

Mechanismus inaktivace enzymů je totožný s mechanismem bílkovin. Působení tlaku za normální teploty může vést k částečné nebo úplné inaktivaci enzymů. Závisí na typu enzymu a na podmínkách. Z některých potravinářsky významných enzymů jsou tlakem inaktivovány například aminopeptidasy, karboxylasy a lipasy hovězího svalu. Naopak polyfenoloxidasy zůstávají téměř beze změn jejich aktivity. Z dalších potravinářsky významných enzymů jako peroxidasa a lipoxygenasa jsou také velmi rezistentní. V omezených případech může být rezistence konkrétního enzymu k tlaku výhodou. Využívá se toho například u vysokotlakého ošetření naklíčených luštěnin, kde dojde k redukci mikrobiální kontaminace, ale v produktu zůstává zachována aktivita galaktosidas. Ty v narušeném pletivu snižují obsah

flatulentních galaktosidů. Rovněž při ošetření vysokým tlakem syrového masa je výhodou, že katepsiny, kyselá fosfatasa v mase a další enzymy důležité pro správný průběh zrání nejsou tlakem významně ovlivněny. Ve většině případů je však rezistence enzymů k ošetření tlakem překážkou. Proto se musí volit kombinace tlakování s mírným zvýšením teploty, úpravou pH, snížení osmotického tlaku apod. [35].

Problémem je i opačný efekt a to aktivace enzymů v průběhu tlakování. Například aktivita polyfenoloxidas roste až několikanásobně, zřejmě v důsledku změn konformace proteinu a zpřístupnění dalších aktivních míst [35].

Vliv vysokého tlaku na enzymy je uveden v Tabulce 8, ze které je zřejmé, že nejlépe tlaku odolává pektinmethylesteráza. Důležitou roli hraje především u ovocných šťáv, kde může mít vliv na tvorbu zákalu [46, 49].

Tabulka 8: Přehled vlivu vysokého tlaku na potravinářsky významné enzymy [46].

Enzym	Parametry tlaku	Vliv na aktivitu
aminopeptidasy a karboxypeptidasy z masa	400-500 MPa, 10 min	úplná inaktivace
kyselý proteasy z masa	400-500 MPa, 10 min	částečná inaktivace
glukosaoxidasa a askorbát oxidasa	500 MPa	téměř úplná inaktivace
superoxid dismutasa	700 MPa, 20 min	neúplná inaktivace
pektinesterasa a peroxidasa v citrusové šťávě	400 MPa	neúplná inaktivace
	300 MPa, 5 min, 47°C	vysokotlaká pasterace citrusové šťávy
	300-400 MPa, 10 min, 23°C	částečná inaktivace
	600 MPa, 10 min, 23°C	90 % inaktivace
peroxidasa a lipoxygenasa		velmi rezistentní
peroxidasa jablečné a mrkvové šťávy	300-500 MPa	aktivace
	>500 MPa	postupná inaktivace
	900 MPa	úplná inaktivace
lipasa		citlivá
polyfenoloxidas (hruškový bezbuněčný extrakt)	300-500 MPa	silná aktivace
polyfenoloxidas (jablečná a hrušková pletiva)	300-900 MPa, 10 min	částečná reziduální aktivita

K inaktivaci pektinmethylesterasy citrusové šťávy tlakem je potřeba 10 min působení tlakem 100 MPa při 20°C, nebo 10 min působení tlakem 600 MPa při 57°C. Ošetření tlakem 600 MPa při 60°C po dobu 30 min vede k významné inaktivaci katalasy, lipasy, fosfatasy, lipoxygenasy, pektinesterasy, polyfenoloxidas, peroxidasy. Například peroxidasa si ale

udržela 90 % původní aktivity. Z uvedeného je zřejmé, že optimalizace podmínek tlakového ošetření potravin musí zahrnovat hodnocení účinnosti ošetření enzymů a obvykle musí být řešeno individuálně podle vlastností zpracovávané potraviny [35].

Invertáza a lipáza se po vystavení tlaku 50 – 300 MPa neinaktivují, na rozdíl od použití tepelného záhřevu při pasteraci. U  $\beta$ -galaktosidázy bylo zase zjištěno, že její inaktivace záleží, z jakého zdroje pochází. Tyto výsledky jsou důležité v průmyslových procesech, které využívají aktivity enzymů nebo naopak se je snaží inaktivovat [47].

#### **4.5 Vliv vysokého tlaku na potravinářsky významné reakce**

Potravinářsky významné reakce jsou působením tlaku ovlivňovány různým způsobem. Vliv závisí na rozdílech objemu výchozích látek, reakčních produktů a aktivovaných komplexů. Např. kyselá hydrolýza bílkovin se tlakem 50 – 500 MPa významně urychluje, inverze sacharózy při 25°C je působením tlaku 150 MPa naopak inhibována. Podobně jsou inhibovány také reakce Maillardova hnědnutí. Naopak tvorba lysinoalaninu v bílkovinných vzorcích vystavených působení alkalických podmínek je tlakem urychlována. Tlak také podporuje ve vodných roztocích disociaci kyselin [35].

Přehled různých zjištění z oblasti paskalizace ovocných a zeleninových šťáv je uveden v příloze P I [48].

## 5 TECHNOLOGIE PASKALIZACE

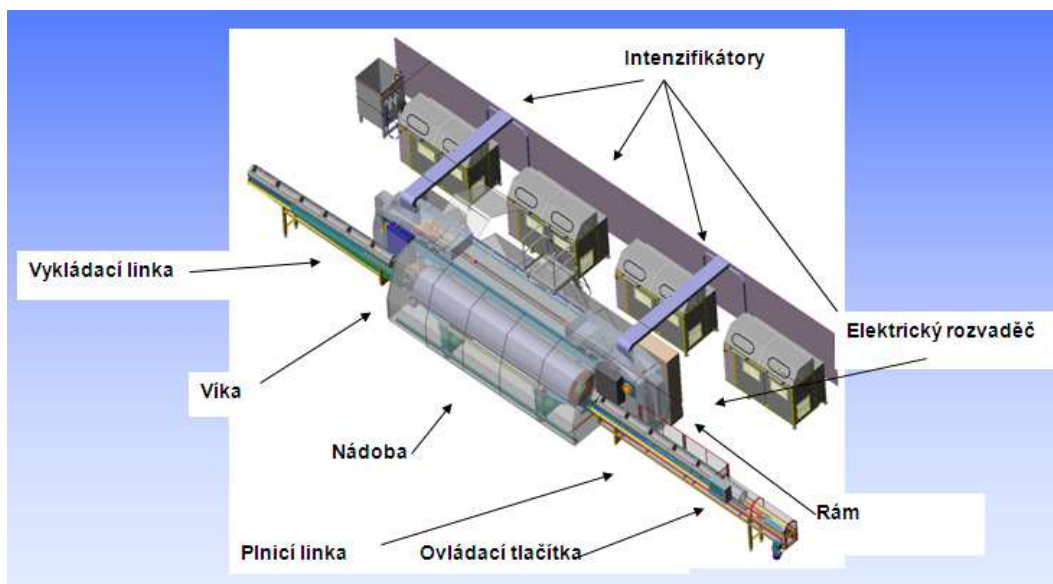
Zařízení pro vysokotlakou technologii je hydraulický lis, který může pracovat vsádkově nebo polokontinuálně s více tlakovými komorami. Ty se střídají v jednotlivých cyklech. Vysokotlaká zařízení (Obrázek 19) se skládají z multiplikátoru tlaku a tlakové nádoby. Tlaková nádoba může být jedna nebo více. Pokud se jedná o polokontinuální zařízení s více nádobami, jsou hydraulické cesty vybaveny ventily, které umožňují odpojení jedné nebo více tlakových nádob od multiplikátoru tlaku, aby bylo možné pracovat v polokontinuálním cyklu (první tlaková nádoba je natlakována, další se vyprazdňuje a třetí se plní novou vsádkou). Hydraulickou kapalinou je v případě potravinářských zařízení nejčastěji pitná voda [35].



Obrázek 19: Paskalizační jednotka firmy Hiperbaric [40].

Největšího rozšíření však dosáhly v současné době horizontální vsádkově pracující lisy s dlouhou tlakovou komorou o objemu až 400 litrů pro ošetřování již balených potravin. Největší kapacitu dosahuje tandemové uspořádání dvou komor, které jsou obsluhovány 6 až 8 multiplikátorovými jednotkami současně. Umožňuje použít běžně provozní tlaky až 600 MPa, což dovoluje zkrátit dobu výdrže až na 3 minuty. Kapacita takového zařízení činí až 2000 kg za hodinu, což vede k podstatnému snížování nákladů na 1 kg ošetřených potravin a ke zlepšení dostupnosti technologie v praxi [35].

Na Obrázku 20 jsou popsány jednotlivé části jedné z menších variant tlakovacího zařízení.



Obrázek 20: Schéma výrobní linky využívající proces HPP od firmy Hiperbaric [40].

## 5.1 Technologie výroby ovocných a zeleninových šťáv HPP

Samotnému tlakování předchází mnoho operací. Většina byla detailně popsána v předchozích kapitolách. Mezi tyto operace patří příjem a kontrola kvality vstupních surovin, kde je velmi důležité dbát na zralost a mikrobiologickou kvalitu ovoce a zeleniny. Dalším krokem je třídění suroviny před jejím vlastním zpracováním. Takto zkontrolovaná surovina může být dopravena do prostoru jejího zpracování. Před následným zpracováním je surovina omyta pitnou vodou.

K získání šťávy ze surovin se používá různá technologie dle charakteru suroviny. Obecně platí, že tvrdá surovina (jablka, celer, mrkev a jiné) se před vlastním lisováním drtí a teprve tato drť je přiváděna do pásového lisu. Šťáva odtékající z lisu je potrubím dopravována do nerezových tanků. V tomto kroku je důležité dbát na rychlost provedení operací, aby nedošlo ke zbytečnému zdržení, které by mohlo urychlit oxidaci a také nežádoucí hnědnutí některých šťáv. Šťáva v tanků je přiváděna do plnicího zařízení. Plnění probíhá do PET láhví různých formátů. Následuje uzavření a vložení do paskalizátoru [56].

Jiným způsobem se získává šťáva z citrusových plodů (pomeranče, grepy, citrony). Šťáva se lisuje na speciálním zařízení tak, aby nedošlo k uvolnění látek obsažených ve slupkách do šťávy. Jedná se především o hořký limonin nebo éterické oleje. Na Obrázku 21 je

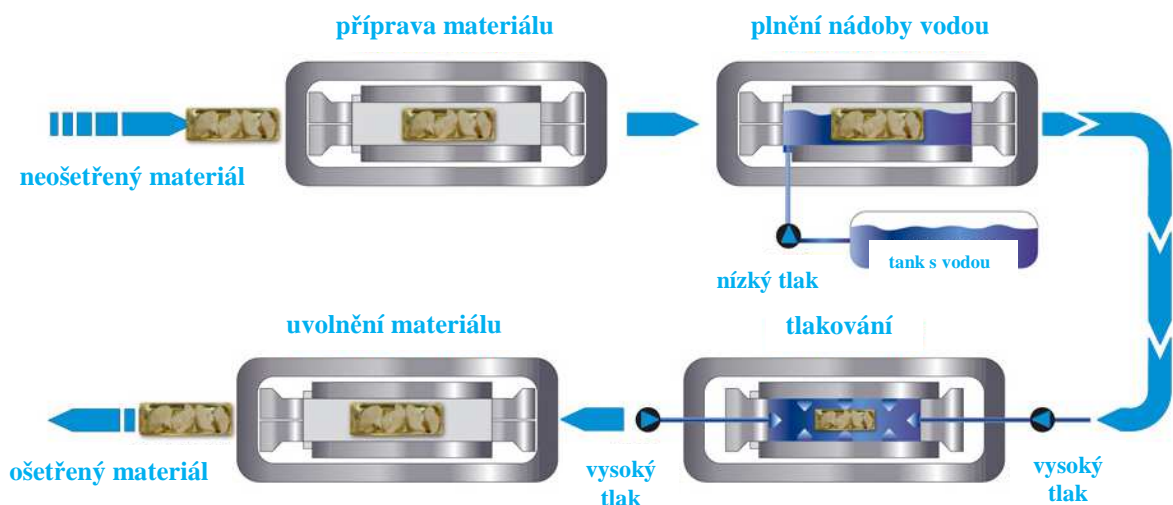


znázorněno seřazení pomerančů do jednotlivých lisovacích hlav. Následuje přiblížení druhé části lisovacích hlav, které jsou na obrázku umístěny nad pomeranči. Po jejich spuštění dojde mechanickým stlačením k vymáčknutí pomerančů a uvolněná šťáva vytéká vnitřním kanálkem lisovacích hlav. Šťáva je opět potrubím přiváděna do zásobního tanku a odtud do plniče. Následuje uzavření naplněných lahví a vložení do paskalizátoru [56, 57].



Obrázek 21: Lis na citrusové plody od firmy Bertuzzi [51].

Na Obrázku 22 je schematicky znázorněn proces paskalizace po jeho jednotlivých fázích. Zabalené potraviny jsou umístěny do nádoby naplněné pitnou vodou. Kapacita nádoby má objem od 35 do 350 litrů. Nádoba s produkty se uzavře. Na ovládacím panelu paskalizátoru se nastaví požadovaný tlak a čas pro ošetření. Po spuštění začnou pracovat čerpadla. Po dosažení stanovených parametrů se automaticky čerpadla vypnou. Po snížení tlaku v komoře dojde k její otevření a produkty mohou být vyjmuty z paskalizátoru [56].



Obrázek 22: Schéma činnosti jednotky HPP firmy Hiperbaric [38].

K inaktivaci bakterií *E.coli* v pomerančové šťávě se uvádí jako dostačující tlak 350-500 MPa s výdrží 1-5 minut. Průmyslově se však využívá tlak 500-600 MPa po dobu 1-2 minut. Tyto parametry paskalizace jsou optimální a dostačující pro zajištění bezpečnosti potravin [57].

Každé vysokotlaké zařízení má sběrnici dat, kde lze ověřit, zda proces proběhl korektně. Po vyjmutí produktů z paskalizátoru pokračují dokončovací operace, kterými jsou opatření láhve etiketou a zabalení. Celý proces probíhá v klimatizovaných prostorách. Teplota se pohybuje okolo 10°C. Následné skladování hotových výrobků a také expedice musí probíhat řízeně tak, aby nebyl přerušen chladový řetězec. Takto ošetřené výrobky musí být skladovány při teplotě 5°C a mají použitelnost 4 týdny [58].

V České republice je využita technologie ošetřování vysokým tlakem ovocných a zeleninových šťáv v akciové společnosti Beskyd Fryčovice, kde probíhá výroba již od roku 2005. Dalším výrobcem ovocných a zeleninových šťáv s použitím technologie HPP je firma Kofola a.s. Unikátní technologie byla zakoupena v roce 2012. Produktové portfolio obou firem je uvedeno v příloze P IV.

## ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala technologií, která využívá k ošetření ovocných a zeleninových šťáv vysoký tlak a představuje tak opatření k minimalizaci rizika mikrobiologického nebezpečí.

Podstatnou část své práce věnuji vstupním surovinám, které se při výrobě ovocných a zeleninových šťáv využívají. Kvalita vstupní suroviny je při použití technologie paskalizace obzvláště důležitá, protože dochází k zachování sensorických vlastností. Každá odchylka chuti, vůně i vzhledu způsobená nevhodnou zralostí nebo mikrobiálním znehodnocením suroviny, se odrazí v sensorických vlastnostech výrobku.

Technologie vysokého tlaku má své specifické výhody a také nevýhody oproti běžným technologiím. Jedním z hlavních benefitů této technologie je zachování sensorické a nutriční hodnoty surovin, které se k výrobě šťáv používají. Běžné konvenční technologie, jako je například pasteurace, mají zásadní vliv především na chuť, barvu a texturu šťávy.

Ovocné a zeleninové šťávy ošetřené vysokým tlakem je nutné skladovat v chladu. Použitelnost šťáv je přibližně jeden měsíc. Důležitou podmínkou pro udržení zdravotní nezávadnosti je také pH šťávy, které by mělo být co nejnižší, ideálně pod 4,5.

Tato relativně nová technologie má jistě potenciál, především z pohledu zdravého životního stylu. Paskalizace je dnes využívána v celé řadě potravinářských odvětvích. Své uplatnění našla například pro ošetření masa a masných výrobků, mléčných výrobků, mořských plodů, syrové rýže, kusového ovoce a zeleniny a dalších.

Vysoké investiční i provozní náklady se odrážejí v ceně výrobků ošetřených vysokým tlakem. Nicméně přidaná hodnota těchto produktů rozhodně tuto cenu vyvažuje, což je dáno i skutečností, že vzrůstá množství výrobců a tím i výrobků využívající tuto technologii. V České republice se paskalizace využívá pro ošetření ovocných a zeleninových šťáv od roku 2005.

Technologie vysokého tlaku je považována také za přátelskou k životnímu prostředí. Jedná se o skutečnou alternativu k tradičním tepelným a chemickým ošetřením.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] MACHÁČKOVÁ, L., *Efekt působení vysokého hydrostatického tlaku na mikroorganismy v ovocných a zeleninových produktech*. Technika v procesech trvale udržitelného hospodaření a produkce bezpečných potravin, 2002. ISBN 80-7158-604-2.
- [2] STROHALM, J., VALENTOVÁ, H., HOUŠKA, M., NOVOTNÁ, P., LANDFELD, A., KÝHOS, K., GRÉE, R. Změny kvality přírodní pomerančové šťávy ošetřené vysokým tlakem v průběhu skladování. In *Czech J. Food Sci.* 2000, Vol. 18, p. 187–193.
- [3] DOSTÁLOVÁ, J., KADLEC, P. a kol. *Potravinářské zbožíznalství*. 1. vyd. KEY Publishing: Ostrava, 2014. ISBN 978-80-7418-208-2.
- [4] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1. vyd. VŠCHT: Praha, 2007. ISBN 978-80-7080-468-1.
- [5] ANONYM. Zahradnické potravinové zdroje. *NUTR-e-learning-2010-7.kap, 2010*. [online]. Jul, 2010. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: [tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/NUTR-e-learning-2010-7.kap..doc](http://tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/NUTR-e-learning-2010-7.kap..doc).
- [6] KOPLÍK, R. Ovoce a zelenina. *Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT v Praze*. [online]. Feb, 2008. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: [http://web.vscht.cz/~koplikr/4\\_Ovoce\\_a\\_zelenina.pdf](http://web.vscht.cz/~koplikr/4_Ovoce_a_zelenina.pdf).
- [7] ROP, O., VALÁŠEK, P., HOZA, I. *Teoretické principy konzervace potravin I. Hlavní konzervářské suroviny*. 1. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Zlín, 2005. ISBN 80-7318-339-0.
- [8] LYLÝ, M. Moučnatění ovoce. *Zakousnout se do ovoce*. [online]. Oct, 2003. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: [old.vscht.cz/flairflow4/CG84.doc](http://old.vscht.cz/flairflow4/CG84.doc).
- [9] HRABĚ, J., GÁL, R., BUŇKA, F., ROP, O., RŮŽIČKOVÁ, J. *Základy zbožíznalství potravin*. 1. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Zlín, 2011. ISBN 978-80-7454-118-6.
- [10] ANONYM. Orange. *Gardenology*. [online]. Aug, 2012. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.gardenology.org/wiki/Orange>.

- [11] SKOVAJSA, J. Pomeranč – sladké zdravé osvěžení a burzovní komodita v jednom, 2011. *Epoch times*. [online]. Jul, 2011. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.epochtimes.cz/2011070217292/Pomeranc-sladke-zdrave-osvezeni-a-burzovni-komodita-v-jednom.html>.
- [12] ANONYM. Navel orange. *Natures finest produce*. [online]. Feb, 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.naturesfinestproduce.com/images/navel%20orange.jpg>.
- [13] ANONYM. Citrus - Salustiana. *Eccedo*. [online]. Feb, 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.eccedo.co.uk/products/citrus/oranges/salustiana>.
- [14] ANONYM. Blood Orange. *Queen Victoria market*. [online]. Feb, 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.qvm.com.au/seasonal-produce/blood-orange/>.
- [15] ANONYM. Pektin. *Éčka v potravinách*. [online]. 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E440>.
- [16] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 2. vyd. OSSIS: Tábor, 2002. ISBN 80-86659-00-3.
- [17] ANONYM. Pektiny. *WikiSkripta*. [online]. Feb, 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/images/0/00/Pektiny.jpg>.
- [18] ANONYM. Plod (fructus, fruit, Frucht). *Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity - katedra botaniky*. [online]. Mar, 2006. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/MorfologiePlod.htm>.
- [19] ANONYM. Limonin. *Sigma-Aldrich*. [online]. Jun, 2000. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/19647?lang=en@ion=CZ>.
- [20] LANZINGH, Ch., SVENSSON, B., ANDERSSON, K., JENSINGER, P. New juice pasteurization - Tetra Pak unveils new process. *Fruit processing* 2014, 2, 64–65.
- [21] ANONYM. Stanovení dusičnanů v zelenině. *Univerzita Palackého v Olomouci - Přírodovědecká fakulta, Katedra analytické chemie*. [online]. Jan, 2012. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://ach.upol.cz/user-files/files/02-dusicnany-v-zelenine.pdf>.
- [22] ANONYM. Celer a účinky na lidské zdraví. *Net magazines - Zahrada*. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/zelenina/Celer/>.

- [23] ANONYM. Miřík celer. *Abeceda zahrady a bydlení*. [online]. 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/katalog-rostlin/mirik-celer>.
- [24] ANONYM. Řepa červená. *Atlas rostlin*. [online]. 2013. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://bylinky.atlasrostlin.cz/ropa-cervena>.
- [25] DOBIÁŠ, J. Technologie zpracování ovoce a zeleniny I. *Vysoká škola chemicko-technologická. Ústav konzervace potravin a technologie masa*. [online]. Feb, 2004. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007709/Technologie+zpracov%C3%A1n%C3%AD+ovoce+a+zeleniny+I.pdf>.
- [26] ANONYM. Belt press EBP 500. *Voran machinery*. [online]. Jan, 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.voran.at/en/machinery/product-range/menu/obstverarbeitung/category/bandpressen/product/bandpresse-ebp500/>.
- [27] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technologií*. 3. vyd. Malé centrum: Bratislava, 1996. ISBN 80-967064-1-1.
- [28] RUŽBARSKÝ, J., GRODA, B., JECH, J., SOSNOWSKI, S. a kol. *Potravinářská technika*. 1. vyd. Fakulta výrobných technologií: Prešov, 2005. ISBN 80-8073-410-0.
- [29] Vyhláška č. 330/2013 Sb., kterou se mění vyhláška č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/ws\\_content?contentKind=regulation&section=1&id=80713&name=330/2013](http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation&section=1&id=80713&name=330/2013).
- [30] Vyhláška č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy->

mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\_uplna-zneni\_vyhlaska-1997-335-potravininy.html.

- [31] LEDVARD, D., JOHNSTON, D., EARNSHAW, R., HASTING, A. *High Pressure Processing of Foods*. 1st ed. Nottingham University Press: Nottingham, 1995. ISBN 1-897676-506.
- [32] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., a kol. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. 1. vyd. KEY Publishing: Ostrava, 2009. ISBN 978-80-7418-060-6.
- [33] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1129/2011 ze dne 11. listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:295:0001:0177:CS:PDF> (accessed April 25, 2015).
- [34] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., a kol. *Přehled tradičních potravinářských výrob*. 1. vyd. KEY Publishing: Ostrava, 2012. ISBN 978-80-7418-145-0.
- [35] KADLEC P., MELZOCH K., VOLDŘICH M. a kol. *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výrob*. 1. vyd. KEY Publishing: Ostrava, 2012. ISBN 978-80-7418-086-6.
- [36] DOHNALOVÁ, L. Paskalizace. *Život s dietou - pomocník ve světě potravinových diet*. [online]. Nov, 2013. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.zivotsdietou.cz/clanky/paskalizace>.
- [37] HOUŠKA, M. Sulforafan. *Paskalizace*. [online]. 2013. [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.paskalizace.cz>.
- [38] ANONYM. HPP Technology. *Hiperbaric Hight pressure processing*. [online]. 2012. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.hiperbaric.com/en/high-pressure>.
- [39] HASNÍKOVÁ, N. *Využití vysokého tlaku v potravinářské praxi*. Disertační práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2008.
- [40] HOUŠKA M.: *Technologie vysokého tlaku pro prodloužení údržnosti a zachování bioaktivních látek potravin. Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., 2014. - Sborník přednášek.*

- [41] MURRAY, R., BENDER, D., BOTHAM, K., KENNELLY, P., RODWELL, V., WEIL, P. *Harperova ilustrovaná biochemie*. 5. vyd. Galén: Praha, 2009. ISBN 978-80-7262-907-7.
- [42] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologii*. 3. vyd. Academia: Praha, 2002. ISBN 80-200-1024-6.
- [43] ANONYM. Juices and smoothies. *Hiperbaric*. [online]. Nov, 2013. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: [http://www.hiperbaric.com/media/uploads/productos/documentos/Juices\\_whitepaper\\_nov-20131.pdf](http://www.hiperbaric.com/media/uploads/productos/documentos/Juices_whitepaper_nov-20131.pdf).
- [44] ZHANG, C., et al. Comparison of thermal, ultraviolet-c, and high pressure treatments on quality parameters of watermelon juice. *Food Chemistry* [online] 2011, 126, 254-260. [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem).
- [45] *Vliv vysokých tlaků na reakce probíhající v potravinách*, Sborník semináře: Použití vysokého izostatického tlaku v potravinářství a příbuzných oborech. VŠCHT Praha, VOLDŘICH, M., Ed., 1997.
- [46] BRŮNA, D. *Vliv vysokého tlaku na vybrané chemické a enzymové procesy při zpracování potravin*. Disertační práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1999.
- [47] MARIE-OLIVE, M. et al. *High pressure research - Combined effects of pressure and temperature on enzyme stability*. 19th ed., Overseas Publishers Association: Malaysia, 2000. ISSN 0895-7959.
- [48] RASTOGI, N., et al. Opportunities and Challenges in High Pressure Processing of Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2007, 47, 87–89.
- [49] HENDRICKX, M., KNORR, D. *Ultra High Pressure Treatments of Foods*. 1st ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, 2001. ISBN 0-306-47278-3.
- [50] ANONYM. Bioaktivní látky v potravinách - Sekundární rostlinné látky. *Víš co jíš?*. [online]. 2014. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.viscojis.cz/onemocneni-vyziva/onemocneni-zajimavosti/83-bioaktivni-latky-v-potravinach>.
- [51] ANONYM. Citrus processing. *Bertuzzi - food processing*. [online]. Jul, 2011. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.bertuzzi.it/cms/images/stories/pdf/Citrus-2012.pdf>.



- [52] ANONYM. Výrobky z kategorie Zeleninové šťávy REFIT pro spotřebitele. *Beskyd Fryčovice, a.s.* [online]. 2015. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.beskyd.cz/vyrobek-eu/vyrobky-eu/44-zeleninove-stavy-refit.html>.
- [53] ANONYM. Čerstvá šťáva v lahvičkách. *UGO*. [online]. Sep, 2014. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.ugo.cz/lahvicky>.
- [54] AMBROŽOVÁ, J. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. VŠCHT: Praha, 2007. ISBN 80-7080-521-8.
- [55] ANONYM. Grampozitivní bakterie. *Speciální mikrobiologie – Mendelova univerzita v Brně*. [online]. Jun, 2014. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2611](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2611).
- [56] ROVERE, P. The third dimension of food technology. *Technologie alimentari*. 4, 2–8.
- [57] TIMMERMANS, R., MASTWIJK, H., KNOL, J., QUATAERT, M., VERVOORT, L., PLANCKEN, I., HENDRICKX, M., MATSER, A. Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2011, 12, 235–243.
- [58] HOUŠKA, M.; STROHALM, J.; KOCUROVÁ, K.; TOTUŠEK, J.; LEFNEROVA, D.; TRÍŠKA, J.; VRCHOTOVÁ, N.; FIEDLEROVÁ, V.; HOLASOVÁ, M.; GABROVSKA, D.; PAULÍČKOVÁ, I. High pressure and foods - fruit/vegetable juices. *Journal of food engineering*. 2006, 77, 386–398.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

HPP	High Pressure Processing (technologie ošetření vysokým tlakem)
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (analýza rizik a kontrola kritických bodů)
ORAC	Oxygen Radical Antioxidant Capacity (antioxidační kapacita)
FRAP	Ferric reducing antioxidant power (hodnocení redoxních vlastností)
HPLC	high-performance liquid chromatography (vysokoučinná kapalinová chromatografie)
PET	polyethylentereftalát
CFU	Colony Forming Unit (kolonii tvořící jednotka)

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: 1 - Navel, 2 - Salustiana, 3 - Sanguinelli [12, 13, 14].</i>	17
<i>Obrázek 2: Základní struktura pektinů [17].</i>	18
<i>Obrázek 3: Struktura limoninu [19].</i>	19
<i>Obrázek 4: Předmáčecí pračka [27].</i>	25
<i>Obrázek 5: Kartáčová pračka [27].</i>	26
<i>Obrázek 6: Bubnová pračka [27].</i>	26
<i>Obrázek 7: Bubnová škrabka zeleniny [27].</i>	27
<i>Obrázek 8: Schéma pásového lisu Voran [26].</i>	29
<i>Obrázek 9: Principy drtících mechanismů [27].</i>	31
<i>Obrázek 10: Fázový diagram vody [35].</i>	40
<i>Obrázek 11: Stavový diagram proteinů [40].</i>	42
<i>Obrázek 12: Celkové množství aerobních mikroorganismů v pomerančové šťávě ošetřené paskalizací ve vztahu k době působení při 600 MPa [38].</i>	44
<i>Obrázek 13: Celkové množství aerobních mikroorganismů v broskvové šťávě ošetřené paskalizací ve vztahu k době působení při 600 MPa [38].</i>	45
<i>Obrázek 14: Hodnocení sensorických vlastností čerstvé pomerančové šťávy a ošetřené pomerančové šťávy paskalizací (600 MPa, 1 minuta) [38].</i>	47
<i>Obrázek 15: Sensorické hodnocení hroznové šťávy ošetřené paskalizací (6 000 bar, 7 minut) [38].</i>	48
<i>Obrázek 16: Zachování polyfenolů ve šťávách z granátového jablka a vodního melounu po paskalizaci [38].</i>	49
<i>Obrázek 17: Obsah polyfenolů ve šťávě z modrých hroznů ošetřené paskalizací (600 MPa, 7 minut) a ve šťávě bez ošetření [38].</i>	50
<i>Obrázek 18: Poměrný obsah vitamínu C v neošetřené borůvkové šťávě a ve šťávě ošetřené paskalizací skladované při 4°C [38].</i>	51
<i>Obrázek 19: Paskalizační jednotka firmy Hiperbaric [40].</i>	55
<i>Obrázek 20: Schéma výrobní linky využívající proces HPP od firmy Hiperbaric [40].</i>	56
<i>Obrázek 21: Lis na citrusové plody od firmy Bertuzzi [51].</i>	57
<i>Obrázek 22: Schéma činnosti jednotky HPP firmy Hiperbaric [38].</i>	57

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1: Základní složení některých druhů ovoce [6].</i> .....	13
<i>Tabulka 2: Základní složení některých druhů zeleniny [6].</i> .....	22
<i>Tabulka 3: Členění nealkoholických nápojů a koncentrátů k přípravě nealkoholických nápojů na skupiny a podskupiny [30].</i> .....	32
<i>Tabulka 4: Preference spotřebitelů [31].</i> .....	35
<i>Tabulka 5: Hlavní konzervační technologie, které se dnes využívají [31].</i> .....	36
<i>Tabulka 6: Míra přežití E. coli a S. enteritidis ve šťávách upravených při 600 MPa po dobu 2 minut [38].</i> .....	46
<i>Tabulka 7: Vývoj koncentrace vitamínu C a fenolických sloučenin během skladování borůvkové šťávy ošetřené paskalizací při 600 MPa po dobu 5 minut a neošetřené šťávy [38].</i> .....	52
<i>Tabulka 8: Přehled vlivu vysokého tlaku na potravinářsky významné enzymy [46].</i> ..	53

**SEZNAM PŘÍLOH**

- PŘÍLOHA P I: Přehled některých zjištění při paskalizaci ovocných a zeleninových šťáv
- PŘÍLOHA P II: Členění nealkoholických nápojů a koncentrátů k přípravě nealkoholických nápojů na skupiny a podskupiny
- PŘÍLOHA P III: Technologické požadavky na nealkoholické nápoje
- PŘÍLOHA P IV: Portfolio ovocných a zeleninových šťáv ošetřených paskalizací vyráběné českými výrobci

## PŘÍLOHA P I: PŘEHLED NĚKTERÝCH ZJIŠTĚNÍ PŘI PASKALIZACI OVOCNÝCH A ZELENINOVÝCH ŠŤÁV [48]

Produkt	Podmínky	Zjištění	Reference
<b>Pomerančová šťáva</b>			
	350 MPa 1 min 30°C	Dobrá kvalita šťávy po dobu 2 měsíců při skladování v chladu.	Donsi, Ferrari, and Matteo (1996)
	600 MPa 1 min 5°C	Skladování až 20 týdnů při 0°C beze změny fyzikálně-chemických a sensorických vlastností, zatímco drobné změny pozorované po 12 týdnech, kdy vzorek byl skladován při 10°C.	Takahashi, Pehrsson, Rovere, and Squarcina (1998)
	500 MPa 1,5 min	Mikrobiální kvalita tlakem ošetřené šťávy byla podobná tepelně pasterované (pod detekovatelným limitem). Skladování až 16 týdnů v chladničce s lepším sensorickým profilem.	Parish (1998)
	700 MPa 1 min	Stabilní pomerančová šťáva s trvanlivostí 90 dní za chladírenských podmínek.	Goodner, Braddock, Parish, and Sims (1999)
	400 MPa 10 min	Šťáva vykazovala přijatelnou kvalitu během skladování po dobu 150 dnů při pokojové teplotě.	Strolham, Valentova, Houska, Novotna, Landfeld, Kyhos, and Gree (2000)
	500 nebo 800 MPa 5 min	Skladování až 21 dní při 4°C nezpůsobilo žádný významný rozdíl v antioxidační schopnosti, v obsahu vitamínu C, cukru a obsahu karotenu.	Fernandez, Butz, Bognar, and Tauscher (2001b)
	500 MPa 5 min 35°C	Nižší ztráty kyseliny askorbové, než v běžně pasterizovaných šťávách při 80°C po dobu 30 s.	Polydera, Stoforos, and Taoukis (2003)
	350–450 MPa, 40–60°C 1–5 min	Lepší extrakce flavonoidů a zachování zdraví podporujících látek při skladování v chladu.	Sanchez, Plaza, Ancos, and Cano (2004)
	600 MPa 4 min 40°C	Rychlost rozkladu kyseliny askorbové byla nižší pro pomerančový džus ošetřené vysokým tlakem, což vedlo k lepšímu zachování antioxidační aktivity ve srovnání se šťávou pasterovanou obvyklým způsobem za použití tepla.	Polydera, Stoforos and Taoukis (2004; 2005)
	600 MPa 1 min 20°C	U pomerančové šťávy, která obsahovala aerobní bakterie, kvasinky a plísně byl snížen jejich počet na méně než detekovatelné množství. Byla také pozorována inaktivace salmonel až o 7 logů. Barva, hnědnutí, viskozita, °Brix, titrační kyselost, hladina alkoholu nerozpustných kyselin, kyselina askorbová, beta-karoten nebyly ovlivněny, pokud se šťáva skladovala po dobu 12 týdnů při teplotě 4 nebo 10°C.	Bull, Zerdin, Howe, Gicoechea, Paramanandhan, Stockman, Sellahewa, Szabo, Johnson, and Stewart (2004)
	600 MPa 5 min 25 nebo 80°C	Ascorbáty chrání foláty proti účinkům tlaku a tepla. Čerstvě vymačkaná pomerančová šťáva ošetřena po dobu 5 minut při 600 MPa při 25°C prokázala dobré zachování folátů. Zpracování při 80°C nezpůsobilo velké ztráty kyseliny listové, které je přisuzována vnitřní ochranná funkce u čerstvě vymačkané vnitřní ochranná funkce u čerstvě vymačkané pomerančové šťávy.	Butz, Serfert, Fernandez, Dieterich, Lindauer, Bognar, and Tauscher (2004)

<b>Citrónová šťáva</b>			
	450 MPa 2,5 nebo 10 min	Po ošetření nebyly detekovány žádné plísně, kontrolní vzorek se zkazil přítomnými kvasinami a plísněmi již po 10 dnech. HPP má jen malý vliv na složky šťávy a fyzikálně-chemické vlastnosti.	Donsi, Ferrari, Matteo, and Bruno (1998)
<b>Jablečná šťáva</b>			
	400 MPa 10 min	Srovnání sensorických vlastností při skladování jablečné šťávy ošetřené vysokým tlakem, konzervované zmrazením (-17°C) nebo pasterované (80°C, 20 min). Nejlepší sensorickou kvalitou vykazovaly vzorky zmrazené šťávy, následuje šťáva tlakovaná a pak pasterovaná. U pasterované je zásadní rozdíl ve vůni.	Novotna, Valentova, Strohalm, Kyhos, Landfeld, and Houska (1999)
<b>Mošt z červeného a bílého hroznu</b>			
	300–800 MPa 1–5 min	U bílého hroznu vystačí ošetření tlakem 500 MPa po dobu 3 minut, u červeného 800 MPa po dobu 5 minut a nebylo ani tak zcela bez mikroorganismů. To je způsobeno přirozenou mikroflórou červených hroznů, které vykazují větší stabilitu vůči tlaku. Zde byly také malé změny fyzikálně-chemických vlastností.	Moio, Masi, Pietra, Caccace, Palmieri, Martino, Carpi, and Dall'Aglio (1994)
<b>Antimutagenní aktivita ovocných a zeleninových šťáv</b>			
	400–800 MPa 25–50°C 10 min	Antimutagenita jahodové a grapefruitové šťávy nebyla ovlivněna použitím tepla a tlaku. Antimutagenita mrkvové šťávy, šťávy z pórku, špenátu, kadeřavé kapusty a květáku byly citlivé k tepelné úpravě a byly ovlivněny i tlakem. Antimutagenita šťávy z řepy a rajčat je ovlivněna použitím extrémních tlaků.	Butz, Edenharder, Fister, and Tauscher (1997)

**PŘÍLOHA P II: ČLENĚNÍ NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJŮ A KONCENTRÁTŮ K PŘÍPRAVĚ NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJŮ NA SKUPINY A PODSKUPINY [29, 30]**

Členění			Smyslové požadavky		
Druh	Skupina	Podskupina	Vzhled	Chut' a vůně	
Nealkoholický nápoj	ovocná nebo zeleninová šťáva		čirý až kalný, případně s obsahem protlaku, dřeně nebo kousků ovoce nebo zeleniny, bez cizích příměsí	odpovídající použitým složkám bez cizích příchutí a pachů	
	nektar		čirý až kalný, případně s obsahem protlaku, dřeně nebo kousků ovoce nebo zeleniny, bez cizích příměsí		
	nealkoholický nápoj ochucený	ovocný nebo zeleninový nápoj			čirý až kalný, případně s mírným sedimentem, bez cizích příměsí
		limonáda			
		minerální voda ochucená			
		pitná voda ochucená			
	pramenitá voda ochucená				
	sodová voda		čirý až jiskrný bez sedimentu a cizích příměsí	čistá bez cizích příchutí a pachů	
Koncentrát k přípravě nealkoholických nápojů	ovocný nebo zeleninový koncentrát		opalizující až kalný, se sedimentem, bez cizích příměsí	odpovídající použitým složkám a bez cizích příchutí a pachů	
	nápojový koncentrát	sirup	čirý až kalný, případně s mírným sedimentem, bez cizích příměsí		
		nízkoenergetický nápojový koncentrát			
		nápoj v prášku	prášek, granule nebo tablety bez cizích příměsí		
	sušená ovocná nebo zeleninová šťáva		bez cizích příchutí a pachů		



## **PŘÍLOHA P III: TECHNOLOGICKÉ POŽADAVKY NA NEALKOHOLICKÉ NÁPOJE [29, 30]**

### Složení

- Při přípravě ovocných šťáv se použijí druhy ovoce odpovídající botanickým názvům (definuje Vyhláška 330/2013 Sb.) a v názvu produktu se pak uvede název příslušného ovoce nebo obecný název produktu.
- Refraktometrickou sušinou (hodnota Brix) ovocné šťávy se rozumí hodnota Brix šťávy získané z ovoce; nesmí se upravovat, s výjimkou směsi se šťávou ze stejného druhu ovoce.
- Minimální hodnota Brix je stanovena pouze pro ředěné ovocné šťávy a ředěné ovocné dřeně nezahrnuje rozpustné sušiny jakýchkoli přidaných nepovinných složek a přidaných látek.

### Povolené složky, které lze přidávat do ovocných a zeleninových šťáv:

- Vitaminy a minerální látky povolené nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1925/2006 o přidávání vitaminů a minerálních látek a některých dalších látek do potravin
- Potravinářské přídatné látky povolené nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách
- Pro úpravu kyselé chuti: citrónová šťáva nebo limetková šťáva nebo koncentrovaná citrónová nebo limetková šťáva do výše 3 g na litr šťávy, vyjádřeno jako bezvodá kyselina citrónová; a dále:
  - v případě ovocných a zeleninových šťáv, ovocných a zeleninových šťáv z koncentrátu a koncentrovaných ovocných šťáv a zeleninových šťáv: vrácené aroma, dužina a buňky,
  - v případě hroznové šťávy: vrácené soli kyseliny vinné,
  - v případě ovocných a zeleninových nektarů: vrácené aroma, dužina a buňky; cukry nebo med nejvýše do 20 % celkové hmotnosti hotového produktu; nebo náhradní sladidla.

### Povolené způsoby zpracování a látky

- mechanické způsoby oddělování,
- obvyklé fyzikální postupy výroby koncentrovaných ovocných šťáv, včetně přímého odstranění vody z jedlých částí plodů s výjimkou vinných hroznů,
- v případě hroznové šťávy, která byla sířena oxidem siřičitým, je povoleno odsíření fyzikálními prostředky za předpokladu, že celkové množství SO<sub>2</sub> v hotovém produktu nepřekročí 10 mg/l,
- enzymatické přípravky: pektinázy (pro rozrušení pektinu), proteinázy (pro rozložení bílkovin) a amylázy (pro štěpení škrobu) splňující požadavky nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1332/2008 o potravinářských enzymech
- jedlá želatina,
- taniny,
- sol (koloidní roztok) kyseliny křemičité,
- aktivní uhlí,
- dusík,
- bentonit jako adsorpční jíl,
- chemicky inertní pomocné filtrační látky a srážecí činidla (promytá křemelina, perlit, celulóza, nerozpustný polyamid, polystyren, polyvinylpyrrolidon),
- chemicky inetrní pomocné adsorpční látky, které jsou v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a které se používají ke snížení obsahu limonoidů a naringinu v citrusové šťávě, aniž by výrazně ovlivnily obsah limonoidních glykosidů, kyselin, cukrů (vč. oligosacharidů) nebo minerálních látek,
- navíc koření, byliny a jedlá sůl, pokud její množství nepřekročí 3 % hmotnosti potraviny při výrobě zeleninové šťávy.

## PŘÍLOHA P IV: PORTFOLIO OVOCNÝCH A ZELENINOVÝCH ŠTÁV OŠETŘENÝCH PASKALIZACÍ VYRÁBĚNÉ ČESKÝMI VÝROBCI

Beskyd Fryčovice – Refit [52]



Kofola a.s. – UGO [53]



Grep      Pomeranč a mrkev      Pomeranč      Jablko a červená řepa      Jablko a mrkev      Jablko a celer      Jablko a zelí      Jablko

