

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Mikrobiologická kontrola sušeného ovoce

Bakalářská práce

Autor práce: Marie Smolíková

Vedoucí práce: Ing. Eva Popelářová, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Mikrobiologická kontrola sušeného ovoce jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Evě Popelářové, Ph.D. za vedení a odbornou pomoc při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Janě Pečené za pomoc při laboratorním hodnocení bakalářské práce.

Mikrobiologická kontrola sušeného ovoce

Souhrn

Významným faktorem pro posouzení kvality potravin je jejich mikrobiální kontaminace. Tato bakalářská práce se zabývá mikrobiologickou kvalitou sušených jablek. Práce vychází z předpokladu, že síření má vliv na obsah mikroorganismů. Cílem je tedy stanovit jejich počet, vliv síření na jejich obsah, případně zhodnotit další vlivy sířičitanů na sušená jablka.

Trendem dnešní doby je konzumace potravin bez přídatných látek. U sušeného ovoce se jedná o sířičitany, které zamezují především tmavnutí jablek, slouží jako konzervant, ale jsou alergenem. Proto jsou v současné době často vyhledávána jablka kvality Bio.

V praktické části byla porovnávána jablka nesířená, sířená a Bio vyrobená ve firmě Severofrukt a.s., Trávčice. Použito bylo 6 vzorků od každého typu. Ve všech vzorcích byly stanovovány celkové počty mikroorganismů - CPM, počet koliformních bakterií, *Escherichia coli*, kvasinek a plísní. Stanovování probíhalo na Petrifilmech od firmy NOACK. Vzorky byly pro porovnání také zaslány do akreditovaných laboratoří. Dále se zkoumalo, zda má síření i jiné vlivy na sušená jablka.

Všechny vzorky splňovaly požadavky vyhlášky. V žádném nebyly prokázány koliformní bakterie ani *E.coli*. Jablka Bio měla dle rozborů nejvyšší obsah nežádoucích mikroorganismů. Celkový počet mikroorganismů se u nich pohyboval v průměru 11000 KTJ/g. Sířená jablka byla méně kontaminována oproti nesířeným téměř o polovic. Z toho vyplývá, že síření má pozitivní vliv na obsah mikroorganismů. Dále bylo senzorickeým hodnocením prokázáno, že síření má vliv na barvu sušených jablek.

Klíčová slova: sušené ovoce, sušení, mikroorganismy, sířičitany, vlhkost

Microbiological control of dried fruit

Summary

An important factor for assessing the quality of food is their microbial contamination. This Bachelor thesis deals with the microbiological quality of dried apples. Bachelor thesis is based on the assumption that the use of sulphites has influence of the content of microorganisms. The aim is therefore determine their number, the influence of use of sulphites on their content, eventually evaluate other effects of sulphites on dried apples.

Consuming food without additives is a trend of current time. If we are talking about dried fruit, additives are sulphites, which prevent primarily darkening of apples, they are used like preservatives, but they are allergen. So that is the reason why are Bio apples often coveted.

In the practical part were compared apples which were not sulphurized, apples which were sulphurized and Bio apples, which were made in Severofrukt a.s., Trávčice. It was used six samples of each type. In all samples were determined total amount of microorganisms - CPM, amount of coliform bacterias, *Escherichia coli*, yeasts and molds. Assessment was performed on Petrifilms from NOACK Company. Samples were also sent to be compared to accredited laboratories. Next thing, which was done, was examination, if the use of sulphites has any other effects on dried apples.

All of samples fulfilled requirements of the Decree. In any of samples were not proven coliform bacterias or E.coli. According to analyzes Bio apples had the highest content of undesirable microorganisms. The total amount of microorganisms at them was in the average 11 000 KTJ/g. Sulphurized apples were less contaminated than apples, which were not sulphurized. The difference was almost about one half. This shows, that the use of sulphites has a positive influence on the content of microorganisms. And with the use of sensory evaluation was proved, that the use of sulphites has influence on a colour of dried apples.

Keywords: dried fruit, drying, microorganisms, sulphites, humidity

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 8 |
| 2 Cíl práce | 9 |
| 3 Literární přehled..... | 10 |
| 3.1 Ovoce | 10 |
| 3.1.1 Požadavky | 10 |
| 3.1.2 Jablka | 10 |
| 3.1.3 Spotřeba jablek | 11 |
| 3.2 Technologie sušení..... | 12 |
| 3.2.1 Sušená jablka | 13 |
| 3.3 Skladování..... | 14 |
| 3.4 Kontaminace ovoce | 14 |
| 3.4.1 Mikrobiologické změny | 15 |
| 3.4.2 Bakterie | 16 |
| 3.4.3 Fungi (houby) – plísně, kvasinky | 16 |
| 3.4.4 Mikroorganismy na čerstvém ovoci | 17 |
| 3.4.4.1 Vybrané hniloby | 18 |
| 3.4.5 Mikroorganismy na sušeném ovoci | 19 |
| 3.4.5.1 Vybrané bakterie | 19 |
| 3.4.5.2 Vybrané plísně..... | 21 |
| 3.4.5.2.1 Ascomycota | 21 |
| 3.4.5.2.2 Zygomycota | 23 |
| 3.4.6 Odolnost mikroorganismů vůči teple | 23 |
| 3.4.7 Kritéria pro mikroorganismy | 24 |
| 3.4.8 Vodní aktivita | 24 |
| 3.5 Ošetření sušeného ovoce | 26 |
| 3.5.1 Síření..... | 26 |
| 4 Materiál a metody | 28 |
| 4.1 Použité ovoce..... | 28 |
| 4.2 Použité rozbory..... | 29 |
| 4.2.1 Petrifikáty | 30 |
| 4.3 Příprava vzorků | 30 |
| 5 Výsledky | 31 |
| 5.1 Výsledky z rozborů | 31 |
| 5.2 Grafické znázornění výsledků..... | 34 |
| 5.3 Porovnání vlivu síření na barvu sušeného ovoce..... | 36 |

| | | |
|----------|---------------------------|-----------|
| 6 | Diskuze | 37 |
| 7 | Závěr..... | 40 |
| 8 | Zdroje..... | 41 |
| 9 | Seznam příloh..... | 45 |

1 Úvod

Jablka jsou významnou součástí našeho jídelníčku, konzumují se především v syrovém stavu, ale vzrůstá i spotřeba jinak zpracovaných jablek, například sušených, sterilovaných, marmelád, čajů, moštů apod. Z celkové průměrné roční spotřeby 90 kg ovoce na osobu, jablka zaujímají průměrně 20 kg.

Jablka mají nezastupitelné místo ve výživě – obsahují celou řadu prospěšných látek pro organismus, zvyšují imunitu a mají vliv na odolnost vůči stresu.

K nejstarším způsobům konzervace patří sušení jablek. Sušením se v ovoci koncentrují ovocné cukry, čímž se zamezí vývoji nepříznivých organismů. Sušená jablka si zachovávají charakteristickou chuť a vůni, vitamíny, minerální látky, jejich struktura tkáně zůstává z větší části zachována a nutriční hodnota je v důsledku jejich koncentrace vysoká. Odbourává se pouze vitamín C. Další výhodou sušení jsou poměrně malé nároky na skladovatelnost, dlouhá doba trvanlivosti a dostupnost sušených plodů po celý rok.

Trendem dnešní doby je konzumace zdravých potravin, a to potravin bez přídavných látek, označovaných písmenem „E“. U sušených jablek se jedná především o používání antioxidantů na bázi siřičitanů, které zamezují tmavnutí jablek. Siřičitany jsou zároveň v kategorii konzervantů a jedná se o alergen. Z tohoto důvodu, stále více lidí preferuje výrobky z ekologické produkce.

Tato bakalářská práce by měla zjistit, zda je jejich volba, hlavně z hlediska mikrobiologického zatížení pro spotřebitele vhodnější či nikoliv.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo stanovit mikroorganismy vyskytující se na sušeném ovoci, konkrétně na sušených jablkách. Dále posoudit, zda je opodstatněné používání siřičitanů při výrobě sušených jablek z hlediska snížení mikrobiální kontaminace, a případně další vliv siřičitanů na finální výrobek. Zároveň byla posuzována i mikrobiální kontaminace jablek z ekologické produkce.

U sušených jablek byl hodnocen celkový počet mikroorganismů, plísní a kvasinek, koliformních bakterií a *Escherichia coli* v množství KTJ na gram výrobku.

3 Literární přehled

3.1 Ovoce

Ovoce je životně důležité pro naše zdraví a pohodu, protože obsahuje důležité vitamíny, minerální látky, vlákninu a další zdraví prospěšné látky (Hui, 2006).

Minerální látky a vitamíny, z nichž některé hradí lidský organismus téměř výhradně z rostlinných zdrojů, jsou nezbytné pro normální látkovou výměnu a zvyšují odolnost organismu proti onemocněním (Červenka a kol., 1972).

Dle Hui (2006) je značný význam denního příjmu ovoce dán tím, že snižuje riziko vzniku rakoviny na polovic a může se také omezit riziko srdečních onemocnění, cukrovky, mrtvice, obezity, vrozených vad, šedého zákalu, osteoporózy a mnoha dalších.

Trucksess and Scott (2008) uvádějí, že rostlinné produkty a různé sušené ovoce jsou velmi žádané na trzích se zdravou výživou. Proměnlivé zpracování a skladovací podmínky mohou však poskytnout dobré podmínky pro růst plísní a rozvoj mykotoxinů.

3.1.1 Požadavky

Čerstvé ovoce se třídí podle smyslových a fyzikálních požadavků do tříd jakosti, které jsou stanoveny technickou normou. Čerstvá jablka se skladují odděleně v čistých, dobře větratelných prostorech, popřípadě v prostorech s řízenou atmosférou a na dřevěných podlážkách (Červenka, 2000).

Samwald (2008) uvádí, že plody musí být čerstvé, co nejkvalitnější, dobře vyzrálé, bez otlaků a stroupků a neměly by být červivé. Otlačená místa a napadení jablek červy mohou velmi negativně ovlivnit chuť.

3.1.2 Jablka

Kosolapovová a kol. (1989) uvádějí, že jablka mají dle druhů a odrůd rozdílné chemické složení. Kulturní odrůdy obsahují zpravidla více sacharidů, ale plané druhy jsou biologicky cennější. Jablka obsahují sacharidy (glukózu, fruktózu, sacharózu), ovocné kyseliny (jablečnou a citrónovou - od 0,2 do 1,6 %), třísloviny a aromatické látky. Mají velký obsah minerálních látek, a to hlavně draslíku, hořčíku, fosforu, vápníku, železa, síry a manganu. Jsou dobrým zdrojem pektinu (1 %) a celulózy, které podporují naše trávení. Jablka obsahují sice menší množství vitamínů než ostatní druhy ovoce, ale jsou přesto velice prospěšná

zdraví. Vitamínu C se v jablku nachází od 2 do 50 mg ve 100 g dužniny. Obsah vitamínu C záleží na určitých faktorech, například na druhu, odrůdě, zralosti a kvalitě skladování. Dále je v jablkách přítomen i provitamin A a vitamíny skupiny B.

Šapiro a kol. (1988) uvádějí, že pektinové látky jsou schopny vázat a zneškodňovat sloučeniny těžkých a radioaktivních kovů, zpomalují rozvoj škodlivých mikroorganismů ve střevech, normalizují proces trávení, napomáhají vylučování cholesterolu z organismu a jsou tak protisklerotickým faktorem.

Obsah vitamínů dle Hui (2006) ve 100 g jablek uvádí Tab. 1.

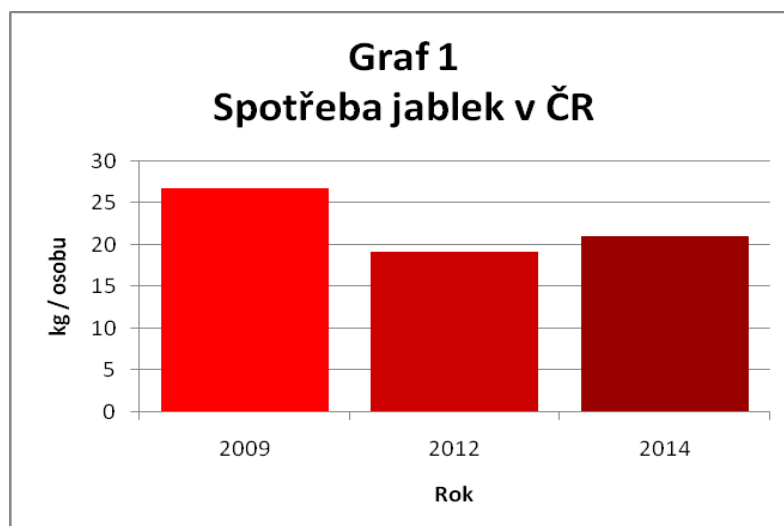
Tab. 1 – Vitamínové složení jablek (ve 100 g ovoce)

| Caroten (mg) | Tokoferol E (mg) | Thiamin (B1) (μg) | Riboflavin (B2) (μg) | Pyridoxin (B6) (mg) | Folacin (μg) | Askorbová kyselina (mg) |
|--------------|------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| 0,05 | 0,6 | 50 | 50 | 0,07 | 6,0 | 5 |

3.1.3 Spotřeba jablek

V České republice jsou jabloně na prvním místě v rozsahu a významu pěstovaných ovocných druhů. Pro pěstování jabloní jsou velmi dobré podmínky na podstatné části území ČR. Zásobování trhu jablek lze provádět po celý rok. Za Bio jablka z ekologického zemědělství platí spotřebitelé v zemích Evropské unie až trojnásobnou cenu než za jablka z konvenčního pěstování. Značná je poptávka i po sušených plodech ve formě plátků, přísad do müsli a čajů z ovoce a bylin (Plíšek, 2001).

Spotřeba jablek v České republice je znázorněna v grafu 1 (Jasanská, 2015).



3.2 Technologie sušení

Weeks and Alcamo (2008) uvádějí, že důvodem k sušení je nejlepší vyjádření: “Kde není voda, tam není žádný přirozený život”.

Sušením je možné velmi šetrně prodloužit trvanlivost téměř všech druhů ovoce. Čerstvé potraviny rostlinného původu mají relativně vysoký obsah vody (mezi 80 – 90 %), který představuje spolu s obsaženými přírodními živinami živnou půdu pro mikroorganismy, jako jsou plísňe a bakterie. Ty se za těchto podmínek při normální teplotě rozmnožují a spouštějí hnilobný a kvasný proces a ovoce se stává nepoživatelným (Samwald, 2008).

Podle Ingra (2007) je konzervace sušením skutečné odnímání vody potravinám, až se změni na suchou nebo skoro suchou hmotu, která má pevnou, polopevnou nebo práškovitou konzistenci. Vysušované potraviny si musí zachovat schopnost přijmout vodu zpět (nabobtnat) a přiblížit se svými vlastnostmi původní čerstvé potravíně.

Kott (1977) uvádí, že jakmile klesne množství vody v potravinách pod optimální hodnotu, je činnost mikrobů a enzymů ochromena. Při úplném nedostatku vody v prostředí, kdy veškeré rozkladné přeměny v potravinách zcela ustávají a vegetativní buňky mikrobů většinou hynou, zůstávají nedotčeny jejich zárodky - spory, které však po dobu pro ně nepříznivou zůstávají v nečinnosti. Aby ovoce bylo dostatečně konzervováno, nemělo by obsahovat více než 20 % vody.

Jak teplota sušení, tak snížená vodní aktivita jsou hlavním mechanismem pro uchování ovoce. Faktory jako například velikost a skladba potravin a kombinace času a teploty ovlivňují mikrobiologické účinky sušení (Montville and Matthews, 2008).

Podle Samwalda (2008) mnoho plísňů přerušuje svou destruktivní činnost, když obsah vody klesne pod 15 %. Většina bakterií se přestává množit při obsahu vody 35 %.

Tím, že z ovocných plodů odpaříme podstatnou část vody, znemožníme činnost rozkladných mikroorganismů a plody jsou po dlouhou dobu uchovatelné. Usušené ovoce však musí být také chutné, vzhledné a jeho konzistence má být pružná a nikoliv tvrdá. Obsah vody v sušeném ovoci má být nejvýše 25 až 20 %, což znamená, že z 1 kg čerstvého ovoce obdržíme podle druhu asi 1/6 až 1/4 usušených plodů (Kott, 1977).

Samwald (2008) uvádí, že proces sušení by měl probíhat rychle a rovnoměrně. Příliš vysoká teplota však ničí cenné živiny a zpomaluje chemické procesy v organické tkáni, což má za následek hnědnutí, oxidaci, ztvrdnutí, negativně ovlivňuje chuť, částečně způsobuje i přechod mikroorganismů do stabilních trvalých forem, které se později při dosažení jejich

ideálních teplotních podmínek opět promění v aktivní bakterie. Při nízké teplotě získají hnilobné bakterie dostatek času na to, aby se rozmnožily a napadly sušené ovoce, než se voda začne odpařovat. Optimální teploty se pohybují mezi 30 – 70 °C.

Výhody a nevýhody sušení a sušeného ovoce jsou uvedeny v Tab. 2 (Samwald, 2008; Hrubý, 2009).

Tab. 2 – Výhody a nevýhody sušení a sušeného ovoce

| + Výhody + | - Nevýhody - |
|--|---|
| Po odstranění vody jsou potraviny menší a lehčí | Sušení v troubě trvá několik hodin = nedá se používat, spotřebuje se velké množství energie |
| Skladování je jednodušší, ovoce zabírá méně místa, bez dodatečné energie na chlazení | Ztráta vitamínu C |
| Náklady na sušení jsou nízké, pokud použijeme přírodní zdroje tepla (slunce, vzduch) | Jablka při sušení rychle oxidují a hnědnou – ponořujeme je do vody s trochou citronu (příp. kyseliny citronové) nebo do 1% roztoku kuchyňské soli a nebo na půl minuty do vroucí vody |
| Šetrný způsob konzervace | Více kalorií, více cukru |
| Doma sušené ovoce neobsahuje konzervační látky | Ne vždy se zničí všechny mikroorganismy |

3.2.1 Sušená jablka

Torrey (1974) uvádí, že vhodnou technologií pro sušení může být oloupání, odstranění jader, nakrájení jablek a kousky se poté nechají reagovat s vhodnými činidly proti hnědnutí (antioxidanty). Ošetřená nakrájená jablka jsou vystaveny proudu ohřátého vzduchu k odstranění větší části vlhkosti, kdy konečná hmotnostní vlhkost se pohybuje v rozmezí 16 – 30 %. Jablka se pak dále suší na konečný obsah vlhkosti, obsahující méně než 5 % hmotnostních z jablek.

Podle Greensmitha (1971) jsou loupáním a odjadřincováním průměrné ztráty 30 – 35 % syrové suroviny. Po loupání a ořezání jsou jablka ponořena do 1,5 – 2 % siřičitanu sodného, aby se zabránilo hnědnutí. Pokud jsou jablka udržována v zásobníku delší dobu než jsou nařezána, SO₂ nemusí být účinné.

Samwald (2008) uvádí, že jablečné kroužky jsou ošetřeny silně naředěnou kyselinou citronovou a navlékají se na provázek nebo se rozkládají na sušící síta. Sušený materiál by neměl být vystaven přímému slunečnímu záření, které způsobuje ztrátu živin a vitamínů.

Podmínkami úspěšného sušení je dobrá cirkulace vzduchu, neprašnost a nízká vlhkost vzduchu. Vhodným místem pro domácí sušení je dřevník, vzdušná půda nebo zastřešený balkon. Je nutné provádět každodenní kontroly proti plísním a měnit polohy sušicích sít.

3.3 Skladování

Při uchovávání sušených potravin je třeba mít na zřeteli, že vlhkost především povrchu potravin, které nejsou dostatečně hermeticky uzavřeny, se vyrovnává do rovnovážného stavu s vlhkostí okolní atmosféry. Při obvyklých skladovacích teplotách pod 20 °C je kritická relativní vlhkost vzduchu pro bakterie přibližně 95 %, pro plísně 75 % a pro osmofilní kvasinky 60 % (Hostašová a kol., 1980).

Podle Samwalda (2008) se k usušeným plodům nesmí dostat vlhkost a teplota by neměla překročit 12 °C. Ideálním prostorem v domácnosti je vzdušná část sklepa, spižírna nebo větraná spižová skříň. Mělo by se také zabránit přístupu denního světla. Skladované sušené ovoce je nutné kontrolovat. Plesnivé plody se musí vyhodit a musí se zkontrolovat i okolní sáčky a sklenice.

Mikroorganismy se probouzejí při vyšší vlhkosti vzduchu (nad 50 %) takřkajíc znovu k životu a mohou napáchat mnoho škody (Samwald, 2008).

3.4 Kontaminace ovoce

Na ovoce a zeleninu se dostane prostřednictvím hmyzu, prachu a případným stykem se zemí mnoho mikrobů již během vegetace (Ingr, 2007). Mohou to být rozličné bakteriální i houbové formy rostlinných saprofytů i parazitů i bakterie a viry způsobující lidské choroby. Při sklizni se na ovoci zvětšuje počet mikroorganismů dotykem lidských rukou, dotykem nářadí apod. Podmínky množení a jiné činnosti mikroorganismů se zlepšují s prohlubujícím oslabením odolnosti plodin oddělených od mateřské rostliny, a také různými poraněními pokožky. V tomto rámci se nejprve zvyšuje možnost rozvoje parazitů a fakultativních saprofytů; nakonec pletiva ztrácejí životnost a ovládnou je saprofyté, kteří byli na zdravém ovoci zcela neaktivní (Kyzlink, 1980).

3.4.1 Mikrobiologické změny

Mikrobiologické změny jsou látkové změny vyvolané plísněmi, kvasinkami a bakteriemi, které vegetují na hlavních výživných složkách ovoce a zeleniny. Působení těchto mikroorganismů se v převážné většině podílí na hlubokém rozkladu surovin i výrobků, pokud s nimi přijdou do styku. Prodloužení jejich uchovatelnosti je tedy závislé na tom, do jaké míry se podaří odstranit z jejich prostředí původce nežádoucích mikrobiálních změn. Ty se projevují zpravidla změnou barvy, chuti, vůně a konzistence ovoce a zeleniny. Posléze dochází k hlubokému rozkladu potraviny, spojenému s podstatnou ztrátou živin a s výraznými změnami vnějších vlastností (Hostašová a kol., 1980).

Z botanického hlediska lze mikroby rozdělit na bakterie a houby (Fungi). Z praktického hlediska je ovšem nutno upozornit na jejich členění podle vztahu k podmínkám životního prostředí. Rozdělení mikrobů podle různých kritérií je uvedeno v Tab. 3 (Hostašová a kol., 1980).

Tab. 3 – Dělení mikrobů

| | | |
|---|--|--|
| Podle nároků na teplo | Psychrofilní = chladnomilné | Optimální teplota růstu 15 °C, rozpětí -10 až 30 °C |
| | Mezofilní | Optimální teplota růstu 37 °C, tzn. teplota lidského těla, rozpětí 10 až 50 °C |
| | Termofilní | Optimální teplota růstu 50 °C, rozpětí 30 až 80 °C |
| Podle schopnosti snášet vysokou teplotu | Termolabilní | Citlivé na teplo a na malé změny teploty |
| | Termorezistentní | Odolné vůči teplu |
| Podle nároků na vzdušný kyslík | Aerobní | Obligátně: aktivní pouze v prostředí s dostatečnou koncentrací kyslíku Fakultativně: nejsou na koncentraci kyslíku přímo životně vázáni |
| | Anaerobní | Nevyžadují kyslík |
| | Fakultativně anaerobní | Mohou vegetovat v prostředí jak s velkým, tak i s velmi malým obsahem kyslíku |
| Podle tvorby spor | Sporotvorné | |
| | Nesporotvorné | |
| Z hygienického hlediska | Patogenní = choroboplodné | |
| | Nepatogenní = nechoroboplodné | |
| | Fakultativně patogenní – podmíněně choroboplodné | |

Schopnost spor přežít v nepříznivých podmínkách má velmi negativní význam v potravinářství. Termorezistence spor, kdy spory jsou účinně usmrceny až při teplotě 115 – 120 °C po 15 – 30 minutách, je velmi nepříjemnou vlastností z pohledu potravináře. Využívá se tedy skutečnosti, že kyselé prostředí snižuje při zahřívání jejich odolnost. Naopak přítomnost lipidů, bílkovin a vyšších koncentrací cukru spory chrání a zvyšuje jejich odolnost (Cempírková a kol., 1997).

3.4.2 Bakterie

Bakterie jsou prokaryotické buňky, které nemají na rozdíl od eukaryotických jádro oddělné od cytoplazmy jadernou membránou. Vyznačují se málo diferencovanou morfologií, která je odvozená zejména od tyčinek a koků. Rozměry bakteriálních buněk se udávají v μm , průměr je v rozmezí 0,5 až 1 μm . Tyčinkové bakterie mají minimální délku dvojnásobného průměru, většinou 3 μm a dlouhé tyčinky dosahují 10 až 50 μm (Görner a Valík, 2004).

Weeks and Alcamo (2008) uvádějí, že se bakterie vyskytují ve třech hlavních formách. Tyčinkovité bakterie jsou známé jako bacily, kulovité se nazývají koky, a další bakterie dlouhého spirálovitého tvaru jsou známé jako spirochéty, jestliže jsou buňky tuhé, nebo spirily, pokud jsou flexibilní.

Bakterie jsou nejprve charakterizovány v závislosti na jejich tvaru a jejich reakci při Gramově barvení. Gramovo barvení odlišuje bakterie do dvou skupin na základě složení jejich buněčné stěny. Gramovo barvení rozlišuje bakterie buď jako Gram-pozitivní, které mají relativně jednoduchou, ale silnou buněčnou stěnu, sestávající převážně z peptidoglykanu a teichové kyseliny, nebo na Gram-negativní, které mají obvykle slabší, chemicky i anatomicky složitější buněčnou stěnu obsahující fosfolipidy a lipopolysacharidy a vyšší obsah lipidů než je v Gram-pozitivních bakteriích (Bell et al., 2005).

3.4.3 Fungi (houby) – plísně, kvasinky

Fungi (houby) jsou eukaryotické organismy, to znamená, že mají skutečné jádro a jsou větší než bakterie. Mohou být jednobuněčné, například kvasinky, nebo mnohobuněčné, například plísně. V mnoha ohledech jsou mnohem rozmanitější skupina než bakterie, ale obvykle rostou pomaleji než bakterie, a to za podmínek, které brání růstu většině bakterií. Může se zdát, že houby jsou zajímavější pro potravinářské mikrobiology než bakterie, ale ve srovnání s bakteriemi, plísně jsou převážně spojovány se znehodnocením potravin spíše než

s akutní otravou jídlom (ve formě gastroenteritidy), takže v praxi jsou považovány za méně obávané (Bell et al., 2005).

Kvasinky jsou mikroskopické houby, které rostou převážně v koloniích z jednotlivých buněk s průměrem 5 až 10 μm . Množí se asexuálně (vegetativně) pučením a sexuálně tvorbou askospor. Pro svůj růst vyžadují podobně jako plísně vzdušný kyslík. Mají ale schopnost přeměnit svůj metabolismus za anaerobních podmínek na fermentační a při silně omezeném růstu buňkové hmoty produkovat etanol a CO_2 . Rostou v širokém rozmezí hodnot pH (pH 3 až 11) jakož i teplot (0 až 45 $^{\circ}\text{C}$) (Görner a Valík, 2004).

Plísně jsou jednobuněčné i vícebuněčné houby, které vytvářejí nálevkovitá nebo rourkovitá vlákna, tzv. hyfy. Rozvětvené a vzájemně propletené hyfy vytvářejí charakteristické, okem viditelné podhoubí (mycelium). Nad podhoubí prorůstají plodnice s výtrusy – spory, které se lehce roznášejí do okolí. Plodnice dodává plísňovým porostům charakteristické zbarvení. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně. Až na řídké výjimky jsou vysloveně aerobní. Na vegetační podmínky jsou velice nenáročné, často vystačí s úplně nepatrným množstvím živin a jsou značně přizpůsobivé různým substrátům (Hostašová a kol., 1980).

Đurák a Slavíková (1992) publikují, že pro svůj růst potřebují vlhké a mírně kyselé prostředí a optimální teplota pro jejich růst se pohybuje mezi 20 až 30 $^{\circ}\text{C}$.

Jako plesnivění se obvykle označuje porůstání potravin či jiných hmot drobnými i souvislými koloniemi rozličných plísní. Porosty bývají nejprve bělavé, vatovité, později nabývají známých, zpravidla zelenošedých až temných, ale i nápadnějších barev (žluté, oranžové). Počáteční stadia plísní nalézáme někdy i pod hladinou kapaliny jako lehký, vatovitý chumáč. Mnohé plísně se projevují specifickým pachem. Nejčastějšími původci plesnivění jsou příslušníci rodů *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor* aj. (Kyzlink, 1980).

3.4.4 Mikroorganismy na čerstvém ovoci

K přirozené mikroflóře čerstvého ovoce patří především kvasinky, plísně a v menší míře bakterie. Z kvasinek nacházíme na povrchu ovoce nejčastěji zástupce rodů *Hansenula*, *Toralopsis*, *Saccharomyces*, *Pichia* a další. Z plísní jsou to především zástupci rodů *Penicillium*, *Botrytis*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium*.

Postupně, i přes ochranný systém, podléhá ovoce těmto mikroorganismům. Nejčastější škody na čerstvém ovoci vyvolávají vláknité houby, které mohou napadat ovoce ještě před sběrem (Čanigová a kol., 1992).

3.4.4.1 Vybrané hniloby

Hniloby se projevují u skladovaných plodin, většinou po jejich poranění ještě před sklizní. Působí několik návazných procesů a houbová hniloba je fází závěrečnou. (Ingr, 2007). Fotografie některých hnilob jsou k nahlédnutí v přílohách viz fotografie 2 – 7.

Šedá hniloba je způsobována plísní *Botrytis cinerea*, která produkuje šedé mycelium. Tato forma hniloby se rozvíjí při vysoké vlhkosti prostředí, může pronikat i do neporušených plodů a způsobuje tmavohnědé až černé skvrny. Zdrojem kontaminace je většinou odumřelý rostlinný materiál (Tománková a kol., 2006).

Hnědá hniloba je způsobena plísní *Gloeosporium album*, která proniká dýchacími buňkami do plodů ještě před jejich sklizní. Množí se i při chladírenských teplotách, napadá převážně ovoce a projevuje se oválnými ostře ohraničenými skvrnami (Tománková a kol., 2006). Zamožuje mnohdy celé sklady a působí odporně hořkou chuť dužiny napadených plodů (Polster, 1971).

Moniliová hniloba

Van Leeuwen (2000) uvádí, že se jedná o hnědé plísně ovocných plodin způsobující plíseň květů, větviček a hnilobu ovoce. Jsou rozlišovány tři druhy, přičemž *Monilinia fructigena* a *M. laxa* převládají v peckovinách, zatímco *M. fructigena* je hlavní ovocný patogen v jádrovinách, v předčasné sklizni a ve fázi pozdní sklizně.

Při sporulaci plísně se choroba na povrchu ovoce projevuje jako drobné šedé kolonie mycelia uspořádaná do kruhu a současně vzniká hnědá mokrá hniloba (Tománková a kol., 2006).

Zelená a modrá hniloba (penicilinová hniloba) se projevuje hlavně na jádrovém ovoci a citrusových plodech (Tománková a kol., 2006). Objevuje se u poškozeného ovoce již po několika dnech skladování. Napadená místa jsou hnědá, zvrásněná a porostlá zelenou nebo modrou plísní. Původcem této choroby je *Penicillium expansum* nebo *Penicillium glaucum* (Čanigová a kol., 1992).

Jablka nabývají nejprve plísňového zápachu, dužina ovoce měkne a přechází ve světle hnědou až šedočernou slizkou hmotu (Polster, 1971).

Penicillium expansum je producentem toxinu patulinu, který se produkuje v rozmezí teplot 0 – 30 °C. Vzhledem k tomu, že spory se vyskytují všude tam, kde se napadené ovoce zpracovává, je pravděpodobná kontaminace i hotových výrobků a za vhodných podmínek i produkce patulinu do těchto výrobků (Čanigová a kol., 1992).

Fusariová hniloba, nazývaná také hniloba jádřince, je způsobena houbou *Fusarium* nebo *Trichotecium*. Houba způsobuje hnití dužiny okolo jádřince. Napadená místa jsou hnědá, jádérka jsou potažena bílým nebo růžovým myceliem. Chorobu zjistíme až po rozkrojení plodu (Čanigová a kol., 1992).

3.4.5 Mikroorganismy na sušeném ovoci

Sušení je jedním z nejstarších způsobů konzervace ovoce. I přes tento proces se však na sušeném ovoci mohou vyskytovat mikroorganismy, které tento zákrok přežily a mohou kontaminovat finální výrobek. Kontaminanty z čerstvého ovoce se tudíž mohou objevit i na ovoci sušeném. Dále přichází v úvahu kontaminace z používané vody na oplachování ovoce, z prostředí atd.

3.4.5.1 Vybrané bakterie

Stafylokoky – *Staphylococcus aureus*

Stafylokoky jsou Gram-pozitivní kokovité buňky uspořádané do hroznovitých útvarů (při růstu v bujónu), nepohyblivé. Dobře rostou na agarových médiích, některé tvoří žlutý až oranžový pigment (zejména za přítomnosti NaCl). Jsou silně kataláza pozitivní, halotolerantní (10 % NaCl) a redukují dusičnan. Fermentují řadu sacharidů, za jejich přítomnosti rostou i anaerobně (Görner a Valík, 2004). V potravinách s kyselostí nižší jak pH 4,5 nerostou (Cempírková a kol., 1997).

S.aureus patří k nejodolnějším nesporelujícím bakteriím. V potravinách se velmi dobře rozmnožuje (Cempírková a kol., 1997). Je potenciálně patogenní. Optimum růstu 37 °C, rostou při 10 °C a při 45 °C, při teplotě < 10 °C se toxin netvoří. Nesnáší kyselé prostředí, zejména vytvořené nižšími mastnými kyselinami (C₁ až C₄) (Görner a Valík, 2004).

Enterobacteriaceae – Escherichia, Salmonella

Bell et al. (2005) publikují, že *Enterobacteriaceae* jsou Gram-negativní, nesporující, fakultativně anaerobní, tyčinkovité bakterie, které jsou odolné k solím žlučových kyselin a obecně kataláza pozitivní, oxidáza negativní a redukují nitráty na nitrity. Ačkoli je můžeme nalézt v různých prostředích, mnoho z těch důležitých v potravinářské mikrobiologii pocházejí ze střev zvířat.

Escherichia coli

Její jméno je odvozeno od Theodora von Escherichia, který ji izoloval roku 1885. Je běžnou součástí střevní mikroflóry zdravých lidí, je komenzálem, částečným saprofytem i symbiontem. Produkuje koliciny, které jsou pro některé jiné bakterie toxické a přímo se podílí na tvorbě vitamínu K. Je to ovšem podmíněně patogenní mikrob, který může způsobovat i chorobné stavy (Sládková a Hlaváčová, 2011).

Roste v kyselém i zásaditém prostředí. Optimum jejího růstu při je pH 7,6 a při teplotě 37 °C (Tvrdoň, 1963).

Cempírková a kol. (1997) publikují, že nejdůležitější čtyři skupiny *Escherichie* jsou:

1. Enteropatogenní (EPEC)
 - Patogenní mechanismus není zcela znám
2. Enteroinvazivní (EIEC)

3. Enterotoxigenní (ETEC)
 - Patogenita je vázána na produkci toxinu
4. Enterohemoragické (EHEC)

Salmonella

Brands et al. (2006) publikují, že *Salmonella* je Gram-negativní tyčinka, která má rychlost růstu, nebo dělení okolo 40 minut. *Salmonella* preferuje růst při teplotě 37 °C, ale má schopnost růst v širokém rozmezí teplot, od 6 do 46 °C, což zajišťuje *Salmonelle* mnoho příležitostí k růstu. Cempírková a kol. (1997) uvádějí, že při teplotě 5 – 6 °C většinou nerostou. Pasterační teploty salmonely neničí. Optimální a_w je 0,98 – 0,99. V potravinách s nízkým obsahem vody se salmonely nepomnožují, ale přežívají v nich.

Opatření, která úspěšně kontrolují rizika spojená s potravinami, jsou uvedena v Tab. 4 (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 2002).

Tab. 4 – Opatření kontrolující rizika spojená s potravinami

| Nebezpečí | Kontrolní opatření | Ostatní opatření |
|--|---------------------------|--------------------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella</i> | vaření | GHP (správná hygienická praxe) |
| | řízená fermentace a zrání | |
| | chlazené skladování | |
| | vyhnutí se rekontaminaci | |

3.4.5.2 Vybrané plísně

Na potravinářských výrobcích se vyskytuje celá řada plísni, které potraviny znehodnocují jak po sensorické stránce (změna vůně, chuti, konzistence apod.), tak také působí rozklad některých živin, při kterém se mohou tvořit toxické látky. Nejčastěji se vyskytují plísně na potravinách, jsou-li pro ně vytvářeny optimální podmínky (např. vhodná teplota a vlhkost). Plíseň pak potravinou prorůstá nebo ji porůstá (Polster, 1971).

3.4.5.2.1 Ascomycota

Aspergillus

Görner a Valík (2004) publikují, že mycelium je plst'ovito-vatovité, neprůhledné bezbarvé nebo nápadně barevné. Staré kolonie jsou zcela překryty bílou, žlutou, zelenou, hnědou nebo černou vrstvou spór.

Při určování druhů rodu *Aspergillus* vytvářejí kolonie na Czappkově agaru dobře vyvinuté vegetativní mycelium a kordiální aparát i případné plodničky. Diagnosticky je důležitá barva a vzhled kolonie, které jsou podmíněny zvláště barvou a tvarem konidiálních hlavic. Velikost kolonie a barva spodní strany jsou druhořadými znaky. Vzhled kolonie bývá sametový, zrnitý, vlnatý nebo vločkovitý. Někdy se tvoří konidiální hlavice v koncentrických kruzích. Výpotek se objevuje zřídka (Fassatiová, 1979).

Nejznámějším mykotoxinem aspergilů je aflatoxin. Mykotoxiny se koncentrují v substrátech kontaminovaných aspergily a stávají se zdrojem někdy i hromadných otrav. Za rizikové jsou považovány především arašídny, oříšky, kešu, pistácie a sušené plody např. datle, fíky a rozinky (Sládková a Hlaváčová, 2011).

Aspergillus flavus a *Aspergillus niger* mohou kontaminovat sušené potraviny a podzemnici olejnou a produkovat karcinogenní toxin zvaný aflatoxin. Je známo, že způsobuje rakovinu jater u člověka a drůbeže (Sharma, 1989).

Aspergillus flavus je v přírodě široce rozšířený. Je pravidelně nacházen v půdě z tropických a subtropických oblastí, v píci a rozkládající se vegetaci, ve skladovaných semenech a zrnech a v různých typech potravinářských výrobků (Gupta and Mukerji, 2001).

Gupta and Mukerji (2001) dále publikují, že *Aspergillus niger* je častější než kterákoli jiná skupina z rodu *Aspergillus*. Je celosvětově distribuován a vyskytuje se v největší škále substrátů, včetně obilovin, píce, zkaženého ovoce a zeleniny, v mléčných výrobcích, v jiných na protein bohatých substrátech a v tlející vegetaci na polích.

Penicillium

Rod *Penicillium* je druhově velmi bohatý a má světové rozšíření v půdě i na různém organickém substrátu, na němž tvoří plíšňovité, obvykle nízké porosty zelenavých tónů (Fassatiová, 1979).

Blackburn (2006) uvádí, že jablka a hrušky jsou obvykle kaženy *Penicillium expansum*, který způsobuje charakteristickou hnědou, šířící se hnilobu. V kultuře, po 7 dnech inkubace při 25 °C, *Penicillium expansum* produkuje relativně rychle rostoucí, hluboké kolonie s širokým bílým okrajem.

Fusarium

Zástupci rodu *Fusarium* jsou součástí půdního ekosystému, kde se podílí na rozkladu organické hmoty. Řada druhů se během evoluce přizpůsobila k parazitismu rostlin, část za určitých podmínek může být patogenní i pro živočichy, včetně člověka. Rod *Fusarium* náleží k významným potenciálně toxinogenním „polním“ mikromycetám (Malíř a kol., 2003).

Fassatiová (1979) uvádí, že fusaria způsobují hniloby některých plodin (např. jablek, rajčat, kukuřice), dále onemocnění celková, která se šíří cévními svazky (tracheomykózy).

Vzdušné mycelium je řídké a nepravidelné, šedé nebo pestře zbarvené (žluté, hnědé, růžové, červené, fialové), pigmenty mohou difundovat do substrátu (Görner a Valík, 2004).

Pro určení druhu jsou nejtypičtější makrokonidie (Fassatiová, 1979).

3.4.5.2.2 Zygomycota

Mucor

Mucor je velmi běžný a rozšířený rod v přírodě, vyskytující se v půdě, hnilící vegetaci, hnoji a v jiných vlhkých stanovištích (Pitt and Hocking, 1997)

Zahrnuje především druhy saprofytické. Tvoří husté, spletené mycelium, z něhož vyrůstají vzhůru sporangiofory (plodonosná vlákna), nesoucí černé sporangium, které je naplněné sporangiosporami (Tvrdoň, 1963). Vytváří bílé, světle nebo tmavěji zbarvené porosty, několik milimetrů až několik cm vysoké (Fassatiová, 1979).

Rhizopus

Rhizopus se vyskytuje po celém světě v půdě, na rozkládajícím se ovoci, hnoji a vegetaci. *Rhizopus stolonifer* se také chová paraziticky, což způsobuje hnilobu sladkých brambor nebo ovocné hniloby jablek, jahod a rajčat (Sharma, 1989).

Jeho značně větvené mycelium je ve zralém stavu šedé. Sporangiofory se tvoří obvykle ve svazcích minimálně po dvou až třech a nebývají větvené. Vznikají na výhoncích (stolonech), které tvoří velmi často na pevném podkladu rozvětvené, tmavě hnědé rhizoidy. Sporangiofory jsou v mládí hyalinní, později tmavě šedé nebo hnědé. Sporangia kulovitá, v mládí bílá, ve zralosti černá. Kolumela je kulovitá nebo polokulovitá a má vyvinutou apofýzu. Po prasknutí sporangiální stěny se kolumela s apofýzou kloboukovitě obrací, a jednoznačně tak charakterizuje rod *Rhizopus* (Fassatiová, 1979).

3.4.6 Odolnost mikroorganismů vůči teplotě

Odolnost mikroorganismů vůči teplotě je uvedena v Tab. 5 (Čanigová a kol., 1992).

Tab. 5 – Odolnost mikroorganismů

| Mikroorganismus | Teplota (°C) | Doba působení (minuty) |
|-------------------------------|--------------|------------------------|
| Kvasinky a jejich spory | 66 - 78 | 5 |
| Plísně a jejich spory | 90 | 5 |
| <i>Escherichia coli</i> | 57,3 | 20 - 30 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 60 | 30 |
| | 65 | 18,8 |
| | 85 | 10 |
| <i>Salmonella enteritidis</i> | 60 | 23,8 |
| | 65 | 13,8 |

3.4.7 Kritéria pro mikroorganismy

Mikrobiologické požadavky na potraviny v ČR

Nejvyšší mezní hodnoty počtu mikroorganismů (Ingr, 2007).

A) Bakteriální původci onemocnění z potravin (nejvyšší mezní hodnoty)

| | |
|--------------------------------------|--------------------|
| <i>Bacillus cereus</i> | 10 ⁴ /g |
| <i>Clostridium perfringens</i> | 10 ⁴ /g |
| <i>Escherichia coli</i> | 10 ⁴ /g |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | negat/25g |
| <i>Pseudomonasa eruginosa</i> | 10 ⁴ /g |
| <i>Salmonella</i> spp. | negat/25g |
| <i>Shigella</i> spp. | negat/25g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 10 ⁴ /g |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | negat/25g |

B) Původci kažení

| | |
|---|--------------------|
| Aerobní mikroorganismy..... | 10 ⁸ /g |
| Kvasinky | 10 ⁷ /g |
| Plísně - růst plísní viditelný prostým okem | |

Nejvyšší mezní hodnoty počtu mikroorganismů pro sušené ovoce (Vyhláška č. 132/2004 Sb.).

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Koliformní bakterie..... | 10 ³ |
| Plísně..... | 10 ⁴ |

3.4.8 Vodní aktivita

Voda, která je nezbytnou složkou buněčné hmoty, představuje 75 až 90 % hmotnosti mikrobiálních těl. Veškeré chemické reakce v živé buňce probíhají pouze ve vodném prostředí, a proto zde voda musí být přítomna v dostatečném množství v kapalném stavu. Potřeba vody může být u mikroorganismů kvantitativně vyjádřena rozmezím vodních aktivit prostředí, při nichž se dané mikroorganismy mohou rozmnožovat. Vodní aktivita (α_{H_2O} čili α_w) určitého roztoku se rovná poměru tlaku vodních par nad tímto roztokem k tlaku vodních par nad

destilovanou vodou ze stejných podmínek. Vztah vodní aktivity ke koncentraci rozpuštěné látky je ve velmi zředěných roztocích dán vzorcem

$$\alpha_w = \frac{N_w}{N_w + N_s},$$

kde N_w je počet molů vody a N_s počet molů rozpuštěné látky. Je tedy zřejmé, že voda má $\alpha_{H_2O} = 1$ a že se stoupající koncentrací rozpuštěných látek vodní aktivita klesá. (Šilhánková, 2008).

Vodní aktivita je teda faktor, který se podílí na typu a stupni mikrobiologického osídlení potravin. Vyjadřuje se v hodnotách od minima – 0,00 do maxima – 1,0. V principu vyjadřuje osmotickou sílu vody přítomné v potravine. Nemá lineární vztah k procentuálnímu obsahu vody v potravine, tzn. k sušine (její hodnoty se např. mohou změnit se změnami teploty), ale zhruba se dá říci, že čím je potravina sušší, tím je vodní aktivita nižší (Hrubý, 2009).

Mikroorganismy nikdy nerostou, je-li hodnota aktivity pod hodnotou, která je pro tento druh ještě vhodná. Příklady od dvou různých autorů jsou uvedeny v Tab. 6 a 7.

Tab. 6 – Vodní aktivita (Hrubý, 2009)

| MIKROORGANISMY | MINIMÁLNÍ VODNÍ AKTIVITA |
|---------------------------------|--|
| <i>Salmonella</i> | pod 0,95 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | pod 0,86 |
| <i>Aspergillus flavus</i> | pod 0,78 (k tvorbě aflatoxinu potřebuje $a_w = 0,83$) |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | pod 0,90 |

Tab. 7 - Vodní aktivita (Blackburn, 2006).

| MIKROORGANISMY | MINIMÁLNÍ VODNÍ AKTIVITA |
|------------------------------------|--------------------------|
| <i>Rhizopus nigricans</i> | 0,94 |
| <i>Aspergillus flavus</i> | 0,81 |
| <i>Aspergillus ochraceus</i> | 0,78 |
| <i>Penicillium expansum</i> | 0,85 |
| <i>Penicillium aurantiogriseum</i> | 0,85 |

Šilhánková (2008) uvádí, že snížení vodní aktivity v prostředí, a tím zabránění činnosti mikroorganismů, lze dosáhnout dvěma základními způsoby:

- a) Odstraněním vody sušením nebo odpařením
- b) Zvýšením koncentrace rozpuštěných látek v prostředí přidávkem vhodných chemikálií.

V sušených potravinách se mikroorganismy nemohou množit, ale mohou tam delší dobu přežívat. Množství persistujících mikrobů závisí na způsobu sušení (Hrubý, 2009).

3.5 Ošetření sušeného ovoce

Nejčastějším ošetřením sušených plodů je použití siřičitanů, které se používají jako konzervant a také pro zachování světlé barvy plodů.

3.5.1 Síření

Hlavním problémem sušeného ovoce je jeho ošetření oxidem siřičitým (E220). Je to bezbarvý plyn, který se používá jako konzervační činidlo a antioxidant, který zabraňuje hnědnutí ovoce. Tato látka však může vyvolávat u citlivějších jedinců nežádoucí reakce. Ty se mohou projevit zrudnutím a otokem hrdla, svedením úst a pokožky, průjmy, popřípadě astmatem. Známy jsou i případy se žlučnickovou kolikou (Veselá, 2013).

Proto je dobré před konzumací ovoce opláchnout horkou vodou. Při nákupu se vyplatí sáhnout po ovoci v Bio kvalitě, ačkoli ne vždy to znamená, že oxid siřičitý neobsahuje (Pecháčková, 2014).

Oxid siřičitý působí jako slabá kyselina, a je proto účinný pouze v kyselém prostředí, kdy v nedisociované formě vstupuje do buněk mikroorganismů. Kromě antimikrobiálních účinků působí oxid siřičitý jako antioxidant. V kyselém prostředí a při koncentraci 100 – 200 ppm má bakteriostatické účinky na bakterie rodu *Acetobacter* a bakterie mléčného kvašení. V koncentraci 2 – 20 ppm účinkuje oxid siřičitý proti některým kvasinkám, zejména rodu *Saccharomyces*, *Pichia* a *Candida*, ale této koncentraci odolává například *Zygosaccharomyces bailii*, účinná je až koncentrace 230 ppm. Oxid siřičitý je používán pro konzervaci vín, sušeného ovoce, džusů a mražené zeleniny (Tománková a kol., 2006).

Podle některých názorů může škodit četným mikrobům tak, že ochuzuje jejich prostředí o thiamin; aeroby jistě potlačuje i tak, že spotřebovává přednostně kyslík (Kyzlink, 1980).

Všeobecně je pokládán za velmi účinný proti plísním a jiným aerobům, kdežto kvasinkám a bakteriím může škodit podle okolností velmi nestejně (Kyzlink, 1980).

Podle Veselé (2013) se oxid siřičitý používá jen pro krásu. Například oranžové meruňky jsou ošetřené oxidem siřičitým a naopak nesířené přirozeně zhnědnou, ale zachovají si báječně sladkou chuť.

Veselá (2013) dále uvádí, že oxid siřičitý sice chrání ovoce před hnědnutím, ale nechrání jej před napadením plísněmi. Ty se mohou vyskytnout v ovoci ošetřeném i neošetřeném siřičitany.

Povolené sloučeniny oxidu siřičitého a podmínky použití při výrobě jsou uvedeny v Tab. 8 a v Tab. 9 (Vyhláška č. 4/2008 Sb.).

Tab. 8 – Povolené sloučeniny oxidu siřičitého

| Číslo E | Látka |
|---------|----------------------------|
| E 220 | Oxid siřičitý |
| E 221 | Siřičitan sodný |
| E 222 | Hydrogensiřičitan sodný |
| E 223 | Disiřičitan sodný |
| E 224 | Disiřičitan draselný |
| E 226 | Siřičitan vápenatý |
| E 227 | Hydrogensiřičitan vápenatý |
| E 228 | Hydrogensiřičitan draselný |

Tab. 9 – Podmínky použití oxidu siřičitého a jeho sloučenin při výrobě potravin nebo skupin potravin

| | NPM (nejvyšší povolená množství) SO ₂ mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹ |
|---|---|
| Sušené meruňky, broskve, vinné bobule, švestky a fíky | 2000 |
| Sušené banány | 1000 |
| Sušená jablka a hrušky | 600 |
| Ostatní sušené ovoce, ořechy ve skořápce | 500 |

4 Materiál a metody

Praktická část bakalářské práce byla uskutečněna v mikrobiologické laboratoři společnosti Severofrukt akciová společnost Trávčice. Od 3 odlišných výrobků sušených jablek bylo vybráno 6 vzorků s různým datem výroby v roce 2015.

Sušení zde probíhá na pásových sušárnách značky Binder (viz přílohy – fotografie 1) s nepřímým ohřevem vzduchu, při teplotách: předsušárna 105 °C po dobu cca 3minuty (pro rychlé odstranění povrchové vody) a dále probíhá sušení při teplotě 50 – 70 °C cca 4 hodiny. Výstupní vlhkost sušených jablek byla v rozmezí od 4 do 6 % u všech vzorků a vodní aktivita $a_w < 0,6$. Sušená jablka sířená byla ošetřena antioxidantem disířičitanem sodným E223. Obsah sířičitanů v sířených jablkách byl 80 mg/kg.

4.1 Použité ovoce

Fotografie 1

Sušená jablka nesířená



Fotografie 2

Sušená jablka sířená



Fotografie 3

Sušená jablka Bio



I. Jablka sušená nesířená - 100% jablka

Průměrné výživové hodnoty ve 100 g výrobku, Energetická hodnota 1474 kJ/352 kcal, Tuky 0,3 g, z toho nasycené mastné kyseliny 0 g, sacharidy 82,4 g, z toho cukry 82,4 g, bílkoviny 0,85 g, sůl 0,01 g.

II. Jablka sušená sířená - jablka sušená, antioxidant – disiřičitan sodný

Průměrné výživové hodnoty ve 100 g výrobku, Energetická hodnota 1474 kJ/352 kcal, Tuky 0,3 g, z toho nasycené mastné kyseliny 0 g, sacharidy 82,4 g, z toho cukry 82,4 g, bílkoviny 0,85 g, sůl 0,01 g.

III. Jablka sušená Bio - 100% jablka

Průměrné výživové hodnoty ve 100 g výrobku, Energetická hodnota 1474 kJ/352 kcal, Tuky 0,3 g, z toho nasycené mastné kyseliny 0 g, sacharidy 82,4 g, z toho cukry 82,4 g, bílkoviny 0,85 g, sůl 0,01 g.

Sůl je v potravině obsažena výlučně v důsledku přirozeně se vyskytujícího sodíku.
Výrobce: Severofrukt akciová společnost, Trávčice.

4.2 Použité rozbory

K rozborům byly použity Petrifilmy od firmy NOACK k rychlému stanovení kontaminantů potravin. Stanovováno bylo: CPM – celkový počet mikroorganismů, koliformní bakterie a *Escherichia coli*, kvasinky a plísně.

Pro ověření naměřených výsledků byly jednotlivé vzorky poslány do akreditovaných laboratoří České republiky.

Použité Petrifilmy jsou uvedeny v Tab. 10

Tab. 10 – Použité Petrifilmy

| | |
|---|---|
| Petrifilm™ Aerobic Count Plates (PFAC) | Stanovení celkového počtu aerobních mikroorganismů |
| Petrifilm™ E.coli Count Plates (PFEC) | Stanovení <i>E. coli</i> a koliformních bakterií - Obsahuje glukuronidázový indikátor pro detekci <i>E. coli</i> |
| Petrifilm™ Yeast and Mold Count Plates (PFYM) | Stanovení kvasinek a plísní |

4.2.1 Petrifilmy

Petrifilmy jsou kartonové destičky pro přesnou kontrolu mikrobiologické kvality potravin. Jedná se o médium připravené přímo k inokulaci vzorků. Destičky se skládají ze dvou vrstev filmů, které obsahují živná média, gel rozpustný ve studené vodě a speciální indikátor, který zvýrazní narostlé kolonie mikroorganismů na destičce. Mají předtištěnou mřížku pro snazší počítání kolonií a dají se dobře a dlouhodobě skladovat. Hlavní výhodou je úspora práce, materiálu, energií a odpadu.

4.3 Příprava vzorků

Sterilní navážka 10 g sušených jablek byla smíchána s 90 ml fyziologického roztoku a homogenizována po dobu 1 minuty. Poté bylo provedeno desetinné ředění. 1 ml potřebného ředění byl napipetován na sterilní Petrifilmy, přiklopil se vrchním filmem a roztlačovačem se vzorek rozprostřel po celé ploše kruhu na destičce. Vzorek byl inkubován v termostatu po dobu danou pro určité sledované mikroorganismy a poté se spočítaly narostlé kolonie.

Jednotlivé podmínky pro stanovení různých mikroorganismů uvádí Tab. 11.

Tab. 11 – Podmínky pro stanovení mikroorganismů

| Stanovení | Teplota | Doba inkubace | Identifikace organismů |
|---|---------|--|---|
| CPM (celkový počet mikroorganismů) | 30 °C | 48 hodin | Kolonie – červené tečky |
| <i>Escherichia coli</i> + koliformní bakterie | 37 °C | Po 24 hodinách <i>Escherichia coli</i> , po 48 hodinách koliformní bakterie | <i>Escherichia coli</i> – zelená, Koliformní bakterie – tmavě červená s bublinkami vzduchu |
| Kvasinky + plísňe | 25 °C | 3 – 5 dní (72 hodin - 120 hodin) | Kvasinky – zelená barva Plísňe – typické kolonie různých barev |

5 Výsledky

Ke zjištění počtu mikroorganismů byly použity Petrifilmy. Na fotografii 4 je vidět negativní reakce pro stanovení *E. coli* + koliformních bakterií. Fotografie 5 znázorňuje CPM v množství $2 \cdot 10^1$. Na fotografii 6 pro plísňe a kvasinky je viditelný nárůst plísni v počtu $2 \cdot 10^1$.

Vzorek: sušená jablka sířená

Fotografie 4

Fotografie 5

Fotografie 6

E. coli + koliformní bakterie

CPM

Plísňe + kvasinky



5.1 Výsledky z rozborů

Tab. 12 – Mikrobiologické hodnocení – Sušená jablka nesířená [KTJ/g]

| | 1. vzorek | 2. vzorek | 3. vzorek | 4. vzorek | 5. vzorek | 6. vzorek | Průměrná hodnota |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| CPM | $3,2 \cdot 10^2$ | $6,4 \cdot 10^2$ | $4,7 \cdot 10^2$ | $2,9 \cdot 10^2$ | $6,3 \cdot 10^2$ | $3,4 \cdot 10^2$ | $4,5 \cdot 10^2$ |
| <i>Escherichia coli</i> | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Koliformní bakterie | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Kvasinky | $3 \cdot 10^1$ | $5 \cdot 10^1$ | $3 \cdot 10^1$ | < 10 | < 10 | $1 \cdot 10^1$ | - |
| Plísňe | $2 \cdot 10^1$ | $8 \cdot 10^1$ | < 10 | $5 \cdot 10^1$ | $5 \cdot 10^1$ | $6 \cdot 10^1$ | - |

Z Tab. 12 je patrné že koliformní bakterie a *E. coli* nebyly ve vzorcích sušených jablek nesířených nalezeny. Kvasinky se pohybují v rozmezí od <10 do $5 \cdot 10^1$ KTJ/g, plísňe se pohybují v rozmezí od <10 do $8 \cdot 10^1$ KTJ/g, celkový počet mikroorganismů je v průměru $4,5 \cdot 10^2$ KTJ/g.

Tab. 13 Mikrobiologické hodnocení - Sušená jablka sířená [KTJ/g]

| | 1. vzorek | 2. vzorek | 3. vzorek | 4. vzorek | 5. vzorek | 6. vzorek | Průměrná hodnota |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| CPM | 2×10^1 | 3×10^1 | 2×10^1 | 5×10^1 | 2×10^1 | 1×10^1 | $2,5 \times 10^1$ |
| <i>Escherichia coli</i> | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Koliformní bakterie | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Kvasinky | < 10 | 1×10^1 | < 10 | < 10 | 1×10^1 | < 10 | - |
| Plísňe | 2×10^1 | 2×10^1 | 1×10^1 | < 10 | 1×10^1 | < 10 | - |

Ani ve vzorcích sušených jablek sířených nebyly zjištěny koliformní bakterie a *E. coli* jak uvádí Tab. 13. Kvasinky se pohybují v rozmezí od <10 do 1×10^1 KTJ/g, plísňe se pohybují v rozmezí od <10 do 2×10^1 KTJ/g, celkový počet mikroorganismů je v průměru $2,5 \times 10^1$ KTJ/g.

Tab. 14 – Mikrobiologické hodnocení - Sušená jablka Bio [KTJ/g]

| | 1. vzorek | 2. vzorek | 3. vzorek | 4. vzorek | 5. vzorek | 6. vzorek | Průměrná hodnota |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| CPM | $8,3 \times 10^3$ | 5×10^3 | $1,2 \times 10^4$ | $2,6 \times 10^4$ | $8,2 \times 10^3$ | $6,1 \times 10^3$ | $1,1 \times 10^4$ |
| <i>Escherichia coli</i> | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Koliformní bakterie | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| Kvasinky | $1,9 \times 10^2$ | 7×10^1 | $2,3 \times 10^2$ | $1,8 \times 10^2$ | 5×10^1 | 7×10^1 | $1,3 \times 10^2$ |
| Plísňe | $1,3 \times 10^2$ | 1×10^2 | $2,1 \times 10^2$ | $2,3 \times 10^2$ | 9×10^1 | 9×10^1 | $1,4 \times 10^2$ |

Také u sušených jablek Bio se koliformní bakterie a *E. coli* ve vzorcích nevyskytovaly. Průměrná hodnota výskytu kvasinek je $1,3 \times 10^2$ KTJ/g, plísni $1,4 \times 10^2$ KTJ/g, celkového počtu mikroorganismů $1,1 \times 10^4$ KTJ/g (Tab.14).

Vzorky byly zároveň poslány do dvou akreditovaných laboratoří v ČR. Sířená a nesířená jablka do ALS Czech Republic, s.r.o., Praha 9 – Vysočany, sušená jablka Bio byla zkoumána ve zkušební laboratoři EUROFINS CZ, Praha 9 – Hloubětín. Výsledky těchto rozborů uvádí Tab. 15.

Tab. 15 – Výsledky z akreditovaných laboratoří

| Zkoušené parametry | Jednotky | Sušená jablka nesířená | Sušená jablka sířená | Sušená jablka Bio |
|-------------------------------|----------|------------------------|----------------------|-------------------|
| CPM | KTJ/g | $2,5 \times 10^2$ | $4,0 \times 10^1$ | $1,9 \times 10^4$ |
| <i>Escherichia coli</i> | KTJ/g | <10 | <10 | <10 |
| Koliformní bakterie | KTJ/g | <10 | <10 | <10 |
| Kvasinky | KTJ/g | $4,5 \times 10^1$ | <10 | $1,1 \times 10^2$ |
| Plísňe | KTJ/g | <10 | <10 | $1,3 \times 10^2$ |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | bez/25g | Negativní | Negativní | Negativní |
| <i>Salmonella</i> spp. | bez/25g | Negativní | Negativní | Negativní |
| Dusičnany | mg/kg | 15,4 | 190,1 | 101,0 |
| Kadmium | mg/kg | <0,040 | <0,050 | <0,01 |
| Rtůt | mg/kg | <0,0030 | <0,003 | <0,01 |
| Olovo | mg/kg | <0,050 | <0,050 | <0,050 |

Vysv. : CPM – celkový počet mikroorganismů

Jak vyplývá z Tab. 12 – 15, výsledky této bakalářské práce zjištěné pomocí Petrifilmů se téměř shodovaly s výsledky z akreditovaných laboratoří.

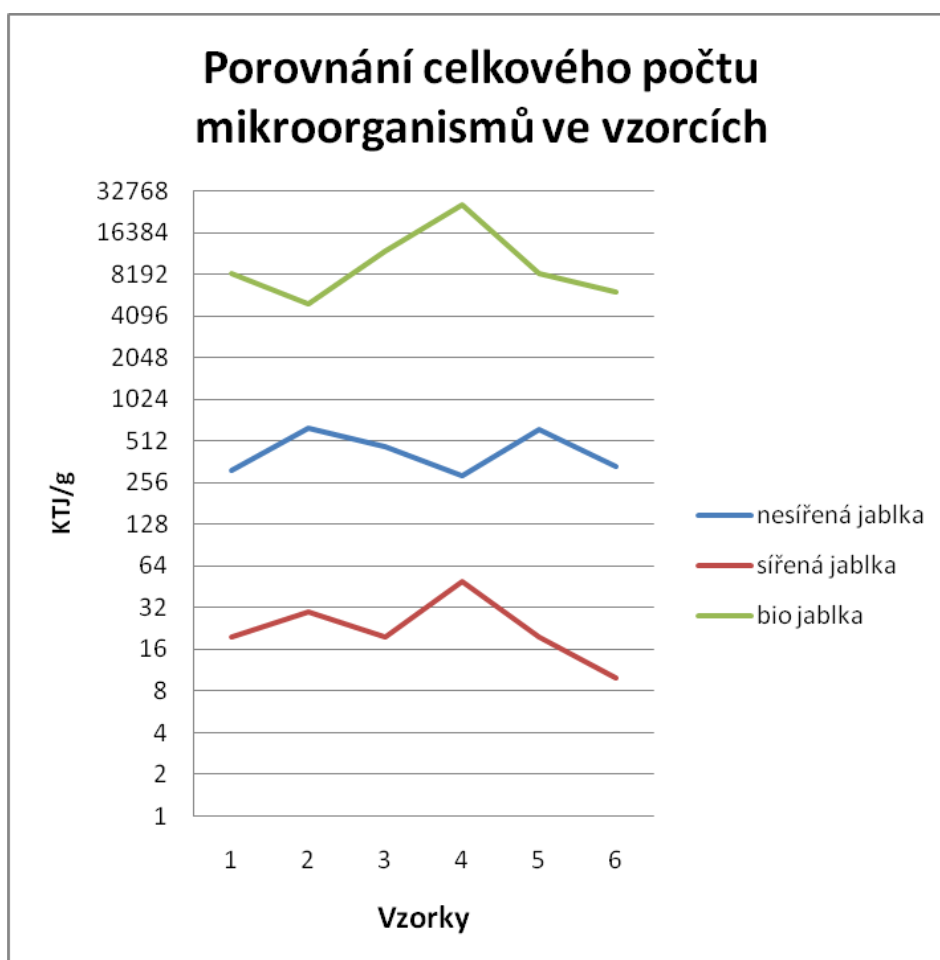
Vyšší rozdíly ve výsledcích byly zaznamenány u sušených jablek nesířených, které se odlišují průměrnou hodnotou CPM z Petrifilmů $4,5 \times 10^2$ KTJ/g od výsledku z akreditované laboratoře $2,5 \times 10^2$ KTJ/g téměř o polovic. Počet plísňí z Petrifilmů v rozmezí <10 – 8×10^1 KTJ/g je také vyšší než výsledek z akreditované laboratoře, který byl <10 KTJ/g (Tab. 12 a 15).

Dále bylo potvrzeno, že v sušených jablkách se nenachází patogeny *Listeria monocytogenes* a *Salmonella* spp., ani nejsou kontaminovány těžkými kovy (Tab. 15).

5.2 Grafické znázornění výsledků

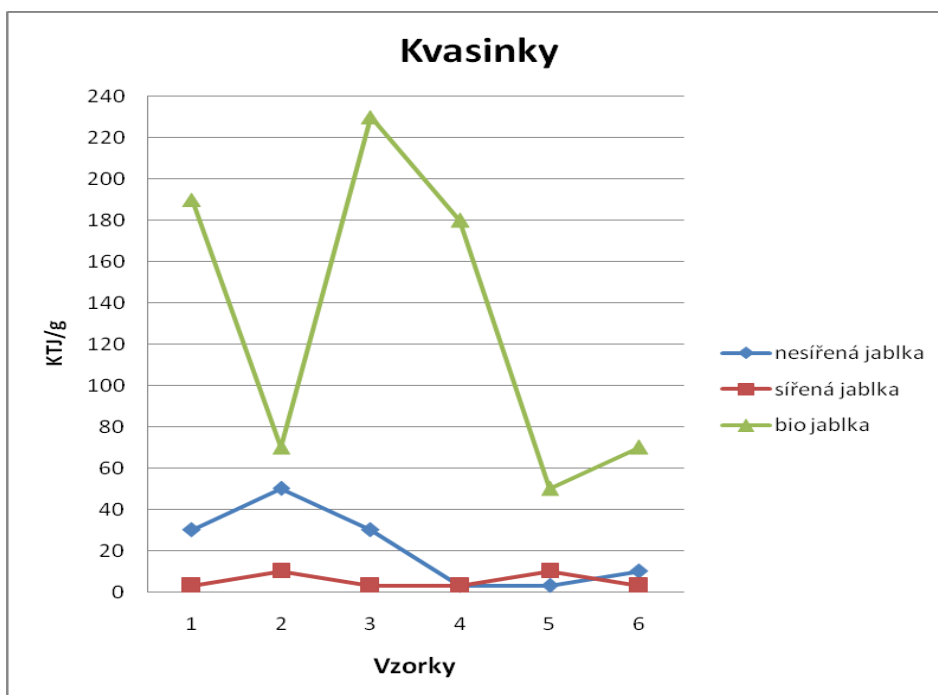
Následující grafy znázorňují porovnání počtu mikroorganismů u šířených, nesířených a Bio jablek.

Graf 2



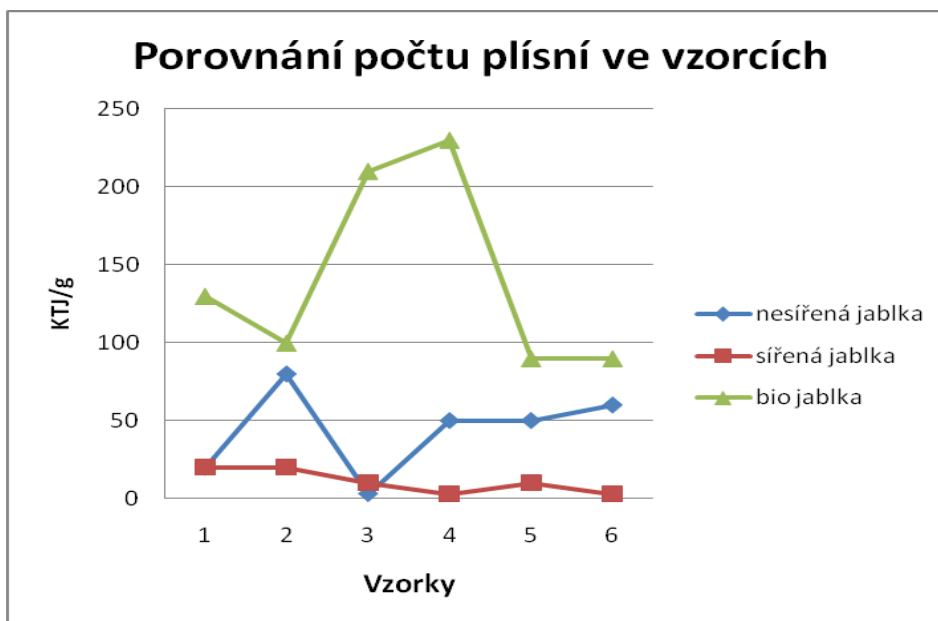
Z grafu 2 vyplývá, že nejvyšší celkový počet mikroorganismů se nacházel v jablkách Bio a naopak nejméně mikroorganismů obsahovala jablka šířená. Pro formát osy y bylo použito logaritmické měřítko.

Graf 3



Z grafu 3 je patrné, že nejvyšší počet kvasinek se nacházel v jablkách Bio a naopak nejméně kvasinek obsahovala jablka sířená.

Graf 4



Graf 4 znázorňuje, že nejvyšší počet plísní se nacházel v jablkách Bio a naopak nejméně plísní obsahovala jablka sířená.

5.3 Porovnání vlivu síření na barvu sušeného ovoce

Pro snadnější porovnání vzorků sušených jablek sířených a nesířených byla zvolena sušená jablka kostky stejné odrůdy jablek (viz fotografie 7).

Fotografie 7 - Nesířené (vpravo) a sířené (vlevo)



Tab. 16 – Sensorické hodnocení vzorků

| | Sušená jablka sířená | Sušená jablka nesířená |
|-------|---|--------------------------------------|
| Barva | Světle žlutá až nazelenalá, bez hnědých skvrn | Světle až tmavě hnědá |
| Chuť | Sladká, mírně nakyslá | Sladká, mírně nakyslá |
| Vůně | Typická pro jablka, bez cizích pachů | Typická pro jablka, bez cizích pachů |

Jak uvádí Tab. 16 na základě sensorického posouzení obou vzorků má použití siřičitanů vliv pouze na barvu. Chuť a vůně je u obou vzorků srovnatelná.

6 Diskuze

Cílem práce bylo stanovit mikroorganismy vyskytující se na sušeném ovoci, konkrétně na sušených jablkách a posoudit, zda je opodstatněné používání siřičitanů při výrobě sušených jablek z hlediska snížení mikrobiální kontaminace, a případně další vliv siřičitanů na finální výrobek. Zároveň byla posuzována i mikrobiální kontaminace jablek z ekologické produkce.

Podstatný vliv na výskyt mikroorganismů v sušeném ovoci je zpracování zdravých nenapadených plodů, což je velmi důležité, protože dužina, které není chráněna slupkou, nebo je nějakým způsobem narušena, je vhodným prostředím pro výskyt mikroorganismů.

Typickou mikroflórou čerstvého ovoce jsou plísně, bakterie a kvasinky. Koliformní mikroorganismy bývají přítomny jen v malých množstvích. Složení a množství mikroflóry čerstvého ovoce je ovlivňováno podmínkami, za kterých bylo ovoce pěstováno, sklizeno a uskladněno.

Vliv sušení na výskyt mikroorganismů je podstatný především u mikroorganismů, které rostou a vyvíjí se při teplotách do 70 °C, samotné sušení probíhá při teplotách 50 – 70 °C po dobu 4 hodin. Do této kategorie spadají téměř všechny patogenní mikroorganismy, jejichž optimální růst je při teplotě 37 °C (koliformní bakterie, *E. coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*).

Při testování všech vzorků sušených jablek na přítomnost koliformních bakterií a *E. coli*, nebyla prokázána jejich přítomnost, v externí laboratoři byly vzorky testovány na přítomnost *Listerie monocytogenes* a *Salmonelly* spp., u všech vzorků byl výsledek negativní ve 25g vzorku. Tím můžeme říci, že teplota sušení má vliv na výskyt těchto patogenů, bez ohledu na to, zda jsou jablka sířená či nikoliv. V případě výskytu koliformních bakterií, by se jednalo spíše o sekundární kontaminace při nedodržení správné výrobní praxe zaměstnanců, koliformní bakterie jsou též nazývány indikátorem fekálního znečištění.

Plísně a kvasinky byly sledovány ve vzorcích sušených jablek bez určení konkrétních druhů plísní. Dle odborné literatury se běžně na čerstvých jablkách vyskytují především plísně rodu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Monilinia* (Tománková a kol., 2016; Fassatiová, 1979). Důkladným vytríděným napadených plodů před sušením se sníží riziko výskytu plísní v sušených jablkách. Optimální růst a vývoj plísní je 20 – 30 °C (Ďurák a Slavíková, 1992) tudíž, můžeme říci, že sušení má vliv i na snížení počtu plísní.

Významný vliv na snížení počtu plísní má také síření. Kyzlink (1980) uvádí, že síření je velmi účinné proti plísním a jiným aerobním mikroorganismům. Tománková a kol. (2006)

publikují, že oxid siřičitý účinkuje v koncentraci 2 – 20 ppm proti některým kvasinkám, zejména rodu *Saccharomyces*, *Pichia* a *Candida*.

Při stanovení plísní a kvasinek byly nejvyšší hodnoty zjištěny u sušených jablek Bio, dosahovaly hodnot u plísní 9×10^1 KTJ/g až $2,3 \times 10^2$ KTJ/g a u kvasinek 5×10^1 KTJ/g až $2,3 \times 10^2$. U sušených jablek nesířených byl počet plísní u jednoho vzorku <10 KTJ/g a ostatní se pohybovali v rozmezí od 2×10^1 KTJ/g až 6×10^1 KTJ/g. Počet kvasinek byl u dvou vzorků <10 KTJ/g a ostatní se pohybovali v rozmezí 1×10^1 KTJ/g až 5×10^1 KTJ/g. U jablek sušených sířených byly hodnoty ze všech vzorků nejnižší, počet plísní byl ve dvou případech <10 KTJ/g a u ostatních vzorků se pohyboval v rozmezí 1×10^1 KTJ/g až 2×10^1 KTJ/g. Počet kvasinek byl ve čtyřech vzorcích <10 KTJ/g a ve zbylých dvou vzorcích byl 1×10^1 KTJ/g. Můžeme tedy potvrdit hypotézu, že používání siřičitanů ve výrobě sušených jablek má vliv na počet plísní a kvasinek.

Velké výkyvy počtu kvasinek v grafu 3 a plísní v grafu 4 mohou být příkládány závislosti na stavu čerstvých jablek. Více potlučených jablek v dané várce může znamenat vyšší počet mikroorganismů na sušeném ovoci.

Podle dříve platné vyhlášky č. 132/2004 Sb. O mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení, stanovovala u sušeného ovoce pro plísně přípustnou hodnotu 10^4 KTJ/g. Tu by nepřekročil ani jeden testovaný vzorek sušených jablek.

Při stanovování celkového počtu mikroorganismů (dále CPM) zjišťujeme přítomnost aerobních bakterií a fakultativně anaerobních kvasinek a plísní. CPM se blíží celkovému počtu mikroorganismů a ukazují tím stupeň znečištění výrobku. Nejvyšší počet CPM byl naměřen v sušených jablkách Bio v rozmezí 5×10^3 KTJ/g až $2,6 \times 10^4$ KTJ/g, u sušených jablek nesířených se hodnoty pohybovaly v rozmezí $2,9 \times 10^2$ KTJ/g až $6,4 \times 10^2$, u sušených jablek sířených byl CPM nejnižší, v rozmezí 1×10^1 KTJ/g až 5×10^1 KTJ/g. Z toho plyne, že použití síření při výrobě sušených jablek má vliv i na celkový počet mikroorganismů.

Vliv teploty při sušení není v tomto případě významný, protože při stejné technologii sušení, byly hodnoty u sušených jablek Bio značně vyšší, i v porovnání s jablky, která nebyla sířená.

Celkový počet mikroorganismů není legislativně určen, ale dokumentace firmy Severofrukt a.s., Trávnice uvádí mezní hodnotu 10^5 KTJ/g, která je stanovena na základě požadavků odběratelů. U žádného ze vzorků nebyla tato hodnota překročena.

Podstatný vliv na mikrobiologickou kontaminaci může mít i konečná vlhkost sušených jablek a vodní aktivita. Aby ovoce, zelenina a houby byly dostatečně konzervovány, neměly

by obsahovat více než 20 % vody (Kott, 1978). Též Samwald (2008) uvádí, že mnoho plísní přeruší svou destruktivní činnost, když obsah vody klesne pod 15 % a většina bakterií se přestává množit při obsahu vody 35 %. Ve vzorcích sušených jablek firmy Severofrukt a.s., Trávčice se vlhkost sušených jablek pohybovala u všech vzorků bez rozdílu, zda byla sířená, nesířená nebo Bio, v rozmezí 4 – 6 % a vodní aktivita $a_w < 0,6$, tudíž se mikrobiální kontaminace nerozvíjela.

V akreditované laboratoři byly zároveň stanoveny hodnoty všech měřených ukazatelů, jakožto kontrola vlastního měření na Petrifilmech firmy NOACK. Výsledky korespondovaly s naměřenými hodnotami na Petrifilmech, nejvyšší hodnoty mikrobiální kontaminace byly naměřeny ve všech ukazatelích u sušených jablek Bio.

Mezi důležitými faktory při nákupu sušených jablek může být používání přídatných látek, především obsah siřičitanů a pro některé zákazníky to někdy bývá i sensorické hodnocení barvy, chuti, vůně a vzhledu. Při sensorickém hodnocení byla porovnávána sušená jablka nesířená a sušená jablka sířená. V hodnocení barvy byly značné rozdíly, sušená jablka nesířená měla barvu světle až tmavě hnědou, oproti jablkům sířeným, která měla barvu světle žlutou až nazelenalou. V dalších kritériích chuti, vůni a vzhledu nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi jablky sířenými a nesířenými.

7 Závěr

V rámci této bakalářské práce byla sledována mikrobiologická kvalita sušených jablek. Porovnávala byla jablka nesířená, sířená a Bio. Stanovován byl celkový počet mikroorganismů, počet plísni, kvasinek, koliformních bakterií a *E.coli* v množství KTJ/g.

- Všechny vzorky splňovaly požadavky vyhlášky. U žádného ze vzorků nebyly prokázány koliformní bakterie a *E.coli*.
- U sušených jablek nesířených byl CPM průměrně $4,5 \times 10^2$ KTJ/g, počet kvasinek se vyskytoval v rozmezí <10 – 50 KTJ/g, počet plísni v rozmezí <10 – 80 KTJ/g.
- CPM u jablek sířených byl průměrně 25 KTJ/g, počet kvasinek u všech vzorků do 10 KTJ/g a do 20 KTJ/g plísni.
- Bio jablka byla nejvíce kontaminována. Průměrný CPM byl $1,1 \times 10^4$ KTJ/g, průměrný počet kvasinek $1,3 \times 10^2$ KTJ/g a průměrný počet plísni $1,4 \times 10^2$ KTJ/g.
- Vysoká kontaminace Bio jablek může být způsobena tím, že ekologičtí zemědělci nepoužívají přípravky na ochranu rostlin (fungicidy), a to může ovlivňovat počet mikroorganismů.
- Prací bylo prokázáno, že síření má vliv na mikrobiální kontaminaci a dále také na barvu sušených jablek.

8 Zdroje

Bell, Ch., Neaves, P., Williams, A.P. 2005. Food microbiology and laboratory practice. Blackwell Science. Oxford. p. 324. ISBN: 0632063815.

Blackburn, C. W. 2006. Food spoilage microorganisms. Woodhead Publishing. England. p. 712. ISBN: 9781855739666.

Brands, D. A., Alcamo, I. E., Heymann, D. L. 2006. Salmonella, Deadly diseases and epidemics. Chelsea House Publishers. Philadelphia. p. 102. ISBN: 9781438101651.

Cempírková, R., Hejlová, Š., Lukášová, J. 1997. Mikrobiologie potravin. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta. České Budějovice. 165 s. ISBN: 8070402547.

Čanigová, M., Dubaj, A., Hronček, J., Kačeňák, I., Lopatníková, J., Molčan, L., Podmajerský, R., Svarinská, E., Šiška, Š. 1992. Nové postupy v konzervování rastlinnej produkcie. Dom techniky ZSVTS. Bratislava. 148 s. ISBN: 8023302531.

Červenka, J. 2000. Jakost a certifikace potravin. Česká zemědělská univerzita. Praha. 166 s. ISBN: 8021305517.

Červenka, K., Černý, L., Černík, V., Duffek, J., Dvořák, A., Holub, J., Jaša, B., Kricnar, M., Malik, T., Pevná, V., Povolný, M., Pozler, P., Straka, L., Vávra, M., Vondráček, J. 1972. Ovocnictví. 3. vyd. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 385 s.

Đurák, T., Slavíková, N. 1992. Mikrobiologie. Konzervárny, s.p. VTOS. Praha. 120 s. ISBN: 8085120305.

Fassatiová, O. 1979. Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii. Nakladatelství technické literatury. Praha. 211 s.

Hrubý, S. 2009. Konzervace sušením a vodní aktivita z mikrobiálního hlediska. Výživa a potraviny. 64. 47.

Hui, Y. H. 2006. Handbook of fruits and fruit processing. Blackwell Publishing. Ames. p. 697. ISBN: 9780813819815.

Görner, F., Valík, L. 2004. Aplikovaná mikrobiológia potravín. Malé centrum. Bratislava. 528 s. ISBN: 8096706497.

Greensmith, M. 1971. Practical dehydration. Food trade press. London. p. 174.

Gupta, R., Mukerji, K. G. 2001. Microbial Technology. APH Publishing. New Delhi. p. 233. ISBN: 8176482161.

Hostašová, B., Němec, E., Vlachová, L. 1980. Domáci konzervování ovoce a zeleniny. Avicenum. Praha. 273 s.

Ingr, I. 2007. Základy konzervace potravin. 3. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 119 s. ISBN: 8071573965.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2002. Microorganisms in food. Kluwer academic/Plenum Publishers. New York. p. 362. ISBN: 0306472627.

Kosolapovova, G. J., Kuzněcová, N. V., Vlachová, L. 1989. Sušené ovoce. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 176 s. ISBN: 8020900705.

Kott, V. 1977. Zavařujeme a zmrazujeme v domácnosti (ovoce, zeleninu, houby). Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 266 s.

Kyzlink, V. 1980. Základy konzervace potravin. 2. vyd. Nakladatelství technické literatury. Praha. 513 s.

Malíř, F., Ostrý, V., Bárta, I., Buchta, V., Dvořáčková, I., Paříková, J., Severa, J., Škarková, J. 2003. Vlákenné mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. Brno. 349 s. ISBN: 8070133953.

Montville, T. J., Matthews, K. R. 2008. Food Microbiology. 2nd ed. ASM Press. Washington. p. 428. ISBN: 9781555813963.

Pitt, J. I., Hocking, A. D. 1997. Fungi and food spoilage. 2nd ed. Springer Science & Business Media. Dordrecht. p. 593. ISBN: 9781461379362.

Plíšek, B. 2001. Ekologické pěstování jabloní a tržní produkce jablek. Bulletin ekologického zemědělství. 23. 5.

Polster, M. 1971. Toxigenní plísňe a mykotoxiny v potravinách. Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků. Brno. 84 s.

Samwald, A. 2008. Sušíme ovoce, zeleninu, bylinky a houby. Grada. Praha. 127 s. ISBN: 9788024725666.

Sharma, O. P., 1989. Textbook of Fungi. Tata McGraw – Hill Education. New Delhi. p. 365. ISBN: 9780074603291.

Sládková, P., Hlaváčová, J. 2011. Speciální mikrobiologie. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 88 s. ISBN: 9788073755584.

Šapiro, D. K., Perednev, V. P., Matveev, V. A., Radjuk, A. F. 1988. Ovoce a zelenina ve výživě člověka. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 226 s. ISBN: 5786004317.

Šilhánková, L. 2008. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. Academia. Praha. 363 s. ISBN: 9788020017031.

Tománková, E., Rada, V., Killer, J. 2006. Potravinářská mikrobiologie. Česká zemědělská univerzita. Praha. 168 s. ISBN: 8021315830.

Torrey, M. 1974. Dehydration of fruits and vegetables. Noyes data corporation. Park Ridge. p. 287. ISBN: 0815505272.

Trucksess, M. V., Scott, P. M. 2008. Mycotoxins in botanicals and dried fruits: A review. *Food Additives and Contaminants. Part A*, 25 (2). 181-192.

Tvrdoň, M. 1963. Atlas užitečných a škodlivých mikroorganismů v potravinářském průmyslu. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 213 s.

Van Leeuwen, G. C. M. 2000. The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia* spp.), with special reference to *Monilinia fructigena* (Aderh. & Ruhl.) Honey. Universiteit. Wageningen. p. 113. ISBN: 9058082725.

Weeks, B. J., Alcamo, I. E. 2008. *Microbes and society*. 2nd ed. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachutes. p. 462. ISBN: 9780763746490.

Vyhláška č. 4/2008 Sb. Kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. In: Sbíрка zákonů České republiky 2008.

Vyhláška č. 132/2004 Sb. O mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení. In: Sbíрка zákonů České republiky 2004.

Jasanská, M. Spotřeba ovoce od roku 2013 stoupá. Pomáhají nižší ceny. Deník [online]. 2015 [cit. 2016-03-11]. Dostupné z <<http://www.denik.cz/ekonomika/spotreba-ovoce-od-roku-2013-stoupa-pomahaji-i-nizsi-ceny-20150128.html>>.

Pecháčková, A. Roztoči a oxid siřičitý. Na co si dát pozor při koupi sušeného ovoce. Lidovky [online]. 2014 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z <http://www.lidovky.cz/na-co-si-dat-pozor-pri-koupi-suseneho-ovoce-f2k-/dobra-chut.aspx?c=A140227_114923_dobra-chut_ape>.

Veselá, I. Pozor na sušené ovoce, nejen u dětí [online]. Biolife. 22. Února 2013 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z <<http://www.bio-life.cz/clanky/deti-a-maminky/pozor-na-susene-ovoce-nejen-u-deti.html>>.

9 Seznam příloh

Fotografie 1 – Příprava jablek k sušení

Fotografie 2 – Šedá hniloba

Fotografie 3 – Šedá hniloba

Fotografie 4 – Hnědá hniloba

Fotografie 5 – Hnědá hniloba

Fotografie 6 – Moniliová hniloba

Fotografie 7 – Modrá hniloba

Fotografie 1 – Příprava jablek k sušení – mytí, kostkování, praní, sušení a konečný produkt.
Firma Severofrukt akciová společnost, Trávčice.



Fotografie 2 – Šedá hniloba –
Botrytis cinerea – v sadě

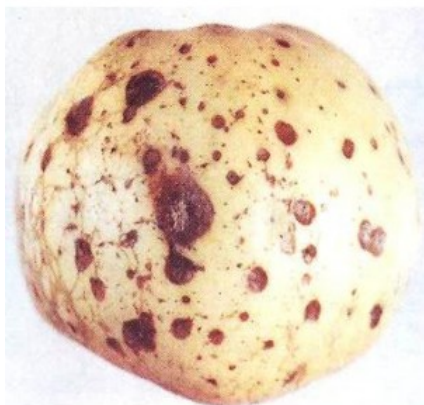


Fotografie 3 – Šedá hniloba –
Botrytis cinerea – při skladování



<sadinform.pl/prezchownictwo/10767-10767.html>

Fotografie 4 – Hnědá hniloba –
Gloeosporium album



<www.jykl.cz/jadroviny>

Fotografie 5 – Hnědá hniloba
Gloeosporium album



<<http://apples.ahdb.org.uk/gloeosporium-rot.asp>>

Fotografie 6 – Moniliová hniloba



<www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby>

Fotografie 7 – Modrá hniloba

