

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Úloha a význam kulturních plísní v potravinách
Anna Horská

Bakalářská práce
2019

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Anna Horská**
Osobní číslo: **C16381**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Úloha a význam kulturních plísní v potravinách**
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište obecné vlastnosti plísní používaných v potravinářství.
2. Zaměřte se na taxonomické zařazení potravinářsky významných plísní.
3. Uveďte úlohu a význam kulturních plísní v potravinách.
4. Popište možnosti ovlivnění jejich růstu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucí práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Iveta Brožková, Ph.D.

Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce:

5. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. července 2019



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 19. 6. 2019

Anna Horská

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji mé vedoucí bakalářské práce paní Ing. Ivetě Brožkové, Ph.D. za trpělivost a rady při vypracování této práce.

ANOTACE

Bakalářská práce se v první části zabývá vlastnostmi a rolí kulturních plísní v potravinářském průmyslu, fermentovanými výrobky jako jsou sýry a sójové produkty a jejich stručnou technologii výroby. V další části přibližuje problematiku využití kulturních plísní v přípravě uzenin, konkrétně suchých fermentovaných uzenin. Na závěr je zmíněna jejich bezpečnost a způsoby balení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kulturní plísně, sušené fermentované uzeniny, fermentované výrobky, sója

TITLE

The role and importance of cultural fungi in foods

ANNOTATION

The first part of bachelor thesis deals with the characteristics and role of cultural fungi, fermented products eg. soya products and cheese and their manufacturing technology. The second part is focused on use of fungi in production of dry fermented sausages. And the last part mentions safety of fermented sausages and packaging methods.

KEYWORDS

Cultural fungi, dry fermented sausages, fermented products, soya

OBSAH

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam zkratek	11
Úvod	12
1 OBECNÉ VLASTNOSTI kulturních PLÍSNÍ.....	13
1.1 Plísně používané v potravinářství.....	13
2 VÝROBKY S PLÍSNÍ.....	15
2.1 Sýry.....	15
2.2 Výrobky ze sójových bobů	16
2.2.1 Tempeh	17
2.2.2 Miso a natto	17
2.2.3 Sójová omáčka.....	18
2.3 Rýžové víno	19
2.4 Mykoprotein	20
2.5 Čaj pu-erh	20
2.6 Barviva.....	21
2.7 Masné výrobky	21
3 VYUŽITÍ KULTURNÍCH PLÍSNÍ PŘI PŘÍPRAVĚ UZENIN.....	23
3.1 Fermentace.....	23
3.2 Klasifikace	23
3.3 Suroviny.....	25
3.4 Obalové střívko.....	26
3.4.1 Přírodní zvířecí střívka.....	26
3.4.2 Střívka umělá z přírodních materiálů.....	27
3.4.3 Střívka umělá z polymerních materiálů	27
3.4.4 Méně obvyklé materiály	27
3.5 Tvorba květu na povrchu uzeniny	28
3.6 Průběh výroby uzenin	29

3.7	Bezpečnost.....	31
3.8	Způsob balení	32
Závěr		33
Použitá literatura		34

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Výroba CNC - kolagenního střívka	28
Obrázek 2: Diagram výroby fermentovaných uzenin	30

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozdělení fermentovaných salámů do kategorií.....	24
--	----

SEZNAM ZKRATEK

a_w	aktivita vody
<i>A. fumigatus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
CFU	colony forming units
CNC	nanočástice kolagenu
CNS	koaguláza-negativní stafylokoky
<i>D. hansenii</i>	<i>Debaryomyces hansenii</i>
EFFCA	European Food and Feed Cultures Association
IDF	International Dairy Federation
<i>K. lactis</i>	<i>Kluyveromyces lactis</i>
BKM	bakterie mléčného kvašení
<i>L. sakei</i>	<i>Lactobacillus sakei</i>
Lyofilizace	sušení za sníženého tlaku a teploty
<i>M. pusillus</i>	<i>Mirosternus pusillus</i>
MPA	mykofenovová kyselina, mykofenolát
OEO	esenciální olej z oregána
<i>P. camemberti</i>	<i>Penicillium camemberti</i>
<i>P. commune</i>	<i>Penicillium commune</i>
<i>P. chrysogenum</i>	<i>Penicillium chrysogenum</i>
<i>P. nalgiovense</i>	<i>Penicillium nalgiovense</i>
<i>P. salami</i>	<i>Penicillium salami</i>
<i>R. emersoni</i>	<i>Rhizomucor emersoni</i>
<i>R. chinensis</i>	<i>Rhizopus chinensis</i>
<i>S. cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
UTB ve Zlíně	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

ÚVOD

Plísně, vláknité mikromycety, jsou eukaryotické mikroorganismy známé především jako kontaminant potravin a nechtěný mikroorganismus nejen v potravinářských prostorech. Plísně, které mohou škodit lidskému zdraví jsou například *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger*, *Scopulariopsis brevicaulis*, také některé druhy z rodu *Cladosporium*, *Mucor* a *Rhizopus*. Tyto druhy se běžně vyskytují v přírodě spolu s plísněmi pro člověka neškodnými. Společností je plíseň vnímána často záporně než jako důležitý prvek při výrobě oblíbených jídel.

Tyto vláknité houby pro svůj růst potřebují vlhko a teploty od -10 °C do 60 °C v závislosti na druhu. Na živiny jsou nenáročné a nepotřebují světlo. Alkoholy, aldehydy a jejich deriváty, organické kyseliny, UV světlo, sloučeniny jódu a aktivní chlór mají mykotoxické účinky, takže se používají ke sterilizaci.

Plísně jsou důležitou složkou některých potravinářských výrobků. Jejich přínos tkví především ve fermentaci cukrů a hydrolýze peptidů. Díky tomu je u mnohých potravin prodloužena doba trvanlivosti a jsou změněny podmínky pro růst konkurenčních mikroorganismů, které mohou být pro člověka toxické. Dodávají potravinám charakteristickou strukturu, vůni a chuť. Proto je důležité se jejich určováním a metabolismem zabývat a prostřednictvím toho zajišťovat vyšší bezpečnost a kvalitu potravin.

1 OBECNÉ VLASTNOSTI KULTURNÍCH PLÍSNÍ

Plísňe a kvasinky se v potravinářství používají pro fermentační účely spolu s bakteriemi mléčného kvašení. V tomto případě mají pro potravinu příznivý účinek, tudíž nedochází k znehodnocení produktu. Tyto mikroorganismy jsou schopné žít za sníženého pH a snížené aktivity vody. Nežádoucí bakterie žijí v tomto prostředí v menším rozsahu (Adams a kol., 2016).

Podmínky pro výběr hlavních startovacích kultury výroby fermentovaných uzenin jsou, schopnost růst a metabolizovat při podmínkách fermentace (při aktivitě vody 0,95–0,97, pH menším než 5,8, při teplotě do 25 °C), antagonistická aktivita proti nežádoucím mikroorganismům, bez tvorby biogenních aminů, antibiotik ani mykotoxinů, kultura netvoří oxid uhličitý a jen v malé míře přetváří hexózy na kyselinu octovou, žádná řetězová tvorba reaktivních forem kyslíku (peroxid kyslíku) za přítomnosti kyslíku, bez tvorby sloučenin zapříčiňujících pachů, usnadnění konzervace a distribuce výrobku (Lücke, F.-K., 2015).

V poslední době je velký zájem, aby se nešířily geny s rezistencí na klinicky významná antibiotika, proto by startovací kultura neměla obsahovat takové kódující sekvence (EFSA, 2011). Pokud se screeningem vyhodnotí kmen vhodný pro použití a je taxonomicky zařazen. Je důležité, aby výrobce potravinářského kmenu plísňe zajistil a zdokumentoval, zda je kmen stejný jako předešlý pokaždé, když se vytvoří nový. Jedním ze způsobů, jak se vyhnout genetické modifikaci kultury, je dodržení několika pravidel a to, mít centralizovanou, interní, kmenovou banku, referenční kmeny by měli být skladovány pod -80 °C, aby nedošlo ke změnám kmene v důsledku dlouhodobého skladování. Tuto teplotu je potřeba nepřetržitě kontrolovat. Vytvořit systém sledovatelnosti. Vytvořit databázi o všech referenčních kmenech se všemi podrobnostmi, aby bylo možné zpětně dosledovat startovací kulturu zpětně od výrobku. Zajistit co nejnížší počet generací od startovací kultury až k finální dávce v průmyslovém měřítku. Z důvodu genetických změn při pomnožování. Což lze zajistit použitím referenční kultury vždy na začátku pomnožovacího procesu. Obecně se dbá na výběr bezpečných plísňí a kontrolovanou kultivaci. V neposlední řadě použití základní fenotypové charakteristiky a takzvaný DNA fingerprint pro jogurtové kultury a jiné specifické kultury (Laulund, S., 2017).

1.1 Plísňe používané v potravinářství

International Journal of Food Microbiology (Bourdichon a kol., 2012) vytvořil aktualizovaný seznam významných mikroorganismů v potravinářství. Původní seznam vytvořila IDF

a EFFCA k roku 2002. V revidovaném seznamu byly kriticky vybrány mikroorganismy, u kterých je dokázána přítomnost ve fermentovaných potravinách. Seznam z této publikace nelze brát za definitivní. Do tohoto seznamu patří *Aspergillus acidus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae*, *Cystofilobasidium infirmominiatu*, *Fusarium domesticum*, *Fusarium venenatum*, *Geotrichum candidum*, *Hanseniaspora guilliermondii*, *Hanseniaspora osmophila*, *Hanseniaspora uvarum*, *Lecanicillium lecanii*, *Mucor hiemalis*, *Mucor mucedo*, *Mucor plumbeus*, *Mucor racemosus*, *Neurospora sitophila*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseifulvum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium commune*, *Penicillium nalgiovense*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium solitum*, *Rhizopus microsporus*, *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, *Scopulariopsis flava*, *Yarrowia lipolytica* (Plísňe, kvasinky a tzv. kvasinkové mikroorganismy).

Z rodu *Aspergillus* nalezneme po celém světě okolo 250 druhů této plísně. Některé druhy jsou známé jako patogeny rostlin (Shell, 2017). Tato plíseň produkuje různé extracelulární enzymy jako β -galaktosidázu, β -manasu, celulázu, xylázu a organické kyseliny využívané v průmyslu. To jsou kyselina glukonová, kyselina citronová, kyselina kojová. Rod *Aspergillus* produkuje látku využívanou jako lék lovasin na vysoký cholesterol, penicillin a aflatoxiny (Panchapakesan, 2016).

Rod *Penicillium* se přirozeně vyskytuje v půdě (Panchapakesan, 2016). Některé druhy způsobují při vdechnutí spor alergické reakce a nemoci (Shell, 2017). V potravinářství využívaná plíseň *Penicillium roqueforti* je schopná žít v prostředí s nízkým obsahem kyslíku (Adams a kol., 2016). Bývá často zaměňována za blízkce příbuzné druhy, které produkují mykotoxiny. Tyto druhy jsou *P. carneum*, *P. paneum* a *P. psychrosexualis*. Sama *P. roqueforti* v čisté kultuře může jako sekundární metabolit produkovat PR-toxin, roquefortin C, andrasin A a MPA. Z nich je mykotoxin jen PR-toxin, který je v potravinách jako je sýr nestabilní a přeměňuje se na PR-imin (Bourdichon a kol., 2012). Další hlavně v masném průmyslu využívaná plíseň je *Penicilium nalgiovense*. *Penicilium nalgiovense* byla objevena Otakarem Laxou a dříve byla používána k fermentaci sýrů v obci Nalžovské Hory. V tomto století byla znovu přezkoumávána pro opětovné využití k výrobě sýrů na UTB ve Zlíně (Bourdichon a kol., 2012, MRÁZEK a kol., 2009).

Rhizomucor pusillus je důležitá termofilní houba. Může rychle využívat zdroje uhlíku a produkovat různé druhy enzymů, jako je 1,4- β -xylosidáza, endo-1,4- β -glukanáza, fosfatáza, silný mléčný koagulační enzym, kyselá proteáza a alkoholdehydrogenáza (Zhang a kol., 2016).

Rhizomucor emersonii je termofilní aerobní houba, která se obvykle nalézá v kompostech nebo rozložitelných materiálech v přírodních ekosystémech. Optimální teplotou pro její růst je 40–45 °C (Zhang a kol., 2016).

2 VÝROBKY S PLÍSNÍ

2.1 Sýry

Díky proteolytické a lipolytické činnosti jsou plísně důležitou součástí zrání sýrů. U modrý sýrů je to *Penicillium roquefortii*, která prorůstá celý objem sýra. Měkké sýry jako je Camembert a Brie jsou známy obsahem plísně *P. camemberti* (Adams a kol., 2016). Některé plísně rodu *Penicillium* například *P. commune*, *P. biforme*, *P. fuscoglaucum* a *P. palitans* se vyskytují jako kontaminanty. Nevhodné jsou také druhy plísní, které tvoří takzvaný „sýr se zelenou plísní“ (Bourdichon a kol., 2012).

Nesmíme zapomenout ani na *Geotrichium candidum*, které je popsáno jako tzv. kvasinkové plísně. V posledních letech se stává čím dál tím oblíbenější. Avšak u různých druhů sýru plní *G. candidum* různou úlohu. U polotvrdých sýrů jako Saint-Nectaire, Tomme de Savoie je *G. candidum* součástí různorodé směsi s některými bakteriemi a kvasinkami. Ve spojení s *Brevibacterium linens* vytváří na sýru Reblochon oranžově bílou vrstvu. Je používána i pro výrobu sýrů podobného typu jako Livarot, Limburger.

G. candidum můžeme najít v téměř všech sýrech s plísní na povrchu. To jsou již zmíněné Brie a Camembert. Při zrání se začíná na povrchu objevovat už třetí den. Šestý den zrání jí přeroste *P. camemberti*. Proto na povrchu těchto sýrů není *G. candidum* viditelná (Marcellino a kol., 2014).

Příklad výroby sýrů bude popsána u oblíbeného Camembertu. Camembert se tradičně vyrábí z čerstvého mléka s přídavkem mesofilních startovacích kultur. Doba koagulace je 30–45 min při pH 6,4. Poté je vzniklá tvarohovitá sraženina přenesena pomocí speciální děrované lžíce do forem, ze kterých se postupně odvádí přebytečná voda v podobě syrovátky. Teplota procesu postupně klesá z 28 °C na 20 °C, kdy vzniká tvaroh o pH 4,6 – 4,7. Sýr je nasolen a nechává se zrán ve sklepích při relativní vlhkosti 95 % a teplotě 11–13 °C minimálně 21 dní. Dnes už jsou běžně dostupné i sýry vyráběné moderními postupy z pasterovaného mléka, s jiným způsobem nasolení, zrající ve zracích komorách (Spinnler, 2017).

Při fermentaci sýru Camembert nejprve rostou bakterie mléčného kvašení, které snižují pH a tím dávají možnost růstu kvasinkám a plísním. Ze kterých se jako první, již při výrobě sýra,

tvoří *Kluyveromyces lactis*, která je během krátké doby nahrazena *Debaryomyces hansenii*. Metabolismus i aromatické vlastnosti kvasinek jsou odlišné. *K. lactis* ze sýra nejprve spotřebovává laktózu a potom laktát, ale *D. hansenii* metabolizuje obě látky zároveň. Současně s druhou kvasinkou začne růst *G. candidum*. Jeho růst je pozastaven pomocí solení, což upřednostňuje *P. camemberti*, která se po 6–7 dnech zrání objevuje na povrchu. Plně vyroste během 2–3 dní a zvyšuje povrchové pH, vyčerpává laktát a uvolňuje množství oxidu uhličitého, které musí být regulováno pomocí zracích skříní. Když zvýšení pH dosáhne mezní hodnoty 5,8, začíná se opět plně rozvíjet bakteriální mikroflóra. Po době zrání, která může být i několik měsíců, je výroba ukončena (Spinnler, 2017).

Běžné sýry s modrou plísní jsou česká Niva, italská Gorgonzola, dánský Danablu, španělský Cabrales, anglický Stilton a francouzský Roquefort. Jejich zrání je rozděleno do dvou kroků, a to aerobního a anaerobního. Při výrobě sýru Roquefort nejprve prorůstá *P. roqueforti* celým sýrem, který je uložen ve větraném prostoru. Následně je sýr překryt plastovou fólií, tím se vytvoří částečně anaerobní atmosféra. V objemu sýra začínají vznikat oka. Sýry se skladují při teplotě -2 až -4 °C. Ve vytvořených dutinkách sýru probíhají důležité enzymatické reakce. *P. roqueforti* obsahuje spoustu interacelulárních i extracelulárních enzymů, díky nimž probíhá lipolýza a proteolýza. V této fázi je umožněn růst jiným bakteriím a kvasinkám, které jsou předem přidány v díle (Martín a Coton, 2017).

Plíseň *Monascus purpureus* BD-M-4 je v Číně po staletí využívána k úpravě jídel. Zajímavou možností pro výrobu nového druhu sýru je upravit stávající startovací kultury a obohatit je o tuto plíseň, která na našem kontinentu nepatří do startovacích kultur. Podle Wu a kol. (2019) nemá *M. purpureus* vliv na celkový obsah tuků ani lipolýzu. Počet volných aminokyselin vzrostl sedmáctkrát při kultivaci touto plísní oproti standartnímu vzorku. Je otázkou budoucích let, zda někdo tuto kulturu využije pro zpestření sensorických i výživových vlastností svého druhu sýra (Wu a kol., 2019).

2.2 Výrobky ze sójových bobů

Sójové boby jsou bohaté nejen na bílkoviny, ale i na isoflavony, antokyany, lipidy a oligosacharidy (Mani a Ming, 2017). Díky hydrolýze bílkovin a činností startovací kultury se vytvářejí bioaktivní peptidy, které mají přínos pro lidské zdraví. Můžeme najít antioxidační, antimikrobiální a jiné druhy peptidů (Sanjukta a Rai, 2016). Byla prokázána jejich účinnost proti některým druhům rakoviny. Boby slouží jako prevence aterosklerózy a srdečních onemocněních, jsou známy pro své snížení rizika diabetu druhého typu (Mani a Ming, 2017).

2.2.1 Tempeh

Tempeh je tradiční Indonéské jídlo, které je velice oblíbené i v Nizozemí a USA. Vyrábí se ze sójových bobů. Celé boby se hydratují ve vodě, kde dojde k fermentaci bakteriemi. Dále se boby částečně zbaví tuku a pasterizují varem. Při tomto procesu se ničí inhibitory trypsinu a lektiny, také se uvolňují živiny potřebné pro růst kulturních plísní. Nejběžnější z plísní je *Rhizopus oligosporus*. Jako další se využívají jiné plísňe rodu *Rhizopus*, *Mucor* i *Fursarium*. Inkubují se dva dny při teplotě 30–35 °C, kdy mycelium prorůstá celým objemem bobů. V tomto kroku se pH zvýší na 7 a dochází k rozkladu proteinů a lipidů, ovšem není prokázána jejich lepší stravitelnost. Tempeh má trvanlivost pouze dva dny, na rozdíl od jiných fermentovaných výrobků, kterým fermentace životnost prodlouží (Adams a kol., 2016).

Díky předpřípravě bobů a fermentaci se snižuje počet antinutričních látek jako jsou fenolické látky, inhibitory proteázy, kyselina fytoová. Fermentace zvyšuje obsah rozpustného dusíku ve vodě působením proteolytických enzymů, takže je protein lépe vstřebatelný a je zdrojem ergosterolu a minerálů. V současné době se ukazuje, že obsah bioaktivních sloučenin v tempehu se dá ovlivnit optimalizací fermentačního procesu a obohacením sójových bobů před začátkem fermentace. Například při anaerobní fermentaci *R. microspores* var. *oligosporus* se produkuje větší množství volných mastných kyselin a kyseliny gama-aminomáselné, než při aerobní fermentaci (Cao a kol. 2019).

Byl zkoumán přirozený výskyt plísní, které fermentují tempeh. Někteří vědci se domnívají, že tyto plísňové kultury pocházejí z květu Ibišku, konkrétně z druhu *Hibiscus*, ze kterého byly plísňe izolovány. Přesně identifikované kmeny *Rhizopus* byly objeveny se značnou frekvencí, a proto lze předpokládat, že tyto plísňe byly na fermentované boby naneseny náhodně (Ogava a kol., 2004).

Tempehu velice podobný výrobek je Ontjom, jehož základem je filtrační koláč zbylý po lisování arašídů. Na fermentaci jsou použity, jak plísňe rodu *Mucor* a *Rhizopus*, tak i *Neurospora intermedia* (Adams a kol., 2016).

2.2.2 Miso a natto

Dalším produktem vyráběným ze sójových bobů je známá japonská slaná pasta miso. Miso se vyrábí pomocí plísně *Aspergillus oryzae*. Slouží jako hlavní ingredience do miso polévky (Mani a Ming, 2017). Dalšími produkty, už ne tak populárními jako je polévka miso jsou korejské doenjang, čínské doubanjiang a douchi (Mani a Ming, 2017). Doenjang je podobný pastě miso, ale je fermentovaný především rody *Aspergillus* a *Bacillus* (Kum a kol., 2017).

Japonský druh omáčky natto je používán nejen jako omáčka k rýži, ale jako přísada do polévky miso, nebo se podává s restovanou zeleninou. Je to produkt fermentace sójových bobů a má tři varianty. První z nich je itohiki-natto. Vyrábí se fermentací pomocí *Bacillus subtilis* a je to nejoblíbenější varianta natto. Yukiwari-natto je vyráběn z itohiki-natto, koji, pevné kultury *A. oryzae* a soli. Po smíchání všech těchto surovin je hmota fermentována. Poslední variantou je hama-natto, které se vyrábí pouze fermentací vařených bobů kulturou *A. oryzae*. Při fermentaci roste obsah vitamínu K a bioaktivních složek jako kyselina dipikolinová. I natto, jako ostatní výrobky ze sóji, má mnohé pozitivní účinky na lidské zdraví (Cao a kol., 2019).

2.2.3 Sójová omáčka

I přes odlišnost sójové omáčky a rýžového vína je proces jejich výroby velmi podobný. Samotná fermentace má dvě části aerobní a anaerobní. V aerobní části se připraví koji, což jsou semena nebo boby na kterých se kultivuje plíseň *Aspergillus oryzae*. Ta produkuje hydrolytické enzymy, které rozkládají substrát. Koji se následně smísí v případě sójové omáčky se stejným dílem bobů a stejným dílem pražené pšeničné moučky. Vše se nechá 2-3 dny fermentovat při 25–30 °C a vzniká nový díl koji. Přichází na řadu druhá fáze anaerobní zvaná moromi. V této fázi se zastaví růst plísní pomocí smíchání koji s přibližně stejným objemem solanky. Hydrolytické enzymy stále štěpí proteiny, nukleové kyseliny a polysacharidy za vzniku tekutiny bohaté na rozpustné živiny. Výsledná koncentrace soli v roztoku je mezi 17–20 %. V roztoku převládají kvasinky a bakterie mléčného kvašení, které přemění asi polovinu rozpustného cukru na kyselinu mléčnou a ethanol. Proces moromi trvá rok i déle. Výsledkem jsou vylišované zbytky, které se opět míchají se solankou, a tekutina, která se pasterizuje, filtruje, nechá odležet a naplní do lahví jako hotový produkt (Adams a kol., 2016). Je nutné upozornit, že se vyrábí i hydrolyzovaná sójová omáčka při jejíž výrobě nedochází k fermentaci (Cao a kol., 2019).

Tuto omáčku můžeme rozdělit na několik základních druhů: lehká (světlá), tmavá, červená a s houbovou příchutí. Chuť a složení omáčky se dají ovlivnit hlavně dobou a způsobem fermentace, popřípadě přidavkem koření a aditiv (Kamal a kol., 2019). Na zlepšení chuti při fermentaci koji se podílí rozklad a oxidace lipidů, uvolňování mastných kyselin, přeměna fosfolipidů. Tyto reakce pomáhají vytvářet chuť kokumi. Při tvorbě chuti sójové omáčky je nejlépe hodnocena fosfolipázová suplementace, jejíž ovlivnění během fermentace má pozitivní vliv na chuť sójové omáčky (Feng a kol., 2016).

Sójová omáčka má výraznou chuť. Chuť umami je výrazná díky kyselým aminokyselinám, zejména kyselině asparagové a kyselině glutamové, které vznikají při hydrolýze sójových proteinů a pšeničného lepku v průběhu fermentace. Sloučeniny s nízkou molekulovou hmotností, jako jsou kyselé peptidy a L-glutamát sodný monohydrát, dodávají sójové omáčce slanou a umami chuť (Kamal a kol., 2019).

Podle Kamala a kol. (2019) bylo zjištěno, že všechny typy tmavé, červené omáčky a omáčky s houbovou příchutí mají zvýšený obsah sacharózy. Což může být způsobeno přidáváním karamelu. Rozdíl byl nalezen i v množství glutamátu sodného, který byl zvýšený v tmavé omáčce a omáčce s houbovou příchutí.

2.3 Rýžové víno

U rýžového vína se jako základ koji používá dušená rýže. Proces má i několik dalších odlišností od výroby sójové omáčky. Používají se odlišné kmeny *Aspergillus oryzae*, které produkují amylolytické enzymy potřebné v anaerobní fázi. Také se používají speciálně upravené kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, které se přidávají v anaerobní fázi spolu s vodou a jsou schopné fermentovat cukry na hodnotu okolo 20 % v/v alkoholu. Takto vysoká hodnota je důsledkem několika faktorů. Jedním z nich je nízká teplota fermentace 13–18 °C, která napomáhá pomalé fermentaci (Adams a kol., 2016).

Novou technologií pro hospodárnější a výnosnější produkci rýžového vína může být extruze hnědé rýže. Krok namáčení a vaření rýže v páře je velice nevhodný vzhledem k množství odpadní vody a časové náročnosti. V případě, kdy se rýže upraví extruzí místo vařením v páře je 89-98 % hnědé rýže hydrolyzováno během jedné hodiny. V případě tradičního postupu s totožnou hnědou rýží trvá proces 83 hodin a rýže je hydrolyzována pouze z 83 % (Kuo a kol., 2019).

Při zkoumání směsi startovacích kultur pro produkci rýžového vína se ukázal jako vhodný startovací kultura RAM – S, který obsahuje *R. chinensis* R01, *A. niger* A20, *M. pusillus* M05 a *S. cerevisiae* S10. Tato kombinace mikroorganismů dosahuje vyššího obsahu esterů a dusíkatých aminokyselin, které jsou spojené s vyšší senzorickou jakostí a potlačuje hořké, volné aminokyseliny, které jsou v tomto produktu nežádoucí. RAM – S ve výzkumu podpořila květnatou a ovocnou vůni vína produkcí diethylsukcinátu a 2-fenethylalkoholu oproti kontrolnímu vzorku, který byl nahořklý (Shan a kol.; 2019).

Není překvapující, že složení mikroorganismů a druh rýže ovlivňuje vlastnosti finálního výrobku, a to nejen u rýžových vín. Pro dosažení optimálního obsahu polyfenolických látek

a antioxidační aktivity je ze vzorku šesti druhů rýží (černé, červené, žluté, fialové, dlouhozrné lepkavé a kulaté lepkavé) použití právě černé rýže nejvhodnější (Cai, Haiying a kol.; 2019).

Zajímavostí může být, že se rýžové víno díky svým antimikrobiálním vlastnostem může používat proti lidskému Noroviru a *Vibrio parahaemolyticus* při produkci nakládaných bahenních šneků. Šneci se namáčí v šestihodinových intervalech při 16 °C do vína, jen se zanedbatelnou změnou kvality finálního výrobku (Liao a kol.; 2019).

V zemích východní a jihovýchodní Asie se podobné rýžové startovací směsi jako je koji používají na výrobu slazené rýže. Tato rýže se dá jíst čerstvá, použít jako startovací směs pro kultivaci, nebo přidat do jiných výrobků. Jako u většiny fermentovaných výrobků se při výrobě slazené rýže uplatňují stejné plísně (*Mucor* a *Rhizopus*) (Adams a kol., 2016).

2.4 Mykoprotein

Mycelium plísně se dá využít jako samostatná potravina, mykoprotein. Na výrobcích jako je koji a tempeh vzniká velké mycelium, které lze využít jako zdroj proteinů. Z mnoha výzkumů pro růst plísní na rozličných substrátech se prosadil mykoprotein prodáváný jako Quorn. Quorn je vyráběn z mycelia plísně *Fusarium venenatum* pěstované kontinuálně na médiu obsahující glukózu, amonné soli a několik růstových faktorů, či na zbytcích z produkce některých sójových a rýžových produktů.

Mikroorganismus je z kapalného média snadno získáván filtrací a promytím, což umožňuje dát potravině příjemnou strukturu a libovolný tvar. Je však nutné snížit podíl RNA, který je bez úpravy 10 %. Toho se docílí zahřátím nejméně na 68 °C před filtrací. Tím se aktivují enzymy rozkládající RNA a obsah se sníží na 1 %. Produktem filtrace je mykoprotein a filtrát, který se používá pod názvem Quessent™. K mykoproteinu se v závěru přidává vaječný albumin, vonné látky a barviva. V současné době slouží mykoprotein jako náhražka masa. Ovšem s novou potravinou přichází nové alergie (Adams a kol., 2016, Wociór, 2010).

2.5 Čaj pu-erh

Pu-erh je plně fermentovaný, červenohnědý čaj plné, zemité chuti. Pochází z provincie Yunnan v Číně. Vysoká teplota a nízké pH při výrobě čaje Pu-erh poskytují dobré prostředí pro termofilní mikroorganismy. Patří mezi ně *Rhizomucor pusillus*, *R. emersoni*, *Aspergillus niger*, *Fusarium graminearum* a *Blastobotrys adenivorans* (Zhang a kol. 2016). Pro fermentaci čaje Pu-erh se používá plíseň *Aspergillus acidus*. Při analýze 36 různých Pu-erh

čajů bylo objeveno 39 různých plísň. Kromě již zmíněného druhu byl nalezen *A. fumigatus*. U kterého nebyly prokázány fermentační účinky, takže je považován za kontaminaci. Dále byly významně zastoupeny plísně *Penicillium citrinum* a *P. commune*. Tento rod pravděpodobně dodává při fermentaci větší množství enzymů a organických kyselin. Rody *Rhizopus* a *Mucor* byly také obsaženy v testovaných čajích, ale ty se vyskytují všude v prostředí i na listech čajovníku, proto se jejich kontaminaci v čaji nelze vyhnout (Haas a kol., 2013).

Je obecně známo, že čaje mají příznivý účinek na lidské zdraví. V čaji Pu-erh byly podle Lv a kol. (2015) prokázány látky, které mají hypolipidemický účinek. Extrakcí čaje do vody, chloroformu, ethylacetátu a n-butanolu a následným pozorováním regulace transkripčních faktorů podílejících se na metabolismu lipidů byly prokázány bioaktivní látky z nichž jsou nejhojněji zastoupeny flavonoidy.

Při meta-analýze 16 studií prováděných na myších bylo potvrzeno, že čaj Pu-erh má hypoglykemický účinek na myši. A také více snižuje hladinu glukózy se zvyšujícími se dávkami (Lin, 2019). Ovšem je důležité, jaký typ čaje Pu-erh je podáván. Pu-erh můžeme rozdělit na dva druhy, a to čerstvý a fermentovaný. Čerstvý čaj je pouze slisován do hnízd, kdežto u fermentovaného dochází k úpravě čaje mikroorganismy. Právě fermentovaný čaj má silnější takzvaný „antidiabetický“ účinek a slouží jako probiotikum (Ding a kol., 2019).

2.6 Barviva

Některé plísně mohou být v potravinářství používány pro výrobu barviv. Jsou to *Epicoccum nigrum* a *Penicillium purpurogenum* (Bourdichon a kol., 2012). Již dříve uvedená plíseň *Monascus purpureus* je využívána k produkci žlutého pigmentu technikami submerzní fermentace a fermentace v pevném stavu (Zeng, 2019).

2.7 Masné výrobky

Masný výrobek může být označen za „fermentovaný“ v případě, že projde zráním, na kterém se podílejí především mikroorganismy (Lücke, 2015). Hlavní fermentující složkou jsou vždy bakterie, dále je práce zaměřena především na roli plísň, které dříve měly hlavně kosmetickou funkci a až časem byly objeveny jejich prospěšné účinky.

Fermentované masné výrobky můžeme rozdělit do dvou kategorií, a to na fermentované uzeniny, to je rozmělněné maso plněné do obalových střívek a fermentované neopracované masné výrobky, to jsou výrobky z celých kusů masa (Gounadaki a kol., 2015).

Základem výroby je kombinace mléčného kvašení, solení a sušení. Při výrobě se stále uplatňuje přirozená fermentace, kde proběhne selektivita dominantních druhů v různorodém spektru naočkovaných kultur. Od padesátých let se využívají startovací kultury, které obsahují žádané mikroorganismy. Tím se zaručí požadovaný výsledek fermentace a zabrání se nejednotnému nárůstu na stejném druhu výrobků (Bourdichon a kol., 2012). Kromě nitrifikujících a kvasných bakterií a kvasinek se do některých startovacích kultur využívají plísňe rodu *Penicillium*, například *P. nalgiovense*. Je důležité poznamenat, že plísňe se používají na neuzených salámech, kde vytváří díky jejich lipolytické a proteolytické aktivitě a antioxidačním vlastnostem specifickou chuť i ostatní senzorické vlastnosti (Adams a kol., 2016). Plísňe vytváří takzvané „popkornové“ aroma, uvolňováním 2-acetyl-1-pyrrolinu, které je u fermentovaných masných výrobků žádoucí (Rahmana a kol., 2017). Při jejich růstu dochází ke zvýšení pH a zjemnění chuti v důsledku rozkladu kyseliny mléčné. Další plísni rodu *Penicillium*, je *P. chrysogenum*, která tvoří ebenové povlaky. Jsou známé z francouzských typů salámů (Ricke, 2013). Poměrně často se vyskytujícím druhem hlavně na uzených, suchých klobásách a salámech je *P. salami*. Je srovnatelná s *P. nalgiovense*, co se týče snížení aktivity vody, změny pH, rovnoměrného nárůstu atp. (Magista a kol., 2016).

3 VYUŽITÍ KULTURNÍCH PLÍSNÍ PŘI PŘÍPRAVĚ UZENIN

3.1 Fermentace

Nejdůležitější roly při fermentaci uzenin mají bakterie mléčného kvašení (BKM) a koaguláza-negativní stafylokoky (CNS), dalšími složkami mohou být kulturní plísně a kvasinky. Zejména BKM mají klíčovou roli při těchto fermentacích. Způsobují okyselení kyselinou mléčnou a tím zajišťují bezpečnost produktu. Pro tvorbu chuti a stabilizaci barev jsou naopak důležité CNS, které jsou schopné přeměnit lipidy a mastné kyselin na aromatické produkty a jsou prospěšné aktivitou svých dusičnanových reduktáz a kataláz (Janssens a kol., 2013).

Podle výzkumu spontánně fermentované uzeniny z malého řeznictví v Belgii, když do párku není přidána žádná startovací kultura a není narušen průběh fermentace uzením nebo přidavkem kulturní plísně, tak v mikroflóře převládaly bakterie *Staphylococcus saprophyticus* a *Lactobacillus sakei*. *L. sakei* je hlavní bakterií, která řídí mléčné kvašení. Ale když po fermentaci následuje krok inokulace plísní *P. nalgiovense* růst bakteriální kultury CNS se změní a dominuje kromě *L. sakei* i *Staphylococcus equorum*. Což pravděpodobně souvisí se zvýšeným pH. Změna mikroflóry má za následek změnu chuti, barvy a struktury produktu kvůli jiným metabolickým mechanismům jednotlivých kultur. Při tomto testování nebyla sledována relativní vlhkost vzduchu, pouze regulována teplota zrání a fermentace. Zaznamenaná průměrná teplota místnosti během fermentačního procesu byla první den 20 °C, druhý den 26 °C, třetí i čtvrtý den 20 °C. Poté následovala fáze zrání při 15 °C, která trvala 24 dnů (Janssens a kol., 2013).

3.2 Klasifikace

Předpokládá se, že původní výroba fermentovaných uzenin pochází z oblasti Středozemního moře, Číny a Jižní Asie (Adams a kol., 2016). Způsob dělení fermentovaných uzenin do kategorií se liší podle země výroby a druhu produktu. Jsou obvykle děleny na základě hlavních výrobních postupů. Těmi jsou fermentace a sušení, dále taky povrchová úprava, obsah koření, velikosti obalového střívka atp. (Gounadaki a kol., 2015). Uzeniny, stejně jako sýry, můžeme rozdělit podle obsahu vody. Například v USA se vyrábí dva druhy salámů. Prvním typem jsou suché salámy, které obsahují do 35 % vody. Druhým typem jsou polosuché salámy obsahující okolo 50 % vody. V Německu jsou běžné roztíratelné salámy například Teewurst, které se nesuší. V tom jsou podobné thajským salámům Nam (Adams a kol., 2016).

Ovšem z pohledu mikrobiologů pracujících v potravinářství je nejvhodnější rozdělení podle aktivity vody a mikrobiologické stability, jak je uvedeno v tabulce 1. Rozdělení uzenin je možné představit na salámech. Jedná se o tři kategorie. O suché salámy, které mají nízký obsah kyselin, dlouhou dobu zrání a aktivitu vody nižší než 0,90. Jsou mikrobiologicky stabilní bez chlazení. Druhou skupinou jsou tepelné opracované polosuché salámy s krátkou dobou zrání, aktivitou vody mezi 0,91–0,95 s teplotou skladování mezi 10–15 °C. Posledními jsou nesusušené salámy, které mají zanedbatelnou dobu zrání a mají omezenou trvanlivost i při správných skladovacích podmínkách (Gounadaki a kol., 2015). Toto rozdělení je také použito v této práci.

Salámy se mohou lišit i podle obsahu masa. Pro Německo stejně jako pro Řecko jsou typické salámy ze směsi hovězího a vepřového masa. Oproti tomu v Maďarsku a Itálii se běžně vyrábějí vepřové klobásy. Do výběru masa samozřejmě zasahují nejen spotřebitelské preference, ale i cena (Gounadaki a kol., 2015).

Tabulka 1: Rozdělení fermentovaných salámů do kategorií

Rozdělení fermentovaných salámů do kategorií							
Druh salámu	Oblast	Druh salámu	Výrobní parametry			Parametry produktu	Skladování
			Fermentace	Zrání / Sušení	Uzení / Vaření		
Suché	Jižní Evropa	Italské salámy (Milanese a Carabrese), Španělské chorizo	18 - 24 °C, 3 dny	12 - 15 °C, 4 - 6 týdnů	Ano / Ne	pH 5,1 - 5,5 aw 0,85 - 0,86 V/P 1,6 - 1,9	< 25 °C
		Řecké salámy aeros	20 - 24 °C, 7 dní	14 - 16 °C, 3 - 7 týdnů	Ano / Ne	pH < 4,8 aw 0,85 - 0,87 V/P 1,6 - 1,9	
	Severní Evropa	Německé a Dánské salámy	20 - 30 °C, 18 - 48 hodin	12 - 15 °C, 1 - 3 týdny	Ano / Ne	pH 4,6 - 5,1 aw 0,92 - 0,94 V/P 2,0 - 2,3	
		Maďarské a severské salámy	20 - 32 °C, 20 - 25 dní	12 - 15 °C, 2 - 3 týdny	Ano / Ne	pH 4,6 - 5,1 aw 0,92 - 0,94 V/P 2,0 - 2,3	
	USA	Americký pepperoni	35 - 43,3 °C, 8 - 12 hodin	10 - 12,8 °C, 12 - 14 dní	Ne / Ano (53,3 °C, 1h)	pH < 5 aw 0,82 - 0,85 V/P ≤ 1,6	
Polosuché	Evropa	Německý cervelat	20 - 32 °C, 18 - 48 hodin	10 °C, 10 - 25 dní	Ano / Ano	pH 4,4 - 5,0 aw 0,93 - 0,95 V/P 2,3 - 3,7	< 15 °C
	USA	Summer sausage, Lebanon bologna, thuringer	27 - 41 °C, 15 - 20 hodin	10 °C, 2 - 3 dny	Ano / Ano (71,1 - 73,9 °C)	pH 4,4 - 5,0 aw 0,93 - 0,95 V/P 2,3 - 3,7	
Nesusušené	Evropa	Německý Teewurst, Mettwurst a Španělský sobrasada	20 - 25 °C, 2 - 3 dny	< 15 °C, < 3 dny	Obvykle / Ne	pH < 5,3 aw 0,95 - 0,97 V/P 2,0 - 3,7	< 7 °C

3.3 Suroviny

Fermentované uzeniny se skládají z jednotlivých surovin, kterými jsou mleté, nebo nasekané maso, tuk (výřez), koření, sůl a ve většině případů aditivní látky (dusičnany, dusitany, sacharidy). Výběr vstupních surovin je důležitý pro pozdější mikrobiologické složení (Gounadaki a kol., 2015).

Podstatným krokem pro výrobu jakéhokoli masného výrobku je výběr kvalitního masa. U masa je problémový a nejvíce proměnný stupeň kyselosti, který souvisí s proměnlivostí pufrací kapacity bílkovin. To platí i u stejného druhu masa. Obecně hovězí a vepřové patří mezi druhy s menší kyselostí. Maso nesmí obsahovat krevní sraženiny, žlázy, pro vysoký počet bakterií a šlachy, protože nedochází k tepelné úpravě a šlachy by zůstávaly tuhé (Feiner, 2006). Fyziologický stav zvířete při porážce, distribuce masa, způsob zpracování a teplota mají vliv na mikrobiologickou kvalitu masa. Bylo prokázáno, že gramnegativní bakterie jako je *Pseudomonas* spp. a *Enterobacteriaceae* se tvoří při aerobním chlazení. Také je známo, že *Lactobacillus sakei* a *Lactobacillus curvatus* převažují u salámů u kterých byla použita startovací kultura (Gounadaki a kol., 2015).

Vepřový tuk je asi nejpoužívanější pro své organoleptické vlastnosti. Obsah nenasycených masných kyselin se liší podle části těla zvířete, ve které se vyskytuje. Například tuk ze zad prasete má vysoký obsah těchto kyselin, a proto je náchylnější ke žluknutí. Množství tuku neovlivňuje fermentaci, ale má vliv na aktivitu vody (Feiner, 2006).

V posledních letech je kladen vysoký důraz na zdravotní benefity potravin. Salámy, klobásy i párky patří mezi potraviny s poměrně vysokým obsahem tuku. Je snaha tento tuk nahradit. Z práce Wanga a kol. (2017) vyplývá, že menší množství běžně drceného prášku (0,15 mm) ze slupek rajčat může být přidáváno do uzenin jako částečná náhražka tuku. Hlavní benefit, kromě sníženého obsahu tuku je zlepšení texturních vlastností.

Sůl je nepostradatelnou složkou uzenin. Přidává se v 2–3 % obj. Nezpomaluje fermentaci. Má antimikrobiální účinky (Gounadaki a kol., 2015). Obsah soli ve výrobku je důležitý z antimikrobiálního hlediska. Obsah menší než 25 g soli na kg plnicí hmoty proti bakteriím dostatečně nepůsobí. Sůl je důležitá pro chuť výrobku, napomáhá aktivaci proteinů a koherenci finálního produktu. Vyšší obsah soli napomáhá snížení bodu tání na -4 °C a díky tomu se zabráňuje přílišné mazlavosti obsaženého tuku (Feiner, 2006).

Do solící směsi se přidávají také dusitany a dusičnany, které jsou esenciální složkou produktu. Většinou bývá použit dusitan sodný s askorbanem sodným, někdy bývá použit dusičnan draselný. Dusitany na počátku fermentace potlačují růst nežádoucích bakterií, utváří

typickou vůni a barvu (Gounadaki a kol., 2015). Dusitany také zabraňují produkci botulotoxinu bakterií *Clostridium botulinum*. V případě, kdy není do pomalu fermentovaných suchých salámů přidán dusitan a jen omezené množství dusičnanů, je ovlivněn aromatický profil produktu. Růst u plísní a kvasinek je nejvíc ovlivněn časem fermentace a jen z velmi malé části redukcí dusičnanu. Výroba uzenin s redukováným obsahem dusičnanů do 15 % nemá větší význam na růst mikroorganismů, ale ukázalo se, že ovlivňuje jejich metabolismus. Příkladem je vznik těkavých aromatických sloučenin vlivem degradace aminokyselin a vlivem aktivity esteráz (Perea-Sanz a kol., 2018).

Sacharidy slouží jako substrát pro BMK. Na složení sacharidů závisí rychlost a míra okyselení výsledného výrobku (Gounadaki a kol., 2015).

Správná inokulace a inkubace startovací kultury je zásadní pro bezpečnost a kvalitu výrobku. Startovací kultury se distribuují ve třech formách, a to zmrazené tekuté, zmrazené pelety a lyofilizované (Ricke, 2013). V neposlední řadě je důležité obalové střívko, na kterém probíhá růst plísní.

3.4 Obalové střívko

Střívko jako obal uzeniny neurčuje jen její tvar a velikost. Je důležité pro chemické, objemové a fyzikální změny v uzenině. Jeho hlavními vlastnostmi jsou pevnost, pružnost, propustnost pro plyny a vodu, chemická inertnost, odolnost proti teplotním výkyvům, neprostupnost pro tuk. Je samozřejmé, že pro každý druh uzeniny bude potřeba jiný druh obalu (Djordjevic a kol., 2015). Obalová střívka na párky, salámy a klobásy můžeme rozdělit do následujících kategorií.

3.4.1 Přírodní zvířecí střívka

Přírodní zvířecí střívka jsou používána při výrobě tradičních uzenin. V průmyslové výrobě používána nejsou. Jsou propustná pro vodu, plyny, jsou vhodná k uzení, jsou dostatečně pružná a přilnavá. Jsou vhodná k sušení i fermentaci. Vyrábějí se z trávicího traktu prasat, skotu i hovězího dobytka a koní. Využívají se spíše pro uzeniny s menším průměrem. Jsou náchylná ke kontaminaci patogenními bakteriemi (Djordjevic a kol., 2015). Některé obaly s větším průměrem jsou vyráběny laminací vepřových, nebo ovčích střívek. Laminace dává střívku větší odolnost a možnost zesílení (Rust a Knipe, 2014).

3.4.2 Střívka umělá z přírodních materiálů

Kolagenní střívka jsou živočišného původu získaná z upravené nejčastěji vepřové klihovky. Jsou propustná pro plyny a vodní páru. Jsou tedy vhodná pro uzení i fermentaci. Zároveň se často využívají pro nesusušené i sušené uzeniny. Mají širokou škálu využití. Z hlediska hygienické bezpečnosti jsou tato střívka bezproblémová. Na rozdíl od celulóзовých a přírodních obalů se nemusí před naplněním máčet ve vodě (Djordjevic a kol., 2015). Samotné obaly se nemusí skladovat v chladu, ale musí se dodržovat správné podmínky skladování, aby se předešlo vyschnutí a následnému ztvrdnutí střívka (Rust a Knipe, 2014). Nejvíce využívaným střívkem v současnosti je střívko kolagenní (Long a kol., 2018).

Celulózová střívka jsou rostlinného původu. Získávají se ze dřeva nebo bavlny. Celulózové obaly mají dobrou pružnost. Při smrštění se netvoří vrásky na povrchu uzeniny. Nejčastěji se využívají vláknitá celulózová střívka, která jsou velmi mechanicky odolná. Mohou být použita pro uzeniny s velkým průměrem. Tento typ střívka není lesklý (Djordjevic a kol., 2015). Druhý typ je odlupovatelné celulózové střívko. To slouží pro uzeniny s menším průměrem. Střívko se naplní, výrobek se udí a střívko se na konci výroby sloupne a vzniká uzenina bez obalu (Rust a Knipe, 2014).

3.4.3 Střívka umělá z polymerních materiálů

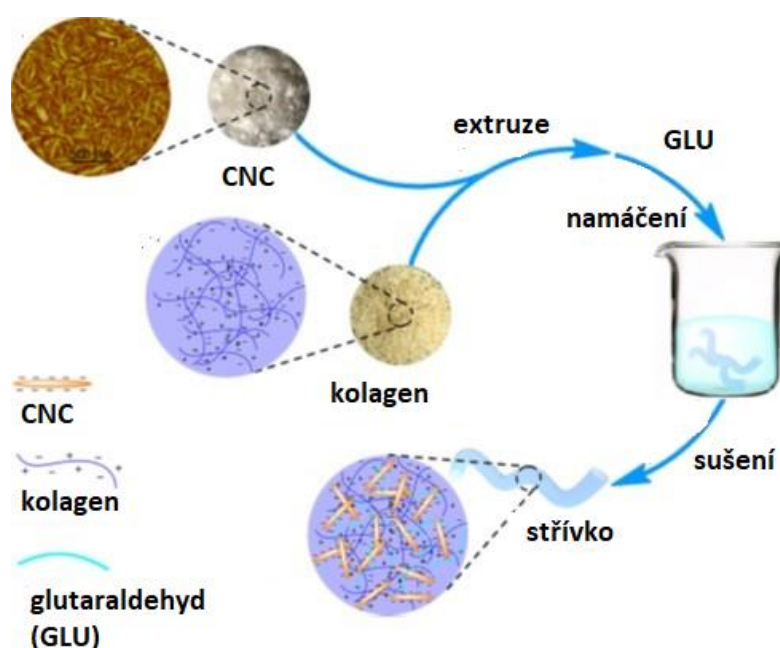
Tento typ střívka nepropouští ani plyny ani vzduch. Proto se nehodí pro sušení ani fermentaci (Djordjevic a kol., 2015). Na trhu se v poslední době objevují i propustné polymerové obaly (Rust a Knipe, 2014).

3.4.4 Méně obvyklé materiály

Obaly ze tkaniny jsou občasnou volbou pro druh vepřových klobás na jihu USA (Rust a Knipe, 2014).

Koextrudované obaly jsou vyráběné z kolagenové hmoty nanášením na čerstvou masovou směs připravenou k naplnění do střívka. Kolagen se po koextruzi vytvrdí, aby vznikl pevný obal. Tento obal je použitelný pro nesusušené, vařené, suché i polosuché uzeniny. Novější podobou je zavedení alginátového obalu. V tomto případě jde spíše o potahování uzeniny než o extruzi. Alginát se aplikuje a následně vytvrdí. Poté se výrobek vaří. V současné době se používá před krokem vaření obalení do jednovrstvé nepropustné folie, která prodlouží trvanlivost a zabrání přístupu patogenů (Rust a Knipe, 2014).

I přes oblibu kolagenního střeva je snaha vylepšit fyzikální vlastnosti jako je propustnost pro vzduch, rozptyl světla, nebo pevnost v tahu. Toho může být docíleno speciální úpravou střívka pomocí nanočástic celulózy (CNC). CNC – kolagenní obal je vyráběn extruzí CNC do kolagenu jak je uvedeno na obrázku 1. Chemické skupiny v kolagenu jsou schopny tvořit vodíkové můstky s -OH skupinami v CNC a také se vytváří elektrostatická interakce mezi amfiony kolagenu a negativními ionty z CNC. Nejlépe transparentní v rozsahu viditelného spektra je směs o obsahu 4 % CNC, také je méně propustná pro vodu a vzduch než obyčejné kolagenní střívko, což potenciálně brání oxidaci lipidů a zabrání ztrátám vody. Dochází i ke zlepšení pevnosti střívka. Tento obal bude mít pravděpodobně využití jako obalový materiál trvanlivých uzenin (Long a kol., 2018).



Obrázek 1: Výroba CNC - kolagenního střívka

3.5 Tvorba květu na povrchu uzeniny

Jak již bylo zmíněno výše, pro výrobu uzenin mohou být použity různé typy obalů. Aktuálním problémem u suchých fermentovaných uzenin je tvorba tzv. květu na povrchu výrobku. Jedná se o vratný a nevratný typ eflorescence, který závisí právě na volbě střívka. Vratný typ je tvořen heptahydrátem hydrogenfosforečnanu sodného, který vzniká při nízké skladovací teplotě. Oproti tomu tvorba drobných krystalku eflorescence druhého typu je způsobena laktátem hořečnatým a keratinem. Při tvorbě květu hraje pravděpodobně důležitou roli i vápník. Právě nevratný typ je hlavním problémem. Spotřebitelé často zaměňují květ za výskyt nežádoucí plísně a výrobek se proto neprodá. Při porovnání třech druhů obalových střívoků

v souvislosti s velikostí nárůstu květu si nejlépe vede přírodní vepřové střevo s drobným květem. Druhé v pořadí je střevo kolagenní a největší krystalový povlak se tvoří na střevě alginátovém. Zdá se, že rozdíl při tvorbě květu způsobuje právě velikosti pórů ve střívkách (Walz a kol., 2018).

3.6 Průběh výroby uzenin

Příprava fermentovaných uzenin má tři základní charakteristiky. Na rozdíl od mléka nebo mladiny není maso před fermentací tepelně ošetřeno. Maso má nízkou pufrací kapacitu a obsahuje málo fermentovatelných cukrů díky obsahu proteinů a látek obsahujících fosfáty. Třetí charakteristikou je, že při mletí nebo při tepelném ošetření dochází k oxidačním změnám masa. To je zapříčiněno strukturou svalových buněk, které obsahují mnoho membránových struktur (endoplazmatické retikulum) a polynenasycených mastných kyselin s přechodnými kovy (Lücke, 2015).

V Jižní Evropě jsou obecně vyráběny uzeniny s vyšším pH (5,2–5,8) než v USA a Severní Evropě (4,8–4,9) (Gounadaki a kol., 2015).

Výrobu uzenin můžeme rozdělit do fází. První fáze je samotná výroba, dále fermentace, zrání a sušení. Každý z těchto kroků obsahuje dílčí úkony, které jsou zásadní pro konečný výrobek (Gounadaki a kol., 2015).

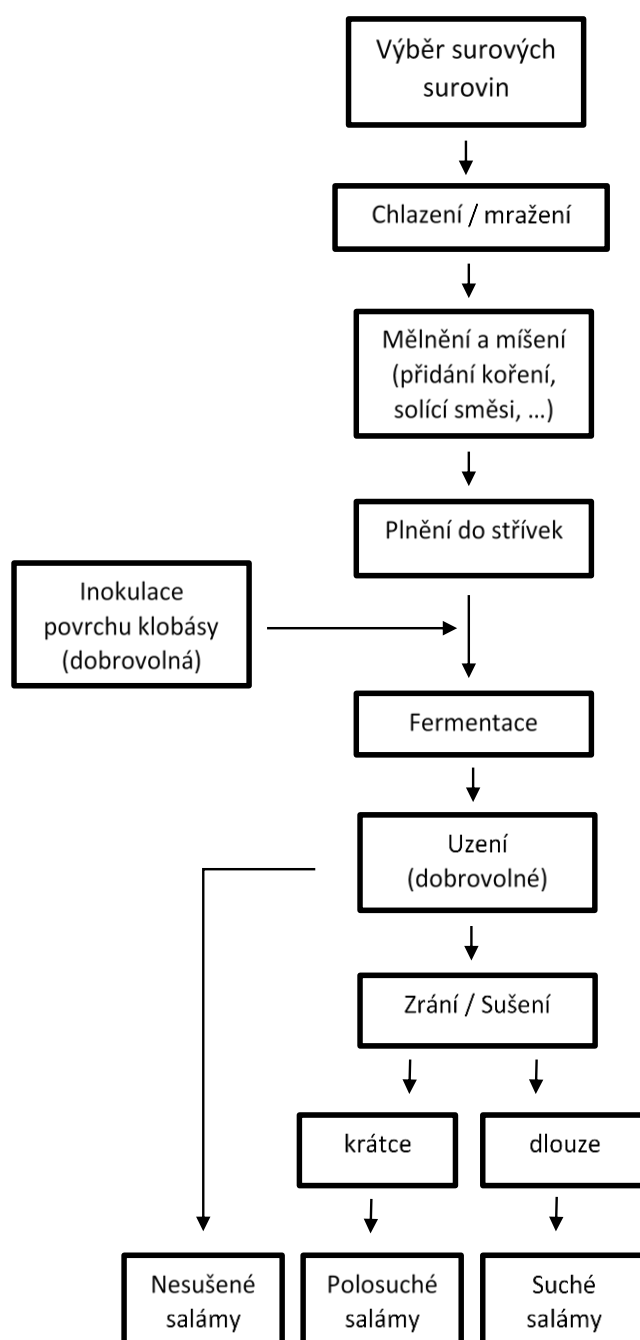
Samotná výroba salámu, klobás či párků začíná smíšením mletého mraženého masa o teplotě okolo -4 °C s tučnou částí chlazenou na teplotu -8 °C a méně, obvykle v poměru 2:1 (Gounadaki a kol., 2015). Maso je chlazeno z důvodu nárůstu patogenních bakterií například *Staphylococcus aureus* a *Salmonella* spp. Při teplotách nižších než 4 °C se tyto bakterie nemnoží (Feiner, 2006). Následuje přidání startovací kultury, solící směsi, koření atp. Tato směs se naplní pomocí vakuové plničky do střívek (Gounadaki a kol., 2015).

Při fermentaci se klobásy rozdělí do jednotlivých zracích skříní, kde se kontroluje teplota, relativní vlhkost a proudění vzduchu (Gounadaki a kol., 2015). Kultivace probíhá od 15 °C i přes 40 °C, to závisí na použité startovací kultuře, a trvá 20-60 h (Adams a kol., 2016). Obecně platí, že při nižší teplotě je delší doba fermentace a naopak. Také by se nižší teploty měli využívat u suchých klobás s dlouhou trvanlivostí, aby se snížil obsah kyselin a redukovala aktivita dusičnanů. Při kultivaci dochází k poklesu pH na hodnotu mezi 5,3 až 4,6 v závislosti na předchozích faktorech (Gounadaki a kol., 2015).

Je důležité zmínit, že než nastane samotné sušení a zrání může být salám uzen. To je možné zajistit uzením nad dřevem při teplotě až 80 °C, nebo postřikem s kouřovou vůní a příchutí.

Kromě změny senzorických vlastností přispívají fenolické látky v kouři k antimikrobiálním a antioxidačním účinkům (Gounadaki a kol., 2015).

Při fázi sušení poklesne teplota na 7-15 °C a relativní vlhkost na 65–85 % (Adams a kol., 2016). U suchých salámů a klobás se ve zrací skříni proudění vzduchu upraví na 0,1 m/s, aby bylo zajištěno rovnoměrné odvětrávání. Tyto podmínky zabráňují růstu plísní (Gounadaki a kol., 2015). Proto jsou nevhodné pro nesusušené uzeniny, na kterých je růst plísně žádoucí. Podrobný popis výroby uzenin v diagramu je uveden na obrázku 2.



Obrázek 2: Diagram výroby fermentovaných uzenin

3.7 Bezpečnost

Díky nízkému pH a a_w a jiným mikrobiálním překážkám jsou fermentované salámy oproti ostatním výrobkům bezpečné. *Staphylococcus aureus* je sice schopný žít za snížené a_w i pH, ale enterotoxiny v tomto prostředí obvykle nevytváří. Počty salmonel a jiných bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae* se sice fermentací a sušením snižují, ale nelze pomocí výrobních postupů zajistit jejich kompletní odstranění. Proto je důležité používat kvalitní maso z ověřených zdrojů. Po propuknutí salmonelózy ve Velké Británii po konzumaci výrobku z Německa se přidal k výrobě konečný krok pasterizace, který je jednou z možností zajištění bezpečnosti výrobku bez změny senzorické kvality produktu (Adams a kol., 2016).

Jak již bylo zmíněno, tak největším bakteriálním rizikem je *Salmonella* a *Escherichia coli*, které produkují verotoxiny. U salmonely patří mezi rizikové faktory výskytu použití koření, vepřového masa, krátká doba fermentace bez následného sušení, nebo zrání a růst plísní na povrchu produktu. U *E. coli* je rizikovým faktorem použití masa přežvýkavců (Lücke, 2015).

Podle studie Bathpo a kol. (2017) se dá vakuovou impregnací nisin účinně nanést na střívko. Mohla by to být nová účinná metoda. Nisin je látka produkována kmenem *Lactococcus lactis* spp. *lactis*. Nisin má antibakteriální vlastnosti vůči mnoha patogenním druhům bakterií například *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Leuconostoc* sp. a *Lactobacillus plantarum*. Nisin byl přijat jako potravinářské aditivum v 50 zemích FAO/WHO, protože je stabilní za tepla i mírně kyselých podmínek a není pro člověka toxický. Metoda vakuové impregnace na rozdíl od jiných metod začlení nisin do struktury potraviny. Fyzikální vlastnosti obalového střívka jako je barva, tloušťka a procentní prodloužení se podle studie nemění a zvýší se pouze pevnost v tahu. Nespornou výhodou je, že se zkracuje doba přípravy potraviny oproti tradičním metodám namáčení a zvyšuje se trvanlivost o 90 dní při 4 °C a o 49 dnů při 10 °C. Výzkum byl prováděn na vídeňském párku.

Uzeniny mohou být znehodnoceny i plísněmi. Takovému znehodnocení napovídá nezvyklá a nerovnoměrná barva uzeniny, zvláštní zápach, jiná textura. Růst nežádoucích plísní je způsoben, nedodržením správné hygienické praxe, příliš dlouhým časem zvýšené relativní vlhkosti v průběhu fermentace, nebo pozdním uzením, pomalým prouděním vzduchu při sušení (Feiner, 2006).

Mezi patogenní plísně patří některé druhy z rodu *Aspergillus* (*A. flavus*), *Mucor*, *Cladosporium*, *Fusarium* (*Fusarium sporotrichioides*), *Rhizopus* (*Rhizopus oryzae*). Proti nežádoucím plísním jsou používány chemické konzervační látky jako sorban draselný,

benzoan sodný a methyl-p-hydroxybenzoan (Chaves-Lopez a kol., 2012, Shell, 2017). A některé přírodní látky jako je Natamycin produkovaný *Streptomyces natalensis*. Jeho hlavní výhodou je, že neproniká do samotné uzeniny, a tak nenarušuje barvu, chuť ani fermentaci (Feiner, 2006). Rostoucí zájem o přírodní produkty nutí výrobce hledat přírodní antimikrobiální látky. Dobrý antifungální účinek byl zaznamenán u esenciálního oleje z oregana (OEO). Kdy na konci zrání kontrolního vzorku salámů byly zaznamenány plísně *Mucor racemosus* (55 %), *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Acremonium strictum* a *Aspergillus niger* (řazeno sestupně podle množství). Při aplikaci OEO byly na ošetřených vzorcích zaznamenány jen druhy *A. fumigatus* a *M. racemosus*. Ošetření olejem neovlivnilo pH, barvu, aktivitu vody ani proces sušení. Ošetřené klobásy vykazovaly větší žvýkavost a nižší tvrdost, ale vykazovaly podobné texturní vlastnosti jako ošetření sorbanem. Výsledkem je, že OEO může být používán současně s nižším množstvím chemických látek snížení nárůstu plísní (Chaves-Lopez a kol., 2012).

I přes relativně vysokou bezpečnost potravin může špatné nakládání při výrobě vést k znehodnocené potraviny. Příkladem může být nežádoucí metabolická aktivita laktobacilů. Způsobená nadměrným přídavkem fermentovatelných cukrů současně s nedostatečným sušením nebo vysokou teplotou při zrání. To vede k zvýšené tvorbě kyseliny mléčné a octové někdy i k nabobtnání v důsledku produkce oxidu uhličitého (Gounadaki a kol., 2015).

3.8 Způsob balení

Podle testování autorů Canel a kol. (2019) se počty CFU, tvar hyf a senzorické vlastnosti salámu mění podle druhu obalu, který je na uzeninu použit. V tomto testování byla použita kultura *P. nalgiovense* biotyp 6 do jejíhož roztoku o 6 log CFU/ml byly ponořeny výrobky. V práci byly testovány tyto druhy obalů. Biaxiálně orientovaná PP folie, která je používána pro balení se vzduchem, dále mikroperforovaný PE pro balení se vzduchem, Vac Ton folie (sedmivrstevný materiál, dobrá bariéra) pro balení se vzduchem, ve 100% dusíkové atmosféře a ve vakuu a jako kontrolní vzorek byly použity nebalené uzeniny. Použití silných bariér pro skladování salámů, jako je Vac Ton fólie se neosvědčilo, kvůli rapidní změně atmosféry uvnitř obalu, což vedlo ke ztrátě buněčné integrity vláknitých hub. Naopak biaxiálně orientované PP a mikroperforované PE fólie umožňují výměnu kyslíku s vnějším vzduchem a zároveň vytvářejí prostředí s vyšším obsahem vody, které zachovává vyšší životaschopnost vláknitých hub.

Zajímavé je že koaguláza negativní koky a BMK nedosáhly během uchovávání v žádném z obalů větší počty CFU než při uchovávání volně bez obalu.

ZÁVĚR

Plísně jsou nedílnou součástí potravinářského průmyslu. V současnosti se klade důraz na zajištění bezpečnosti výroby fermentovaných výrobků, proto je nutná specifikace kultur. Ve specifikaci mohou pomoci nové molekulárně biologické metody, rozborů nukleových kyselin, pochopení metabolismu a přesné určení mikrobiálních enzymů. Opatření proti vzniku toxinů a alergenů ve výrobcích jsou posunuta až na úroveň zájmu o celkově zdravější potraviny. Tím je například omezení používání přebytných tuků, zkvalitnění surovin, přídavky minerálních látek a vitamínů a nahrazování syntetických preparátů přírodními.

Při průmyslovém množení mikroorganismu by mohlo docházet ke genetickým změnám plísňových kmenů. Nedodržováním správných postupů při množení můžou vzniknout u kmenu rezistence na antibiotika. Plísňové kmeny mohou začít tvořit toxiny, či biogenní aminy.

Sójová omáčka, stejně jako jiné fermentované produkty, má i další varianty technologie výroby. Tou je u sójové omáčky kyselá hydrolýza. U hydrolýzy se nepoužívají mikroorganismy. Tato metoda je kratší a levnější variantou, produkující omáčku nižší kvality. Často právě časová náročnost výroby a požadavek správných kultivačních podmínek může mít za následek upřednostnění jiné technologie bez fermentace. Tyto podmínky jsou relativní vlhkost, aktivita vody, přiměřená ventilace zracích prostor či nastavení částečně anaerobních podmínek.

Objevování již používaných plísňových kultur pro fermentace potravin, u kterých nebyly dosud použity, je jistě inspirace do budoucích let. Stejně jako snaha o vyšší nutriční hodnoty fermentovaných výrobků, které spotřebitele stále více zajímají. Jednotlivé kroky směřující k těmto vylepšením mohou pomoci zvýšit oblibu fermentovaných výrobků.

POUŽITÁ LITERATURA

ADAMS, Martin R.; MOSS; McCLURE. Fermented and microbial foods, ADAMS, Martin R.; MOSS; McCLURE. *Food Microbiology (4th Edition)* [online] Cambridge: Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, 2016, s. 341-409 [cit. 2019-03-11] Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFME00042/food-microbiology-4th/food-microbiology-4th

BATHPO, Kasirin; Waraporn BOONSUPTHIP, Chitsiri RACHTANAPUN. Antimicrobial activity of collagen casing impregnated with nisin against foodborne microorganisms associated with ready-to-eat sausage. *Food Control* [online]. 2017, vol. 73, part B, s. 1342–1352 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: [dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.053](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.053)

BOURDICHON, François; Serge CASAREGOLA, Choreh FARROKH, Jens C. FRISVAD; Monica L. GERDS, Walter P. HAMMES; James HARNETT; Geert HUYS; Svend LAULUND; Arthur OUWEHAND; Ian B. POWELL, Jashbhai B. PRAJAPATI; Yasuyuki SETO; Eelko Ter SCHURE; Aart Van BOVEN; Vanessa VANKERCKHOVEN; Annabelle ZGODA; Sandra TUIJTELAARS; Egon B. HANSEN. Review Food fermentations: Microorganisms with technological beneficial use. *International Journal of Food microbiology*. 2012, vol. 154, issue 3, s. 87–97 Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.12.030

CAI Haiying; Qi ZHANG, Lingzhi SHEN, Jie LUO, Ruiyu ZHU, Jianwei MSO, Minjie ZHAO, Chenggang CAI. Phenolic profile and antioxidant activity of Chinese rice wine fermented with different rice materials and starters. *LWT-Food Science and Technology* [online]. © 2019, vol. 111, s. 226-334 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.003

CANEL, Romina Soledad; Sofia GUERRISSIL, Mariana SANCHEZ, Gabriela MÓNACO, Federico LAICH, Jorge Ricardo WAGNER, Viviana RENAUD and Vanesa LUDEMANN. Microbiological and Sensory Characteristics of Mould-Ripened Salami under Different Packaging Conditions. *Food Technology and Biotechnology Journal* [online]. 2019, vol. 57, No. 1, s. 87–96 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: doi.org/10.17113/ftb.57.01.19.5803

CAO, Zhen-Hui; Julia M. GREEN-JOHNSON, Nicole D. BUCKLEY, Qiu-Ye LIN. Research review paper Bioactivity of soy-based fermented foods: A review. *Biotechnology Advances* [online]. 2019, vol. 37, s. 223–238 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.12.001

DING, Qianzhi; Wei ZHENG, Bowei ZHANG, Xiaojuan CHEN, Jie ZHANG, Xu PANG Yong ZHANG, Dexian JIA, Surui PEI, Yuesheng DONG, Baiping MA. Comparison of hypoglycemic effects of ripened pu-erh tea and raw pu-erh tea in streptozotocin-induced diabetic rats. *RSC Advances* [online]. © 2019, vol. 9, issue 6, s. 2967-2977 [cit. 2019-06-05].

DJORDJEVIC, Jasna; Biljana PECANAC, Milica TODOROVIC, Marija DOKMANOVIC, Natasa GLAMOCLIA, Vukasin TADIC, Milan Z. BALTIC. Fermented sausage casings. *Procedia Food Science* [online]. © 2015, vol. 5, s. 69-72 [cit. 2019-05-12] Dostupné z: doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.017

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on the maintenance of the list of QPS biological agents intentionally added to food and feed (2011 update). *EFSA Journal*. 2011, vol. 9, issue 12, s. 82 [cit. 2019-03-28] Dostupné z: doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2497

FEINER, Gerhard. Raw fermented salami. Gerhard FEINER. *Meat Products Handbook- Practical Science and Technology* [online]. Boca Raton (USA): Woodhead Publishing, 2006, s. 314-375 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMPPHST0H/meat-products-handbook/meat-products-handbook

GOUNADAKI, Antonnia; Panoagiotis N. SKANDAMIS, George-John NYCHAS. Fermented meats. HOLTZAPFEL, Wilhelm. *Advances in Fermented Foods and Beverages - Improving Quality, Technologies and Health Benefits* [online]. Cambridge: Elsevier, © 2015, s 129 – 155. [cit. 2019-04-11] ISBN 978-1-78242-024-8 Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAFFBIQT3/advances-in-fermented/advances-in-fermented

HAAS, Doris; Bettina PFEIFER, Christoph REITERICH; Regina PARTENHEIMER; Bernhard RECK; Walter BUZINA. Identification and quantification of fungi and mycotoxins from Pu-erh tea. *International Journal of Food Microbiology*. 2013, vol. 166, issue 2, s. 316–322. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.07.024

CHAVES-LOPEZ, Clemetia; Ana María MARTIN-SÁNCHEZ, Evangélica FUENTES-ZARAGOZA, Manuel VIUDA-MARTOS, Juana FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Esther SENDRA, Estrella SAYAS, José Angel Pérez ALVAREZ. Role of Oregano (*Origanum vulgare*) Essential Oil as a Surface Fungus Inhibitor on Fermented Sausages: Evaluation of Its Effect on Microbial and Physicochemical Characteristics. *Journal of Food Protection* [online]. © 2012, vol. 75, s. 104–111 [cit. 2019-04-22]. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-11 184

JANSSENS, M.; N. MYTER, L. De VUYST, F. LEROY. Community dynamics of coagulase-negative staphylococci during spontaneous artisan-type meat fermentations differ between smoking and moulding treatments. *Internacional Journal of Food Microbiology* [online]. © 2013, vol. 166, issue 1, s. 168-175. [cit. 2019-04-17]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.034

KAMAL, Ghulam Mustafa; Xiaohua WANG, Bin YUAN, Jie WANG, Peng SUN, Xu ZHANG, Maili LIU. Compositional differences among Chinese soy sauce types studied by ¹³C NMR spectroscopy coupled with multivariate statistical analysis. *Talanta* [online]. © 2016, vol. 158, s. 89-99 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.talanta.2016.05.033

KUM, Sun-Joo; Seung-Ok YANG, Sang Mi LEE, Pahn-Shick CHANG, Yong Ho CHOI, Jae Jung LEE, Byung Serk HUTH a Young-Suk KIM. Effects of *Aspergillus* Species Inoculation and Their Enzymatic Activities on the Formation of Volatile Components in Fermented soybean Paste (doenjang). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. © 2015, vol. 63, s. 1401-1418 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: pubs.acs.org/doi/10.1021/jf5056002

KUO, Chia-Hung; Chwen-Jen SHIEH, Shang-Ming HUANG, Hui-Min David WANG, Chun-Yung HUANG. The effect of extrusion puffing on the physicochemical properties of brown rice used for saccharification and Chinese rice wine fermentation. *Food Hydrocolloids* [online]. 2019, vol. 94, s. 363-370 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.040

LAULUND, S.; WIND, A.; DERKX, P.M.F.; ZULIANI, V. Regulatory and Safety Requirements for Food Cultures. *Microorganisms* 2017, vol. 5, issue 28, s. 14 [cit. 2019-3-29] Dostupné z: doi.org/10.3390/microorganisms5020028

LIAO, Ningbo; Liming GONG, Lili CHEN, Liang SUN, Jiang CHEN, Xiuyu LOU, Haiyan MAO, Yanjun ZHANG, Ronghua ZHANG. Antimicrobial effects of Chinese rice wine on Norovirus and *Vibrio parahaemolyticus* in traditional wine-treated mud snails (*Bullacta exarata*). *Food Control* [online]. © 2019 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.02.018

LIN, Hsin-Cheng; Chien-Tai LEE, Yea-Yin YEN, Chiao-Lee CHU, Yen-Ping HSIEH, Chi-Sheng YANG, Shou-Jen LAN. Systematic review and meta-analysis of anti-hyperglycaemic

effects of Pu-erh tea. *International Journal of Food Science and Technology* [online]. © 2019, vol. 54, s. 516-525 [cit. 2019-06-05]. Dostupné z: doi.org/10.1111/ijfs.13966

LONG, Keying; Ruitao CHA, Yapei ZHANG, Juanjuan LI, Fangping REN, Xingyu JIANG. Cellulose nanocrystals as reinforcements for collagen-based casings with low gas transmission. *Cellulose* [online]. © 2018, vol. 25, s. 463–471 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: doi.org/10.1007/s10570-017-1569-2

LÜCKE, F.-K., Quality improvement and fermentation control in meat products. *Advances in Fermented Foods and Beverages - Improving Quality, Technologies and Health Benefits* [online]. Edited by Holzapfel, Wilhelm. Cambridge: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier, © 2016, s. 357 - 376. [cit. 2019-03-21] ISBN 978-1-78242-024-8. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAFFBIQT3/advances-in-fermented/advances-in-fermented

LV, Jun; Bo-Bo ZHANG, Xiao-Dong LIU, Chan ZHANG, Lei CHEN, Gan-Rong XU, Peter Chi Keung CHEUNG. Enhanced production of natural yellow pigments from *Monascus purpureus* by liquid culture: The relationship between fermentation conditions and mycelial morphology. *Journal of Bioscience and Bioengineering* [online]. © 2017, vol. 124, issue 4, s. 452–458 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jbiosc.2017.05.010

LV, Hai-Peng; Yin ZHU, Jun-Feng TAN, Li GUO, Wei-Dong DAI, Zhi LIN. Bioactive compounds from Pu-erh tea with therapy for hyperlipidaemia. *Journal of Functional Foods* [online]. 2015, vol. 15, part A, s. 194-203 [cit. 2019-06-04]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.047

MAGISTA, D.; M. FERRARA, M.A. Del NOBILE, D. GAMMARIELLO, A. CONTE, G. PERRONE. *Penicillium salamii* strain ITEM 15302: A new promising fungal starter for salami production. *International Journal of Food Microbiology* [online]. © 2016, vol. 231, s. 33-41 [cit. 2019-05-12] Dostupné z: dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.029

MANI, V.; L.C. MING. *Tempeh* and Other Fermented Soybean Products Rich in Isoflavones. FRIAS, Juana Martinez-Villaluenga, Cristina Elena PENAS. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [online]. London: Elsevier, © 2017, s. 453–474 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFFHDP00D/fermented-foods-in-health/fermented-foods-in-healths

MARCELLINO, Noëlla; O.S.B., David R. BENSON, THE GOOD, THE BAD, AND THE UGLY: TALES OF MOLD-RIPENED CHEESE. DONNELLY, Catherine W. *Cheese and Microbes* [online]. Washington, D.C.: American Society for Microbiology (ASM), © 2014, s. 95–131 [cit. 2019-05-17]. ISBN 978-1-55581-859-3. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCM000021/cheese-and-microbes/cheese-and-microbes

MARTÍN, J.F.; M. COTON. Blue Cheese: Microbiota and Fungal Metabolites. FRIAS, Juana; Cristina MARTINEZ – VILLALUENGA, Elena PENAZ. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [online]. London: Elsevier, © 2017, s. 275–303 [cit. 2019-05-19]. ISBN: 978-0-12-802309-9 Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFFHDP00D/fermented-foods-in-health/fermented-foods-in-health

MRÁZEK, Josef; Michal POSPÍŠIL; Dagmar TYKVARTOVÁ; Pavel BŘEZINA. Plíseň *Penicillium nalgiovense* jako alternativa k výrobě plísňového sýra. *Potravinářská revue- odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. 2009, ročník 6., č. 2, str. 53–55. Dostupné z: www.bezpecnostpotravin.cz/potravinarska-revue-1-2009.aspx

OGAVA, Yoshio; Seiji TOKUMASU, Keisuke TUBAKI. An original habitat of tempeh molds. *Mycoscience* [online]. 2004, vol. 45, s. 271–276 [cit. 2019-05-20]. DOI: 10.1007/s10267-004-0180-1 Dostupné z: doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.12.001

PANCHAPAKESAN, Naveen SHANKAR. Fungal Cellulases: An Overview. GRUPTA, Vijai Kumar. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering - Microbial Cellulase System Properties and Applications* [online]. Oxford: elsevier, 2016, s. 9–18. [cit. 2019-06-24] ISBN: 978-0-444-63515-0 Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpNFDMBBM1/new-future-developments/new-future-developments

PEREA-SANZ, Laura; Rebeca MONTERO, Carmela BELLOCH, Mónica FLORES. Nitrate reduction in the fermentation process of salt reduced dry sausages: Impact on microbial and physicochemical parameters and aroma profile. *International Journal of food mikrobiology* [online]. © 2018, vol. 282, s. 84–91. [cit. 2019-04-16]. ISSN 0168-1605 Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.004

RAHMANA, Ubaid; Muhammad Issa KHANA, Muhammad SOHAIBB, Amna SAHARC, Anum ISAQUE. Exploiting microorganisms to develop improved functional meat sausages:

A review. *Food reviews International* [online]. 2017, vol. 33, issue 2, s. 195-215 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: [dx.doi.org/10.1080/87559129.2016.1175012](https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1175012)

RICKE, Steven C.; Ok Kyung KOO, Jimmy T. KEETON. Fermented Meat, Poultry, and Fish Products. Michael P. DOYLE, Robert L. BUCHANAN. *Food Microbiology-Fundamentals and Frontiers (4th Edition)* [online]. Washington, D.C.: American Society for Microbiology (ASM), © 2013, s. 857 - 880 [cit. 2019-04-21] Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFMFFE001/food-microbiology-fundamentals/food-microbiology-fundamentals

RUST, Robert E.; C. Lynn KNIPE. SAUSAGE CASINGS. DIKEMAN, Michael, Carrick DEVINE. *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition)* [online]. London: Elsevier, © 2014, s. 235–327 [cit. 2019-05-13]. ISBN (print): 978-0-12-384731-7. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpEMSE0003/encyclopedia-meat-sciences/encyclopedia-meat-sciences

SANJUKTA, Samurailatpam; Amit Kumar RAI. Review Production of bioactive peptides during soybean fermentation and their potential health benefits. *Trends in Food Science & Technology* [online]. © 2017, vol. 50, s. 1-10 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: [dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.010](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.010)

SHAN, Liu; Liu YANG, Yue ZHOU, Shudong HE, Jinglei LI, Hanju SUN, Shengfei YAO, Shangying XU. Effect of mixed moulds starters on volatile flavor compounds in rice wine. *LWT-Food Science and Technology* [online]. © 2019 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.113

SHELL, A.W. Mycotic Agents. WOOLEY, Dawn P., Karen B., BYERS. *Biological Safety-Principles and Practices (5th Edition)*. Washington, DC: American Society for Microbiology (ASM), 2017, s. 147-162 [cit. 2019-06-24]. DOI 10.1128/9781555819637. Dostupné z: app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpBSPPE011/biological-safety-principles/biological-safety-principles

SPINNLER, Henry-Eric. Surface Mold – Ripened Cheeses. McSWEENEY, Paul L.H.; Patrick F. FOX, Paul D. COTTER, David W. EVERETT. *Cheese (4th edition)* [online]. London: Elsevier, © 2017, s. 911–928 [cit. 2019-05-19]. ISBN: 978-0-12-417012-4. Dostupné z: doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00036-3

WALZ, Felix H.; Monika GIBIS, Maximilian LEIN, Kurt HERRMANN, Jörg HINRICH, Jochen WEISS. Influence of casing material on the formation of efflorescences on dry fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology* [online]. © 2018, vol. 89, s. 434–440 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.019

WANG, Qiang; Hongbin WU, Yuejie XIE, Haijun CHANG, Xue LI, Chengjiang LIU a Zhengwei XIONG. Effects of tomato peel as fat replacement on the texture, moisture migration, and sensory quality of sausages with varied fat levels. *CyTA-Journal of Food* [online]. © 2017, vol. 5, No. 4, s. 582–581 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: doi.org/10.1080/19476337.2017.1321586

WOCIÓR, Anna; Dagmara ZŁOTKOWSKA, Henryk KOSTYRA, Elżbieta KOSTYRA. Mykoproteiny. *Zywnosc-Nauka technologia jakosc* [online]. 2010, 17 (5), s. 5–16 [cit. 2019-06-24]. ISSN: 1425-6959.

WU, Shenmao; Huaning YU, Zhenmin LIU, Chunping YOU. Influence of *Monascus purpureus* BD-M-4 on the physicochemical properties, proteolysis and volatile compounds of surface mouldripened cheese. *Food Sci Biotechnol* [online]. © 2019, vol. 28, issue 1, s. 129–138 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: doi.org/10.1007/s10068-018-0459-1

ZENG, Huawei; Qiao JIE, Zeng XIN, Dayong XU, Minghua XIONG, Li FENGL, Jianfan SUN, Jiang XUAN, Chuanyun DAI. Optimization of submerged and solid state culture conditions for *Monascus* pigment production and characterization of its composition and antioxidant activity. *Pigment & Resin technology* [online]. 2019, vol. 48, issue 2, s. 108–118 [cit. 2019-06-24]. ISSN 0369-9420. DOI 10.1108/PRT-05-2018-0046.

ZHANG, Wei; Ruijuan YANG, Wenjun FANGA, Liang YAN, Jun LUC, Jun SHENG, Jie LY. Characterization of thermophilic fungal community associated with pile fermentation of Pu-erh tea. *International Journal of Food Microbiology* [online]. © 2016, vol. 227, s. 29–33 [cit. 2019-06-04]. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.025