

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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Kateřina Hájková

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu doc. Ing. Liboru Červenkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. PŘIROZENÝ ZDROJ SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU	11
2.1. Historie skořice po současnost	11
2.1.1. Historie	11
2.1.2. Současnost	11
2.2. Druhy skořicovníku	13
2.2.1. Skořicovník cejlonský	13
2.2.1.1. Chemické složení	14
2.2.2. Skořicovník čínský	14
2.2.2.1. Chemické složení	15
2.2.3. Jiné druhy skořicovníku	15
2.3. Sklizeň a skladování	16
2.4. Použití	16
3. CHARAKTERISTIKA SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU	18
3.1. Fyzikální vlastnosti	19
3.2. Chemické vlastnosti	19
3.2.1. Toxikologie	19
3.2.2. Chemické reakce	20
3.2.3. Příprava skořicového aldehydu	25
4. IZOLACE SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU	27
5. ANTIMIKROBIONÁLNÍ ÚČINKY SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU	29
5.1. Účinek proti bakteriím	29
5.2. Účinek proti kvasinkám	34
5.3. Účinek proti plísním	36
6. VYUŽITÍ SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU	39
7. SKOŘICOVÝ ALDEHYD V POTRAVINÁCH	41
8. ZÁVĚR	42
9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	43

1. ÚVOD

Jako jediný přirozený zdroj skořicového aldehydu je znám skořicovník, jehož je evidováno okolo 250 druhů. V minulosti se jednalo o jedno z celosvětově nejrozšířenějších druhů koření. Za největšího dnešního vývozce je považována Srí Lanka. Obsah aldehydu v rostlině se liší podle klimatických podmínek a zkoumané části stromu. Například esenciální olej z kůry obsahuje přibližně 90% aldehydu, který se získává přímo z rostlin pomocí parní destilace. Byl izolován poprvé v roce 1834 ze skořicového oleje pány Dumasem a Péligotem. Ale teprve až roku 1856 byla objevena jeho umělá syntéza panem Luigim Chiozzou.

Jedná se o senzorickou látku, která se přidává do jídla a nápojů jako ochucovadlo díky své charakteristické chuti a vůni. Dále ho lze zařadit do skupiny nenasycených aromatických aldehydů. Aktivními centry jsou aldehydová skupina ($-C=O$), dvojná vazba v bočním řetězci a benzenové jádro. Ve větším množství může být pro lidský organismus toxický. V současné době je předmětem výzkumu jeho využití v potravinářském průmyslu a medicíně převážně díky jeho antimikrobionálními účinkům.

Cílem této práce bylo posoudit antimikrobionální účinky skořicového aldehydu proti jednotlivým známým druhům nežádoucích mikroorganismů a jeho využití v potravinách.

2. PŘIROZENÝ ZDROJ SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU

2.1. Historie skořice po současnost

2.1.1. Historie

Jedná se o jedno z nejstarších známých koření. Okolo roku 4000 př. n. l. byla skořice čínská již používána jako léčivo a ochucovadlo na indickém subkontinentu a v Číně. Do Evropy byla přivezena arabskými a fénickými obchodníky v období antiky. Skořice cejlonská, která pochází ze Srí Lanky, byla více využívána až od 13. století díky zámořským objevitelům (Peter K. V., 2001).

Poté se plantáže skořicovníků rozšířily do jižní Indie, Indonésie, Brazílie, Afriky, na Madagaskar, Jamajku a Filipíny. Celosvětový trh se skořicí velice prosperoval. Značný pokles produkce nastal s příchodem 1. a 2. světové války (Valíček P., 2005).

2.1.2. Současnost

Mezi nejdůležitější vývozce skořice patří Čína, Srí Lanka, Indonésie, Indie, Vietnam, Seychely, Jižní Amerika a Madagaskar (Craze R., 2002). Právě Srí Lanka se stala pěstitelem velice kvalitní kůry a ovládá 60% světového obchodu s tímto kořením. V roce 2007 celosvětově plocha osázená skořicovníky tvořila 176 980 ha, ze které se sklídilo 134 800 tun skořice (Parthasarathy V. A., 2008).

Mezi hlavní spotřebitele patří Mexiko, Německo, USA, Indie a Velká Británie. Tabulka č. 1 ukazuje pořadí tří největších dovozců vybraných pochutin pro rok 2004 podle procentuálního podílu z celkové ceny dovezeného koření (Parthasarathy V. A., 2008). K ostatním dovozcům se dále řadí Saúdská Arábie, Taiwan, Singapur, Hong Kong a Francie (Peter K. V., 2001). V tabulce č. 2 je zaznamenán vývoj dovozu skořice v letech 2000 – 2004 v porovnání s pepřem. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny v roce 2002, kdy celkové množství dovezené skořice činilo 91,8 tisíc tun (Parthasarathy V. A., 2008).

Tabulka č. 1 – Největší dovozci koření na světě pro rok 2004 (Parthasarathy V. A., 2008).

koření	Celk. cena (.10 ³ \$)	první	%	druhý	%	třetí	%
Pepř	494,096	USA	23,1	Německo	10,9	Nizozemsko	5,3
Paprika	590,420	USA	23,6	Malajsie	7,6	Německo	7,1
Vanilka	394,928	USA	51,9	Francie	11,3	Německo	9,3
Skořice	128,174	Mexiko	21,0	USA	16,9	Indie	6,0

Tabulka č. 2 – Světový import skořice pro rok 2000 – 2004 v porovnání s dovezeným pepřem (Parthasarathy V. A., 2008).

koření	Množství (.10 ³ tun)				
	2000	2001	2002	2003	2004
Skořice, celá	73,4	68,3	78,4	70,4	75,2
Skořice, mletá	9,8	10,1	13,4	13,0	13,2
Skořice celkem	83,2	78,4	91,8	83,4	88,4
Pepř celkem	239,8	251,0	274,0	259,3	269,4

Na trhu se často objevují pouze náhražky. První umělá 3,4 % skořice byla vyrobena v roce 1940 panem Schmalem smísením 96 % skořicového aldehydu s 4 % eugenolem. Dále byl přidán prášek z lískových oříšků nebo drcených mandlových skořápek se žlutohnědou barvicí směsí. Proto byly schváleny standardní parametry podle normy definované v ISO 6539-1983 pro srílanskou skořici (Ravindran P. N., 2004):

- vlhkost (max.) – 12 %
- celkový popel (max.) – 5 %
- kyselý nerozpustný popel – 1 %
- těkavé oleje: celá – 1 % a mletá – 0,7 %

Posuzuje se především na základě svého vzhledu, obsahu látek a vůně (Peter K. V., 2001). Mezi další společnosti upravující normy pro kontrolu kvality skořice patří ASTA (The American Spice Trade Association) a FDA (The Food and Drug Administration) (Ravindran P. N., 2004).

2.2. Druhy skořicovníku

Celkem existuje 250 druhů rodu *Cinnamon*. Mezi nejvíce rozšířené patří *Cinnamomum verum* (Skořice pravá) a *Cinnamomum cassia* (Čínská skořice).

2.2.1. Skořicovník cejlonský

(*Cinnamomum verum*, syn. *C. zeylanicum*)

čeleď: vavřínovité (*Lauraceae*)

Tento stálezelený strom dosahuje výšky až 15 m, ale na plantážích se udržuje řezem ve výšce 2,5-3 m. Kožovité a podlouhlé listy jsou řapíkaté, na povrchu lesklé a zespodu šedozelené, dlouhé 15 cm a široké 5 cm s 3-5 výraznými žilkami. Vrcholičnaté květy se zdužnatělou číškou jsou drobné, bělozelené, vonné a tvoří dlouhou latu. Plod je vejčitá bobule uzavřená ve zdužnatělé číšce (Craze R., 2002).

Skořicovníky rostou do nadmořské výšky 500 m n. m. na lehkých písčinyých půdách obohacených organickými látkami (Peter K. V., 2001) s dostatkem srážek (2000-3200 mm) a průměrnými ročními teplotami 27-30° C (Valíček P., 2005).

Z tohoto druhu se získává jemná, sladší kůra o tloušťce 0,2-0,5 mm. Vyznačuje se šedohnědou až žlutošedou barvou. Na obr. č. 1 lze pozorovat charakteristické složené svitky, které rostlina vytváří (Valíček P., 2005).

Obr. č. 1 – kůra *Skořicovníku cejlonského* (Tan H. T. W., 2005)



2.2.1.1. Chemické složení

V kůře se nachází 1-3 % silice, z toho tvoří skořicový aldehyd 50-80%, eugenol 10 %, safrol 0-10 %, linalool 10-15 % a kafr (Lánská D., 2001). Dále je přítomen polysacharid cinnaman AX, flavonoidy, třísloviny, sliz a škrob (Valíček P., 2005).

2.2.2. *Skořicovník čínský* (*Cinnamomum cassia*)

čeled': vavřínovité (*Lauraceae*)

Jedná se o stálezelený mohutný strom dosahující výšky okolo 10 metrů. Listy má světle zelené, vonné, užší a delší než skořicovník cejlonský. Kůra je drsná, rozpukaná, popelavě šedá. Květy jsou drobné, žlutavé, vytvářejí vrcholičnaté svazečky a řídká latnatá květenství. Plody se sbírají těsně po odkvětu, mají příjemné aroma. Získaná kůra, která je zobrazena na obr. č. 2, je tlustší, často se zbytky šedé borky, stočená jen do jedné trubičky (Valíček P., 2005).

Skořicovník roste v tropických oblastech s dostatkem srážek na Cejlonu, Jávě a v Číně (Tan H. T. W., 2005).

Obr. č. 2 – kůra Skořicovníku čínského (Tan H. T. W., 2005)



2.2.2.1. Chemické složení

Kůra a výhonky obsahují 1-1,5 % silice s hlavním podílem skořicového aldehydu 75-90 %, sacharidy, sliz, třísloviny 2-3 %, šťavelan vápenatý, β -setosterol a diterpené cinnacassioly. Tento druh však neobsahuje eugenol (Valíček P., 2005).

2.2.3. Jiné druhy skořicovníku

Jednotlivé druhy se od sebe morfologicky liší především vlivem odlišného způsobu pěstování a klimatických podmínek. Podle tabulky č. 3 se ke zpracování používají jen některé části rostlin a díky svým vlastnostem mají i různé využití.

Tabulka č. 3 – Výčet dalších známých druhů skořicovníku (Peter K. V., 2001)

Botanický název	Obecný název	Středisko výroby	Používaná část	Hlavní využití
<i>Cinnamomum verum</i>	Pravá skořice/Ceylonská skořice	Sri Lanka, Malabar Coast, Seychelles	kůra, listy	ochucovadlo, parfumerie, medicína
<i>C. zeylanicum</i> <i>C. cassia</i>	Cassia, Čínská skořice	Southeast China	kůra, listy, pupeny	ochucovadlo, medicína
<i>C. camphora</i>	Camphor	Southern China/Indonesia	dřevo/listy	medicína/parfumerie
<i>C. loureirii</i> <i>C. burmanii</i>	Saigonská skořice, Vietnamská skořice Cassia vera, Korinjní cassia	Vietnam Indonesia	kůra, olej z kůry kůra	ochucovadlo
<i>C. tamala</i>	Indická skořice	India	kůra, listy	ochucovadlo
<i>C. ineris</i>	Japonská divoká skořice	Japan, Southern India	kůra	repelent proti hmyzu
<i>C. sintok</i> <i>C. obtusifolium</i>	Jávská skořice	Java a Sumatra Northeast India, Myanmar	kůra kůra	ochucovadlo náhražka za pravou skořici
<i>C. culilawan</i> a <i>C. rubrum</i>		Moluccas a Amboyana	kůra, pupeny	ochucovadlo
<i>C. olivera</i> <i>C. glaucascens</i>	Australská skořice Sugandha kokila	Australia Nepal	kůra kůra/listy	ochucovadlo parfumerie

2.3. Sklizeň a skladování

Sklizeň se provádí nejdříve po dvou až třech letech od výsadby, kdy je výnosnost 60-125 kg/ha. Další sběr se koná po 12-18 měsících v období od května do listopadu a jeho výnosnost je už okolo 225-300 kg/ha. Řez se provádí ve střední části rostliny během období dešťů, kdy červené zbarvení mladých listů přejde na zelenou (Peter K. V., 2001).

Skořice by měla být skladována v chladu a suchu. Nadměrné teplo a vlhkost ničí její aromatické silice. Kontejnery musí být pevně uzavřené, jelikož aroma na vzduchu vyprchává. Vlivem nežádoucí oxidace na pryskyřice a skořicovou kyselinu dochází ke změně barvy na třešňově červenou (Peter K. V., 2001). Převážně se v plně naplněných a uzavřených láhvích z tmavého skla, které jsou umístěny v chladničce (Riechstoff-Lexikon - Index).

2.4. Použití

Z částí skořicovníku, převážně listů, se destilací vyrábí skořicový olej, který se přidává kvůli aromatu do alkoholických i nealkoholických nápojů, cukrovinek a dále se používá v parfumerii. Důležitým měřítkem kvality oleje je obsah skořicového aldehydu, který by neměl překročit 5 % (Ravindran P. N., 2003).

Identifikace složek obsažených ve skořici se provádí pomocí těchto analytických metod: vysoce účinné kapalinové chromatografie a plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií (Barceloux D. G., 2008).

Skořice má širokou škálu využití při přípravě nejrůznějších jídel jako jsou sušenky, pudinky, jablečné koláče, apod. Na Srí Lance se přidává k zelenině, masu, kari, rybám a rýži. V Řecku se v ortodoxních kostelech používají speciální svíčky se skořicí. V menším množství se přidává k masu, čalamádám a jiným podobným potravinám kvůli svým účinkům proti houbám a bakteriím, čímž se prodlouží jejich trvanlivost zvláště v letních měsících (Peter K. V., 2001).

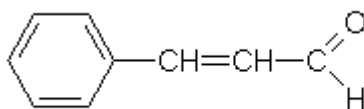
V léčitelství se užívá už po tisíce let v boji proti bolesti zubů, infekci močových cest a k uklidnění podrážděného žaludku. V Indii se předepisovala proti širokému spektru chorob, jako zánět průdušek, nachlazení, zácpy, průjmy, otoky, chřipka, zvracení, škytavka, potíže s trávením, jaterní problémy, melancholie, svalové napětí, nevolnost a k posílení srdce. Obecně se doporučuje dávkovat 0,5-1 g prášku do čaje, 0,5-1ml tekutiny jako extraktu v 70 % alkoholu (poměr 1:1) (Peter K. V., 2001).

Skořice má na náš organismus také negativní účinky. U lidí, kteří přicházejí často do kontaktu s větším množstvím skořice, se vyskytuje značné riziko astmatu, kožního podráždění a vypadávání vlasů. Používání zubních past a masť obsahujících skořici může u citlivých jedinců v některých případech vyvolat stomatitidu nebo dermatitidu (Peter K. V., 2001).

3. CHARAKTERISTIKA SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU

Patří do skupiny nenasycených aromatických aldehydů. Aktivními centry jsou aldehydová skupina (— C=O), dvojná vazba v bočním řetězci a benzenový kruh. Dále se řadí mezi sensorické látky. Schéma č. 1 znázorňuje geometrické izomery aldehydu v poloze cis a trans. Výskyt trans-skořicového aldehydu je více častý.

Vzorec: $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$



Synonyma

Cinnamal (INCI)

3-Phenyl-2-propenal

3-Phenylprop-2-enal

Trans-3-phenyl-2-propenal

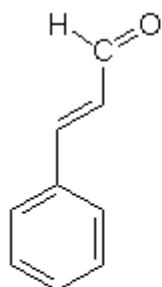
β -Phenylacrolein

Phenyl-2-propenal

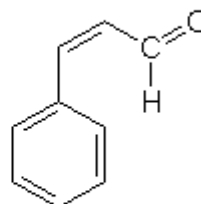
(Kratochvil, F.)

Mol. hmotnost: 132.16 g/mol (Kratochvil, F.)

Schéma č. 1 – Chemická struktura aldehydu



trans -
cinnamaldehyde



cis - cinnamaldehyde

3.1. Fyzikální vlastnosti – trans izomer

Bod tání	-7° C (Safety data, 2004)
Bod varu	246° C (Safety data, 2004) 252° C při 101,3 kPa (Burdock G. A.,1997)
Hustota par	4,5 (vzduch má hodnotu 1) (Safety data, 2004)
Tenze páry	0,02 mm Hg při 20° C (Safety data, 2004)
Hustota	1,05 g.cm ⁻³ (Safety data, 2004)
Index refrakce	1,6190 – 1,6230 při 20°C (Burdock G. A.,1997)
Dynamická viskozita	1,6197 (Surburg H., 2006)
Molární refrakce	42,32 (Kratochvil F.)
Povrchové napětí	38,9 (Kratochvil F.)
Rozpustnost ve vodě	420 mg/l při 25° C (Barceloux D. G., 2008)

3.2. Chemické vlastnosti

Jedná se o vonnou látku nažloutlé barvy a olejovité konzistence. Je stabilní, hořlavý, neslučitelný se silnými oxidačními činidly a silnými zásadami. Těžko se rozpouští ve vodě (k jednomu dílu aldehydu je třeba přidat 700 dílů vody). Dále je mísitelný s ethanolem, diethyletherem, dichlormetanem, chloroformem i s jinými oleji. Látka je citlivá na působení světla, vzdušného kyslíku, tepla, zásad a také na některé kovy (Riechstoff-Lexikon - Index).

3.2.1. Toxikologie

Může působit dráždivě. Po požití přibližně 60 ml skořicového oleje byl pozorován u lidí pocit pálení v trávicím traktu spojený s letargií, dvojitým viděním, zvracením a závratěmi. Příznaky odezněly do 5 hodin bez dalších komplikací (Barceloux D. G., 2008). Pro 50% množství krysy je smrtelná dávka aldehydu 50 2200 mg.kg⁻¹. Pro 50% množství myši tato hodnota činí 50 3400 mg.kg⁻¹ (Safety data, 2004).

3.2.2. Chemické reakce

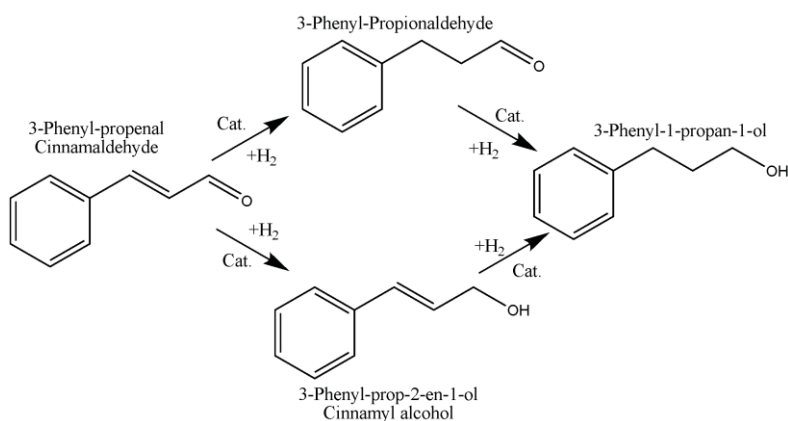
1. Adice

- Hydrogenace

Selektivní katalytická hydrogenace

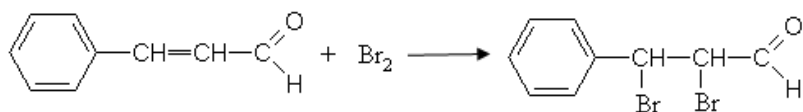
Jedná se o důležitou reakci při přípravě parfémů a jiných aromatických sloučenin. Podle schéma č. 2 mohou tímto způsobem vznikat tři různé produkty: nasycené aldehydy, nasycené a nenasycené alkoholy. Nejvýznamnější faktory ovlivňující selektivnost jsou: typ a struktura aktivního kovu, typ substrátu a podmínky reakce (ThalesNano Nanotechnology Inc.).

Schéma č. 2



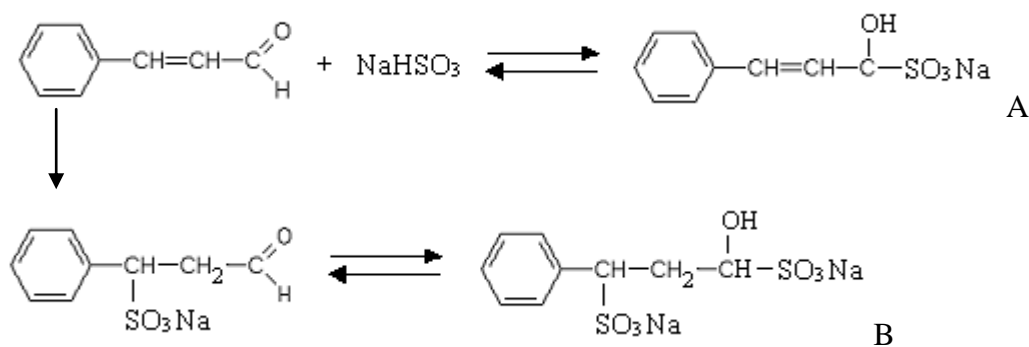
- Bromace – jedná se o adiční reakci podle schéma č. 3, kdy dochází k rozpadu dvojně vazby a navázání bromu na 2. a 3. uhlík (Paxson F. L., 2001)

Schéma č. 3



- Reakce aldehydu podle schéma č. 4 s hydrogensířičitanem sodným za vzniku produktu A je reversibilní. Adicí za zvýšené teploty vzniká produkt B – sodná sůl od kyseliny disulfonové. Tato reakce probíhá pomalu, jelikož se jedná o ireverzibilní děj (Paxson F. L., 2001).

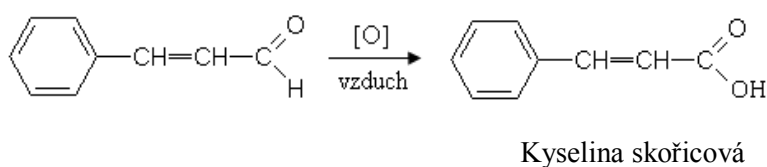
Schéma č. 4



2. Oxidace (Paxson F. L., 2001)

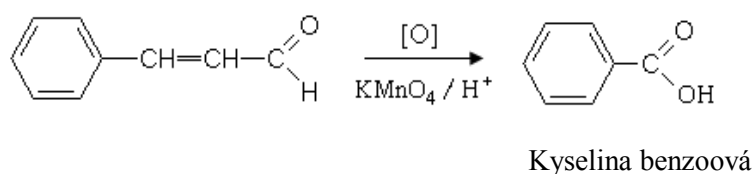
- Na vzduchu dochází k oxidaci aldehydu podle schéma č. 5 na kyselinu skořicovou.

Schéma č. 5



- Oxidace s Tollensovým činidlem podle schéma č. 6 s použitím silných oxidačních sloučenin. Produktem je kyselina benzoová (Paxson F. L., 2001).

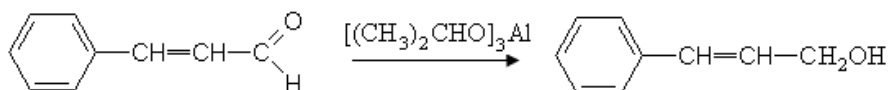
Schéma č. 6



3. Meerwein-Ponndorf Verleyho redukce

- Schéma č. 7 znázorňuje redukci na skořicový alkohol s použitím izopropylátu hlinitého (Paxson F. L., 2001).

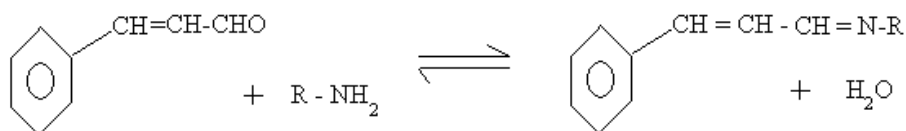
Schéma č. 7



Jako redukční činidlo lze použít rovněž hydridoboritan sodný a hydrid hlinito-lithný (Paxson F. L., 2001)

4. Reakce s primárními aminy – podle schéma č. 8 vzniká Schiffova báze (Majeti V. A., 1976).

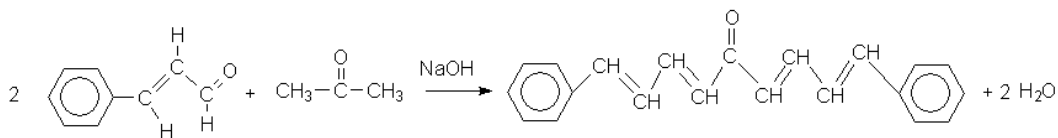
Schéma č. 8



5. Aldolová kondenzace

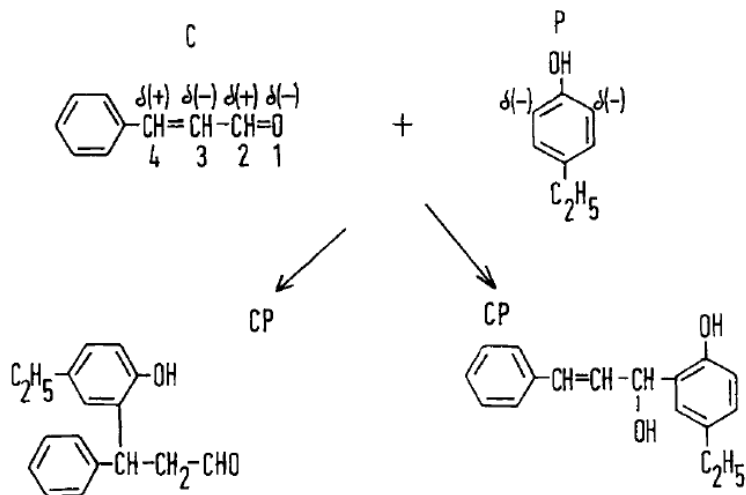
- Reakce aldehydu s acetonem podle schéma č. 9

Schéma č. 9



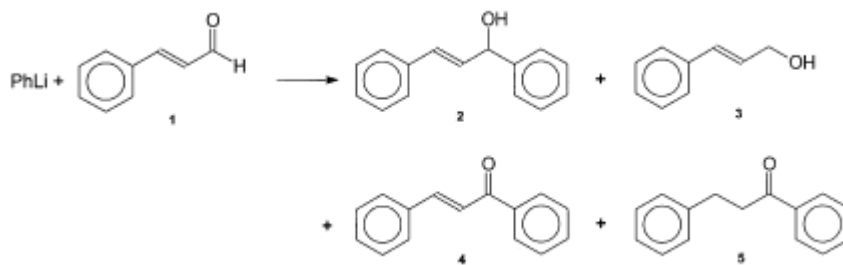
6. Reakce s 4-ethylfenolem (aromatickým alkoholem) – schéma č. 10 znázorňuje navázání alkoholu do polohy 2 nebo 6. Díky vysoké polarizaci dvojných vazeb reakce probíhá velice rychle (Opresnik M., 1987).

Schéma č. 10



7. Reakce s fenyllithiem – podle schéma č. 11 je hlavním produktem E-1,3-difenyl-2-propen-1-ol, dále vznikají i jiné sloučeniny. Selektivita se zlepšuje spolu se zvyšující se teplotou (Nudelman N. S., 1998).

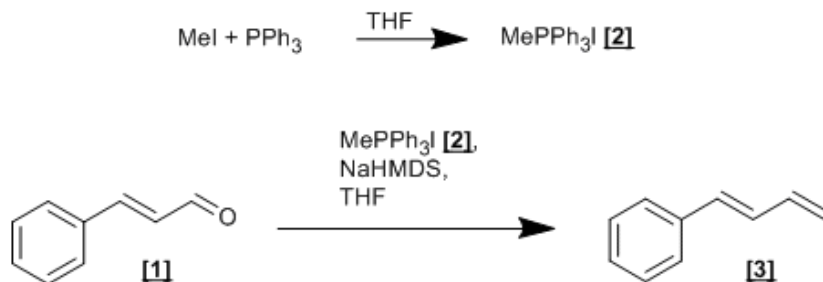
Schéma č. 11



8. Wittigova reakce

- Podle schéma č. 12 byl nejprve syntetizován methyltrifenylfosfonium jodid, který byl dále využit při reakci s aldehydem za vzniku trans-1-fenylbuta-1,3-dienu (Slaughter J. L., 2008).

Schéma č. 12



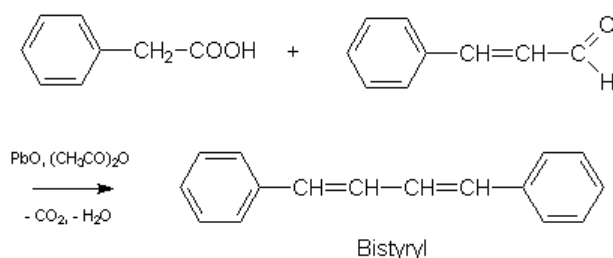
[2] - výroba methyltrifenylfosfonium jodidu

[3] - trans-1-fenylbuta-1,3-dien.

9. Další reakce

Skořicový aldehyd se využívá jako výchozí surovina spolu s kyselinou fenyloctovou při organické syntéze 1,4-difenylbutadienu (Bisteryl) podle schéma č. 13 (Riechstoff-Lexikon - Index).

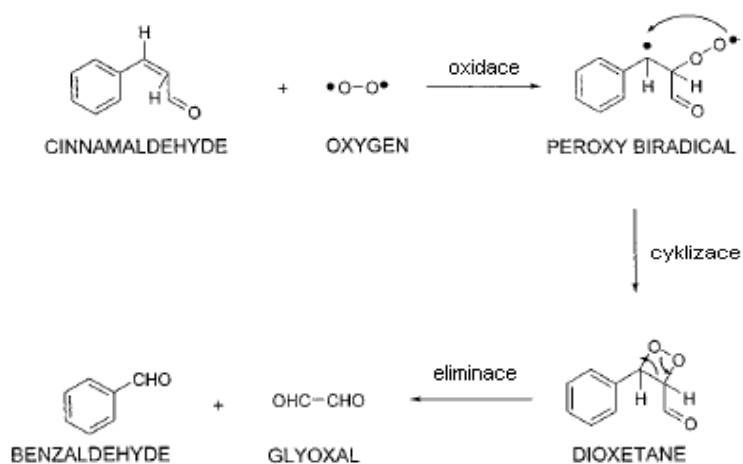
Schéma č. 13



Aldehyd slouží rovněž jako barvicí činidlo v papírové nebo tenkovrstvé chromatografii (Riechstoff-Lexikon - Index).

Vlivem zvýšené teploty se aktivuje chemická reakce podle schéma č. 14, kdy dochází k přeměně aldehydu na benzaldehyd. Snižuje se tak odolnost proti kontaminaci nežádoucími mikroorganismy. Přidáním několika mililitrů eugenolu se průběh této reakce omezení a nakonec se stabilizuje (Friedman M., 2000).

Schéma č. 14

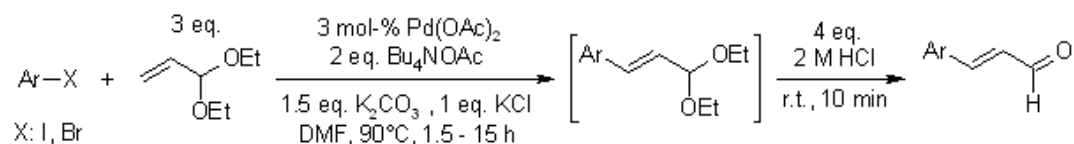


3.2.2. Příprava skořicového aldehydu

Průmyslově se skoř. aldehyd vyrábí alkalickou kondenzací z benzaldehydu a acetaldehydu. Samovolné kondenzaci acetaldehydu lze zabránit přidáním nadbytku benzaldehydu a následně se pomalu přidává acetaldehyd. (Surburg H., 2006)

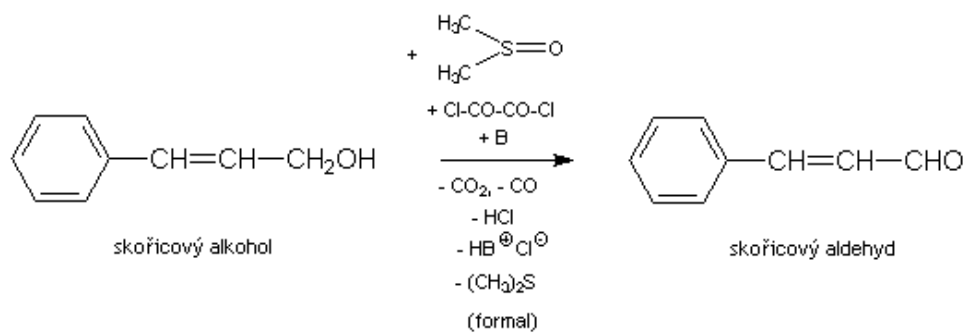
Dále se může aldehyd syntetizovat reakcí podle schéma č. 15 katalyzovanou palladiem a následnou hydrolyzou s přidavkem 2 M HCl. (Battistuzzi G., 2003)

Schéma č. 15



Oxidace

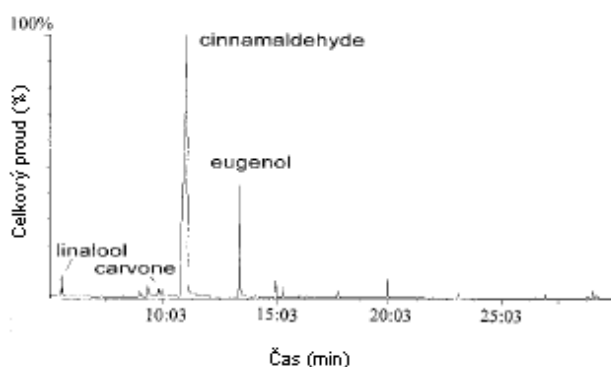
Schéma č. 16 – SWER – oxidace skořicového alkoholu na skoř. aldehyd
(Riechstoff-Lexikon - Index).



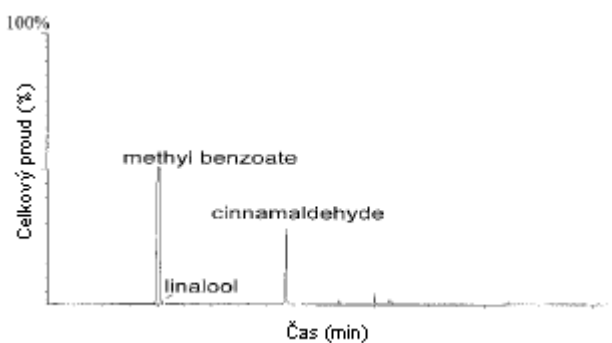
4. IZOLACE SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU

Ze skořicového oleje byl poprvé aldehyd izolován v roce 1834 pány Dumasem a Péligotem (Surburg H, 2006). Množství získaného aldehydu je závislé na druhu oleje, který se vyrábí z jednotlivých částí rostlin. Pomocí plynové chromatografie bylo zjištěno přesné složení používaných olejů. Podle grafu č. 1 nejvíce aldehydu obsahuje olej ze skořicovníku *cassia*. Naopak z grafu č. 2 jasně vyplývá, že v oleji získaném z listů se vyskytuje ve větším množství pouze methylbenzen a eugenol. V grafu č. 2 je zaznamenána přítomnost menšího množství aldehydu a methylbenzenu (Friedman M., 2000).

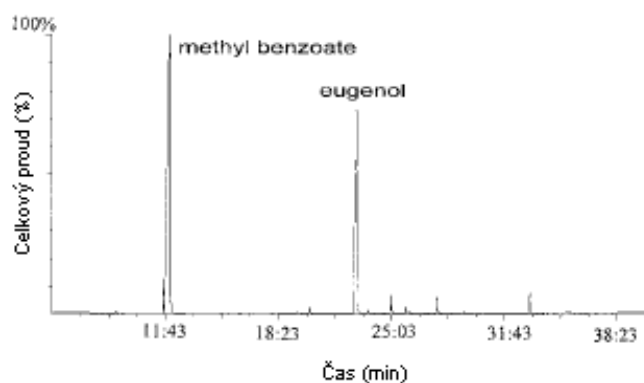
Graf č. 1 – Složení skořicového oleje z rostliny *cassia* (Friedman M., 2000)



Graf č. 2 – Složení skořicového oleje vyrobeného z kůry (Friedman M., 2000)



Graf č. 3 – Složení skořicového oleje získaného z listů (Friedman M., 2000)



K izolaci aldehydu z kůry skořicovníku se používá rovněž extrakce s ethyletherem, který se nakonec odpaří.

Jednou ze známých metod izolace je parní destilace. Na mřížku se umístí rostlinný materiál, kterým prostupuje směrem odspodu nádoby pára vytvořená v ohříváči. Unáší sebou výpary esenciálního oleje do kondenzátoru, kde se nahromadí a vysráží. Průměrný výtěžek z kůry stromu se pohybuje v rozmezí 0,2 - 0,3 % (Bhat Sujata V., 2005).

5. ANTIMIKROBIONÁLNÍ ÚČINKY SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU

5.1. Účinek proti bakteriím

Působení nežádoucích bakterií má značný negativní dopad v potravinářském a kvasném průmyslu. Vykazují vysokou rychlost rozmnožování a intenzitu metabolismu ve vhodném prostředí. Způsobují rozklad bílkovin za vzniku silně páchnoucích látek a často i toxických zplodin, které mají za následek vážné zdravotní problémy. V potravinách s dostatkem vody a sacharidů dochází rovněž k přemnožení kyselinotvorných bakterií. Vlivem těchto procesů se změní vůně, chuť i barva potravin (Šilhánková, 2002).

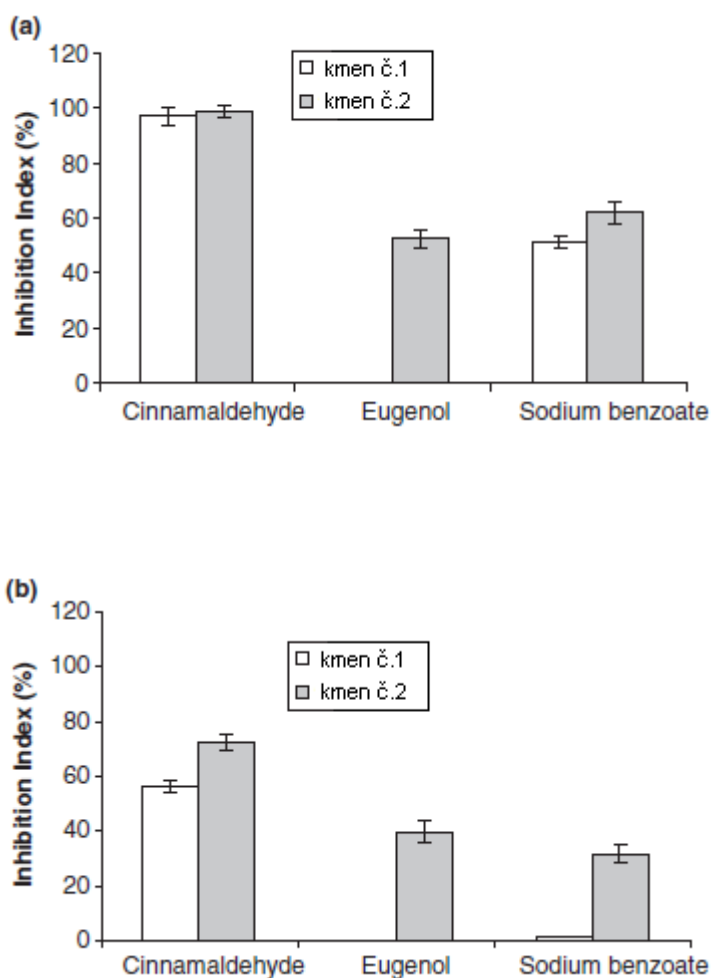
V dnešní době se proto hledají stále novější a šetrnější metody k zabránění jejich nežádoucí činnosti. Podle několika na sobě nezávislých studií byl prokázán značný antimikrobionální vliv skořic. aldehydu na kolonie G^+ i G^- bakterií bez většího rozdílu. Jako u jediného éterického oleje byla zjištěna účinnost proti všem 9 použitým druhům bakterií (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermitis*, *Staphylococcus cereus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella* a *Vibrio parahemolyticus*) po 18 hodinové inkubaci při 37° C (Chang, 2001).

Jeho velkou výhodou je antibakteriální účinnost i při nižších koncentracích okolo 0,8 do 3,2 mg/ml (Prabuseenivasan S., 2006).

Velice dobře rovněž byla potlačena klíčivost spor dvou kmenů *Alicyclobacillus acidoterrestris* (graf č. 4), které byly inkubovány v bujónu se sladovým extraktem při 44° C. Každý den byla měřena absorbance média při 420 nm. Po 8 dnech se inhibiční index aldehydu přiblížil k 100 %. Po dalších 5 dnech se jeho účinnost snížila, ale neklesla pod hranici 50 %. (Bevilacqua A., 2007). Dále byl pozorován vliv pH a množství skoř. aldehydu na dva kmeny *A. acidoterrestris*. Nízkým pH se posílila antimikrobionální aktivita. V kombinaci s nízkou dávkou aldehydu způsobuje reversibilní inhibici klíčivosti (tj. prodloužení lag fáze), zatímco

vysoký obsah má za následek ztrátu klíčivosti. Nejlepší byla stanovena kombinace pH 4.0 a množství skořicového aldehydu 150 ppm, která má v tabulce č. 4 označení r3 (Bevilacqua A., 2008).

Graf č. 4 – Inhibiční index spor *A. acidoterrestris* po 8 (a) a 13 (b) dnech inkubace při 44° C okyseleného bujónu se sladovým extraktem + 100 ppm aktivních sloučenin (skoř. aldehyd, eugenol nebo benzoát sodný) (Bevilacqua A., 2008).



Tabulka č. 4 – Různé kombinace pH a skořicového aldehydu (Bevilacqua A., 2008)

Použité kombinace	pH	Cinnamaldehyde (ppm)
r1	4.0	50.0
r2	5.0	50.0
r3	4.0	150.0
r4	5.0	150.0
r5	3.5	100.0
r6	5.5	100.0
r7	4.5	0.0
r8	4.5	200.0
r9 (střed)	4.5	100.0
r10 (střed)	4.5	100.0

V Mexiku byly odebrány různé kmeny G^+ a G^- bakterií viz tabulka č. 5 od všech pacientů na dětské klinice v Mexico City a následně testovány na účinky 11 esenciálních olejů, jelikož na podávaná antibiotika si všichni vytvořili rezistenci (Hersch-Martínez P., 2005).

Tabulka č. 5 – Kmeny bakterií izolované na dětské klinice v Mexico city (Hersch-Martínez P., 2005)

mikroorganismus	číslo kmene
<i>Gram (-)</i>	
<i>Escherichia coli</i>	42
<i>Serratia marcescens</i>	28
<i>Salmonella enteritidis</i>	14
<i>Shigella sonnei</i>	7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35
<i>Haemophilus influenzae</i>	21
<i>Enterobacter cloacae</i>	21
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	21
<i>Gram (+)</i>	
<i>Enterococcus spp.</i>	61
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	32
<i>Staphylococcus coagulase negative (S.C.N.)</i>	28
<i>Staphylococcus aureus</i>	14

Z rostliny *Cinnamomum verum* byl izolován (E)-skořicový aldehyd 82,11 %, (E)-skořicový alkohol 7,69 % a linalol 2,48 %. *Cinnamomum verum* a další dvě rostliny *Origanum vulgare* a *Thymus vulgaris* vykazovaly nejvyšší a nejširší antibakteriální aktivitu jak ukazuje tabulka č. 6A a 6B. Těchto poznatků využívá již několik let tradiční mexická medicína (Hersch-Martínez P., 2005)

Tabulka č. 6A – Průměrný inhibiční účinek 5 esenciálních olejů na G⁺ bakterie izolované z pacientů na dětské klinice (Hersch-Martínez P., 2005).

esenciální oleje	G (+)				Průměrná aktivita
	<i>C.N.S.</i> 28 ^b	<i>S. aureus</i> 14 ^b	<i>S. pneumoniae</i> 32 ^b	<i>Enterococcus</i> spp. 61 ^b	
<i>C. verum</i>	29,8	28,6	22,0	15,4	23,9
<i>T. vulgaris</i>	22,8	28,2	14,0	15,6	20,1
<i>O. vulgare</i>	17,0	27,5	21,5	7,8	18,4
<i>S. aromaticum</i>	12,9	14,3	5,0	5,3	9,5
<i>E. globulus</i>	9,9	19,0	0,0	0,8	7,4
Ampicillin	20,4	20,8	27,3	13,2	
Cefotaxime	19,1	9,9	Nt	11,8	
Ceftazidime	27,8	18,9	Nt	9,6	
Amikacin	23,6	21,5	Nt	9,2	

Nt = nebylo testováno

^b = číslo kmene

Tabulka č. 6B – Průměrný inhibiční účinek 5 esenciálních olejů na G⁻ bakterie izolované z pacientů na dětské klinice (Hersch-Martínez P., 2005).

esenciální oleje	G (-)								průměrná aktivita
	<i>E. coli</i> 42 ^b	<i>S. marcescens</i> 28 ^b	<i>E. cloacae</i> 21 ^b	<i>K. pneumoniae</i> 21 ^b	<i>S. enteridis</i> 14 ^b	<i>Sh. sonnei</i> 7 ^b	<i>P. aeruginosa</i> 35 ^b	<i>H. influenzae</i> 21 ^b	
<i>C. verum</i>	18,1	15,2	14,4	16,3	0,0	20,1	11,4	0,0	14,0
<i>T. vulgaris</i>	18,4	15,8	17,1	11,7	9,5	21,4	6,4	35,7	15,5
<i>O. vulgare</i>	22,2	12,5	20,4	14,6	15,0	21,0	6,4	33,0	17,6
<i>S. aromaticum</i>	9,5	9,0	8,8	8,7	2,7	21,7	3,1	13,4	10,0
<i>E. globulus</i>	12,8	4,0	3,7	11,6	7,0	16,0	4,8	5,3	9,2
Ampicillin	5,4	6,5	5,9	2,8	8,7	7,5	7,1	32,6	
Cefotaxime	19,7	20,0	13,6	27,4	18,3	19,5	15,3	Nt	
Ceftazidime	17,4	18,3	9,2	14,1	21,1	25,3	12,1	Nt	
Amikacin	26,3	15,1	27,0	16,6	23,1	26,3	10,1	Nt	

Nt = nebylo testováno

^b = číslo kmene

Ke kontaminaci velice často dochází pomocí vzdušných bakterií. Rozprašením určitého množství aldehydu v uzavřené místnosti se eliminuje zastoupení nežádoucích mikroorganismů ve vzduchu o 45 %. Vyšší aktivitu 53 % vykazuje jen (-)-perillaldehyd (Sato K., 2006).

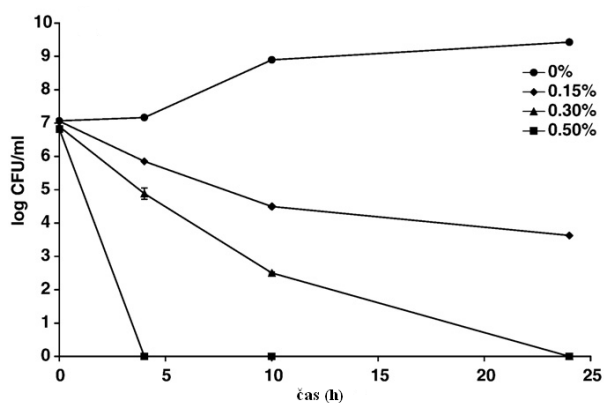
Skořicový aldehyd nemá uplatnění pouze v potravinářství, ale dá se využít i v medicíně při léčbě nemocí způsobených bakteriemi. Po aplikaci 2 µg/ml aldehydu do misky s *Helicobacter pylori* bylo pozorováno zničení kolonií po 12 hodinách. Při zvýšení koncentrace na 4 µg/ml se doba zkrátila na 9 hodin (Ali S. H., 2005).

H. pylori je patogenní bakterie vyvolávající žaludeční onemocnění, kterou je infikována ½ světové populace. Dříve se k léčbě používala antibiotika, ale většina lidí je na ně rezistentních (Ali S. H., 2005).

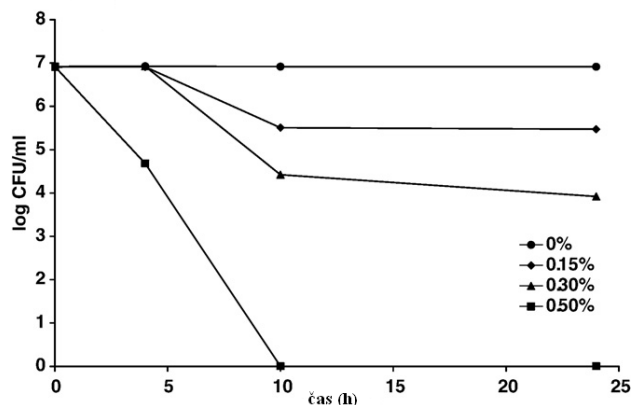
V sušené kojenecké výživě byl jako hlavní zdroj patogenu určen *Enterobacter sakazakii*, který způsobuje život ohrožující formu meningitidy, nekrotizující kolitidy a meningoencefalitidu u novorozenců a dětí (Amalaradjou M. A. R., 2008).

Vzorky obsahující 10 ml kojenecké stravy, *E. sakazakii* a 0 %, 0,15 %, 0,3 % nebo 0,5 % trans-skoř. aldehydu byly inkubovány při 37, 23, 8 až 4° C po dobu 0, 6, 10 a 24 h. Podle grafů č. 5 a 6 vykazuje největší účinnost 0,50 % trans-skořicový aldehyd v porovnání s kontrolním vzorkem, kdy křivka klesá při teplotě 37°C prudce lineárně dolů (Amalaradjou M. A. R., 2008).

Graf č. 5 – Účinek trans-skoř. aldehydu na *E. sakazakii* v kojenecké výživě při teplotě 37° C (Amalaradjou M. A. R., 2008).



Graf č. 6 – Účinek trans-skoř. aldehydu na *E. sakazakii* v kojenecké výživě při teplotě 8° C (Amalaradjou M. A. R., 2008)



V mrkvovém bujónu byl sledován růst aktivních spor čtyř kmenů *Bacillus cereus* v teplotním rozsahu 5-16° C. I po 60 dnech od inkubace byl pozorován nulový růst *B. cereus* v bujónu s přidavkem 2 µl skořicového aldehydu i při teplotě ≤ 8° C (Valero M. 2005). Těchto poznatků lze využít v konzervárenství, kdy se značně prodlouží doba trvanlivosti potravin.

Aldehyd lze dále využít k regulaci množství bakterie *Legionella pneumophila* v domácnostech a na jiných místech, kde mají lázeňské zařízení. *L. pneumophila* byla při teplotě 42° C v časovém intervalu 10-60 minut vystavena působení skoř. aldehydu. Tento test prokázal silné protizánětlivé účinky aldehydu (Chang Ching-Wen, 2006).

Salmonella enteritidis a *Campylobacter jejuni* jsou 2 hlavní potravinové patogeny v USA, odhaduje se, že ročně v populaci způsobí více než 3 miliony případů onemocnění. Kuřata jsou přirozenými hostiteli těchto bakterií. Mohou se nakazit kontaminovanou pitnou vodou. Skořicový aldehyd je účinný ke snížení množství nežádoucích bakterií a tím zamezuje šíření v populaci kuřat (Kollanoor A. Johny, 2008).

5.2. Účinek proti kvasinkám

Kvasinky potřebují k rozmnožování převážně vhodnou teplotu a přítomnost sacharidů. Setkáváme se s nimi především při kažení kompotů, ovocných moštů, slazených limonád, plněných čokoládových bonbonů, apod. Mezi patogenní druhy patří například *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*. Způsobují onemocnění hlavně u oslabených jedinců nebo při poškození imunitního systému (Šilhánková L., 2002). Dále hrají významnou roli při kažení masa a masných produktů. Způsobují sliznatění, změnu vůně, chutě a barvy potravin. Na povrchu se vytvářejí bílé, smetanové, růžové a hnědé pigmenty (Hemly BRR Abdel-Aziz, 2005).

Z pomerančového džusu byly izolovány kvasinky *Candida arapsilosis* a *Zygosaccharomyces fermentaci*. Na těchto dvou druzích byl zkoumán vliv skořicového aldehydu spolu s pH a koncentrací sacharózy. Největší účinnost měl aldehyd v kombinaci s vhodně zvoleným pH menším než 5. Změna množství cukru měla na kvasinky malý dopad (Sukkasem D., 2007).

Skořicový aldehyd je pro kvasinky rodu *Candida* toxický i ve velice malých dávkách, což dokazují výsledky v tabulce č. 7. Testované organismy způsobují mykózu dýchacích cest spolu s plísněmi rodu *Aspergillus*. Aldehyd lze podávat vdechováním par spolu se skořicovým olejem. Tyto látky jsou lipofilní, a proto mohou pronikat hluboko do hostitelských tkání (Singh H. B., 1995).

Tabulka č. 7 – *in vitro* vlastnosti par skořicového aldehydu proti kvasinkám pocházejících z dýchacích cest (Singh H. B., 1995).

Testované organismy	Inhibiční účinek proti kvasinkám						
	MIC* (ppm = µl/l)	MLC* (ppm = µl/l)	Hustota inokula**		Doba expozice (h / min)		
			V MIC dávce	V 5 x MIC dávce	V MIC dávce	V 5 x MIC dávce	V 100 x MIC dávce
<i>Candida albicans</i>	35	160	2	24	+	22 h	2 h
<i>C. tropicalis</i>	30	100	2	24	+	20 h	1 h 30 min
<i>C. pseudotropicalis</i>	30	100	2	24	+	20 h	1 h 30 min
<i>Histoplasma capsulatum</i>	30	100	1	24	36 h	8 h	50 min

* MIC = minimální inhibiční koncentrace

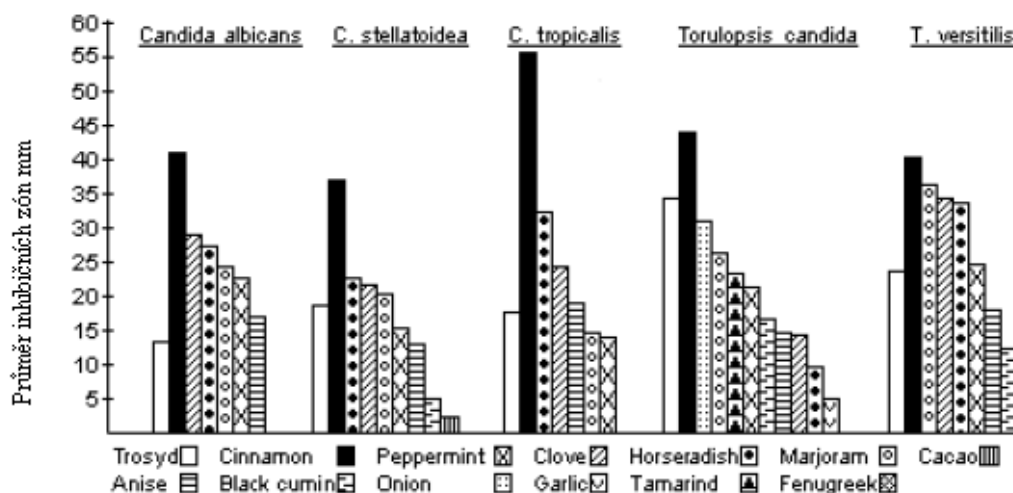
MLC = minimální smrtelná koncentrace

** = Počet kolonií (5-mm průměr), na které působí aldehyd

+ = není fungicidní v MIC

Některé patogenní kvasinky rodu *Candida*, jmenovitě *Candida albicans*, *C. stellatoidea*, *C. tropicalis*, *Torulopsis candida* a *T. versatilis*, způsobují u žen vaginitidu. Tyto organismy byly izolovány od 225 pacientek trpících tímto onemocněním. Graf č. 7 ukazuje porovnání vlivu 12 esenciálních olejů. Největší inhibiční zóna byla pozorována u *C. tropicalis* při použití skořice, která obsahuje 65-75 % skořicového aldehydu. Skořice rovněž prokázala svou největší účinnost proti všem pěti použitým druhům kvasinek (Abdel-Mallek A. Y., 1994).

Graf č. 7 - Vliv některých esenciálních olejů na růst pěti druhů kvasinek v porovnání s troudem (Abdel-Mallek A. Y., 1994).



Kvasinky lze izolovat i z čerstvých kuřecích produktů (např. hamburger, řízek), z kterých bylo celkem identifikováno 23 druhů rodu *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaromyces*, *Issatchenkia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Trichosporon* a *Yarrowia*. Vysoká kontaminace může být způsobena použitím masa nižší jakosti při výrobě nebo nesprávným dodržováním hygienických předpisů. Přidáváním aldehydu k těmto výrobkům by se zlepšila značně jejich trvanlivost (Abdel-Aziz Hemly BRR, 2005).

Činnosti skořice, hřebíčku, česneku a výtažku tymiánu proti *C. albicans*, *D. hansenii* a *S. cerevisiae*, *in vitro*, jsou uvedeny v tabulce č. 8. Tyto výsledky dokazují, že použitím těchto látek se omezí růst kvasinek v masných produktech (Abdel-Aziz Hemly BRR, 2005).

Tabulka č. 8 – Inhibiční zóny (mm) růstu kvasinek s rostlinnými výtažky (v %, v / v) (Abdel-Aziz Hemly BRR, 2005).

druhy kvasinek	Ethanol			skořice			hřebíček			česnek			tymián		
	95	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20		
<i>Candida albicans</i>	3	0	13	22	9	15	19	4	9	13	8	19	22		
<i>Debaromyces hansenii</i>	1	8	11	17	0	12	23	0	3	11	12	16	26		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2	7	13	19	7	11	16	0	13	19	13	21	29		

5.3. Účinek proti plísním

Hlavním rezervoárem plísní je půda, odtud se dostávají do vzduchu, na organický materiál a průmyslové předměty uložené ve vlhku. Jsou nenáročné na živiny, a proto se jim daří i na vlhkých zdech, kůži, papíru, tkaninách, syntetických barvivech, některých plastech apod. (Guynot M. E., 2003).

K rozmnožování jim stačí poměrně nízká vodní aktivita prostředí i velice kyselé pH, proto se nacházejí na povrchu džemů, marmelád, ovocných šťáv, chleba a jiného pečiva. Byla prokázána vysoká inhibiční účinnost skořicového aldehydu na plísně rodu *Eurotium*, *Aspergillus* a *Penicillium* izolovaných z vybraných pekárenských výrobků (Guynot M. E., 2003).

Dokážou napadat i neporušená rostlinná pletiva např. zeleniny, měkkého ovoce, skladovaného obilí nebo cukrovky. Rostou i za nízkých teplot (až -10° C). Naopak několikaminutové zahřátí na teplotu 70-75° C většina nepřežívá. Vytvářejí nebezpečné mykotoxiny. Některé jsou patogenní pro člověka, vyvolávají alergickou reakci u citlivých jedinců (Šilhánková L., 2002).

Mají pozitivní význam jako producenti antibiotik, organických kyselin (citronové, fumarové, glukonové, atd.), při výrobě léků a aerobním čištění odpadních vod (Šilhánková L., 2002).

Skořicový aldehyd má zpomalující vliv na růst patogenních kmenů plísní (*Alternaria brassicola*, *Cladosporium herbarium*, *C. resinae*, *C. cladosporioides*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia* sp., *Fonsecaea compacta*, *Piedraia hortae*). Minimální inhibiční koncentrace aldehydu byla stanovena v rozmezí 63 až 125 $\mu\text{L}/\text{mL}$. Díky těmto poznatkům ho lze přidávat do farmaceutik k potlačení mykotického onemocnění (Moreira A. C. P., 2007).

V potravinářství má uplatnění díky své nízké toxicitě jako desinfekční prostředek aplikující se na povrch rostlin, například rajčat. Tato zelenina je velice náchylná na napadení plísněmi *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* a *Rhizopus stolonifer*. Rajčata byla ošetřena po dobu 30 minut 13 mM roztokem skořicového aldehydu a skladována při 18° C v uzavřených plastových pytlích. Až po 9 dnech byl zaznamenán první nárůst plísní. U neošetřených plodů tomu bylo již čtvrtý den. Po aplikaci aldehydu vydrží čerstvá zelenina a ovoce mnohem déle i bez okamžitého zpracování (Rahman S., 1999).

6. VYUŽITÍ SKOŘICOVÉHO ALDEHYDU

Skořicový aldehyd patří mezi Cinnamáty. Jedná se o aromatické látky v potravinách, které mohou vyvolat hematogenní kontaktní alergickou dermatitidu u osob kontaktně přecitlivělých na cinnamáty. Aldehyd se testuje spolu se směsí osmi hlavních substancí vůní: skořicový alkohol, skořicový aldehyd, skořicový alfa-amylaldehyd, isoeugenol, eugenol, hydroxycitronellal, geraniol a extrakt z lišejníku *Evernia prunastri* (Karlová I., 2008).

Pro svou charakteristickou vůni je využíván hojně v parfumerii, kde se kombinuje s eugenolem nebo D-Limonenem. Tyto sloučeniny snižují možnost alergické reakce na kůži způsobenou vysoce koncentrovaným skoř. aldehydem (Karlová I., 2008).

Je hlavní složkou umělých skořicových silic. Dále se vyskytuje jako meziprodukt při syntéze např. skořicového alkoholu a dihydrozimmtalkoholu. Přidává se rovněž do mýdel, ale vlivem nevhodného skladování může dojít k jeho vyblednutí (Riechstoff-Lexikon - Index).

Nejčastěji se v potravinách setkáváme se skořicovým alkoholem a skořicovým aldehydem. Jsou obsaženy v aromatizovaných čajích, zmrzlínách, žvýkačkách, bonbonech, cukrářských výrobcích, nealkoholických nápojích (Coca-Cola), vermutech, koření a kořenících směsích (Karlová I., 2008).

Dále se používá jako aroma nebo chuťová přísada v zubních pastách, ústních vodách, mýdle, parfémeh a je také přítomen v pekařských výrobcích. I v běžně používaných koncentracích tyto látky po kontaktu s kůží mohou u některých lidí vyvolat erytém a svědění nebo pálení kůže a jen velmi vzácně kontaktní kopřivku. Ta je spíše pozorována u lidí, kteří přišli do kontaktu s mnohem vyššími koncentracemi cca 5 % (Viktorinová M., 2008).

Podle lékařské studie byl prokázán pozitivní vliv skořicového aldehydu na snížení rizikových faktorů spojených s diabetem a kardiovaskulárním

onemocněním u lidí s diabetem typu 2. Po 40 dnech byl zjištěn úbytek glukózy (18-29 %), triglyceridů (23-30 %), LDL cholesterol (7-27 %) a celkového cholesterolu (12-26 %). Změny v množství HDL cholesterolu byly nepatrné (Khan A., 2003). Naproti tomu u dospívajících pacientů s diabetem typu 1 nebyl zjištěn žádný účinek na množství glukózy (Alschuler J. A., 2007).

Velké uplatnění má rovněž jako antioxidační činidlo. Aktuální výzkum volných radikálů potvrdil, že potraviny bohaté na antioxidanty hrají zásadní roli v prevenci kardiovaskulárních chorob, rakoviny, a nervově degenerativních onemocnění, včetně Parkinsonovy a Alzheimerovy choroby, stejně jako buněčného a kožního stárnutí. (Kuan-Hung Lin, 2006).

Jiná studie se zabývá antioxidačními účinky aldehydu v ledvinách krys, který jim byl podán ústní sondou. Výsledky závisí na koncentraci podaného přípravku a délce působení (Gowder S. J. T., 2006).

7. SKOŘICOVÝ ALDEHYD V POTRAVINÁCH

Pomocí plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie bylo stanoveno množství esenciálních olejů v několika potravinách (skořicový chléb, cereálie, sušenky, puding, jablečný kompot a ovocný džus), které byly nakoupeny v běžném obchodě.

Tabulka č. 9 – Zjištěné množství esenciálních olejů v potravinách pomocí GC-MS (mg/100g).

cinnamon-containing product	<i>trans</i> -cinnamaldehyde	eugenol	vanillin	ethylvanillin ^b
applesauces				
cinnamon applesauce (Mott's) ^c	0.05 ± 0.005	0.46 ± 0.18	nd ^c	nd
cinnamon applesauce (Town House)	0.39 ± 0.09	tr ^d	nd	nd
breads				
apple cinnamon muffin	nd	tr	nd	9.4 ± 1.6
gingerbread	0.86 ± 0.05	20.0 ± 1.0	nd	nd
cinnamon honey buns	8.4 ± 0.2	nd	nd	nd
cinnamon swirl bread	31.1 ± 2.8	nd	nd	nd
cereals				
Cinnamon Life	1.8 ± 0.2	nd	nd	nd
Cinnamon Grahams	6.8 ± 1.2	nd	10.4 ± 1.4	nd
Apple Cinnamon Cheerios	12.3 ± 0.6	0.22 ± 0.01	tr	nd
Cinnamon Toast Crunch	18.7 ± 1.4	nd	nd	nd
Cinnamon Grins	21.9 ± 0.9	nd	19.5 ± 1.0	nd
cookies				
Apple Cinnamon Newtons	0.04 ± 0.01	nd	tr	nd
Chai Tea	2.7 ± 0.1	18.0 ± 1.6	nd	nd
Cinnamon Honey Hearts	9.3 ± 1.7	nd	nd	nd
whole wheat and cinnamon	15.8 ± 1.3	nd	nd	nd
juices				
tomato	nd	nd		
orange	tr	0.18 ± 0.03		
apple	tr	nd		
puddings				
bread pudding	0.49 ± 0.01	0.19 ± 0.01	nd	nd
rice pudding	1.9 ± 0.3	nd	nd	nd

Největší hodnoty skořicového aldehydu byly naměřeny u skořicového chleba 31,1 mg/100g. Naopak pomerančový a jablečný džus obsahoval jen stopové množství.

8. ZÁVĚR

Skořicový aldehyd lze využít v několika odvětvích díky jeho charakteristickým vlastnostem. Už několik let slouží jako pochutina při výrobě jídel a nápojů. Přidává se do jogurtů, čajů, sušenek apod. pro své aroma a chuť. Rovněž se zpracovává v parfumerii, kde je součástí nejrůznějších kosmetických výrobků.

Velké uplatnění má dále v potravinářském průmyslu. Podle několika studií má z testovaných látek nejlepší antimikrobionální vlastnosti. Působí bez rozdílu na G^+ i G^- bakterie. Pro kvasinky, zvláště rodu *Candida*, je silně toxický i v malých dávkách. U lidí se můžeme setkat s alergickou reakcí u citlivých jedinců nebo při vysokých koncentracích nad 5 %, ale jinak je zdraví nezávadný. V kombinaci s vhodně zvoleným pH se jeho inhibiční účinnost zvětší. Značně se prodlouží doba trvanlivosti potravin. Velké výhody to přináší u potravin, které se musejí dovážet přes velké vzdálenosti a jsou náchylnější ke kažení. Aldehyd lze rovněž aplikovat jako aerosol ve vzduchu ve skladovacích prostorách či v místnostech, kde se suroviny zpracovávají.

Dále se používá v léčitelství už několik let. Skořice podporuje chuť k jídlu, snižuje krevní tlak a zlepšuje trávení. Díky dezinfekčním a antibiotickým účinkům ji lze použít proti chřipce a nachlazení. V nedávné době byl prokázán antidiabetický účinek skořice, kdy se snížilo množství glukózy o 18-29 % a celkového cholesterolu o 12-26 %. Lze inhalovat při léčbě onemocnění dýchacích cest. Má rovněž antioxidační účinky.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- **ABDEL-MALLEK, A. Y., BAGY, M. M. K., HASAN, H. A. H.** The *in vitro* anti-yeast activity of some essential oils. Journal of Islamic Academy of Sciences 1994. **7:1**, 10-12
- **ALI, Shaik Mahaboob, A KHAN, Aleem, AHMED Irshad, et al.** Antimicrobial activities of Eugenol and Cinnamaldehyde against the human gastric pathogen *Helicobacter pylori*. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials 2005, **4**: 20
- **ALTSCHULER, Justin A., CASELLA, Samuel J., MACKENZIE, Todd A., CURTIS, Kevin M.** The Effect of Cinnamon on A1C Among Adolescents With Type 1 Diabetes. Diabetes Care. 2007. **30**: 813–816
- **AMALARADJOU, Mary Anne Roshni, HOAGLAND, Thomas A., VENKITANARAYANAN, Kumar.** Inactivation of *Enterobacter sakazakii* in reconstituted infant formula by trans-cinnamaldehyde. International Journal of Food Microbiology. 2008. **129**: 146–149
- **BARCELOUX, Donald G.** Medical Toxicology of Natural Substances : Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Plants, and Venomous Animals. John Wiley and Sons, 2008. 1158 s. ISBN 9780471727613
- **BARCELOUX, Donald G.** Medical Toxicology of Natural Substances: Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Plants, and Venomous Animals. [s.l.] : John Wiley and Sons, 2008. 1158 s. ISBN 9780471727613
- **BATTISTUZZI G., CACCHI S., FABRIZI G.** An Efficient Palladium-Catalyzed Synthesis of Cinnamaldehydes from Acrolein Diethyl Acetal and Aryl Iodides and Bromides. American Chemical Society. 2003. **5**: 777–780
- **BEVILACQUA, A., CORBO, M.R., a SINIGAGLIA M.** Combined effects of low ph and cinnamaldehyde on the inhibition of *licyclobacillus acidoterrestris* spores in a laboratory medium. Journal of Food Processing and Preservation. 2008. **32**: 839–852
- **BEVILACQUA, A., CORBO, M.R., SINIGAGLIA, M.** Inhibition of Alicyclobacillus acidoterrestris spores by natural Compounds. International Journal of Food Science and Technology. 2007. **43**: 1271–1275
- **BHAT, Sujata V., NAGASAMPAGI, Bhimsen A., SIVAKUMAR Meenakshi.** Chemistry of natural products. 1. vyd. Birkhäuser, 2005. 840 s. ISBN 9783540406693
- **BHAT, Sujata V., NAGASAMPAGI, Bhimsen A., SIVAKUMAR Meenakshi.** Chemistry of natural products. 1. vyd. Birkhäuser, 2005. 840 s. ISBN 9783540406693

- **BURDOCK, George A.**, Encyclopedia of food and color additives. [s.l.] : CRC Press, 1997. 3153 s. ISBN 9780849394164
- **CRAZE, Richard.** Koření. Přel. Ladislava Vydrová. 1. vyd. Praha : Fortuna Print, 2002. 192 s. ISBN 80-7321-010-X
- **GOWDER, Sivakumar J. T. and DEVARAJ, H.** Effect of the Food Flavour Cinnamaldehyde on the Antioxidant Status of Rat Kidney. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*. 2006. **99**: 379–382
- **GUYNOT, M. E., RAMOS, A. J., SETÓ, L., PURROY, P., SANCHIS V. and MARÍN S.** Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *Journal of Applied Microbiology*. 2003. **94**: 893–899
- **HEMLY BRR, Abdel-Aziz, MAHMOUD, Yehia AbdeL-Galele.** Anti-Yeast Effects of Some Plant Extracts on Yeasts Contaminating Processed Poultry Products in Egypt. *Czech J. Food Sci.*, **23**: 12–19
- **HERSCH-MARTÍNEZ, P., LEANOS-MIRANDA B.E., SOLÓRZANO-SANTOS F.** Antibacterial effects of commercial essential oils over locally prevalent pathogenic strains in Mexico. *Fitoterapia*. 2005. **76**: 453–457
- **CHANG, Ching-Wen, CHANG, Wei-Lung, CHANG, Shang-Tzen, CHENG, Sen-Sung.** Antibacterial activities of plant essential oils against *Legionella pneumophila*. *WAT E R R E S E A R C H*. 2008. **42**: 278 – 286
- **CHANG, Shang-Tzen, CHEN, Pin-Fun, CHANG, Shan-Chwen.** Antibacterial activity of Lea Essentials oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2001. **77**: 123-127
- **CHEMICAL AND OTHER SAFETY INFORMATION** : Safety data for cinnamaldehyde [online]. England : Oxford University, The Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, aktualizováno 25. 8. 2004. [cit. 2009-08-05]. Dostupný z WWW: <http://msds.chem.ox.ac.uk/CI/cinnamaldehyde.html>
- **KARLOVÁ Iva, VIKTORINOVÁ, Marie, BIENOVÁ, Martina.** Exacerbace kontaktní alergické dermatitidy po perorálním požití alergenu. *Dermatol. praxe*. 2008. **2(1)**: 41–42
- **KHAN, Alam, SAFDAR, Mahpara, ALI KHAN Mohammad Muzaffar, KHATTAK, Khan Nawaz, ANDERSON, Richard A.** *Cinnamon* Improves Glucose and Lipids of People With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2003. **26**: 3215–3218
- **KOLLANOOR, Johny A., DARRE M. J., Hoagland, T. A., Schreiber D. T., et al.** Antibacterial Effect of *Trans*-Cinnamaldehyde on *Salmonella Enteritidis* and *Campylobacter jejuni* in Chicken Drinking Water. Department of Animal Science, University of Connecticut. 2008. **17**: 490–497

- **KRATOCHVIL, František.** Parfémová směs I. Im-Bio-Pharm Consult [online]. [cit. 2009-06-27]. Dostupný z WWW: <http://www.epitesty.cz/pasports/Mx%2007.pdf>
- **LÁNSKÁ, Dagmar.** Tradiční koření II. Praha : Lidové noviny, 2001. 145 s. ISBN 80-7106-531-5
- **LIN, Kuan-Hung, YEH, Shu-Yin, LIN, Min-Yi, SHIH, Ming-Chih, YANG, Kai-Ts'ung, HWANG, Shih-Ying.** Major chemotypes and antioxidative activity of the leaf essential oil of *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. from a clonal orchard. Food Chemistry. 2007. **105**: 133–139
- **MAJETI, Vimala A., SUSKIND Raymond R.** Mechanism of cinnamaldehyde sensitization. Department of Environmental Health, Cincinnati, Ohio, USA, University of Cincinnati, 1977. **3**: 16-18
- **MOREIRA1, Ana Carolina Pessoa, LIMA, Edeltrudes de Oliveira, LEITE DE SOUZA, et al.** Inhibitory effect of *Cinnamomum zeylanicum* blume (lauraceae) Essentials oil and β -pinene on the growth of dematiaceous moulds. Brazilian Journal of Microbiology. 2007. **38**: 33-38
- **NUDELMAN, Norma S., SCHULZ, Hernan G., GARCÍA, Graciela V.** Reaction of phenyllithium with *c*-cinnamaldehyde: study of several variables and their influence on the mechanism of reaction and in organic synthesis. Journal of physical organic chemistry, 1998. **11**: 722–730
- **OPRESNIK, Marko, SEBENIK, Anton, ZIGON, Majda, and OSREDKAR, Uči.** Synthesis and Characterization of Resins from 4-Ethylphenol and Cinnamaldehyde. Boris Kidrič Institute of Chemistry, 1988. **160**: 155 – 162
- **PARTHASARATHY V. A., CHEMPAKAM B., JOHN ZACHARIAH T.** Chemistry of Spices. [s.l.] : CABI, 2008. 400 s. ISBN 9781845934057
- **PAXSON, Frederic L.** The Last American Frontier. Simon Publications LLC, 2001. 428 s. ISBN 9781931313544
- **PETER K. V.** Handbook of herbs and spices, Volume 1. 2. vyd. Cambridge : Woodhead Publishing, 2001. 319 s. ISBN 9781855735620
- **PRABUSEENIVASAN, Seenivasan, JAYAKUMAR, Manickam a IGNACIMUTHU, Savarimuthu.** *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. BMC Complementary and Alternative Medicine. 2006. **6**: 39
- **RAHMAN, Shafiur.** Handbook of food preservation. CRC Press, 1999. 809 s. ISBN 9780824702090
- **RAVINDRAN, P. N., NIRMAL BABU, K., AND SHYLAJA M.** Cinnamon and cassia : The genus *Cinnamomum*. CRC Press, 2004. 361 s. ISBN 9780415317559

- **SATO, Kei, KRIST, Sabine, BUCHBAUER Gerhard.** Antimicrobial Effect of *trans*-Cinnamaldehyde, (-)-Perillaldehyde, (-)-Citronellal, Citral, Eugenol and Carvacrol on Airborne Microbes Using an Airwasher. Department of Clinical Pharmacy and Diagnostics, University of Vienna. 2006. **29**: 2292-2294
- **SCHRÖDER, Thomas.** Riechstoff Lexikon index [online]. OMIKRON GmbH Naturwaren, aktualizováno 14. 07. 2000. [cit. 2009-10-05]. Dostupný z WWW: <http://www.chemikalienlexikon.de/aroinfo/6500-aro.htm>
- **SINGH, H. B., SRIVASTAVA, M., SINGH, A. B., SRIVASTAVA, A. K.** Cinnamon bark oil, a potent fungitoxicant against fungi causing respiratory tract mycoses. *Allergy*. 1995. **50**: 995-999
- **SLAUGHTER, Jennifer Louise.** Wittig Reaction of cinnamaldehyde; trans-Phenylbuta-1,3-diene [online]. SyntheticPages an interactive diabase of chemici procedures, aktualizováno 4. 06. 2009. [cit. 2009-14-05]. Dostupný z www: <http://www.syntheticpages.org/search.php?action=1&page=1&id=284>
- **SUKKASEM, Daorin, HONGPATTARAKERE, Tipparat and H-KITTIKUN, Aran.** Combined effect of crude herbal extracts, pH and sucrose on the survival of *Candida parapsilosis* and *Zygosaccharomyces fermentati* in orange juice. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 2007. **29(3)**: 793-800
- **ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila.** Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. 2. vyd. Praha : Academia. 2002. 363 s. ISBN 8-85605-71-6
- **TAN, HUGH T. W.** Herbs & spices of Thailand. Marshall Cavendish, 2005. 127 s. ISBN 9789812329684. [cit. 2009-14-05]. Dostupný z www: http://www.google.cz/books?id=1M2NqA3BqKcC&pg=PA5&dq=picture+Cinnamomum+cassia&lr=&as_brr=3&source=gbs_selected_pages&cad=4#v=onepage&q=&f=false
- **THALESNANO NANO TECHNOLOGY.** Selective hydrogenation of cinnamaldehyde to cinnamyl alcohol on a Pt nanoparticle based catalyst using the H-Cube® Flow Reactor, 2006.[cit. 2009-14-08]. Dostupný z www: <http://www.thalesnano.com>
- **VALERO, M., FRANCÉS E.** Synergistic bactericidal effect of carvacrol, cinnamaldehyde or tymol and refrigeration to inhibit *Bacillus cereus* in carrot broth. *Food Microbiology*. 2005. **23**: 68–73
- **VALÍČEK, Pavel.** Koření a jeho léčivé účinky. 1. vyd. Benešov : Start, 2005. 135 s. ISBN 80-86231-34-8
- **VIKTORINOVÁ, Marie.** Kontaktní kopřivky. *Dermatol. praxe*. 2008. **2(1)**: 16–18

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	SKOŘICOVÝ ALDEHYD JAKO POTRAVINÁŘSKÉ ADITIVUM
Autor práce	Kateřina Hájková
Obor	Hodnocení a analýza potravin
Rok obhajoby	2009
Vedoucí práce	doc. Ing. Libor Červenka Ph.D.
Anotace	Bakalářská práce se zabývá výskytem skořicového aldehydu v přírodních produktech, jeho charakteristikou z chemického hlediska a antimikrobionálními vlastnostmi proti bakteriím, kvasinkám a plísním. Rovněž bylo posuzováno jeho využití v potravinářském průmyslu a v lékařství.
Klíčová slova	skořicový aldehyd, skořice, antimikrobionální účinky
Anotace v angličtině	The Bachelor thesis deals with the occurrence of a cinnamaldehyde in the natural products, the chemical characteristics and antimicrobial properties against bacteria, yeasts and fungi. It was also considered its use in the food industry and medicine.
Klíčová slova v angličtině	Cinnamaldehyde, <i>Cinnamon</i> , Antimicrobial

