

**Efekt tepelné přípravy jídel na kvalitu vnitřního ovzduší
v restauracích rychlého občerstvení**
**The effect of cooking on indoor air quality in fast food
restaurants**

Jitka Štolcpartová

Doc. RNDr. Martin Braniš CSc.

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod..... | 3 |
| 1. Tepelná úprava jídel v chudých částech světa..... | 4 |
| 2. Tepelná příprava jídel západního typu..... | 5 |
| 3. Tepelná příprava jídel v restauracích rychlého občerstvení..... | 8 |
| 4. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni | 12 |
| 4.1. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni emisemi vytvářené plynovými zařízeními..... | 12 |
| 4.2. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni emisemi z tepelné úpravy pokrmů.... | 13 |
| 4.3. Vystavení zaměstnanců pracujících v kuchyni vysoké teplotě (tepelný stres)..... | 14 |
| 5. Šíření emisí po pracovišti..... | 15 |
| 5.1. Charakteristiky teplého stoupavého proudu nad aktivním kuchyňským zařízením..... | 15 |
| 5.2. Odstraňování emisí z tepelné přípravy pokrmů z ovzduší..... | 16 |
| 5.3. Capture-jet..... | 16 |
| Závěr..... | 17 |
| Zdroje | 18 |
| Příloha 1..... | 21 |

Úvod

Každý organismus na Zemi potřebuje ke svému přežití přísun energie. Člověk potřebnou energii přijímá potravou, ale na rozdíl od ostatních organismů, ji často tepelně upravuje (vaření v páře, vaření, smažení, fritování, pečení). Lidstvo si tepelně upravuje potravu už po tisíce let. Nastává tedy otázka, jestli proces tepelné přípravy pokrmů má na nás nějaký vliv.

Poslední dobou můžeme být svědky neobyčejného technického pokroku, rozvoje dopravy, lékařské péče, vědy a dalších a dalších odvětví lidské činnosti. Člověk ovlivňuje vše kolem sebe a celá Země se mění. Stejně tak se mění i náš životní styl.

V dnešní uspěchané době lidé věnují stále méně času stravování. Návštěva rychlého občerstvení je nejjednodušší a hlavně nejrychlejší cesta, jak uspokojit naši kalorickou potřebu.

S přibývajícím obezitou a kardiovaskulárními chorobami se lidé naučili rozpoznávat, co je pro ně zdravé a co není. Každý vám řekne, že smažená jídla by neměla patřit do každodenního jídelníčku, ale přesto se tím lidé neřídí možná z časových důvodů, možná jen z lenosti.

Z médií má mnoho lidí v povědomí, že většina produktů z rychlého občerstvení je příliš tučná, a proto bychom se jim měli vyhýbat. Ale mnohé výzkumy (*Tabee, 2008; Persson, 2008; Rogge et al., 1991, Purcaro et al., 2006*) ukázaly, že při nejčastější přípravě těchto pokrmů, jako je grilování a smažení, dochází k utváření nebezpečných látek. Pokud se tyto látky vytvářejí, dalo by se předpokládat, že se také budou uvolňovat do ovzduší.

Samozřejmě uvolňované látky nemusejí být ve vysokých koncentracích a na první pohled se zdají být zanedbatelné. Ale co zaměstnanci, kteří tráví mnoho hodin v týdnu právě přípravou pokrmů v rychlém občerstvení, pro ně už tyto koncentrace zanedbatelné být nemusí.

Samozřejmě problematika znečištění vnitřního ovzduší při tepelné úpravě pokrmů není jen záležitostí restaurací rychlého občerstvení, ale je to celosvětový problém, který se dotýká většiny lidí jak v rozvojových zemích, tak i ve vyspělých.

1. Tepelná úprava jídel v chudých částech světa

Lidé ve velké části světa používají dřevo a jinou biomasu jako hlavní zdroj paliva. Polovina lidstva tepelně upravuje pokrmy na ohni ze spalování biomasy (*Pahdy, 2008*).

Spalování biomasy je vysoce neúčinný způsob vaření ve srovnání se zkapalněným petrolejovým plynem, používaný v bohatších rodinách nebo např. se zemním plynem v bohatších zemích. Sběr paliva zabere ženám 1 až 2,5 hodiny denně, a to je čas, který by mohly využít jinak např. vzdělání (*The World Bank, 1996*).

Spalování biopaliv může při nevhodných podmínkách výrazně škodit lidskému zdraví, a to kvůli vypouštěnému kouři, který obsahuje mnoho nebezpečných látek a velké množství suspendovaných částic (*Turiel, 1985*).

V minulosti se vynaložilo mnoho úsilí na vylepšení dostupných kamen spalující dřevo nebo dřevěné uhlí, ale mnoho lidí nemá přístup ke dřevu, aby ho mohli použít jako palivo. Odlesňování a eroze přispěly k velkému nedostatku dřeva ve střední a jižní Asii a v Africe. Nedostatek tohoto paliva vede lidi v těchto a dalších oblastech ke spalování velkého množství trusu a mnoho z nich používá sušený trus jako primární palivo. Spalování trusu je neúčinné a plné kouře. (*Witt M et al, 2006*)

Biomasa je často spalována v kotlích ve tvaru U, kde je nedostatek vzduchu a probíhá tak nedokonalé spalování, teplota je nízká a množství kouře je veliké. Při těchto podmínkách jsou hlavními kontaminanty vnitřního prostředí oxid uhelnatý a suspendované částice. (*Witt M et al, 2006*)

Oxid uhelnatý je bezbarvý, nezapáchající, toxický plyn produkovaný při nedokonalém spalování paliv s obsahem uhlíku. Oxid uhelnatý zasahuje do přenosu kyslíku v těle navázáním na hemoglobin silněji než kyslík. Výsledný karboxihemoglobin nemůže přenášet kyslík do tělních buněk. (*Turiel, 1985*)

Vliv na zdraví suspendovaných částic je silně závislý jejich chemické a fyzické povaze. Tvar a velikost částic určuje pravděpodobnost vdechnutí až do plic. Chemická povaha určuje účinek na plicní tkáň. (*Turiel, 1985*)

Benzo-a-pyrene je karcinogenní sloučenina vznikající při spalování dřeva nebo zvířecího trusu. (*Turiel, 1985*)

Proto je zdokonalení kotlů důležité, mají větší účinnost, a to znamená pokles množství produkovaných emisí a snížením času potřebného na úpravu jídel.

Mnoho lidí, zvláště ženy a děti, je vystaveno velmi vysokým úrovním znečištění ovzduší během doby, kterou tráví v kuchyni při tepelné přípravě jídla. Ale není to jen samotný čas strávený při tepelné úpravě, ale také čas při rozdělávání ohně a jeho dohasínání. Studie v Indii (*Pahdy, 2008*)

zjistila, že expozice látkám vzniklých právě při tepelné úpravě pokrmů zvyšují riziko výskytu astmatu a dalších respiračních nemocí u malých dětí. Ke stejným výsledkům došly i studie v Zambii (*Mishra, 2003*) a v provincii Shanxi, Čína (*Mest let al., 2006*).

Znečištění vnitřního ovzduší při tepelné přípravě pokrmů má prokazatelně škodlivý účinek na obyvatelstvo v chudých částech světa.

2. Tepelná příprava jídel západního typu

Na rozdíl od tepelné přípravy pokrmů v chudých částech světa máme k dispozici čistší zdroje paliva (plyn, elektřina). Naše obydlí jsou vybavena ventilačními systémy a digestoři. Toto technické zdokonalení snižuje hodnoty emisí z tepelné přípravy pokrmů.

Proces tepelné přípravy jídel vytváří teplo, plyny, vlhkost, výpary a částice. Tyto emise znamenají pro lidské zdraví určité riziko. Ventilace by měla tyto emise redukovat (*Kajtár L a Leitner A, 2007*). Bez správně fungující ventilace se polutanty rychle rozšíří po celé domácnosti (*Sjaastad, 2008*). Lidé tráví doma velkou část dne, proto je jejich působení dlouhodobé (*Schweizer et al., 2007*).

Protože lidé tráví samotnou tepelnou úpravou jen zlomek času z celého dne, tak emitovaná teplota a vlhkost nemá žádný vliv na jejich zdraví. Také výpary a částice působí ve vyšších koncentracích jen po dobu úpravy a jejich vliv je téměř zanedbatelný. Plyny emitované především spalováním zemního plynu v plynových sporácích mohou mít neblahé účinky na dýchací soustavu. (*Turiel, 1985*)

Studie, která monitorovala koncentrace různých polutantů v obydlí s plynovými sporáky, zaznamenala u téměř všech zvýšenou úroveň NO₂ ve vnitřním ovzduší. U části budov dokonce převyšovaly venkovní zdravotní standardy (*Eisner et Blanc, 2003*).

Povaha a množství polutantů emitovaných při tepelné úpravě pokrmů na plynových sporácích závisí na druhu připravovaného jídla, frekvenci a délce vaření a na efektivnosti spalování. Efektivní spalování vyžaduje správnou směs zemního plynu a vzduchu k živení plamene. Špatně seřízený sporák emituje mnohem více CO než nový či správně seřízený. Také obsazení hořáků hrnci či pánvemi zvyšuje jeho emitování (*Turiel, 1985*).

Emitování je nespojité, polutanty dosáhnou vrcholu koncentrace v kuchyni v během tepelné přípravy jídla. Tyto látky se rozšíří po domě a obvykle v průběhu jedné hodiny a jejich koncentrace dosáhnou stejné úrovně v kuchyni, ložnici a obývacím pokoji (*Sjaastad, 2008*).

Koncentrace polutantů mohou být podstatně sníženy digestoři, zařízením nad sporákem skládajícím se z větráku spojeným s ventilační vývodem, které čerpá produkty spalování ven.

Lokální ventilace je efektivní opatření před všemi polutanty z vnitřních zdrojů a především při tepelné přípravě jídla. Při chladném počasí se při zapnutí digestoří zvyšuje zátěž pro vytápění, protože teplý vzduch je odčerpáván ven a je nahrazován studeným venkovním vzduchem. Digestoř je používána jen občas, cena výhřevu nadbytečného studeného vzduchu je vykompenzována výhodami ze zlepšené kvality vzduchu (Turiel, 1985).

Na základě výsledků studie se prokázalo, že klasické digestoře o výkonu 180-250 m³/h nedokáží zabezpečit požadovanou ventilaci pro kvalitní vnitřní prostředí (Kajtár L a Leitner A, 2007). Digestoře o takovém výkonu dnes patří k nejlevnějším, ale jsou často instalovány ve starších bytech, kde nadále slouží. Ke zredukování emisí na původní hodnotu dochází se spuštěnou digestoří až za 30 min po ukončení tepelné úpravy jídla, za tuto dobu se už emise přenesly do okolních pokojů. Ty už nejsou vybaveny tak výkonnou ventilací jako kuchyně a mohou zde sečkat delší dobu. (Sjaastad et al., 2008)

Dnešní technologie capture-jet využívá proudů chladnějšího vzduchu k vytvoření bariéry mezi teplým stoupajícím vzduchem a kuchyní, aby se polutanty z úpravy jídla dále nerozšiřovaly do kuchyně a byly v co největší míře nasáty digestoří (Kosin et Oy, 2004). V běžných domácích podmínkách zatím není tato technologie používána.

Vysátý vzduch digestoří je nahrazen venkovním ovzduším, které, ale v centru města je znečištěno dopravou. I přes to, je instalace digestoře výhodná.

Plynové sporáky patří mezi hlavní znečišťovatele vnitřního prostředí NO₂ (Turiel, 1985; Jones, 1999). Studie (Jones, 1999; Chao et Law, 2000) ukázaly, že koncentrace NO₂ je vyšší v domech s plynovým vařičem než s elektrickým.

NO₂ je vzdušný polutant který je přítomen jak ve venkovním tak ve vnitřním prostředí. NO₂ vzniklá ve venkovním prostředí hlavně provozem dopravy, spalováním fosilních paliv, spalovacími motory nebo kotli, kdežto ve vnitřním prostředí ovlivňují koncentraci plynové sporáky, kerosinová topení, cigaretový kouř a ventilační zařízení. NO₂ dráždí hluboko v plicích, kvůli jeho malé rozpustnosti a vysokému oxidačnímu potenciálu. Vystavení vysokým koncentracím podporuje rozvoj několika akutních plicních postižení a v některých extrémních případech dokonce i smrt. Děti, staří lidé a nemocní jsou částí populace, která je více ovlivněna expozicí NO₂, protože tráví více času doma (Turiel, 1985).

Stude, které vyšetřovaly vztah mezi užíváním plynového sporáku a respiračními symptomy nebo funkcí plic v dospělosti došly k různým závěrům. Studie (Ng et al., 1993) nenašla spojitosti mezi vařením na plynu a respiračními symptomy nebo zmenšením plicní funkce, ale jiná studie (Holscher, 2000) naopak oznámila vztah mezi vařením na plynu a zvýšení výskytu respiračních symptomů.

Další studie sledovala vztah mezi tepelnou úpravou jídla na plynovém sporáku a zdraví dýchací soustavy astmatiků. Protože tepelná úprava potravin na plynových sporácích produkuje plyny dráždící dýchací cesty a tyto polutanty mohou pravděpodobněji negativně účinkovat na zdraví dýchací soustavy lidí trpících astmatem, nebo jiným chronickým onemocněním plic (*Turiel, 1985*).

Studie (*Ng, 2001*) sledující vztah mezi plynovým sporákem a projevy astmatu došla k závěru, že používání plynu je spojeno se zvýšeným rizikem respiračních symptomů. Ale jiná studie (*Eisner, 2003*) žádný významný statistický důkaz nenalezla.

Pravděpodobnost expozice plynového sporáku se mění s geografickými a socioekonomickými faktory, které také mohou ovlivnit stav astmatu. Domy s plynovými sporáky pravděpodobněji budou stát ve městech a mít starší konstrukci. Protože tyto faktory mohou být spojeny s astmatickými potížemi, matou a ovlivňují zkoumání vztahu mezi používáním plynu a zdravím dýchací soustavy (*Eisner, 2003*).

Na druhou stranu, ačkoli je kouření považováno za nejdůležitější příčinu rakoviny plic, kouření plně nevysvětluje epidemiologické statistiky rakoviny plic u Asijských žen, které zřídka kouří, ale celkem často onemocní rakovinou plic. Přes 97% žen v Singapuru nekouří. Pravděpodobný zdroj znečištění ovzduší pro tyto ženy v domácnosti je pasivní kouření a vaření. (*Ng, 2001*) To naznačuje, že může existovat spojení s denním vařením na plynových sporácích a chronickými onemocněními dýchací soustavy.

Na průměrného člověka působí mnoho polutantů z prostředí, ať už jsou to výfukové plyny cestou do práce nebo pracovní prostředí. V dopravní špičce na lidi působí výfukové plyny v nemalém množství pravidelně a po celý život, na rozdíl od emitovaných škodlivin z úpravy pokrmů, se tyto koncentrace nedají odčerpát. Stejně tak jsou vystaveni pracovnímu prostředí, ve kterém se vyskytují polutanty a působí pravidelně po delší dobu. I když na první pohled taková práce v kanceláři není zdraví nebezpečná, existuje syndrom nemocných budov, kdy jsou koncentrace látek daleko pod standarty, ale toto prostředí způsobuje řadu symptomů (*London Hazards Centre, 1990*). To znamená, že i zdánlivě čisté prostředí může mít negativní vliv na lidské zdraví a pocit pohody a při vaření se uvolňují látky, které jsou zdraví škodlivé (*Rogge et al., 1991*).

Každé prostředí, ve kterém se pohybujeme může ovlivnit naše zdraví. Doma můžeme snížit znečištění pouhou instalací efektivní ventilace.

3. Tepelná příprava jídel v restauracích rychlého občerstvení

Jak jsem podotkla v předchozím textu, během přípravy pokrmů se emitují látky, které svojí koncentrací (snižovanou digestoří) a relativně krátkou dobou působení představují pro lidské zdraví nevelké riziko. Právě doba expozice je důležitá, protože ne všichni tráví přípravou pokrmů jen zlomek ze dne.

Kuchaři tráví několikanásobně delší dobu v kuchyni tepelnou přípravou pokrmů než průměrný člověk. Všechny emise vznikající během tepelné úpravy jídla působí delší dobu ve větších koncentracích a mohou mít neblahý dopad na lidské zdraví a fyzickou či psychickou pohodu.

Při tepelné úpravě pokrmů ve vysokých teplotách vznikají nebezpečné látky, jako jsou, polycyklické aromatické uhlovodíky (*Rogge et al., 1991*). Smažení a grilování jsou právě takové postupy, které je vytvářejí.

Právě díky vysoké teplotě je doba přípravy pokrmu rychlejší než příprava v páře či vařením. To je jeden z důvodů, proč jsou fritování a grilování tak oblíbené v restauracích rychlého občerstvení.

Tepelně upravit pokrm můžeme více způsoby jako je vaření v páře, vaření, smažení či fritování. Množství a rozměry emitovaných částic se liší. Bylo pozorováno vytváření největšího množství částic u fritování, z nichž měly největší zastoupení ultrajemné (PM₁), následně smažení, vaření a vaření v páře. Tepelná úprava pokrmů za použití vody vytváří menší množství větších částic. (*See et Balasubramanian, 2006*)

Expozice jemných (PM_{2,5}) a ultrajemných (PM₁) suspendovaných částic je významný faktor ovlivňující lidské zdraví. Inhalace ultrajemných částic vyvolává plicní záněty a pravděpodobně způsobuje oxidativní stres v plicních buňkách. Jemné částice zapříčiňují stejné negativní efekty, ale v menším rozsahu. (*Sjaastad, 2008*).

Během smažení při vysokých teplotách může tuk vstupovat do vzduchu jako aerosol. Vytváří se při rozstříku nebo pění tuku a vypařováním. Vdechování těchto aerosolů dráždí plicní tkáň a jejich inhalace ve vysokých koncentracích může zapříčinit tukovou pneumonii. (*Sjaastad, 2008*).

Smažením nebo fritováním se upravuje pokrm za vysoké teploty v tuku, to má za následek větší emise organických polutantů než tepelná příprava pokrmů za použití vody (*See a Balasubramanian, 2008*).

Jídlo připravováno grilováním nebo smažením je pod vysokou teplotou. Při tomto procesu nastává škodlivá degradace tohoto produktu. Nejvýznamnější chemické procesy během tepelné úpravy jsou degradace cukrů, pyrolýza bílkovin a aminokyselin a degradace tuků.

Alkany jsou nasycené uhlovodíky s molekulou bez násobných vazeb mezi atomy uhlíku. Alkany také patří mezi alifatické sloučeniny, tj. neobsahují aromatické cykly.

Při tepelné úpravě se uvolňují hlavně alkany s počtem uhlíků 21 a více. N-alkany (n-normal, tzn. jednoduchý řetězec bez větvení) tvoří pouze malou část z množství emitovaných organických sloučenin (Rogge *et al.*, 1991)

Alkanoic a alkenoic (karboxylové) kyseliny jsou organické kyseliny charakterizované přítomností karboxylové skupiny. Nejjednodušší série karboxylových kyselin jsou kyseliny alkanoic, R-COOH, kde R je vodík nebo skupiny alkyl, u kyselin alkenoic je R alkenyl.

Mastné kyseliny jsou v syrovém mase poutány na triglyceridy a fosfolipidy a jsou uvolňovány hydrolyzou nebo oxidací během tepelné přípravy. (Rogge *et al.*, 1991)

Smažení emituje tyto kyseliny, ale ve srovnání s grilováním, jsou tyto hodnoty malé. Při grilování libového masa (10% tuku) bylo emitovaných kyselin 7x více než při smažení klasického masa na přípravu hamburgerů (21% tuku), při grilování právě tohoto masa bylo emitovaných mastných kyselin 23x více než při jeho smažení. To je způsobeno padáním tukových kapek do rozžhavených uhlíků dřevěného uhlí v grilu, kde dochází k jeho vzplanutí. (Rogge *et al.*, 1991)

U nasycených mastných kyselin převládaly kyselina palmitová a kyselina stearová, u nenasycených mastných kyselin pak kyselina palmitolejová a kyselina olejová. Nejvíce byly emitovány kyselina olejová a palmitová ve srovnání s ostatními mastnými kyselinami. (Rogge *et al.*, 1991)

Produkty oxidace

Pokud na maso působí teplo, světlo nebo kov, tak nenasycené mastné kyseliny vytváří volné radikály (R-). Tyto radikály v kombinaci s kyslíkem utváří peroxyradikály (ROO-), které reagují s dalším nenasycenými lipidy za tvorby hydroperoxidů (ROOH). Následující rozklad těchto látek zahrnuje velké množství reakcí. Tento rozklad utváří směs aldehydů, ketonů, alkoholů, esterů, furanů, laktonů a uhlovodíků. (Rogge *et al.*, 1991)

V červeném mase bylo nalezeno více než 600 látek před i po tepelné úpravě. Ty samé látky se vytvářejí v průběhu tepelné úpravy díky rozkladu mastných kyselin, které vedou k významnému množství aldehydů, ketonů, alkoholů, a uhlovodíků. Tepelná autooxidace nastává při teplotě 60°C za výskytu několika volných radikálů. Větší degradace nastává při teplotě od 200-300°C. (Rogge *et al.*, 1991)

Samotné zahřívání tuku nevede k významnému množství karbonylových sloučenin, ale přidáním masa se množství několikanásobně zvýší.

Dikarboxylové kyseliny jsou oxidačními produkty dialdehydů vytvářené v průběhu autooxidačního děje nenasycených lipidů.

Dikarboxylových kyselin se emituje méně než kyselin s jednou karboxylovou skupinou. Je zajímavé, že dikarboxylové kyseliny se přímo vytvářejí z aerosolu a jsou často připisovány právě sekundárnímu vzniku v ovzduší. (Rogge et al., 1991)

Karboxylové sloučeniny jsou organické sloučeniny, které obsahují karboxylovou skupinu. Ta se skládá z uhlíkového atomu vázaného dvojnou vazbou k atomu kyslíku.

Aldehydy obsahují aldehydickou funkční skupinu (-COH) na konci uhlovodíkového řetězce. Vznikají oxidací nenasycených mastných kyselin s jednou dvojnou vazbou.

Formaldehyd, acetaldehyd a acrolien vznikají při tepelné úpravě masa, přičemž jejich emitování se zvětšuje se stoupající teplotou. Dráždí sliznice a jsou pravděpodobně pro člověka karcinogenní.

Ketony obsahují ketoskupinu (C=O) uprostřed uhlovodíkového řetězce. Jsou pravděpodobně vytvářeny pyrolýzou triglyceridů, které obsahují beta-keto mastné kyseliny (mají ketoskupinu na druhém uhlíku od karboxylové skupiny).

(Rogge et al., 1991; Sjaastad et Svendsen, 2008)

Alkoholy jsou nearomatické organické sloučeniny obsahující skupinu nebo skupiny OH.

Při tepelné úpravě jsou uvolňovány jen ve velmi malém množství. (Rogge et al., 1991)

Furany jsou heterocyklické organické látky s atomem kyslíku zapojeným do uhlíkového řetězce. Taty látky společně s thiofeny (sloučenina podobná furanu, ale místo atomu kyslíku je obsažen atom síry) jsou pravděpodobně nejdůležitější vonnou součástí tepelně upraveného masa.

Tvoří se při interakci cukrů s aminokyselinami (organická molekula obsahující karboxylovou a aminovou funkční skupinu).

Na emitované úrovni furanů má jen malý vliv obsah tuku. (Rogge et al., 1991)

Laktony jsou cyklické estery obsahující karboxylovou a OH skupinu. Jsou charakterizované uzavřeným řetězcem obsahujícím dva a více atomů uhlíků a jediným atomem kyslíku, se kterým sousedí ketonová skupina (=O).

Laktony jsou vytvářeny laktonizací v lipidové frakci delta- a gama- mastných kyselin, které jsou běžnou součástí triglyceridů. Také mohou být vytvářeny oxidací nenasycených mastných kyselin s jednou dvojnou vazbou.

Převládající laktony v aerosolu jsou s dlouhým uhlíkovým řetězcem. (Rogge et al., 1991)

Amidy vznikají náhradou skupiny OH amidovou skupinou (jeden atom dusíku s navázanými dvěma atomy vodíku). Amidy karboxylových kyselin vznikají náhradou skupiny OH v karboxylové skupině.

V průběhu tepelné úpravy masa byly emitovány amidy kyseliny palmitové, stearové a olejové a N,N-dibutylformamide.

Hodnoty emitovaných amidů byly výrazně nižší při smažení, než při grilování. (Rogge et al.,

1991)

Aminy jsou organické sloučeniny formálně odvozené od amoniaku (NH_3) náhradou jednoho, dvou nebo tří (terciární amin) vodíků za alkyl- nebo aryl- skupinu.

Heterocyklické aminy obsahují heterocyklickou a aminovou jednotku. Vznikají při tepelné úpravě svaloviny reakcí aminokyselin s kreatinem (látko vyskytující se ve svalech).

Heterocyklické aminy jsou karcinogenní. (*Sjaastad et Svendsen, 2008*)

Nitrily mají ve svých molekulách nitrilovou funkční skupinu ($-\text{C}\equiv\text{N}$), která vzniká dehydratací amidů.

Pouze dva nitrily byly emitovány a to palmitonitril a stearonitril.

Ve srovnání s výskytem amidů, se hodnoty nitrilů tak výrazně nelišily, ale stále jsou hodnoty nižší při smažení než při grilování. (*Rogge et al., 1991*)

Polycyklické aromatické uhlovodíky (Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)

Skupina polycyklických aromatických uhlovodíků (PAHs) představuje velmi širokou škálu různých látek vyznačujících se tím, že ve své molekule obsahují aromatická jádra a nenesou žádné heteroatomy ani substituenty.

PAHs vznikají při nedokonalém spalování organických sloučenin, nebo pyrolýzou.

Pouze pět PAHs bylo emitováno při smažení hamburgerového masa a to fluoranthen, pyren, benz[*a*]antracen a chrysen/triphenylen a o dalších pět více bylo nalezeno při jeho grilování, a to benzo[*k*]fluoranthene, benzo[*b*]fluoranthene, benzo[*e*]pyren, perylen a benzo[*ghi*]perylene. (*Rogge et al., 1991*)

V této studii byly nejvíce emitovány chrysen/triphenylen, polycyklické aromatické uhlovodíky se čtyřmi aromatickými cykly ($\text{C}_{18}\text{H}_{12}$). Triphenylen je mutagenní a o chrysenu je známo, že způsobuje rakovinu u zvířat. (*Rogge et al., 1991*)

Benz[*a*]anthracene je sestaven ze čtyř aromatických cyklů ($\text{C}_{18}\text{H}_{12}$) a způsobuje rakovinu u laboratorních zvířat.

Fluoranthen se skládá z naftalenu a benzenu, které jsou spojeny pětičlenným cyklem a je karcinogenní.

Pyren se skládá ze čtyř spojených benzenových cyklů, kde jsou benzenová jádra spojena více než jednou stranou ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$). Pravděpodobně není karcinogenní, ale je toxický. (*Rogge et al., 1991*; *Purcaro et al., 2006*)

Cholesterol patří do skupiny steroidů a je obsažen v každé tkáni živočichů a to především v tukové tkáni.

Cholesterol byl také objeven v emitovaném aerosolu a to opět v menším množství při smažení (byl použit rostlinný olej), než při grilování. Ačkoli je cholesterol záležitostí tepelné úpravy

masných produktů , může být nalezen také i ve smažených hranolkách, pokud se v oleji smaží jak hranolky, tak i maso. (Rogge et al., 1991)

Ačkoli ve studii (Rogge et al., 1991) vychází množství emitovaných polutantů při smažení jako vhodnější tepelnou úpravou ve srovnání s grilováním, tak se tyto emise dají při grilování snížit. Pokud se zamezí skapávání tuku z připravovaného masa do zdroje tepla, výrazně se pak sníží emitované množství těchto látek.

Při fritování zůstává olej několik dní ve fritézách. Po celou tuto dobu probíhají reakce, které mají za následek degradaci tuku.

Při vypnutí fritéze působí na tuk pouze okolní vzduch a pomalu probíhá oxidace.

Při zahřátí tuku probíhá rychle oxidace a izomerace, pomalu polymerace a pyrolýza.

Při smažení produktu vedle vzduchu a teploty také působí voda a samotné připravované jídlo.

Všechny reakce, oxidace, izomerace, polymerace, pyrolýza a hydrolýza, probíhají rychle. (Moreira et al., 1999)

4. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni

Zaměstnanci pracující v kuchyni jsou vystaveni jak emitovaným plynům z kuchyňského zařízení (plynové fritézy, sporáky, grily), tak i emisím vznikajícím tepelnou přípravou pokrmů.

4.1. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni emisemi vytvářené plynovými zařízeními

Různé výsledky studií dopadu používání plynových sporáků v obytných budovách vedly k výzkumu zdravotního stavu profesionálních kuchařů, kteří jsou vystaveni emisím z plynových zařízení (fritézy, sporáky a grily) opakovaně po delší dobu a obvykle po mnoho let.

V průběhu studie (Arbex, et al., 2008) , která se zajímala o vliv používání plynových zařízení na zdraví profesionálních kuchařů, bylo pozorováno 37 kuchařů ze 4 nemocničních kuchyní v Brazílii, kde byl stav pozorovaných kuchařů zjištěn pomocí detailních dotazníků a spirometrickým vyšetřením vitální kapacity plic (FVC, Forced Vital Capacity), objemu vydechnutého vzduchu za 1 sekundu (FEV₁, Forced Expiratory Volume in 1 Second) a rychlosti vydechovaného vzduchu v časovém ohraničení 25-75% z celkového času výdechu (FEF 25–75%, Forced Expiratory Flow 25–75%).

Více než 35% kuchařů předvedlo stejné nebo vyšší hodnoty FEV než je 100% podle vypočítané

předpokládané hodnoty FEV a pouze 13,5% ukázalo hodnoty pod 80%. Ale zároveň znamenal jeden rok práce v kuchyni snížení FEV₁ o 2,3 až 2,5% a snížení FEF 25–75% o 3,6%, než je předpokládaná hodnota.

Ve všech nemocnicích byly vnitřní koncentrace oxidu dusičitého vyšší než venkovní.

Výsledky studie indikují pokles FEV₁ a FEF25-75% a ten může mít souvislost s dobou strávenou v práci a vystavení vyšším úrovním NO₂ a CO. Mohly bychom odhadnout, že desetiletá praxe jako profesionální kuchař může mít za následek snížení FEV₁ a FEF25-75% o 20-30%.

Pracovníci v kuchyni nejsou vystaveni stálým úrovním znečištění, hodinová vystavení mohou dosáhnout několikanásobku průměrné expozice a vrcholové hodnoty mohou dosáhnout až stovek ppb v závislosti na aktivním použití tepelných zařízení a efektivitě ventilace. (*Arbex, et al., 2008*)

Chronické vystavení vysokým koncentracím NO₂ přivozuje malé změny v periferních dýchacích cestách (průdušinky a alveolární cestičky), které trpí záněty, nikoli v plicních sklípcích. To podporuje snížení FEV₁ a FEF25-75% díky zúžení cest a nedostatek efektu na FEV, protože zaujímají malý objem ve srovnání s plicními sklípky.

Přítomnost vnitřního znečištění vytvářeného při tepelné úpravě pokrmů, i když nízké, může mít důležitý biologický dopad díky dlouhé době působení. V této reálné situaci NO₂ a ostatní polutanty mohou být škodlivé a vytvářejí chronické poškození respiračního systému.

4.2. Expozice zaměstnanců pracujících v kuchyni emisemi z tepelné úpravy pokrmů

Ve studii (*Svendsen, et al., 2002*) bylo měřeno vystavení kuchařů aerosolu vznikajícím při tepelné úpravě pokrmů. Měření bylo prováděno v 19 restauracích, všechny byly vybaveny fritézami a digestoři. Teplota oleje se pohybovala od 160 do 190°C a byl používán pouze rostlinný olej.

Čtyři hotelové kuchyně používaly fritování jen zřídka, podávaly spíše studená jídla nebo vařená a měly výkonné digestoře nad každým kuchyňským zařízením.

Dva řetězcové fast-foodové restaurace byly vybaveny moderními a efektivními digestoři nad fritézami, nebo v jejich blízkosti.

Deset klasických restaurací mělo ventilace nad grilem, fritézou, ale ventilace většinou nebyla dostačující, takže výpary by mohly zaplnit celý pracovní prostor.

Tři menší místní bufety měly nedostatečný ventilační systém ve srovnání s ostatními restauracemi.

Úroveň aerosolů i suma aldehydů byly nejvyšší ve třech místních bufetech, nejnižší byly ve dvou řetězcových fast foodech. Rozdíly mezi maximální a minimální koncentrací látek v každé restauraci byly značné. Pro příklad nejvyšší a nejnižší úrovně aerosolů byla bufetech 0,5 a 6,6 mg/m³ a nejnižší a nejvyšší suma naměřených aldehydů byly 0,073 a 0,186 mg/m³. To je připisováno

rozdílnému dennímu zatížení restaurací, a tedy i aktivního smažení.

Výsledky těchto měření ukazují, že práce v některých typech kuchyní může znamenat vystavení aerosolům tuku až do 6,6 mg/m³ a sumě aldehydů až do 0,185 mg/m³. Ale úrovně aerosolů a aldehydů se mezi restauracemi výrazně lišily.

Analýza zjistila, že expozice aerosolu se pro jednotlivce snižuje s rostoucím počtem zaměstnanců na pracovišti. Snížení expozice může být zapříčiněno tím, že v malých restauračních kuchyních s nedostatečnou ventilací není přítomno najednou tolik zaměstnanců jako ve velkých restauracích s dostatečnou ventilací.

Ve studii (*Sivertsen, I et al., 2002*) sledovali množství alveolárních makrofágů u dobrovolníků pracujících v různých typech restaurací. Počet alveolárních makrofágů roste, pokud jsou plíce vystavovány škodlivým látkám, jako jsou např. aldehydy. Výsledky ukázaly spojitost mezi expozicí výparů z tepelné přípravy jídla a počtem alveolárních makrofágů. Ve výzkumu byli objeveni jedinci s vyšším počtem makrofágů. Tito lidé jsou citlivější k znečištění ovzduší. Nejvyšší koncentrace výparů z tepelné přípravy pokrmů, a tedy i největší počet makrofágů byly nalezeny v obchodech s rychlým občerstvením a v restauracích zaměřených na grilování. Ale řetězcové hamburgerové restaurace rychlého občerstvení měly opět nízké obě hodnoty.

4.3. Vystavení zaměstnanců pracujících v kuchyni vysoké teplotě (tepelný stres)

Při tepelné úpravě pokrmů se do ovzduší uvolňuje značné množství tepla a vlhkosti. Produkované teplo ohřívá vzduch a ten vytváří stoupavý proud, který by měl být zachycen digestoří, část tepla je vyzařována radiálně do prostoru (*Kosonen R, 2006(c)*). Vlhkost je z velké části zachycena stoupajícím tepelným proudem. Pokud není účinně odstraňována znesnadňuje ochlazování lidského organismu (odpařování potu) a člověk subjektivně cítí vyšší teplotu než je reálně přítomna (*HSE, 2003*). V letním období může teplota v silném provozu na pracovišti vystoupat nad 30°C a u kuchyňských zařízení může dosáhnout i nad 40 °C.

Mezi příznaky teplotního stresu patří svalové křeče, bolest hlavy, velká žízeň a závratě.

Každý člověk je individuální a také někteří lidé se lépe vypořádají s vysokou teplotou. Lidské tělo se dokáže při pravidelném vystavování těmto podmínkám adaptovat zvýšeným pocením.

Důležitou ochranou před nepříznivými účinky působení teploty a vlhkosti je lehké oblečení, které umožňuje lehké odpařování potu (*HSE, 2003*).

Při vystavení lidského organismu vysokým teplotám se z něj voda rychle ztrácí pocením. Při nedostatečném doplňování může dojít k dehydrataci.

Pro snížení teploty a vlhkosti v kuchyni je proto velmi důležitá ventilace (digestoře) a klimatizace.

5. Šíření emisí po pracovišti

Pro ochranu zaměstnanců pracujících v kuchyni je důležité porozumět právě šíření emitovaných látek při tepelné úpravě pokrmů. Díky těmto poznatkům se může jejich šíření z velké části zamezit a emise mohou být efektivně odstraňovány digestoři.

5.1. Charakteristiky teplého stoupavého proudu nad aktivním kuchyňským zařízením

Teplo vytvářené kuchyňským zařízením ohřívá vzduch v jeho blízkosti, který díky své nižší hustotě vytvoří stoupající proud. Ten s sebou odnáší znečišťující látky emitované z přípravy pokrmů jako je aerosol nebo vlhkost (*Kosonen , 2006 (b)*).

Rychlost proudění se zvyšuje se stoupající teplotou kuchyňského zařízení, např. rychlost proudění nad elektrickým sporákem, kde byly ploténky rozehřány na 340-350°C, byla průměrná rychlost proudění 0,9 m/s, nad fritézou s olejem o teplotě 180°C byla rychlost proudění mezi 0,42 a 0,44 m/s. Rychlost proudění se do 2 m nad zařízením (průměrná výška stropů nad tepelnými zařízeními v restauracích) jen velmi málo sníží, dá se téměř považovat za konstantní (*Kosinem et al. , 2006 (b)*).

Teplota s výškou klesá výrazněji se ztrátou v rozmezí 14% až 45% původní teploty na metr výšky. S výškou roste i šíře proudu (*Kosonem et al. , 2006 (a)*).

Proudy vzniklé nad zařízením s vysokou teplotou jsou úzké a rychlé, dokáží jednoduše obtéci digestoře bez nainstalovaných zábran, které tomuto šíření brání, a tak stoupavý proud ovlivní větší prostor. Čím je vyšší teplota, tím je proud užší a úhel rozšiřování proudu je menší (*Kosonem et al , 2006 (a)*).

Tyto stoupavé proudy mají téměř totožný průběh jak při běhu zařízení naprázdno, tak i při aktivní úpravě potravin. Tepelný proud při aktivním užívání zařízení při úpravě pokrmů je o něco širší, ale přitom si zachovává většinu rychlosti a teploty, ani úhel rozšiřování proudu se nemění. Příčina tohoto jevu je, že emitované látky z tepelně připravovaného pokrmu jsou ve srovnání se stoupajícím teplým proudem malé, a tak nemohou dostatečně ovlivnit jeho průběh nebo teplotu (*Kosonem et al., 2006 (b)*).

5.2. Odstraňování emisí z tepelné přípravy pokrmů z ovzduší

Emise z tepelné přípravy jídel jsou zdraví škodlivé, proto by se měly co nejdříve odstranit a zamezit kontaktu s pracovníky v kuchyni. Proto by měly být všechny kuchyně v restauracích vybaveny ventilačním systémem a klimatizací.

Používané ventilační systémy jsou instalované na stropu kuchyně nebo blíže nad zařízení (digestoře).

U instalace stropního ventilačního systému je riziko horizontálního přesunu emisí u stropu a jejich rozšíření po prostoru. Pro zvýšení účinnosti systému je vhodné upravit tvar stropu tak, aby byl ztížen horizontální přenos, např. strop nad zařízeními může mít tvar převráceného U, kde by se shromažďoval teplý vzduch s emisemi a po stranách by byl odčerpáván. Při velkém zatížení samotné fyzické zábrany nemusejí stačit, proto je vhodné doplnit ventilaci technologií capture-jet. (Kosonen, 2007)

Digestoře jsou efektivnější, protože jsou instalovány blíže zdroje znečištění. Většina má instalované fyzické zábrany před únikem teplého proudu, ale tyto zábrany také nemusí být dostatečné. Proto je instalace capture-jet vhodná. Digestoře musí být doplněny o stropní ventilaci. (Keil et al., 2004)

Ventilační systémy odvádějí teplý vzduch společně s emisemi a přivádějí vzduch čerstvý. Ale nedokáží odstranit veškeré emitované teplo, proto je pro odstraňování přebytečného tepla důležitá klimatizace, která by měla být nedílnou součástí kuchyňského ventilačního systému v restauracích.

5.3. Capture-jet

Capture-jet je úzký liniový větrák s malým vzduchovým výkonem. Je navržen tak, aby čerpal malý objem vzduchu do prostoru kuchyně. Tvoří tak bariéru chladnějšího vzduchu, která zabraňuje šíření teplého stoupavého proudu z tepelné přípravy pokrmů, a umožňuje tak jeho maximální odčerpání ventilací. (Kosonen, 2003)

viz Příloha 1

Závěr

Musíme si uvědomit, že žádná restaurace není stejná; liší se množstvím připravovaných pokrmů, prostorové uspořádání kuchyně, efektivnost ventilace, stáří a údržba kuchyňských zařízení, používané suroviny atd. Pokud výsledky měření může ovlivnit hned několik faktorů najednou, je pravděpodobné, že výsledky se budou do značné míry lišit.

Asi největší nesrovnalosti ve výsledcích studií jsou u vztahů mezi emisemi z plynových sporáků v obydlených a zdravotními účinky na dýchací soustavu. To je zapříčiněno hned několika faktory, jako je kuřáctví, lokace domova, délka dojíždění do práce, pohyb v zakouřeném prostředí atd. Spolupůsobení těchto faktorů má velký vliv na výsledky studií.

Jako nejvýraznější faktor ovlivňující kvalitu vnitřního ovzduší v restauracích se ukázala být ventilace. Z výsledků vyplývá, že i u řetězových rychlých občerstvení, kdy se používá k tepelné přípravě pokrmů téměř výhradně fritování a grilování, nemusí být vnitřní ovzduší výrazně kontaminováno díky instalaci účinných digestoří.

Tepelná úprava pokrmů za vysoké teploty vytváří a uvolňuje do ovzduší množství organických sloučenin, z nichž některé jsou karcinogenní a u mnohých se karcinogenita předpokládá. Protože karcinogenní látky mají bezprahový účinek (se zvyšující se expozicí se zvyšuje riziko propuknutí karcinomu), tak jakákoli inhalovaná množství těchto látek může zapříčinit rozvoj rakoviny. Znečištění vnitřního ovzduší v restauracích a hlavně v rychlých občerstveních, kde těchto látek vzniká nejvíce, by mělo být považováno za vážný problém.

Znečištění vnitřního ovzduší je velmi vážným problémem v chudých částech světa. V bohatších zemích díky dostupné technologii a používání ušlechtilých paliv se riziko škodlivého účinku výrazně snížilo. Otazník visí nad restauracemi rychlého občerstvení.

Z výzkumů vyplývá, že mezi kuchyněmi v restauracích jsou velké rozdíly v koncentracích polutantů. Jsou tedy na místě další výzkumy, které pomohou odhalit možná rizika spojená s koncentracemi vzdušných polutantů na daném pracovišti.



Zdroje

- LONDON HAZARDS CENTRE, 1990: Sick building syndrome : causes, effects and control. - London Hazards Centre Trust Limited, London:94s.
- MOREIRA RG, CASTELL-PAREZ ME et BARRUFET MA, 1999: Deep-fat frying: Fundamentals and applications. – An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland: 350.
- TURIEL I., 1985: Combustion products. In: Turiel I: Indoor Air Quality and Human Health. – Standfort University Press, Standfort: 54-64 s.
- ARBEX MA, MARTINS LC, PEREIRA LAA, NEGRINI F, CARDOSO AA, MELCHERT WR, ARBEX RF, SALDIVA PHN, ZANOBETTI A et BRAGA ALF, 2007: Indoor NO₂ air pollution and lung function of professional cooks. - Journal of Medical and Biological Research 40/4: 527-534.
- CHAO CYH et LAW A, 2000: A study of personal exposure to nitrogen dioxide using passive samplers. - : Building and Environment 35/6:545-553
- DENNEKAMP M, HOWARTH S, DICK CAJ, CHERRIE JW, DONALDSON K et SEATON A, 2001: Ultrafine particles and nitrogen oxides generated by gas and electric cooking. - Occopational and Environmental Medicine 58/8: 511-516.
- EISNER MD et BLANC PD, 2003: Gas stove use and respiratory health among adults with asthma in NHANES. - Occupational and Environmental Medicine., 60: 759-764.
- HOLSCHER B, HEINRICH J, JACOB B, RITZ B et WICHMANN HE, 2000: Gas cooking, respiratory health and white blood cell counts in children. - International Journal of Hygiene and Environmental Health, 203/1: 29-37.
- HSE, 2003: Heat stress in the workplace: What you need to know as an employer. – Online: <http://www.hse.gov.uk/temperature/information/heatstress.htm>, 31.8.2009
- KAJTÁR L et LEITNER A, 2007: CFD Modelling of Indoor Environment Quality Affected by Gas Stoves. - REHVA World Congress Clima 2007 WellBeing Indoors, Sources of indoor air pollution
- KOSONEN R, 2007: The effect of supply air systems on the efficiency of a ventilated ceiling. - Building and environment 42/4: 1613-1623
- KOSONEN R et MUSTAKALLIO P, 2003: Analysis of Capture and Containment Efficiency of a Ventilated Ceiling. - International Journal of Ventilation 2/1: 33-45.
- KOSONEN R et OY H, 2004: Commercial Kitchen Ventilation: More to Deliverance than Fresh Air. – SCANVAC 1: 4-6.

- KOSONEN R, KOSKELA H et SAARINEN P, 2006 (a): Thermal plumes of kitchen appliances: Idle mode. - *Energy and buildings*, 38/9: 1130-1139.
- KOSONEN R, KOSKELA H et SAARINEN P, 2006 (b): Thermal plumes of kitchen appliances: Cooking mode. – *Energy and Buildings*, 38/10: 1141-1148.
- KOSONEN R, KOSKELA H et SAARINEN P, 2006 (c): An analysis of thermal plumes. Proceedings of the 17th Air-conditioning and Ventilation Conference. Prague, Czech Republic. 17-19 May 2006
- MESTL HES, AUNAN K et SEIP HM, 2006: Potential health benefit of reducing household solid fuel use in Shanxi province, China. – *Science of the Total Environment* 372/1: 120-132
- MISHRA V, 2003: : Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory illness in preschool age children in Zimbabwe. - *International Journal of Epidemiology*, 32/5: 847-853.
- NG TP, HUI KP et TAN WC, 1993: Respiratory symptoms and lung function effects of domestic exposure to tobacco smoke and cooking by gas in non-smoking women in Singapore. - *Journal of Epidemiology and Community Health* 47/6: 454-458
- NG TP, SEET CSR, TAN WC et FOO SC, 2001: Nitrogen dioxide exposure from domestic gas cooking and airway response in asthmatic women. - *THORAX*, 56/8: 596-601
- PADHI BK et PADHY PK, 2008: Domestic Fuels, Indoor Air Pollution, and Children's Health, The Case of Rural India. - *Annals of the New York Academy of Sciences* 1140: 209–217.
- PERSSON E, OROSZVARI BK, TORNBERG E, SJOHOLM I et SKOG K, 2008: Heterocyclic amine formation during frying of frozen beef burgers. - *International Journal of Food Science and Technology* 43/1:62-68.
- PURCARO G, NAVAS JA; GUARDIOLA F, CONTE LS et MORET S, 2006: Polycyclic aromatic hydrocarbons in frying oils and snacks. – *Journal of Food Protection*, 69/1: 199-204.
- ROGGE WF, HILDEMANN LM, MAZUREK AM, CASS GR et SIMONELT BRT, 1991: Sources of fine organic aerosol. 1. Charbroilers and meat cooking operations. – *Environmental Science and Technology* 25/6: 1112-1125.
- SEE SW et BALASUBRAMANIAN R, 2006: Physical Characteristics of Ultrafine Particles Emitted from Different Gas Cooking Methods. – *Aerosol and Air Quality Research* 6/1: 82-92.
- SEE SW et BALASUBRAMANIAN R, 2008: Chemical characteristics of fine particles emitted from different gas cooking methods. - *Atmospheric Environment* 42/39: 8852-8862
- SIVERTSEN I, SJAASTAD AK, SVENDSEN K, KROKJR A, 2002: Alveolar macrophages as biomarkers of pulmonary irritation in kitchen workers. – *Annals of Occupational Hygiene* 46/8: 713-717.

- SJAASTAD AK, SVENDSEN K et JORGENSEN RB, 2008: Sub-micrometer particles: Their level and how they spread after pan frying of beefsteak. - *Indoor and Built Environment* 17/3: 230-236.
- SJAASTAD AK et SVENDSEN K, 2008: Exposure to Mutagenic Aldehydes and Particulate Matter During Panfrying of Beefsteak with Margarine, Rapeseed Oil, Olive Oil or Soybean Oil. - *Annals of Occupational Hygiene* 52/8: 739-745.
- SVENDSEN K, JENSEN HN, SIVERTSEN I et SJAASTAD K, 2002: Exposure to cooking fumes in restaurant kitchens in Norway. – *Annals of Occupational Hygiene*, 46/4: 395-400.
- TABEE E, AZADMARD-DAMIRCHI S, JAGERSTAD M et DUTTA PC, 2008: Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. – *Journal of Food Composition and Analysis* 21/2:169-177.
- THE WORLD BANK-INDUSTRY AND ENERGY DEPARTMENT, 1996: The Rural Energy Situation. In: *The World Bank-Industry and Energy Department: Rural Energy and Development, Improving Energy Supplies for 2 Billion People*. – Report No.15912G LB: 23-27.
- WITT M, WEYER K et MANNING D, 2006: Designing a Clean-Burning, High-Efficiency, Dung-Burning Stove: Lessons in cooking with cow patties. - Aprovecho Research Center

