

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: Chemie

Nootropika a chemie kávy

Nootropics and coffee chemistry

Ondřej Válek

**Masarykovo gymnázium, Střední zdravotnická škola a Vyšší
odborná škola zdravotnická Vsetín**

Zlínský kraj

Konzultant: Mgr. Jaroslav Jurčák

Vsetín 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Ve Vsetíně dne

Podpis

Poděkování:

Rád bych poděkoval Mgr. Jaroslavu Jurčákovi za pomoc při psaní práce a cenné připomínky. Děkuji doc. RNDr. Petr Bednářovi, Ph.D za umožnění měření na katedře analytické chemie v Olomouci. Děkuji také Mgr. Lukáši Kučerovi a Mgr. Romanu Papouškovi za obětavou pomoc při měření i psaní práce. Děkuji také baristovi a majiteli pražírny Laura Coffee ing. Ivu Ptáčnickovi za pražení, přípravu kávy a sdílené nadšení pro věc. Rád bych také poděkoval všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na této práci.

ANOTACE

Náplní práce je charakterizovat nootropika, kávu, její zpracování a chemické složení. Tyto informace doplňuje dotazníkové šetření na studentech gymnázia. Odborná část práce se věnuje analýze látkových změn v kávě. Vlastní měření je zaměřeno na stanovení množství kofeinu v závislosti na způsobu přípravy kávy, sledování vývoje karcinogenního akrylamidu a aromatických látek v závislosti na různých stupních pražení.

Smyslem práce je najít ideální stupeň pražení kávy jak z pohledu chemického, tak z pohledu konzumního.

Klíčová slova: nootropika; káva; kofein; akrylamid; aromatické látky, Maillardova reakce

ANNOTATION

The aim of this work is to characterize nootropics, coffee, its processing and chemical composition. This information is supported by a survey done on high school students. The professional part is devoted to the analysis of substance changes in coffee. The measurements are focused on determining the amount of caffeine, depending on the method of preparation of coffee, watching the development of carcinogenic acrylamide and aromatics, depending on the different stages of roasting.

The purpose is to find the ideal degree of roasting from the chemical and consumption point of view.

Key words: nootropics; coffee; caffeine; acrylamide; aromatics; Maillard reaction

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 CÍLE PRÁCE	10
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2 NOOTROPIKA	13
2.1.1 Neurotransmitery	13
2.1.2 Volné radikály a antioxidanty	14
2.2 GINKGO BILOBA	15
2.2.1 Účinné látky.....	15
2.2.2 Mechanismus účinku.....	15
2.2.3 Využití.....	15
2.2.4 Nežádoucí účinky	15
2.2.5 Dávkování	16
2.2.6 Dostupnost.....	16
2.3 LECITIN.....	17
2.3.1 Účinná látka.....	17
2.3.2 Mechanismus účinku.....	17
2.3.3 Využití.....	17
2.3.4 Nežádoucí účinky	17
2.3.5 Dávkování	18
2.3.6 Dostupnost.....	18
2.4 PIRACETAM	19
2.4.1 Účinná látka.....	19
2.4.2 Mechanismus účinku.....	19
2.4.3 Využití.....	19
2.4.4 Nežádoucí účinky	19
2.4.5 Dávkování	19
2.4.6 Dostupnost.....	20
2.5 B-COMPLEX.....	21
2.5.1 Účinné látky.....	21
3 KÁVA.....	22
3.1 KÁVOVNÍKY.....	22
3.1.1 Arabica	22
3.1.2 Robusta.....	22
3.2 CHARAKTERISTIKA KÁVOVNÍKU.....	22
3.3 KÁVOVÁ TŘEŠEŇ	23
3.4 DALŠÍ ZPRACOVÁNÍ	23
3.4.1 Suchá metoda.....	24
3.4.2 Mokrý metoda (fully washed)	24
3.4.3 Honey metoda.....	24
3.5 PRAŽENÍ.....	24
3.5.1 Light roast.....	25
3.5.2 Dark roast	25
3.5.3 Overroasted.....	25

3.5.4	Současný trend v pražení.....	25
3.5.5	Maillardova reakce.....	26
3.6	CHEMICKÉ SLOŽENÍ KÁVY.....	26
3.6.1	Kofein.....	26
3.6.2	Metabolismus kofeinu.....	27
3.6.3	Toxikologické vlastnosti.....	28
3.6.4	Vliv kofeinu na zdraví.....	28
3.6.5	Dekofeinizace kávy.....	28
3.6.6	Akrylamid.....	29
3.6.7	Karcinogenita akrylamidu.....	29
3.6.8	Genotoxicita akrylamidu.....	29
3.6.9	Neurotoxická akrylamidu.....	30
3.6.10	Aromatické látky.....	30
3.6.11	Pyridin.....	30
3.6.12	Pyrazinové deriváty.....	30
3.6.13	Furanové deriváty.....	31
3.6.14	Antioxidanty.....	31
3.7	PŘÍPRAVA KÁVY.....	32
3.7.1	Mletí.....	32
3.7.2	Espresso.....	33
3.7.3	French press.....	33
3.7.4	Chemex.....	34
3.7.5	Džezva.....	35
3.7.6	„Český turek“.....	36
II PRAKTICKÁ ČÁST.....		37
4	DOTAZNÍK.....	38
4.1	METODA VÝZKUMU.....	38
4.2	CÍLOVÁ SKUPINA.....	38
4.3	TERMÍN A MÍSTO SBĚRU DAT.....	38
4.4	VELIKOST VZORKU.....	38
4.5	VÝCHOZÍ HYPOTÉZA.....	38
4.6	VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ.....	39
4.7	ČÁST: KOFEIN.....	39
4.7.1	Věk a pohlaví.....	39
4.7.2	Nejčastější zdroje kofeinu (maximálně 3 možnosti).....	39
4.7.3	Pravidelnost konzumace kofeinových nápojů.....	39
4.7.4	Počet porcí za den.....	40
4.7.5	Při jaké příležitosti konzumují kofeinové nápoje (maximálně 3 možnosti).....	40
4.7.6	Účel konzumace kofeinových nápojů (libovolný počet odpovědí).....	40
4.7.7	Pomáhá kofein při duševní námaze?.....	40
4.7.8	Potřeba zvyšovat dávky.....	40
4.7.9	Negativní příznaky (libovolný počet odpovědí).....	41
4.7.10	Kdy se začíná s pravidelným pitím kofeinových nápojů?.....	42
4.8	ČÁST: NOOTROPIKA.....	42
4.8.1	Informace o nootropikách.....	42
4.8.2	Užívání nootropik.....	42

4.8.3	Zdroj informací o nootropikách.....	42
4.8.4	Názor na užívání nootropik	42
4.8.5	Uvažujete nad vyzkoušení nootropik?	42
4.8.6	Co by rozhodovalo při výběru nootropik (maximálně 3 možnosti)	43
4.9	SHRNUTÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	43
5	CHEMIE KÁVY.....	44
5.1	ANALÝZA KOFEINU V ZÁVISLOSTI NA ZPŮSOBU PŘÍPRAVY KÁVY	44
5.1.1	Úvod měření	44
5.1.2	Kapalinová chromatografie	44
5.1.3	Chromatografické podmínky	44
5.1.4	Kalibrační závislost.....	44
5.1.5	Měření	45
5.1.6	Výchozí hypotéza	46
5.1.7	Výsledky měření.....	46
5.1.8	Shrnutí měření	47
5.2	MĚŘENÍ CHARAKTERISTIK KÁVY PODLE STUPNĚ PRAŽENÍ.....	48
5.2.1	Úvod.....	48
5.2.2	Analyzovaný vzorek	48
5.2.3	Postup.....	49
5.2.4	Markery pražení.....	49
5.2.5	HPLC/MS	50
5.2.6	Metoda SPME na analýzu těkavých látek.....	50
5.2.7	Organoleptické zkoušky.....	52
5.3	ANALÝZA AKRYLAMIDU METODOU GC-MS	54
5.3.1	Metoda stanovení množství akrylamidu	54
5.3.2	Derivatizace	54
5.3.3	GC-MS	54
5.3.4	Postup analýzy	55
5.3.5	Výsledky měření.....	55
	ZÁVĚR.....	58
	BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
	SEZNAM PŘÍLOH	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

ÚVOD

Nootropika jsou hitem posledních let hlavně u studentů. Slibují lepší paměť a podporu koncentrace. Ve své práci popisují čtyři takové doplňky stravy. Porovnávám je s nejpoužívanějším stimulantem na světě – kofeinem. Vytvořil jsem dotazník pro studenty gymnázia ve Vsetíně, ve kterém zjišťuji informovanost o těchto látkách.

Výsledky dotazníkového šetření mě přesvědčily o tom, že káva a ostatní kofeinové nápoje oslovují mnohem větší část studentů, než zmíněné nootropika. Káva má oproti pilulkám jednu velkou převahu, a to je chuť. Než se káva dostane do šálku, musí projít dlouhou cestou od pěstitele, pražiče až k baristovi. Každá z těchto zastávek výrazně ovlivňuje její výslednou chuť.

Uspořádali jsme měření ve spolupráci s rodinnou pražírnu kávy Laura coffee a Univerzitou Palackého v Olomouci na katedře analytické chemie. Zjišťovali jsme množství kofeinu ve čtyřech způsobech přípravy kávy – french press, espresso, džezva a „český turek“. Při přípravě byla použita čerstvě pražená 100 % Arabica namletá těsně před přípravou. Z tohoto měření vyplynula vedle výsledků i spousta nápadů na další výzkum v oblasti chemie kávy.

Velmi důležitým krokem k dokonalému šálku je správné pražení kávy. Všechny aromatické a chuťové látky vznikají právě při procesu pražení, jako důsledek Maillardovy reakce nebo tepelným rozkladem cukrů.

Uspořádali jsme další výzkum, na který jsme napražili brazilskou kávu ve čtyřech stupních pražení. Z každé jsme připravili espresso, chemex, french press a „českého turka“. Všechny vzorky jsme zanalyzovali a sledovali změny látek. Součástí výzkumu byly i organoleptické zkoušky. Hodnotila se vůně zrn a chuť kávy, která byla připravena z různě upražené kávy. Porovnávali jsme espresso a chemex.

Velkou pozornost jsme věnovali akrylamidu. Je to karcinogenní látka, která vzniká při Maillardově reakci, a proto je často přítomna v tepelně upravených pokrmech bohatých na sacharidy. Za použití metody plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GC-MS) byl sledován její obsah v kávových zrnech různé intenzity pražení.

1 CÍLE PRÁCE A VÝCHOZÍ HYPOTÉZY

Prvním cílem práce je charakteristika nootropik, kávy, jejího zpracování a chemického složení.

Druhým cílem práce je provést dotazníkové šetření zaměřené na informovanost studentů gymnázia o nootropikách a pití kofeinových nápojů.

Předpokládám, že nejoblíbenějším stimulantem při učení bude káva a čaj. Nadpoloviční většina studentů konzumuje alespoň jeden kofeinový nápoj denně. Informovanost o nootropikách bude malá.

Třetím cílem práce je analýza látkových změn v kávě v různých stupních pražení se zaměřením na kofein, akrylamid a aromatické látky.

Předpokládám, že nejvíce kofeinu bude obsahovat „český turek“ a nejméně french press. Množství pyridinu a akrylamidu poroste s intenzitou pražení. Organoleptické zkoušky potvrdí oblibu tmavšího stupně pražení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

2 NOOTROPIKA

Nootropika (angl. smart drugs) jsou látky, které zlepšují kognitivní vlastnosti mozku. Výraz „nootropika“ pochází z řeckých slov „noos“ - mysl a „trope“ - obrat. Nootropika mají své uplatnění při Alzheimerově chorobě, senilitě, či jiných stavech, kdy je potřeba podpořit činnost mozku. Stále populárnější jsou nootropika u studentů vysokých škol a to hlavně Piracetam a Ginkgo biloba.

Velká část látek, kterým je připisován nootropní účinek, je přírodního původu a je možné je zakoupit jako potravinové doplňky. Existují však v České republice i nootropika registrované jako léčivý přípravek, které lze koupit bez receptu. Jedná se o 3 nootropika: piracetam, pyritinol a vinpocetin. [1]

Nootropika bychom mohli rozdělit podle působení. První skupina ovlivňuje množství neurotransmiterů, popřípadě receptorů na synapsích. Mezi takové látky se řadí Piracetam, Aniracetam, Lecitin a další.

Druhá skupina látek přímo ovlivňuje metabolismus neuronů a valná většina z nich je pouze na lékařský předpis. Mezi takové látky patří lipoová kyselina, Pyritinol, Vinpocetim a další. Takovými látkami se ve své práci dále zabývat nebudu, kvůli vedlejším účinkům a možným rizikům.

2.1 Neurotransmitery

Neurotransmitery jsou látky, které umožňují přenos informací mezi jednotlivými neurony. Přenos probíhá na synapsích, kde jsou umístěny různé receptory. Každý receptor se specializuje na úzký okruh neurotransmiterů. Přenosy na synapsích zajišťují mimo jiné i paměťové vlastnosti mozku. Zvýšíme-li počet neurotransmiterů, nebo jejich receptorů, zlepšíme i kognitivní funkce. Množství neurotransmiterů v mozku se přirozeně snižuje s věkem. Důležitým neurotransmiterem spojeným se schopností učení a paměti je acetylcholin. Ten ovlivňuje vylučování mnoha dalších nezbytných neurotransmiterů, jako jsou glycin, glutamát a dopamin. Dalším důležitým neurotransmiterem je kyselina gama – aminomáselná (GABA), která působí jako inhibitor. V praxi se používají takzvané GABA inhibitory, které mají za následek povzbuzení mozkových funkcí.

2.2 Volné radikály a antioxidanty

Většina přírodních nootropik obsahuje směs látek, které mají často také antioxidační účinky. Tyto účinky přímo nezlepšují kognitivní funkce, ale mají pozitivní účinek na celé tělo. Antioxidanty redukuje počet škodlivých kyslíkových radikálů.

Volné kyslíkové radikály jsou buď atomy, nebo sloučeniny kyslíku, které mají ve své valenční vrstvě 1 nepárový elektron, což z nich dělá vysoce reaktivní a nebezpečné molekuly. Pokud se takový radikál naváže na enzym (bílkovinu), změní jeho chemickou strukturu a enzym se stává nefunkčním.

Volné radikály se mohou navázat také na genetickou informaci buňky a narušit její strukturu. DNA má určité mechanismy, které dokážou obnovit její strukturu, ale určité procento vad zůstane. To může vést k nebezpečným mutacím, nebo zániku buněk.

Volné kyslíkové radikály se mohou v těle objevit z několika příčin. Nezdravá strava, nadměrný stres, znečištěné ovzduší, to všechno přispívá k výskytu radikálů v těle. Také při zpracovávání kyslíku v mitochondriích vzniká až 2% kyslíkových radikálů, takže organismus je přirozeně uzpůsoben k tomu, aby těmto se těmto vlivům dokázal ubránit.

Pokud jsme po dlouhou dobu vystaveni většímu počtu volných radikálů, může se eventuálně vyskytnout určitá forma nádorového onemocnění, zánětů, či mutace. Antioxidanty vyhledávají tyto volné kyslíkové radikály a mění je na méně reaktivní formy, které jsou pro buňky neškodné. Antioxidantů je nespočet, nejznámější je třeba vitamín C (kyselina askorbová), flavonoidy, tokoferol (vitamín E) atd. Velkým zdrojem antioxidantů je ovoce, zelenina, čaj ale taky i káva.

2.3 Ginkgo biloba

Ginkgo biloba (jinan dvoulaločný) je dvoudomý opadavý strom. Extrakt z jeho listů se prodává jako přípravek na zlepšení mozkových funkcí a na podporu krevního oběhu.

2.3.1 Účinné látky

Extrakt obsahuje vitamin C, karotenoidy, flavonoidy a terpeny souhrnně pojmenované jako ginkgolidy. 1 kapsle obsahuje 40 - 60 mg standardizovaného extraktu.

Kyselina L – askorbová (vitamín C, E300) je ve vodě rozpustný vitamín. Je potřebný pro metabolismus aminokyselin a tvorbu kolagenu. V těle slouží jako redukční činidlo a antioxidant (viz. volné radikály a antioxidanty).

Karotenoidy jsou lipofilní barviva živých organismů. Patří mezi tetraterpeny. Dělí se na karoteny (červené barvivo) a xantofyly (žluté barvivo). V rostlinách mají funkci přenašečů energie při fotosyntéze a chrání před UV zářením. Mají výrazné antioxidační účinky. Nejznámější z nich, β -karoten, je prekurzorem vitamínu A.

Flavonoidy (vitamin P) patří do rozsáhlé skupiny rostlinných fenolů. Jsou to silné antioxidanty a posilují cévní stěny.

Ginkgolidy patří mezi diterpeny. Roztahují cévy a zmírňují aterosklerózu.

2.3.2 Mechanismus účinku

Ginkgolidy roztahují všechny cévy v těle a snižují viskozitu krve, čímž usnadňují její cirkulaci a zásobení mozku kyslíkem. Lépe prokysličený mozek dokáže pracovat efektivněji a delší dobu. Zlepšuje se také metabolismus glukózy, takže vedle dostatku kyslíku se mozku dostává i více energie. Extrakt má také velké antioxidační účinky.

2.3.3 Využití

Lepší cirkulace krve má za následek i efektivnější rozvádění tepla do končetin, proto ho užívají zejména starší lidé trpící pocitem studených rukou a nohou. Mírní příznaky demence a Alzheimerovy choroby. Pomáhá při léčbě astmatu, bronchitidy, zlepšuje erekci a mírně snižuje krevní tlak.

2.3.4 Nežádoucí účinky

Užití ve večerních hodinách může citlivějším osobám zhoršit kvalitu spánku a způsobit problémy s usínáním. Ve větších dávkách hrozí bolesti hlavy, nevolnost, nespavost, nebo

krvácení z nosu. Nedoporučuje se dlouhodobě užívat společně s Piracetamem, nebo jiným lékem na ředění krve, protože sám extrakt Ginkga ředí krev.

2.3.5 Dávkování

80 – 240 mg/den, záleží na individuální snášenlivosti. Pro plný účinek je vhodné dlouhodobé užívání. Doporučuje se užívat spíše ráno a v poledne.

2.3.6 Dostupnost

Extrakt z Ginkgo biloby je velmi snadno k sehnání v každé lékárně nebo supermarketu. Lze koupit buď samotný, nebo společně s Lecitinem, hořčíkem a vitamínem B₆ jako komplexní přípravek podporující vitalitu a mozkové funkce. Takové přípravky jsou často určené pro starší lidi. 100 tablet čistého extraktu z Ginkgo biloby (40 mg) stojí kolem 200 Kč. Prodává se pod obchodními názvy: GinkoPrim, Ginko biloba, Ginkostim, Gingio.

2.4 Lecitin

Lecitin je triviální název fosfatidylcholinu. Je to látka přirozeně obsažená v sóji, ze které se průmyslově vyrábí. Lecitin je obsažen i vaječném žloutku, arašídech, slunečnicích a v dalších potravinách.

2.4.1 Účinná látka

Fosfatidylcholin je fosfolipid ze skupiny glycerofosfolipidů, který je složený z mastné kyseliny, glycerolu, kyseliny fosforečné a cholinu. Cholin se do těla dostane buď potravou, nebo si jej tělo dokáže vyrobit z aminokyseliny metionin za pomoci vitamínu B₁₂ a kyseliny listové.

Fosfolipidy tvoří lipidovou dvojvrstvu, která společně s bílkovinnými přenašeči a pumpami tvoří cytoplasmatickou membránu každé buňky. Tato membrána je polopropustná a skrz ni se do buňky dostávají látky nezbytné pro její život. Lecitin je tedy tělu vlastní, přírodní látka.

2.4.2 Mechanismus účinku

V cytoplasmě neuronů se acetyluje cholin za pomoci acetyl-CoA (Acetylkoenzym A) na acetylcholin. Ten slouží jako neurotransmitter v periferní i centrální nervové soustavě. (viz. neurotransmitery)

2.4.3 Využití

Porucha acetylcholinových systémů může způsobit Alzheimerovu chorobu, kdy pro zmírnění příznaků se užívá obrovská dávka Lecitinu (až 35 g denně). Využívá se jako preventivní, nebo doplňková léčba při zvýšeném cholesterolu v tkáních. Lecitin chrání játra a snižuje toxicitu některých léků a jedů, proto se hodí při náročné léčbě, která zatěžuje játra.

Další významná schopnost Lecitinu je rozpouštět tuky ve vodě (emulgace). V potravinářství má zkratku E322 a používá se při ztužování tuků, výrobě čokolád a instantních jídel.

2.4.4 Nežádoucí účinky

Při užívání velkých dávek se u někoho můžou projevit žaludeční potíže, nevolnost a zapáchající pot.

2.4.5 Dávkování

Dávkování pro podporu mozkové činnosti jsou 2 - 3 tablety ráno (2400 – 3600 mg). Lecitin se může užívat pravidelně a libovolně dlouho.

2.4.6 Dostupnost

Lecitin je volně prodejný a dostupný v každé lékárně a v některých supermarketech. Balení 100 tablet 1325 mg (MegaLecitin) stojí orientačně 120 Kč.

2.5 Piracetam

První lék, u kterého byly prokázány nootropní účinky, byl Piracetam. Je to látka širokého využití v lékařství a čím dál víc ji používají i studenti. Díky své bezpečnosti se stal nejpoužívanější syntetickým nootropikem.

2.5.1 Účinná látka

2-oxo-1-pyrrolidinacetamid je sytká bílá látka. Jde vlastně o cyklický derivát kyseliny gama-aminomáselné (GABA), která je neurotransmiterem s tlumivým účinkem. Piracetam snadno proniká do CNS, ale nemění hladinu GABA v mozku. Je to látka s minimální toxicitou. Při pokusech na laboratorních zvířatech nevyvolala dávka 10 g na 1 kg živé váhy žádné příznaky otravy.

2.5.2 Mechanismus účinku

Po vstřebání se distribuuje do mozku, kde roztahuje cévy a snižuje viskozitu krve. Podporuje metabolismus glukózy. Zlepšuje schopnost soustředění, paměť a prodlužuje dobu učení bez únavy. Piracetam se v těle nemetabolizuje, a proto představuje pro tělo pouze minimální zátěž.

2.5.3 Využití

Používá se k mírnění příznaků Alzheimerovy choroby, demence, pomáhá při léčbě alkoholismu, podává se dětem s dyslexií a poruchami pozornosti. Piracetam působí synergicky s cholinem a proto je velmi účinný společně s Lecitinem.

2.5.4 Nežádoucí účinky

Ze začátku užívání se může objevit mírná podrážděnost, která brzy mizí. Piracetam, stejně jako kofein, nebo Ginkgo může nepříznivě ovlivnit spánek, proto se nedoporučuje ho brát ve večerních hodinách. Mohou se objevit živější a barevnější sny. Dávka větší než 4000 mg denně už může způsobit poruchy spánku, depresivní stavy a podrážděnost.

Osoby s poruchou funkce ledvin by měly užívání Piracetamu konzultovat s lékařem, nebo zvolit jiné nootropikum. Při požití alkoholu mohou nastat kontraindikace. Nedoporučuje se užívat společně s léky na ředění krve, nebo většími dávkami Ginkgo, protože sám Piracetam krev ředí.

2.5.5 Dávkování

Doporučené dávkování na příbalovém letáku (tableta 800 mg) je 1-1-1 (3 x denně 1 tableta). Nutno zmínit, že pro nootropní účely se užívají dávky větší, a to asi 5 - 6 tablet

denně (2/3 – 2 - 1). Předávkování Piracetamem je prakticky nemožné. Znatelné účinky se projeví přibližně 1 - 2 týdny od začátku užívání. Piracetam se maximálně užívá 6 týdnů, poté se 2 týdny neužívá.

2.5.6 Dostupnost

Piracetam je volně dostupné léčivo pod názvem Nootropil, Geratam, Piracetam, Pirabene. Balení 100 tablet (800 mg) se dá koupit za přibližně 200 Kč.

2.6 B - complex

Vitamíny B působí navzájem synergicky, a proto obsahuje B – komplex celou škálu vitamínů B. Jsou rozpustné ve vodě, takže se neukládají v tukových zásobách a musí být doplňovány každodenně.

2.6.1 Účinné látky

Thiamin (B₁) udržuje správný chod nervového systému. Podílí se na dobré náladě a usnadňuje proces učení. Nedostatek se projevuje únavou a emoční nestabilitou. Jeho synergisté jsou vitamíny B₂ a B₃. Má antioxidační účinky.

Riboflavin (B₂) podporuje štěpení sachaidů, lipidů a proteinů. Jeho nedostatek může způsobovat poškození jater, nebo sítnice. Jeho synergistou je vitamín B₆. Dlouhodobé užívání mírní migrény.

Niacin (B₃) je nezbytný pro syntézu hormonů (inzulin, estrogen, testosteron a další). Udržuje správný chod vyšších nervových funkcí. Jeho nedostatek se projevuje nemocí zvanou pelagra, kdy selhává nervový systém, nastupují deprese a demence.

Kyselina pantotenová (B₅) se podílí na syntéze acetylcholinu, koenzymu A a kortikoidů - hormonů nadledvinek. Urychluje regeneraci kůže a mírní příznaky alergie. Je obsažen v široké škále potravin, nejvíce však v rybách, játrech, kvasnicích a zelenině.

Pyridoxin (B₆) se podílí se na tvorbě enzymů, hormonů a neurotransmiterů. Je nezbytný při syntéze serotoninu. Zúčastňuje se jako koenzym při štěpení živin. Posiluje imunitní systém. Jako jeden z mála vitamínů je toxický, takže hrozí předávkování od 200 mg. 1 tableta B - complex forte obsahuje 10 mg B₆, takže při dodržování dávkování nehrozí žádné potíže.

Kyselina listová (B₁₀) je potřebná pro syntézu DNA, RNA, bílkovin a pro tvorbu hemoglobinu. Nedostatek se projevuje špatnou náladou, chudokrevností. Časté pití alkoholu způsobuje nedostatek vitamínů B.

Kobalamin (B₁₂) se podobně jako vitamín B₁₀ podílí na syntéze DNA a ATP. Je součástí léčiv na onemocnění jater, slinivky břišní a střev. Používá se při otravě kyanidy. [17]

3 KÁVA

3.1 Kávovníky

Nejznámější druhy kávovníků jsou Arabica a Robusta, vedle nich existují ještě další druhy jako například kávovník canephora, kávovník liberský.

3.1.1 Arabica

Tato odrůda je obecně přijímána jako káva kvalitnější, protože vykazuje lepší chuťové vlastnosti. Arabica představuje asi 65% světové produkce kávy. Domovem Arabicy je Etiopie a Jižní Afrika, nejvíce se však pěstuje na Jávě, Sumatře a v Jižní Americe. Zrna obsahují větší podíl tuků než Robusta. Arabica má průměrný obsah kofeinu v zeleném zrnu 0,7 - 1,4 %. [3,4]

3.1.2 Robusta

Tato odrůda je druhá nejčastěji pěstovaná na světě. Pochází z Jávy. V současné době se pěstuje čím dál více Robustu. Hlavní důvody jsou větší výnosy a větší odolnost vůči proměnlivým teplotám, srážkám a škůdcům. Chuť Robusty je odborníky považována za podřadnější v porovnání s Arabicou, ale není to pravidlem. Obsah kofeinu v Robustě (2,2 – 2,4 %) je téměř 2x větší než v Arabice. [3]

3.2 Charakteristika kávovníku

Kávovníky jsou poměrně početnou skupinou nižších tropických rostlin. Všechny druhy jsou dřevnaté, jejich velikost se pohybuje od nízkých keřů až k 10 m vysokým stromům. Kávovník je keř subtropického a tropického podnebného pásma, vyžaduje teplé a vlhké podnebí se stálými teplotami mezi 18 až 22 °C. Keříky kávovníku kvetou bílými voňavými a jasmínu podobnými květy, které se rychle mění v zárodky plodu. Ty v závislosti na odrůdě a poloze plantáže průběžně dozrávají za 6 až 9 měsíců po odkvětu, přičemž vznikají kulaté či oválné plodnice, podobající se velikostí třešni. Tyto kávové bobule jsou zpočátku zelené, postupně žloutnou a červenají, až se nakonec zabarvují jemně do fialova. Skládají se z povrchové kožovité slupky, nasládlé šťavnaté dužniny a pergamenovité slupky, obalující dvě kávová zrna (semena). Někdy se vyvine pouze jedno zrno vejčitého tvaru (perlová káva), které se však kvalitou neliší od ostatních. Zrna kávovníku dozrávají postupně a kvalitou nejlepší pro sklizen jsou plodnice v době, kdy zčervenají¹.

¹ MATUŠŮ, Markéta. *Obsah kofeinu v nálevu připraveném za různých podmínek*. Zlín, 2011. Diplomová práce. UTB Fakulta technologická



Obrázek 1: Třešeň kávovníku [obr.4]

3.3 Kávová třešeň

Každá kávová třešeň, resp. zrnko, disponuje pěti slupkami, které musí být před finálním pražením určitým způsobem odebrány. První ochrannou bariéru zrnka (*endosperm*) tvoří zevní slupka (*exocarp, epicarp*), která má v době zralosti zářivě žlutou nebo červenou barvu podle odrůdy. Dále se v třešni nachází slizká a lepkavá 0,5 – 2 mm silná dužina (*mesocarp*) a pergamen (*endocarp*), tvrdá slupka, která se musí mechanicky od zrnka odemlít. Poslední vrstvou je tzv. stříbrná slupka (pleva, *integument*), jejíž zbytky se při pražení separují a jsou vzduchem vyhnány do odpadního koše na plevy².

3.4 Další zpracování

Výběrové druhy se sklízají ručně a vybírají se jen zralé plody. Takový sběr se provádí přibližně každých 8 dní. Komoditní druhy se sklízají strojově. Další zpracování spočívá v oddělení zrn od dužiny a slupky. Používají se 2 metody, a to suchá a mokrá. Existují také alternativní metody, které dávají kávě jedinečnou chuť, nejznámější z nich je metoda honey.

² Vliv zpracování kávy na chuť. *Doubleshot* [online]. 2009 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: <http://www.doubleshot.cz/blog/2009/08/08/vliv-zpracovani-kavy-na-chut>

3.4.1 Suchá metoda

Tato metoda je starší a ekonomicky výhodnější. Při suché metodě se nespotebovává žádná voda. Kávové třešně se suší na přímém slunci na betonu nebo silnici v tenké vrstvě asi 30 dní. Musí se průběžně ručně otáčet, aby nedošlo k nechtěné fermentaci nebo plesnivění. Takto zpracovaná káva disponuje výrazně sladkým tělem, což je způsobenou nasáknutím cukrů do zrna z dužiny.

3.4.2 Mokrý metoda (fully washed)

Tato metoda vyžaduje obrovské množství pitné vody (až 40 m³ na 1 t) a složité technické vybavení. Zrno je zbaveno slupky ve vodě fermentací hned po sklizni. Svrchní slupky se mechanicky odstraní a pomocí mikroorganismů dochází k rozpadu dužiny. Pokud se neodhadne správně doba fermentace, můžou se objevit zkažená zrna, která znehodnotí celou várku shnilou a kyselou chutí. Tato metoda je sice technicky a finančně náročnější, ale výsledná chuť kávy je jemná, ovocná s lehkou aciditou. Většina výběrových káv je zpracována mokrou metodou. [5]

3.4.3 Honey metoda

Tato zvláštní metoda je něco mezi suchou a mokrou (fully washed) metodou. Po sběru se třešně rozloží na africké postele (jutové plátno nad zemí) a nechají se sušit. Několikrát denně se musí obracet, aby zasychající cukr nezačal plesnivět. Kvůli plísním je tato metoda velmi riskantní a používají ji většinou jen zkušení pěstitelé výběrových káv. Výsledná chuť takto zpracované kávy je výrazně sladká s tóny třešňí, švestek a lesních plodů. [6]

3.5 Pražení

Zelené zrno sice obsahuje podobné proteiny, tuky a sacharidy jako zrno pražené, ale neobsahuje to zásadní – aromatické látky. Ty vznikají složitými chemickými ději při pražení. Nejprve se ze zelené kávy v pražičce odpaří vlhkost, která se pohybuje kolem 11 – 12 %. Po chvilce začnou zrna vydávat praskavý zvuk – první crack. V tuto chvíli začne pyrolýza sacharidů, při které vznikají důležitá aromata. Kolem 5. – 6. minuty se už naplno projevuje Maillardova reakce, díky které vznikají pyrazinové deriváty. Ty jsou typické pro všechny pražené potraviny a dodávají jim specifickou chuť a vůni. Sacharidy začnou karamelizovat a uvolňovat CO₂, který je důležitý indikátor čerstvosti kávy (crema u espressa). Hlavní parametr u pražení je výsledná teplota zrna a doba, za kterou ji dosáhne. Když dosáhne zrno požadované teploty, je nutné zastavit proces pražení a zrna ochladit, aby se zamezilo dalším reakcím.

3.5.1 Light roast

Zrna jsou pražená jemně a mají hrubý povrch světle hnědé barvy. Nápoj bude mít v chuti silně vystupující aciditu, výraznou ovocitost a šťavnatost bez náznaku hořkosti. Káva si zachová svůj charakter daný půdou a podnebím. Tento způsob pražení je vhodný spíš pro filtrovanou kávu (french press, chemex – viz. způsoby přípravy). Espresso z takové kávy je velmi ovocné a někdy až moc aciditní, proto se na espresso používá tmavší pražení. Light roast je velmi oblíbený v severských zemích jako je Norsko, Švédsko, kde mají největší spotřebu kávy na hlavu.

3.5.2 Dark roast

Zrna jsou silně pražená, mají hladký povrch tmavě hnědé barvy. Často se setkáváme s „pocením kávy“, kdy se na povrch uvolňují oleje, které mohou žluknout. Charakter kávy ustupuje do pozadí a převažuje chuť pražení nad přirozenou ovocitostí kávy. Dark roast se nehodí pro filtrovanou kávu. Pokud připravíme silně praženou kávu filtrovanou metodou, bude nápoj zemitý a hořký. V České republice má stále většina kaváren v nabídce tmavě praženou kávu, ze které připravují espresso o objemu 1 dcl. Tmavě pražené je velmi oblíbené v Itálii, kde se z něj připravuje nejčastěji espresso.

3.5.3 Overroasted

Přepražená zrna se poznají podle hladkého povrchu, tmavě hnědé až černé barvy a výrazné spálené vůně. Zrna se takzvaně potí, což znamená, že vystupují na povrch oleje, které na vzduchu začnou žluknout. Žluknutí a silné pražení má za následek degradaci bohaté chuti kávy na chuť zemitou, hořkou, kdy zanikne charakter kávy. Pokud vezmeme zelené zrna z různých částí světa a silně je upražíme na stupeň obvyklý pro mnohé globální kávové značky, jen těžko rozpoznáme podle chuti původ kávy, protože budou všechny chutnat stejně. Velmi tmavé pražení je ekonomicky zajímavé, protože se nemusí hledět na odrůdu a původ kávy.

3.5.4 Současný trend v pražení

Česká republika je zeměpisně v půli cesty mezi Norskem a Itálií. Majorita společnosti a kaváren se přiklání k italskému standardu. V posledních letech se i na našem trhu objevilo pár kvalitních lokálních pražírů, které upouštějí od jednotného tmavého pražení a praží svou kávu jemněji pro dosažení bohatší chuti.

3.5.5 Maillardova reakce

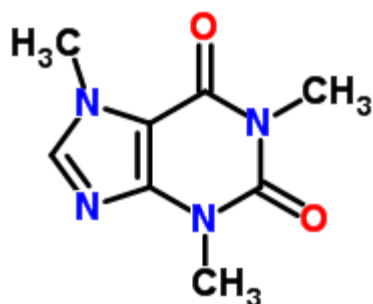
Neenzymatická reakce mezi redukujícími cukry (především glukosa a fruktosa) a aminokyselinami (asparagin). S touto reakcí se můžeme setkat u většiny tepelně (120 °C) upravených jídel, které jsou bohaté na škrob (smažení, pečení, grilování). Jedná se především o brambůrky, hranolky, kávu, sušenky, pečivo a mnoho dalších. Při reakci vznikají hnědé pigmenty, melanoidiny. Zároveň dochází ke vzniku důležitých sensoricky aktivních sloučenin, které dodávají výrobkům charakteristické zbarvení, chuť a vůni. Na druhou stranu vznikají i některé sloučeniny s mutagenními a karcinogenními vlastnostmi. [8, 9]

3.6 Chemické složení kávy

Káva je směsí známých a pravděpodobně i neznámých látek, které jsou v určitém poměru. Tento poměr závisí na odrůdě, podnebí, půdě a dalších faktorech pěstování. Poměr látek v pražené kávě závisí samozřejmě na způsobu pražení. Zelená káva obsahuje asi 11 – 12 % vody, kterou později ztratí pražení. Sušina zelené kávy obsahuje asi 50 % sacharidů. Obsah lipidů se pohybuje mezi 8 – 18 %, u pražené Arabicy kolem 16 % a u Robusty 10 %. Většina lipidů je ve formě triacylglycerolů. Obsah kofeinu (0,7 – 2,4 %) se v průběhu pražení mění jen minimálně. Z kyselin a antioxidantů obsahuje káva kyselinu kávovou, kyselinu chininovou a kyselinu chlorogenovou (4 – 6 %). Aromatické látky jsou většinou deriváty pyrazinu, nebo furanu. Při pražení vlivem Maillardovy reakce (viz. Maillardova reakce) vzniká vedle aromat i karcinogenní akrylamid. [2]

3.6.1 Kofein

1,3,7-trimethylxanthin je sypká bílá krystalická látka nahořklé chuti, dobře rozpustná ve vodě. Je to alkaloid, který se vyskytuje asi v 60 rostlinách, například v kávovníku arabském, čajovníku, bobulích guarany, kakaovníku. Těmto rostlinám slouží jako přirozená ochrana před škůdci.



Obrázek 2: Kofein

Stimulační účinky kávy způsobují 3 alkaloidy (deriváty xantinu) a to kofein, potom teobromin a teofylin. Teobromin je obsažen přirozeně v kakau, čokoládě a je výrazným diuretikem. Teofylin má v některých případech dokonce výraznější účinky jako kofein. Všechny tyto alkaloidy mají hořkou chuť, která přispívá k celkové chuti kávy.

3.6.2 Metabolismus kofeinu

Kofein se vstřebává v tenkém střevě a dostává se do krve a z ní jednoduše proniká do mozku. Maximální hodnota kofeinu v krvi nastane asi 30 – 40 minut po vypití. Potom jeho množství klesá a asi za 3 – 7 hodin se z těla vyloučí úplně. V játrech se metabolizuje na teobromin, teofylin a paraxanthin (84 %), který podporuje rozpad tuků a následnou přeměnu glycerolu na glukózu. Tím usnadňuje získávání energie z tuků, a proto se využívá při dlouhodobé fyzické zátěži nebo při hubnutí. Z dlouhodobého hlediska není kofein účinný spalovač tuků.

Stimulační účinek kofeinu spočívá v jeho funkci antagonisty **adenosinu**. Adenosin je nukleosid, který ovlivňuje stav bdělosti a spánku. Kofein se strukturně podobá adenosinu a naváže se přednostně na adenosinové receptory. Zabráni tak adenosinu plnit jeho tlumivou funkci a tak udržuje stav bdělosti.

Reakcí těla je pak tvorba hormonu adrenalinu v nadledvinách. Adrenalin uvádí tělo do pohotovostního režimu a má za úkol podpořit soustředění, koncentraci. Zrychluje se tep, prohlubuje dýchání, zrychluje se spalování cukrů, zvyšuje se krevní tlak. Kofein velmi lehce proniká do mozku, kde zvyšuje produkci dopaminu. Dopamin je neurotransmiter, jehož hladina ovlivňuje také pocity štěstí a spokojenosti.

3.6.3 Toxikologické vlastnosti

Za smrtelnou dávku se považuje dávka 10 g, která odpovídá přibližně 100 šálkům kávy. Dlouhodobá konzumace velkých dávek kofeinu může způsobit řadu negativních příznaků jako jsou neklid, nespavost, roztěkanost, zvýšené pocení, nepravidelnou srdeční činnost, nervozitu a další. Tyto příznaky se vyskytují velmi individuálně. U člověka citlivého na kofein může tyto příznaky vyvolat i poměrně malá dávka kofeinu (250 mg). U lidí zvyklých pít kofeinové nápoje se tyto příznaky můžou projevit až u dávky 1 g.

Za rozumnou denní dávku kofeinu se považuje přibližně 300 – 400 mg (záleží na hmotnosti člověka). Tyto čísla jsou spíše orientační, protože individuální rozdíly tolerance a snášenlivosti se u různých lidí značně liší. Kofein by měly omezit těhotné a kojící ženy. Nemusí se ho ale úplně vzdát.

3.6.4 Vliv kofeinu na zdraví

Některé výzkumy poukázaly na kardiovaskulární nemoci. Autoři Bonita et al. [10] zjistili, že konzumace více než 6 šálků denně nefiltrované kávy je pro srdce škodlivé jako důsledek zvýšené cholesterolemie a zvýšené frakce LDL („škodlivý cholesterol“). Vysoká konzumace kávy zvyšovala výskyt akutního infarktu myokardu bez ohledu na způsob pražení a bez ohledu na přítomnost dalších rizikových faktorů ischemické choroby srdeční.

Příčinou těchto biochemických změn je zvýšený obsah diterpenových olejů. Účinek kofeinu na cévy záleží především na jeho množství, na způsobu podání a na individuální citlivosti pacienta. [2, 10]

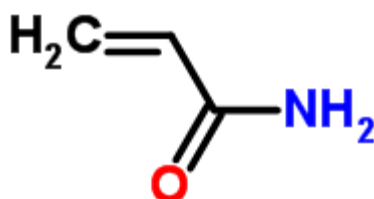
Na kofein vzniká postupem času závislost (kofeinismus). Při dlouhodobém pití větších dávek kofeinových nápojů a následném přerušení se můžou objevit abstinenční příznaky, které se projevují neklidem, úzkostí a poruchami spánku.

3.6.5 Dekofeinizace kávy

Existují dvě základní metody dekofeinizace kávy. Obě se provádí ještě s nepraženými zrny. Při první metodě se zrna napaří a přelijí metylenchloridem nebo ethylacetátem. Tato rozpouštědla vytáhnou ze zrn kofein. Druhý způsob, takzvaná švýcarská vodní metoda, spočívá v opakovaném proplachování zrn ohřátou vodou pod tlakem. Kofein, jako hořká látka, je součástí chuti a jeho odstraněním ze zrn se změní celková chuť kávy.

3.6.6 Akrylamid

Prop-2-enamid je nízkomolekulární krystalická látka bez barvy a zápachu. Je velmi dobře rozpustný ve vodě a schopný polymerizovat za vzniku polyakrylamidu (ten se v kávě nevyskytuje).



Obrázek 3: akrylamid

Polyakrylamid se používá při čištění odpadních vod, nebo jako těsnicí materiál při stavbě tunelů a vodních nádrží. Dále se používá na zpevnění půdy nebo jako aditivum do papíru. Polyakrylamid je netoxický, ale většinou obsahuje zbytky akrylamidu, který toxický je.

Akrylamid se vyskytuje především v potravinách rostlinného původu bohaté na škrob, které byly tepelně upraveny při více než 120 °C. Jedná se o smažené bramborové lupínky, hranolky, pečivo a také kávu. Přítomnost akrylamidu v potravinách lze z větší části vysvětlit jako důsledek Maillardovy reakce (viz. Maillardova reakce). Další zdroje akrylamidu jsou tabákové výrobky, kosmetika, kontaminovaná pitná voda a další. Akrylamid je klasifikován jako předpokládaný lidský karcinogen. Je genotoxický a neurotoxický.

3.6.7 Karcinogenita akrylamidu

Karcinogenita akrylamidu u lidí nebyla ještě důkladně prozkoumána. Výzkumy na myších a potkanech poukazují na přeměnu akrylamidu na glycidamid, který je zodpovědný za zvýšený výskyt rakovin šourku, plic, kůže a mnoha dalších. V roce 2002 tým švédských vědců poukázal na výskyt akrylamidu v některých potravinách. Výzkum prokázal, že glycidamid je 100 – 1000 reaktivnější s DNA než akrylamid. [13, 14, 15]

3.6.8 Genotoxicita akrylamidu

Akrylamid může způsobovat výměnu sesterských chromozomů a neplánované syntézy DNA. Časté výměny a destrukce chromozomů se objevily, pokud bylo myším po dobu 3

týdnů dodáváno 500 µg akrylamidu. Akrylamid se spojuje s DNA kovalentní vazbou. [14,15]

3.6.9 Neurotoxicita akrylamidu

Akrylamid působí na centrální a periferní nervovou soustavu. Můžou se objevit příznaky jako halucinace, malátnost, necitlivost a slabost končetin. Pracovníci v továrnách na polyakrylamid si stěžovali na celkovou slabost a necitlivost končetin. Při vyšších dávkách se objevovala řezavá bolest, brnění a pálení v nohách nebo rukách. Pokud zaměstnanci delší dobu nepracovali s akrylamidem, tyto příznaky postupně vymizely. [15]

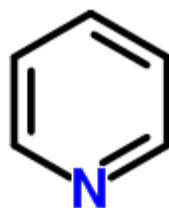
3.6.10 Aromatické látky

Zelená káva neobsahuje téměř žádné aromatické látky. Ty vznikají až při pražení jako důsledek Maillardovy reakce, nebo také rozkladem kyseliny chlorogenové na laktony. Jedná se především o deriváty furanu a pyrazinu.

Velký vliv na chuť a na aciditu kávy má kyselina octová, která je přítomná už v zelených zrnech. Dále se v pražené kávě vyskytuje maltol, který má sladovou, karamelovou chuť a vůni.

3.6.11 Pyridin

Velké množství pyridinu přítomného v pražené kávě vzniká pyrolýzou alkaloidou trigonellinu. Větší množství pyridinu v kávě způsobuje nepříjemné aroma a snižuje její kvalitu. Čím tmavěji je káva pražená, tím více by měla obsahovat pyridinu. [11]

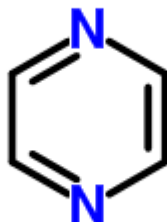


Obrázek 4: pyridin

3.6.12 Pyrazinové deriváty

Deriváty pyrazinu jsou prakticky ve všech tepelně zpracovaných potravinách. Vznikají v důsledku Maillardovy reakce, nebo pyrolýzou některý aminokyselin. Většina z nich má charakteristické pražené, oříškové aroma. Konkrétně 2,6–dimethylpyrazin má čokoládové

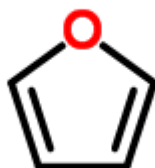
aroma, 2,3-dimethylpyrazin a 2-ethyl-5-methylpyrazin mají charakteristické kávové aroma. 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazin má aroma pražené kukuřice, nebo bílého chleba. [11]



Obrázek 5: pyrazin

3.6.13 Furanové deriváty

Furany a methylfurany vznikají z pětičlenných a šestičlenných sacharidů odštěpením vody. Většina furanů se nachází ve většině tepelně zpracovaných potravinách. 2,5-dimethylfuran má aroma pražené kávy a je také složkou cigaretového kouře (z jeho hladiny v krvi lze vyvodit množství vykouřených cigaret). 5-methyl-2-furancarboxaldehyd a furfural (2-furaldehyd) mají mandlové aroma, vyskytují se také v kakau, čaji, pivu, víně, whisky, mléčných produktech, chlebu a dalších. 2-furanmethanol (furfurylalkohol) je typické aroma pro kávu arabika. 2-furanmethanol, acetát se vyskytuje v rumu, pивě, kakau, vanilce, smažené cibulce, pražených mandlích a oříšcích. Dihydro-2-methyl-3-furanon má příjemnou karamelovou chuť. [11]

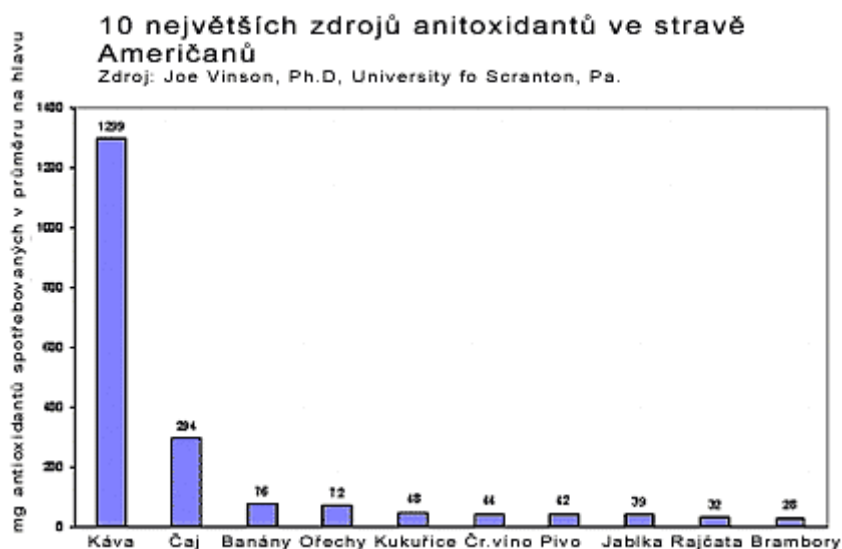


Obrázek 6: furan

3.6.14 Antioxidanty

Káva je významným zdrojem antioxidantů (viz. antioxidanty). Antioxidační účinek má kyselina kávová, kyselina chlorogenová a kyselina chininová. Robusta má obecně více

antioxidantů než arabica. Joe Vinson Ph.D. z univerzity ve Scrantonu prováděl výzkum, kde zjišťoval zdroje antioxidantů ve stravě Američanů. Největší podíl měla káva. Ve výzkumu ale nezjišťoval, jak záleží na kvalitě kávy, nesrovnával ani množství antioxidantů v instantní kávě s mletou kávou.



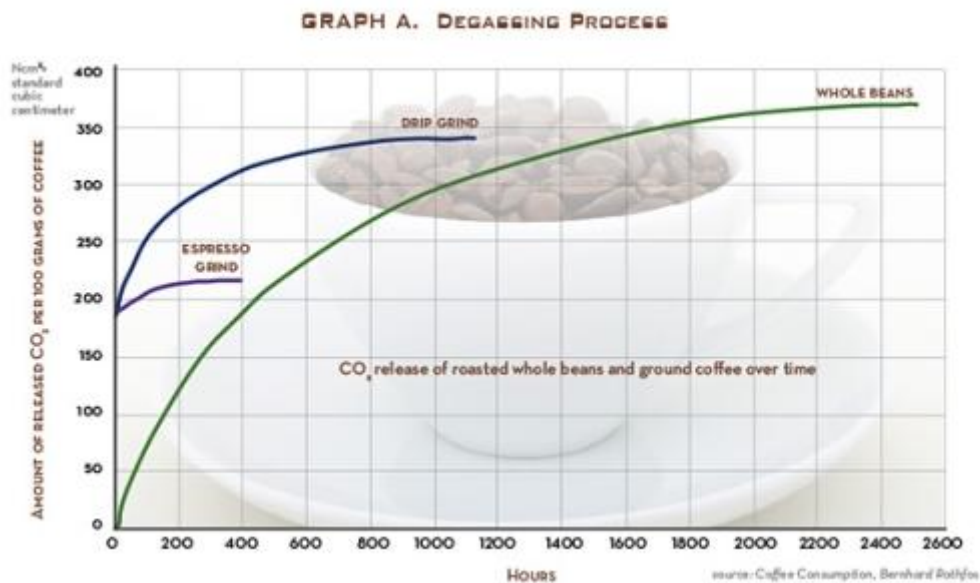
Obrázek 7: Antioxidanty ve stravě [12]

3.7 Příprava kávy

Způsobů přípravy kávy je několik, ale mezi nejoblíbenější patří espresso a filtrovaná káva. Každý ze způsobů přípravy má své zákonitosti. Základem je vždy čerstvě upražená káva namletá těsně před přípravou.

3.7.1 Mletí

Kávové zrna oxidují a je vhodné je tak měsíc po upražení zkonsumovat. Pokud kávu skladujeme už namletou, oxiduje mnohem rychleji. Vakuové obaly proces oxidace zpomalí, ale nikdy nezastaví. Těkavé aromatické látky se v balené mleté kávě vyskytují v mnohem menším množství. Namletou kávu je vhodné použít do 15 minut, než vyprchají těkavé aromatické látky. Graf srovnává oxidaci u celých zrn (whole beans) a dvou hrubostí mletí: espresso (espresso grind – jemnější mletí) a filtr (drip grind – hrubější mletí).



Obrázek 8: Závislost oxidace na mletí [7]

3.7.2 Espresso

Espresso je emulze ze 7 - 9 g čerstvě namleté kávy vyextrahovaná za 25 – 30 s pod tlakem 8 – 10 barů vodou o teplotě 88 – 90 °C. Extrahuje se 25 – 30 ml do předeřátého šálku z tlustostěnného porcelánu. Právě italské espresso se připravuje ze 7 g kávy. Současný trend je použití 8 až 9 g kávy, pro co největší podíl aromatických látek v šálku. Správné espresso má na povrchu jemnou cremu barvy lískového oříšku s tmavším tygrováním. Častou chybou je nedodržení doby extrakce, nebo množství nápoje (někdy až 2 dcl), a tak vznikají neextrahované chuťově podřadné nápoje.

3.7.3 French press

French press je způsob přípravy kávy, při kterém se hrubě namletá nasype do french press konvičky v poměru 7 – 9 g na 1 dcl nápoje. Káva se zalije se vodou o teplotě přibližně 95 °C (nesmí vřít) a nechá se extrahovat 3 – 4 minuty, poté se sítkem odfiltruje a přelije okamžitě do šálek, aby se zabránilo další extrakci. Na french press se doporučuje jednodruhá káva, protože vynikne její celková chuť a osobitý charakter daný podnebím.



Obrázek 9: French press [obrázek 2]

3.7.4 Chemex

Chemex je skleněná nádoba podobná Erlenmayerově baňce, do které se vkládá filtrační papír. Před přípravou vložíme filtrační papír a prolijeme horkou vodou, jinak bude káva chutnat po papíru. Káva na Chemex se mele ve stejném poměru jak na frenchpress (7 – 9 g/1 dcl), ale o něco jemněji. Na promytý filtrační papír se nasype káva a zalije se malým množstvím vody a počká se asi 30 sekund. Poté se plynule dolije zbytek vody a nechá se překapat. V průběhu extrakce je vhodné kávu lehce promíchávat. Celá extrakce nesmí přesáhnout 4 minuty. Výsledný nápoj je vzhledem podobný černému čaji, chuť je ovocná, šťavnatá, a svěží. Káva na chemex je vhodná jednodruhová světlejšího pražení.



Obrázek 10: Chemex [obrázek 1]

3.7.5 Džezva

Džezva je typický způsob přípravy kávy pro arabské země. Káva se namele co možná nejjemněji a nasype se do speciálních kovových nádob s dlouhým držadlem spolu s cukrem. Zalije se horkou vodou a položí na plotnu. Když káva po chvíli vzkypí, oddělá se z plotny. Tento proces se opakuje 3x a poté se servíruje v malých kovových servisech. Protože je káva namletá velmi jemně, sedne sedlina na dno.



Obrázek 11: Džezva [obrázek 3]

3.7.6 „Český turek“

Tento způsob přípravy je v České republice druhý nejoblíbenější po instantní kávě. Jemně namletá kávy (asi 2 lžičky) se zalijou horkou vodou a po několika minutách je hotovo. Lógr zůstává v šálku po celou dobu, takže extrakce probíhá nepřetržitě.

I.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 DOTAZNÍK

4.1 Metoda výzkumu

Dotazník se skládal ze dvou částí. První část dotazníku se týkala kofeinu. V druhé části byly otázky na nootropika. U některých otázek byla možnost napsat až 3 odpovědi.

4.2 Cílová skupina

Cílovou skupinou byli studenti Masarykova gymnázia ve Vsetíně starší 15 let. Samozřejmě se mi nepodařilo získat odpovědi od všech. Nejméně odpovědi jsem dostal z věkové kategorie 4. ročníku, kterým se blížila maturita, a proto bylo v některých třídách jen pár studentů.

4.3 Termín a místo sběru dat

Dotazníková akce proběhla v období duben – květen roku 2013. Studenti vyplňovali dotazníky ve svých třídách buď v hodinách, nebo o přestávkách.

4.4 Velikost vzorku

Počet rozdaných dotazníků byl 319, zpracovaných dotazníků bylo 301 (60% studentů vyššího gymnázia). Studentů vyššího gymnázia ke konci školního roku 2012/2013 bylo 504.

4.5 Výchozí hypotéza

Předpokládám, že nejoblíbenějším nápojem bude káva a čaj. Energetické nápoje budou populárnější u mladších chlapců. Myslím si, že nadpoloviční většina pije pravidelně alespoň 1x za den nápoj s obsahem kofeinu.

Počet šálků denně se časem u většiny zvyšuje, je jenom otázkou, jak si to kdo přizná. Pití nápojů s kofeinem se ustálí na 3 šálcích denně. Jako negativní příznaky očekávám nejčastěji problémy s usínáním a časté močení. Alespoň 2x týdně začnou pít studenti kávu někdy kolem 15 roku.

Z nootropik bude nejznámější Ginkgo Biloba, která se často objevuje v reklamách. B - complex bude rovněž známý, ale většina lidí si ho nejspíš nespojí s podporou mozkové činnosti. Nejužívanější bude Ginkgo biloba a B - complex. Piracetam bude známý jen velmi málo.

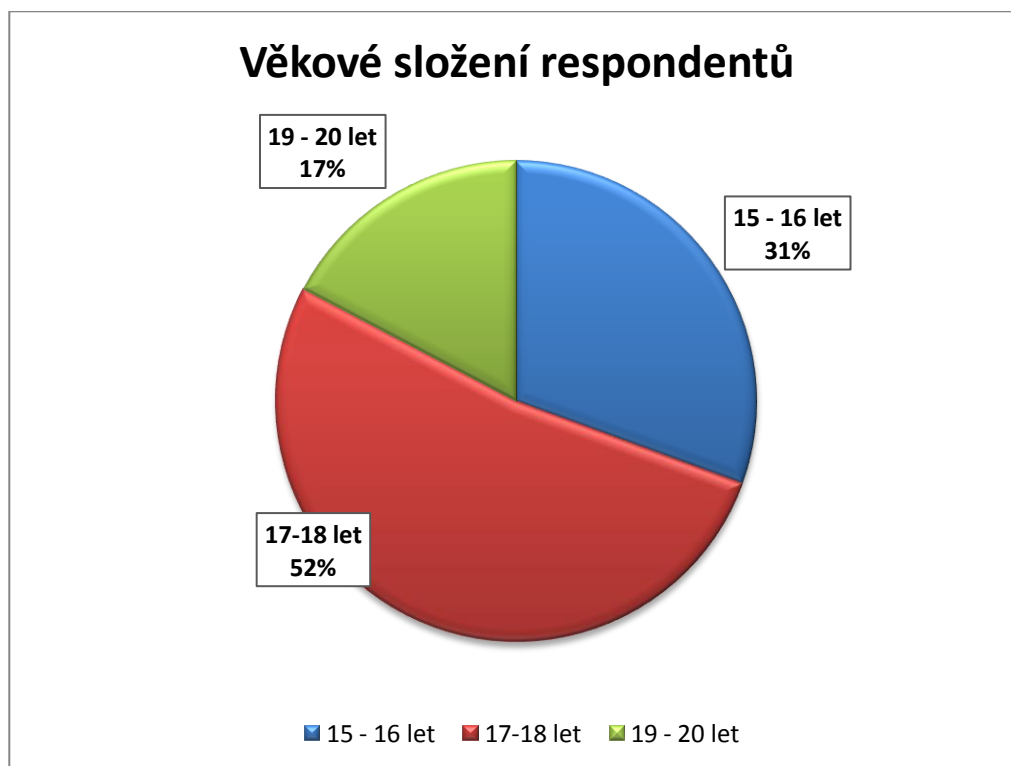
Při výběru nootropik bude pro dotázené důležitý názor odborníků a cena. Většina lidí bude dávat přednost přírodním látkám.

4.6 Výsledky dotazníkového šetření

4.7 Část: kofein

4.7.1 Věk a pohlaví

Výzkumu se zúčastnilo 95 chlapců a 206 dívek. Věkové složení respondentů viz graf.



Obrázek 12: Věkové složení respondentů

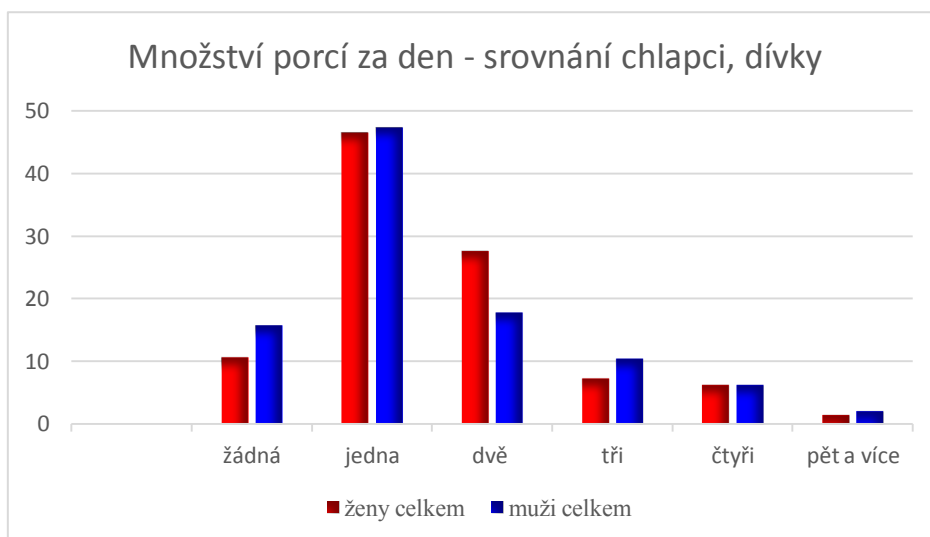
4.7.2 Nejčastější zdroje kofeinu (maximálně 3 možnosti)

Otázka číslo 3 zjišťovala 3 nejčastější zdroje kofeinu. Nejčastější byl čaj (67 %), kolové nápoje (56 %) a káva (48 %). Čaj i káva byly oblíbenější u dívek, naopak u mužů převažovaly kolové a energetické nápoje.

4.7.3 Pravidelnost konzumace kofeinových nápojů

Necelých 33 % respondentů uvedlo, že pijí tyto nápoje každý den. Dalších 35,5 % uvedlo možnost - několikrát do týdne. Možnost – nikdy - uvedlo pouze 1,3 % respondentů.

4.7.4 Počet porcí za den



Obrázek 13: Počet porcí kofeinu za den

4.7.5 Při jaké příležitosti konzumují kofeinové nápoje (maximálně 3 možnosti)

42 % dotázaných uvedlo možnost – kdykoliv je chuť. Tato otázka byla špatně formulována, protože se těžko rozlišuje mezi chutí nápoje a chutí na kofein. Ráno po probuzení pijí čaj nebo kávu 33 % dotázaných (dívky 40 %, chlapci 22 %), při učení či práci dokonce skoro 40 %.

4.7.6 Účel konzumace kofeinových nápojů (libovolný počet odpovědí)

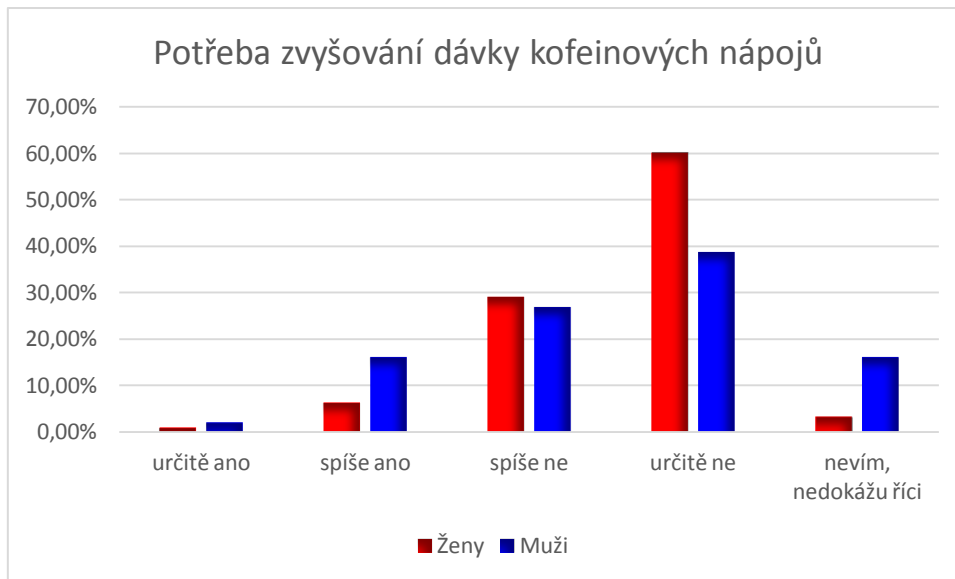
68 % dotázaných uvedlo – chutnají mi – (viz. předchozí odstavec). Dalších 40 % uvedlo možnost – oddálení únavy. Překvapující je, že 25 % dívek (a 12 % chlapců) konzumuje kofeinové nápoje i pro zahnání žízně a dokonce 8,7 % dívek (a 4 % chlapců) pro zahnání hladu.

4.7.7 Pomáhá kofein při duševní námaze?

42 % dotázaných potvrzuje, že jim kofein pomáhá při duševní námaze. 31,5 % uvedlo, že jim kofein nepomáhá. 26,5 % dotázaných uvedlo možnost - nevím.

4.7.8 Potřeba zvyšovat dávky

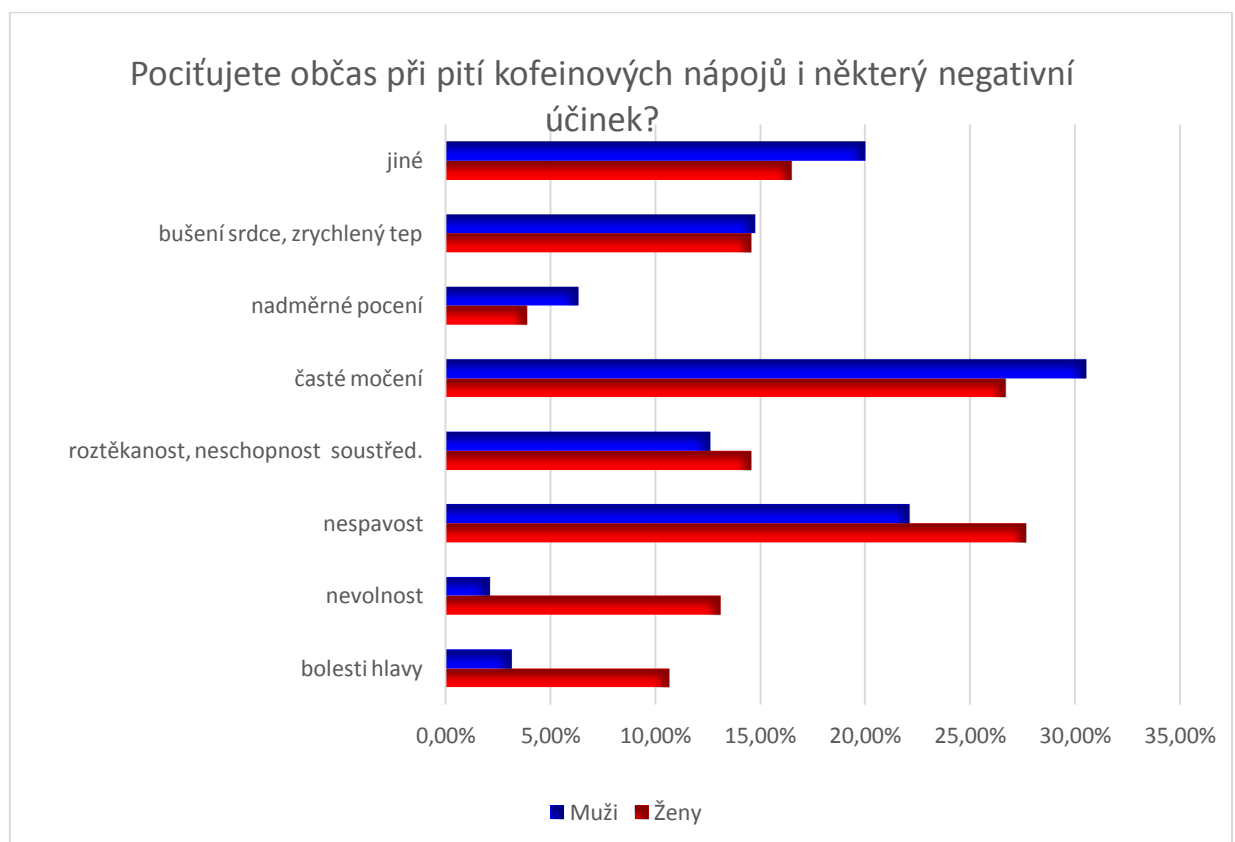
Zde byly velké rozdíly mezi chlapci a dívkami. Chlapci obecně uznávali mírnou potřebu zvyšovat dávky. 60% dívek odmítalo zvyšování dávek, kdežto chlapců jen 38 %.



Obrázek 14: Potřeba zvyšovat dávky kofeinových nápojů

4.7.9 Negativní příznaky (libovolný počet odpovědí)

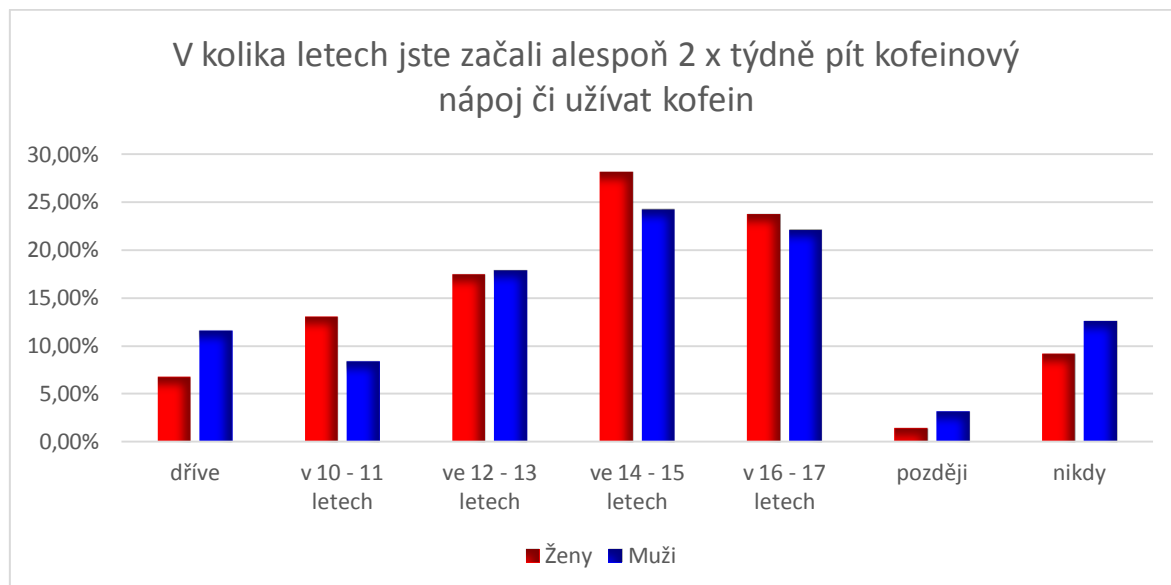
27 % dotázaných uvedlo jako negativní příznak časté močení a 25 % nespavost. Necelých 15 % uvedlo i zrychlený tep a bušení srdce.



Obrázek 15: Negativní účinky kofeinu

4.7.10 Kdy se začíná s pravidelným pitím kofeinových nápojů?

Nejvíce pravidelných uživatelů vzniká kolem 14 – 15 roku.



Obrázek 16: Začátek pravidelného pití kofeinových nápojů

4.8 Část: nootropika

4.8.1 Informace o nootropikách

Celých 72 % někdy slyšelo o Gingko bilobě, 28% o Lecitinu a 64% o B-complexu. Piracetam znalo pouze 15 % dotázaných.

4.8.2 Užívání nootropik

Gingko bilobu vyzkoušelo 17 % žen a 7 % mužů. B-complex někdy užívalo 30 % dotázaných. Piracetam vyzkoušelo pouze 3 % dotázaných a Lecitin 6,6 %.

4.8.3 Zdroj informací o nootropikách

Nejvíce (31,5 %) dotázaných uvedlo jako zdroj reklamu v médiích, kde se pravděpodobně jednalo o Gingko bilobu. 20 % uvedlo jako zdroj internet a 11 % lékárnou. Možnost – nevím o tom nic – zaškrtnulo 14 % dívek a 26 % chlapců.

4.8.4 Náзор na užívání nootropik

19 % dívek a pouze 6 % chlapců uvedlo možnost – mám dostatek informací, užívám je. Úplně odmítá nootropika necelé 4 % dotázaných.

4.8.5 Uvažujete nad vyzkoušením nootropik?

15 % dotázaných uvedlo – ano – a dalších 26 % - spíše ano. Určitě ne uvedlo téměř 17 % chlapců a 10 % dívek.

4.8.6 Co by rozhodovalo při výběru nootropik (maximálně 3 možnosti)

43,5 % dotázaných dá na radu odborníka. Názor odborníka ale může být i součástí reklamy. Pouze 25 % hledí na cenu. Celých 50 % se zajímá o hlavní efekt na tělo. 32 % by dalo přednost přírodním látkám před syntetickými.

4.9 Shrnutí dotazníkového šetření

40 % studentů gymnázia používá při učení kofein pro oddálení únavy a podporu koncentrace. Pouze 13 % studentů nepije kofeinové nápoje každý den. Pouze 1,3 % dotázaných uvedlo, že nepijí kofeinové nápoje nikdy. Nootropika zatím nejsou na naší škole moc používaná a ani moc známá. O problematiku nootropik se zajímají více dívky než chlapci. Dá se předpokládat, že na vysoké škole se s nootropiky setká více studentů.

5 CHEMIE KÁVY

5.1 Analýza kofeinu v závislosti na způsobu přípravy kávy

5.1.1 Úvod měření

Z dotazníku se potvrdilo, že káva je velmi oblíbený nápoj. Většina dotázaných pravděpodobně pije kávu instantní, kde je množství kofeinu normalizováno. Obsah kofeinu ve správně připravené kávě už tak jednoznačný není a bude záležet na několika faktorech. Každý způsob přípravy je specifický a množství kofeinu v něm se bude lišit.

5.1.2 Kapalinová chromatografie

Pro zjištění množství kofeinu v kávě jsme použili metodu zvanou kapalinová chromatografie. Skoro každou látku je možno charakterizovat pomocí spektrofotometrických metod (absorpce a emise). Tyto přechody mohou probíhat ve viditelné (barevnost) a ultrafialové (pro lidské oko neviditelné) oblasti spektra. Kofein je bezbarvá látka a jeho absorpční spektrum je možno sledovat v UV oblasti. Detektor u chromatografu můžeme nastavit na určitou vlnovou délku (UV nebo viditelná oblast) při které budeme zaznamenávat průběh separace. V chromatogramu (grafickém záznamu chromatografie) jsou jednotlivé látky zobrazeny jako píky, kde jejich plocha udává množství dané látky ve vzorku. Protože každá látka absorbuje jinak intenzivně, je nutné pro přesné zjištění koncentrace látky sestavit kalibrační závislost, o které bude pojednáno dále v textu.

5.1.3 Chromatografické podmínky

Kapalinový chromatograf od firmy ECOM s.r.o. Česká republika (detektor typ Sapphire, pumpa typ Alpha)

Kolona: Kinetex C18 (100x4,6; 2,6 μ m; 100A)

Mobilní fáze: Methanol/Voda/Kyseliny octová = 70/29/1

Detekce: UV absorpce při 280 nm

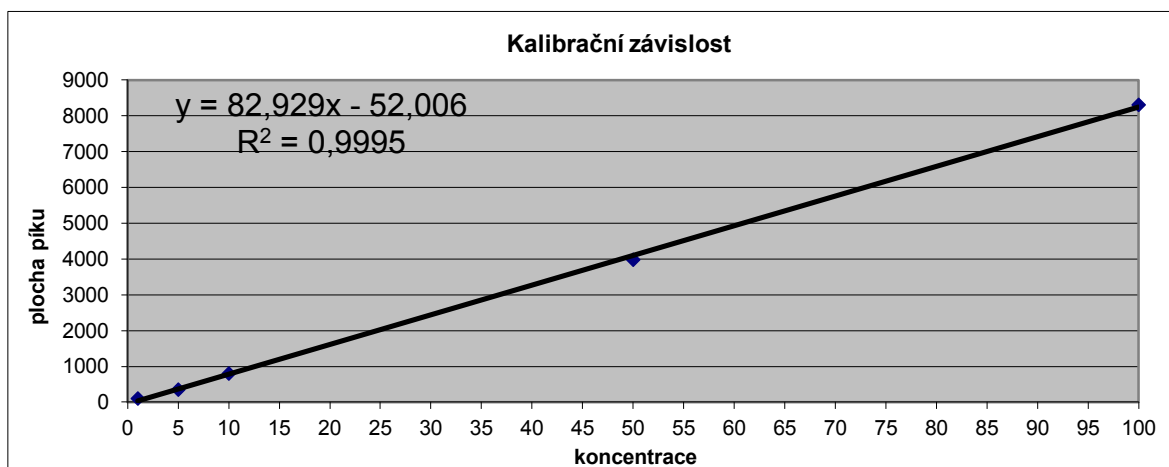
Průtok: 0,35 ml/min

Nástřik: metoda full-loop = 20 μ l

5.1.4 Kalibrační závislost

Připravili jsme roztok 1 mg/ml standardu kofeinu od firmy Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) o čistotě (větší) 99%. Poté zředěno na roztoky o koncentraci 1, 5, 10, 50, 100 mg/l.

Plochy píků byly vloženy do grafu a proloženy přímkou lineární regrese. Takto jsme získali rovnici, podle které jsme mohli dopočítat koncentraci kofeinu ve vzorku.

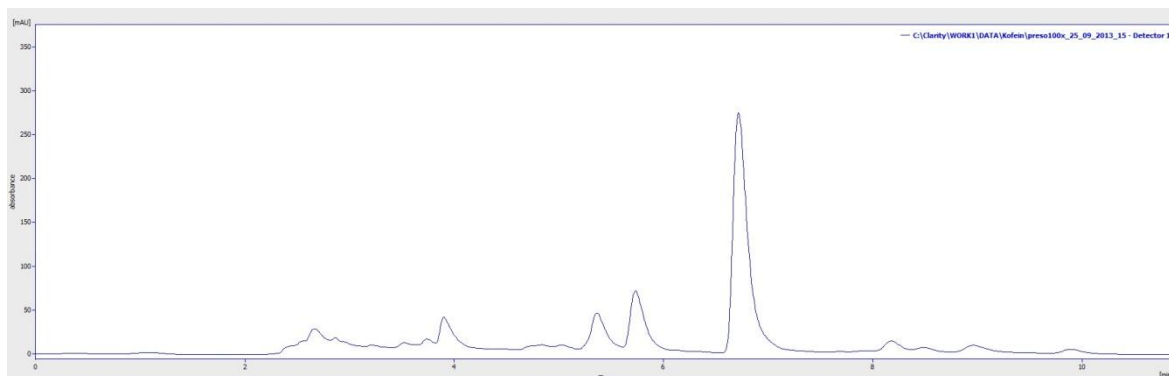


Obrázek 17: Kalibrační závislost

5.1.5 Měření

Porovnávali jsme 4 druhy přípravy kávy: espresso, french press, džezva a „český turek“ (viz. způsob přípravy). Na každou porci jsme použili 9g kávy Laura (směs 80 % Brazílie, 20% Ethiopie Sidamo), která byla pražená 3 dny před měřením. Kávu v džezvě jsme nepřipravovali s cukrem, protože cukr by mohl zkreslovat výsledky.

Každý způsob přípravy jsme připravili 3x a odebrali 1 ml tekutiny, která se dále naředila s destilovanou v poměru 1:10. Espresso bylo ředěno v poměru 1:100 kvůli lepší čitelnosti výsledků. Rozdíl byl jedině u způsobu přípravy „český turek“, kde jsme připravili pouze jeden vzorek, ale měřili ve třech časových intervalech (7, 17 a 27 minut). Změření jednoho vzorku trvalo asi 8 minut. Vzorky byly přefiltrovány přes PTFE (polytetrafluor ethylen) mikrofiltr o velikosti pórů 0,22 μm . Kofein je v chromatogramu zastoupen největším píkem.

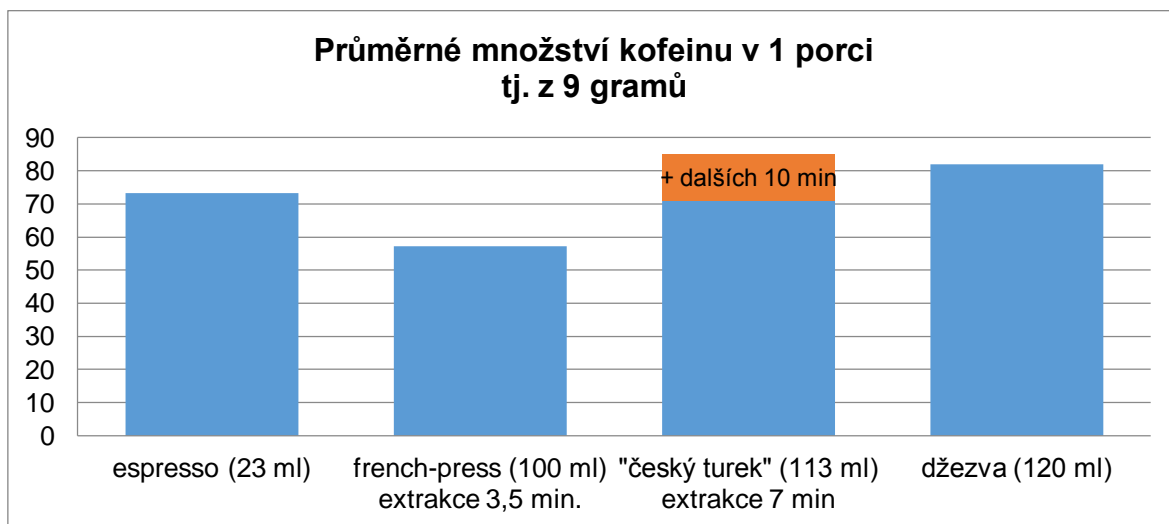


Obrázek 18: Chromatogram espressa

5.1.6 Výchozí hypotéza

Nejvíce kofeinu na mililitr nápoje bude mít espresso, kvůli malému objemu nápoje. Nejvíce kofeinu na porci bude mít „český turek“, pokud se nechá delší dobu extrahovat. Káva na frenchpress se mele hrubě a extrahuje pouze 3 – 4 minuty, proto by mohla mít nejmenší obsah kofeinu.

5.1.7 Výsledky měření



Obrázek 19: Průměrné množství kofeinu na 1 porci (mg)

Je třeba zdůraznit, že jsme vycházeli z 9 g kávy na porci nápoje. Rozhodli jsme se tak proto, že taková káva vykazuje lepší chuťové vlastnosti. Obsah kofeinu bude v takovém nápoji vyšší, než v nápoji připraveném ze standardních 7g.

Espresso má největší poměr kofeinu na ml nápoje. Extrakce probíhá za nižší teploty (88 – 90 °C), ale za většího tlaku (8 – 10 bar). Kvůli tomu se extrahuje většina kofeinu a aromatických látek za pouhých 25 - 30 s. Díky takto krátké extrakci se dokonale promísí voda s aromatickými oleji (emulpace) a nestihne se vyextrahovat velké množství hořkých látek dráždící žaludek. Espresso se díky tomu považuje za nejlépe stravitelný způsob přípravy kávy.

Káva na **frenchpress** se mele hruběji než u ostatních způsobů přípravy, a proto obsahovala nejméně kofeinu.

„**Český turek**“ jsme měřili pouze jeden vzorek, ale 3x v různých časových intervalech. Obyčejně se nechává 5 minut extrahovat. My jsme provedli první měření po 7 minutách. Hodnota 1 dcl nápoje odpovídala přibližně jednomu espresso. Po 17 minutách od zalití

jsme provedli druhé měření a zaznamenali jsme 20% nárůst kofeinu. Po 27 minutách od zalití jsme měření opakovali, ale množství kofeinu už se neměnilo.

Takto dlouhá extrakce (20 minut a více) už nemá vliv na obsah kofeinu, protože se většina už rozpustila do tekutiny. Rozdíl ale poznáme chuťově – káva je silně nahořklá, dřevitá a zanechává dlouhou trpkou pachut'.

Dřevitou chuť způsobují třísloviny, což jsou silně hořké, trpké polyfenoly, látky schopné srážet bílkoviny. Některé z nich jsou žádoucí pro své antioxidační účinky (kyselina chlorogenová, kyselina gallová), ale při velmi dlouhé extrakci se uvolňují ty nežádoucí, které kazí chuť a dráždí žaludek.

Džezvu jsme připravovali bez cukru, i když se normálně nechává káva zpěnit s cukrem už od začátku. Chtěli jsme zamezit zkreslení výsledků. Jednotlivá měření u džezvy se pohybovaly od 71 do 94/120 ml. Neměřili jsme přesnou dobu extrakce. Nápoj jsme brali jako hotový, jakmile 3x vzkypěl. To způsobilo větší rozptyl naměřených hodnot. V džezvě jsme obecně naměřili nejvíce kofeinu na porci. Káva se mele velmi jemně a podává se i s kávovou sedlinou, takže je dostatek času na extrahování většiny kofeinu do vody.

5.1.8 Shrnutí měření

Nejvíce kofeinu obsahoval „český turek“ po extrakci delší než 17 minut. Pokud bychom měli srovnávat ostatní způsoby přípravy, tak nejvíce kofeinu obsahuje džezva, kvůli jemnému mletí. Nejméně kofeinu obsahovala káva z frenchpressu. Množství kofeinu v šálku ovlivňuje především výchozí množství kávy, její hrubost mletí a čas extrakce.

5.2 Měření charakteristik kávy podle stupně pražení

5.2.1 Úvod

Výzkum probíhal na přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci na katedře analytické chemie. Měření mi umožnil doc. RNDr. Petr Bednář, Ph.D. Jako pražič a odborník na kávu se zúčastnil ing. Ivo Ptáčník, majitel pražírny a kavárny Laura coffee. Odbornou pomoc při celém měření a zpracování výsledků poskytli Mgr. Lukáš Kučera a Mgr. Roman Papoušek. Cílem měření bylo charakterizovat a sledovat změny ve složení kávy v různých stupních pražení.

5.2.2 Analyzovaný vzorek

Jako testovaný vzorek jsme zvolili kávu 100% arabica původem z Brazílie, která byla zpracována mokrou metodou. Byla pražena den před měřením. Brazilská káva je velmi často základem espresso směsi. Vyznačuje se příjemnou chutí s tóny lískových oříšků, kakaa, čokolády. Espresso směsi jsou hlavním artiklem pražírny, protože převažuje nabídka italského standardu (espresso, cappuccino) nad alternativními způsoby přípravy.

Měřili jsme 4 stupně pražení (viz. pražení). **1. stupeň** - mírné pražení (light roast), **2. stupeň** - optimální pražení (optimal roast), **3. stupeň** - tmavé pražení (dark roast) a **4. stupeň** - přepražené zrna (overroasted). Každý stupeň pražení byl zastoupen ve čtyřech na sobě nezávislých vzorcích (1 kg). Pro srovnání jsme do měření zahrnuli i zelené zrna. Na obrázku jsou zrna seřazena podle stupně pražení.



Obrázek 20: Stupně pražení

5.2.3 Postup

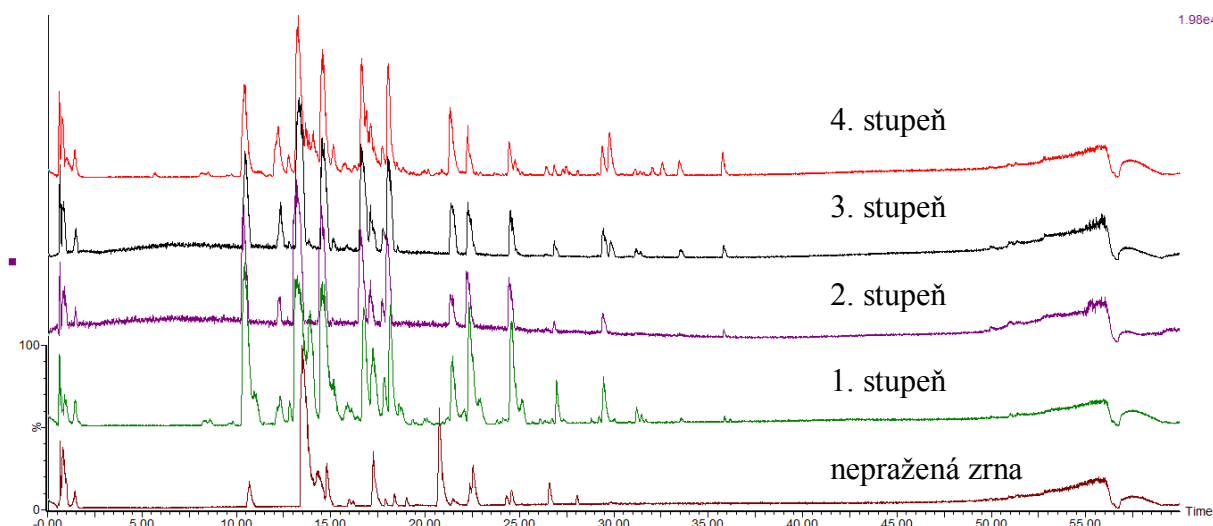
Od každého vzorku jsme připravili 4 espressa, 4 filtrované kávy (frenchpress), 4 kávy v chemexu a 4 české turky. Pro srovnání jsme vyzkoušeli tyto nápoje připravit i ze zelené kávy. Drželi jsme se poměru 9 g kávy na 1 dcl a způsobu přípravy (viz. způsob přípravy). U všech druhů přípravy se zaznamenávala doba extrakce a hmotnost nápoje. Pro analýzu se odebíraly vzorky ze všech stupňů pražení, jak samotná zrna, tak mletá. Všechny stupně pražení se daly zamrazit, aby byly později analyzovány technikou MALDI, která spočívá v analýze povrchu silným laserem. Vzorky nápojů i zrn byly měřeny na kapalinovém chromatografu a plynovém chromatografu s hmotnostní detekcí (LC-MS a GC-MS) metodou přímého nástřiku. U plynové chromatografie byly vzorky dále měřeny pomocí metody SPME (solid-phase microextraction).

5.2.4 Markery pražení

Marker je látka, jež je typická pro danou potravinu, výrobek, rostlinu atd. Nejznámější jsou nádorové markery, což jsou látky, které vylučují nádorové buňky a pokud jsme schopni tyto látky identifikovat v tkáni nebo v tělních tekutinách, jsme zároveň schopni určit i daný druh rakoviny. U kávy je to podobné, neboť každé stádium má určitou látku, která charakterizuje příslušné stádium pražení. A pokud na některou z těchto látek narazíme, jsme schopni určit do jakého stádia byla zrna upražena. Podrobnou identifikací těchto látek se v současné době zabývají na katedře analytické chemie v Olomouci.

Z chromatogramů je vidět na první pohled, že záznam espressa připraveného ze zelené kávy se výrazně liší od ostatních stádií pražení. Pro další srovnání je tedy vhodné se zabývat pouze stádii pražení 1 - 4. Při srovnání jednotlivých chromatogramů jsou viditelné změny na přírůstcích vznikajících látek a vzniku látek nových. S pohledu statistického zpracování dat se v záznamech vyskytují látky, díky nimž jsme schopni jednotlivá stádia rozlišit. Po podrobné selekci bylo nalezeno 20 látek (markerů), které jsou příčinou této variability.

Na obrázku je vidět srovnání chromatogramů různých stupňů pražení, kde největší pík náleží kofeinu. Intenzivnější pražení dává vznik dalším látkám, které jsou v chromatogramech hlavně napravo od píku kofeinu.



Obrázek 21: Srovnání chromatogramů jednotlivých stupňů pražení

5.2.5 HPLC/MS

Vzorky byly měřeny na ultraúčinném kapalinovém chromatografu AQUITY od firmy Waters ve spojení s hmotnostním spektrometrem Q-TOF Premier, také od firmy Waters. Použitá kolona Ascentis Express C18 (firma Sigma-Aldrich) je novým typem kolon s povrchově porézní vrstvou pro rychlejší analýzy a výrazné zlepšení účinnosti separace. Separace byla prováděna gradientovou elucí s mobilními fázemi A: voda okyselená 0,1% HCOOH; B: methanol okyselený 0,1% HCOOH. Vzorky byly před vstupem do hmotnostního spektrometru ionizovány pomocí elektrospreje v negativním módu (ESI-).

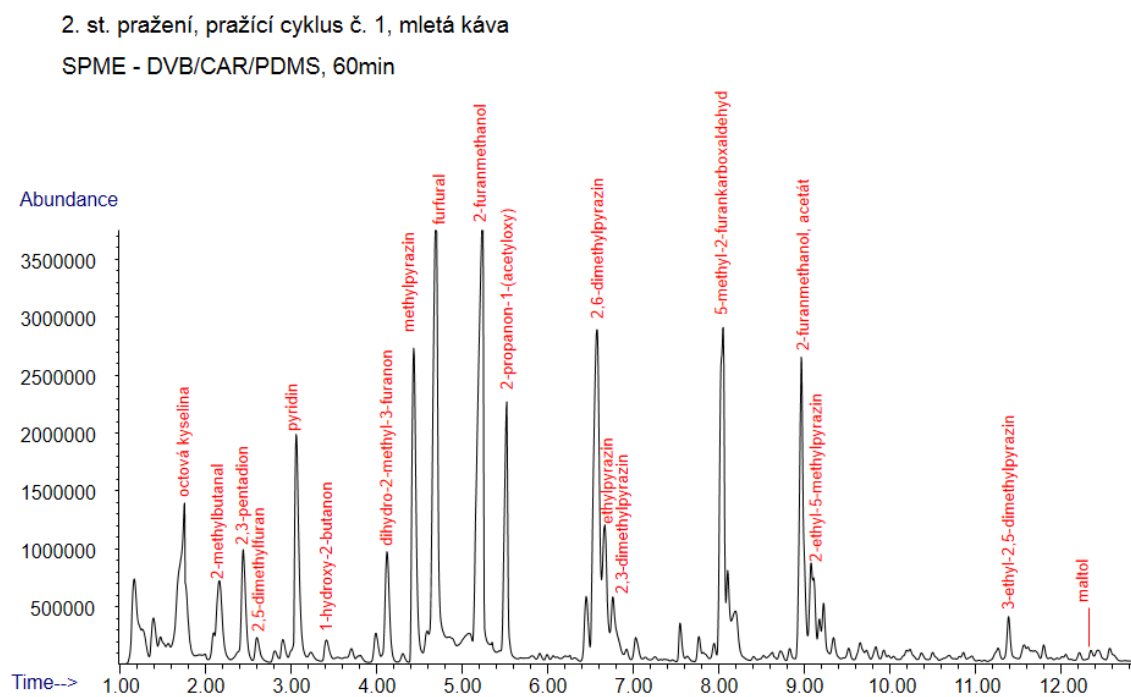
5.2.6 Metoda SPME na analýzu těkavých látek

Mikroextrakce tuhou fází (dále jen SPME) je jednoduchá a účinná sorpčně – desorpční technika zkoncentrování analytu, která nevyžaduje rozpouštědla nebo komplikované aparatury. Principem je expozice malého množství extrakční fáze nadbytkem vzorku, dokud nenastane rovnováha. Metoda je použitelná ve spojení s plynovou i kapalinovou chromatografií. Dává lineární výsledky v širokém koncentračním rozsahu. Volbou vhodného vlákna se dosáhne reprodukovatelných výsledků i pro nízké koncentrace analytů³.

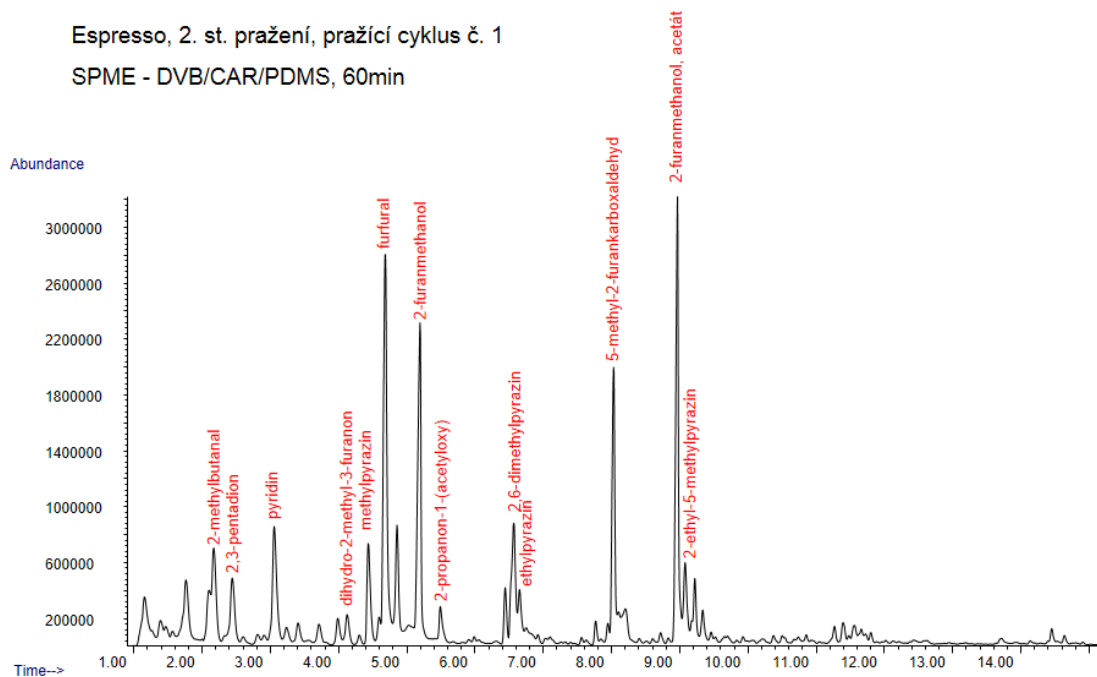
Touto metodou analyzují v současné době na katedře analytické chemie v Olomouci těkavé aromatické látky zodpovědné za chuť kávy (viz. pyrazinové deriváty, furanové deriváty). Pro analýzu bylo použito vlákno o kombinaci DVB/CAR/PDMS (divynylbenzen, CarboxenTM, polydimethylsiloxan) čas sorpce 60 minut.

³ SIGMA - ALDRICH/SUPELCO. *Mikroextrakce na tuhou fázi*. rok neuveden

Po extrakci na tuhou fázi jsme další analýzu provedli metodou GC-MS (viz. GC-MS). Pro srovnání uvádím dva chromatogramy 2. stupně pražení: mletá káva, espresso.

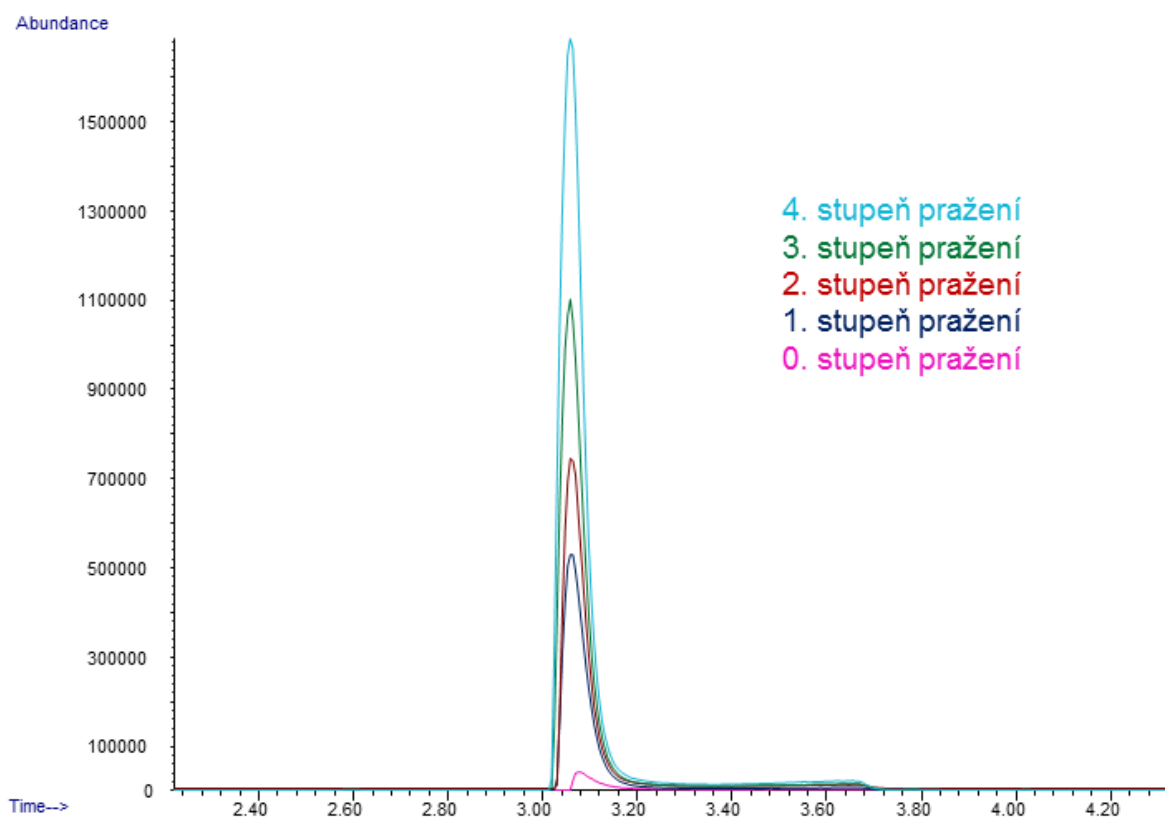


Obrázek 22: Chromatogram 2. stupeň pražení, mletá káva



Obrázek 23: Chromatogram 2. stupeň pražení, espresso

Při pražení vzniká pyridin (viz. pyridin), který nepříznivě ovlivňuje chuť kávy. Potvrdili jsme závislost stupně pražení na množství pyridinu.



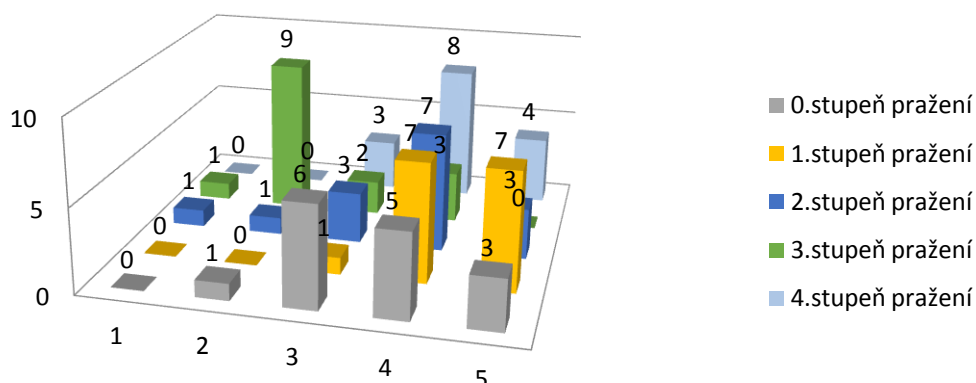
Obrázek 24: Množství pyridinu v různých stupních pražení

5.2.7 Organoleptické zkoušky

Součástí celého měření charakteristik kávy podle stupně pražení byly i ochutnávky spojené s vyplňováním dotazníku. Nikdo z účastníků nebyl profesionální degustátor, nebo odborník na kávu. Jednalo se o zaměstnance katedry analytické chemie. Postupně proběhly ochutnávky espresso a filtrované kávy (chemex) a posuzovala se vůně celých zrn i mleté kávy každého stupně pražené včetně zelené kávy. V dotazníkové části se hodnotila vůně, acidita, tělo, příchuť, doznívání chuti a celkový dojem. Každý z těchto parametrů se hodnotil známkou 1 - 5 (viz. vodorovná osa grafu).

Espresso získalo největší hodnocení při 3. stupni pražení (dark roast). Espresso z 1. stupně pražení (light roast) bylo velmi silně aciditní. Espresso z 2. stupně (optimal roast) bylo stále pro většinu dotázaných příliš aciditní. 4. stupeň pražení byl vesměs hodnocen záporně.

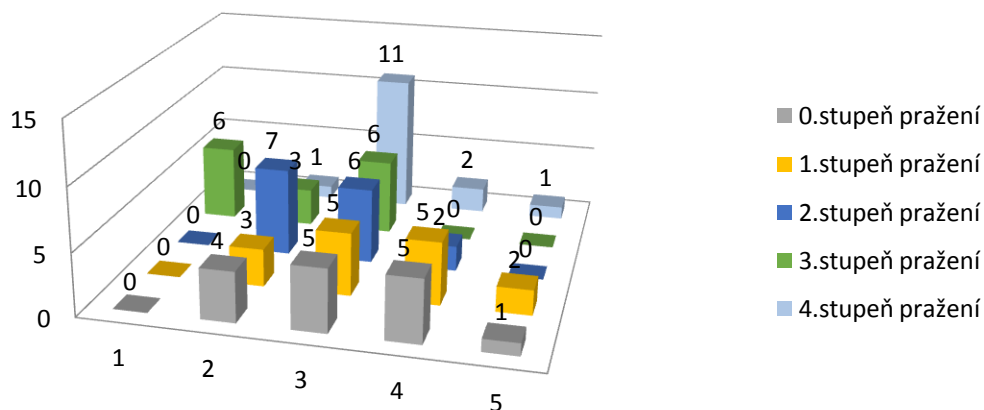
Celkové hodnocení espressa připraveného z různě pražené kávy



Obrázek 25: Senzorické zkoušky espressa

U **filtrované kávy (chemex)** byl taktéž nejlépe hodnocen 3. stupeň pražení (dark roast). 2. stupeň pražení (optimal roast) byl rovněž ohodnocen kladně.

Celkové hodnocení CHEMEXU připraveného z různě pražené kávy



Obrázek 26: Senzorické zkoušku CHEMEXU

Zvýšenou aciditu kávy způsobila pravděpodobně až příliš velká čerstvost (pražena den před měřením). To se projevilo hlavně hustou cremou při přípravě espressa. Optimálně se má nechat upražená káva 2 dny odpočinout, než se použije na přípravu espressa.

5.3 Analýza akrylamidu metodou GC-MS

5.3.1 Metoda stanovení množství akrylamidu

Při stanovování množství akrylamidu nastávají komplikace, které jsou způsobeny jeho nízkou molekulovou hmotností, vysokou polaritou, velmi dobrou rozpustností ve vodě, vysokou reaktivitou a malou těkavostí.

Nejpoužívanější metody pro stanovení akrylamidu jsou plynová a kapalinová chromatografie. Tyto metody jsou vhodné pro stanovení akrylamidu ve vodách, biologických tekutinách a tepelně neopracovaných potravinách (kukuřice, brambory, cukrová řepa a další). Pro analýzu tepelně opracovaných potravin je vzhledem k větším interferencím (překryvu píků) daleko výhodnější spojení těchto technik se selektivními detektory, především pak s hmotnostním spektrometrem. [8]

Pro analýzu akrylamidu v kávě jsme použili metodu derivatizace, kterou v roce 2012 úspěšně prezentoval Roman Papoušek na soutěži o cenu firmy Merck⁴.

5.3.2 Derivatizace

Protože obsah akrylamidu bývá ve vzorcích velmi nízký a látky obsažené v kávě můžou zkreslovat jeho stanovení, je výhodnější provést derivatizaci akrylamidu. Nejčastější způsob derivatizace je bromace, která má tu výhodu, že lze provést ve vodném prostředí. Získaný bromderivát je méně polární než akrylamid a při chromatografické separaci poskytuje symetričtější pík. Derivatizace je sice časově náročnější metodou, umožňuje však dosažení nižších limitů detekce a přesnějšího stanovení.

5.3.3 GC-MS

Plynová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií je v současnosti běžnou analytickou metodou, která kombinuje vysokou separační schopnost plynové chromatografie s detekcí vysoce specifickou pro daný vzorek a zároveň umožňuje získání informace o struktuře neznámých látek.

Látka se v plynovém chromatografu dostává do plynného stavu, kde se analyzuje. V hmotnostním spektrometru se vzorek ionizuje (elektronová ionizace). V průběhu ionizace mají ionty dostatek vibrační energie, aby mohly alespoň z části fragmentovat.

⁴ ROMAN PAPOUŠEK, PETRA NOVÁKOVÁ, EVA MARKOVÁ, PETR BARTÁK: *Analýza akrylamidu metodou GC-MS*, Chem. Listy 107, 255-260 (2013))

Výsledkem této fragmentace je vznik jednodušších iontů. Ty se dělí podle poměrů m/z a následně detekují. Strukturální informace je obsažena v čárovém spektru, kde je vynesena závislost efektivní hmotnosti ionizované částice – m/z na relativní intenzitě (abundance). [16]

5.3.4 Postup analýzy

Pro analýzu byly naváženy 2 g vzorku a extrahovány 20 ml destilované vody. Směs byla po dobu 20 min sonifikována (ponechána v ultrazvuku) při teplotě 50 °C a poté rozdělena do centrifugačních zkumavek a centrifugována 15 min při 4400 ot.min⁻¹. Vodná fáze byla ze zkumavek odebrána a doplněna v odměrné baňce na objem 25 ml. Z tohoto objemu byly odebrány alikvotní podíly o objemech 5 ml. Odebrané vzorky byly bromovány přidáním 2 ml roztoku KBrO₃ o koncentraci 0,1 mol.l⁻¹, 3 g pevného KBr a 1 ml 10 % H₂SO₄.

Derivatizační reakce probíhala v kyselém prostředí za tmy a při teplotě 4 °C po dobu 60 min. Bromací akrylamidu vzniká 2,3-dibrompropanamid. Po této době byl nadbytečný brom rozložen přikapáváním roztoku Na₂S₂O₃ · 5 H₂O o koncentraci 0,1 mol.l⁻¹ do úplného odbarvení reakční směsi. Bromovaný derivát byl extrahován 2 x 2 ml ethylacetátu. Spojené extrakty byly ve vialce pomocí proudu dusíku zakoncentrovány na výsledný objem 1 ml. Před GC-MS analýzou bylo ke všem vzorkům přidáno 10 µl triethylaminu. Ten reaguje s nedostatečně stabilním 2,3-dibrompropanamidem za vzniku stabilnějšího 2-brompropenamidu. K dehydrobromaci dochází téměř okamžitě již při pokojové teplotě.

Všechna měření byla provedena na plynovém chromatografu Agilent 7890A s hmotnostním detektorem Agilent 5975C (Agilent Technologies, Santa Clara, USA). Byla použita nepolární kapilární kolona HP-5ms (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) a teplotní program 50 °C – 2 min 10 °C/min – 300 °C – 15 min. Hmotnostní spektra byla snímána v rozsahu 29–520 m/z nebo v režimu monitorování selektivních iontů 106, 149 a 151 m/z .

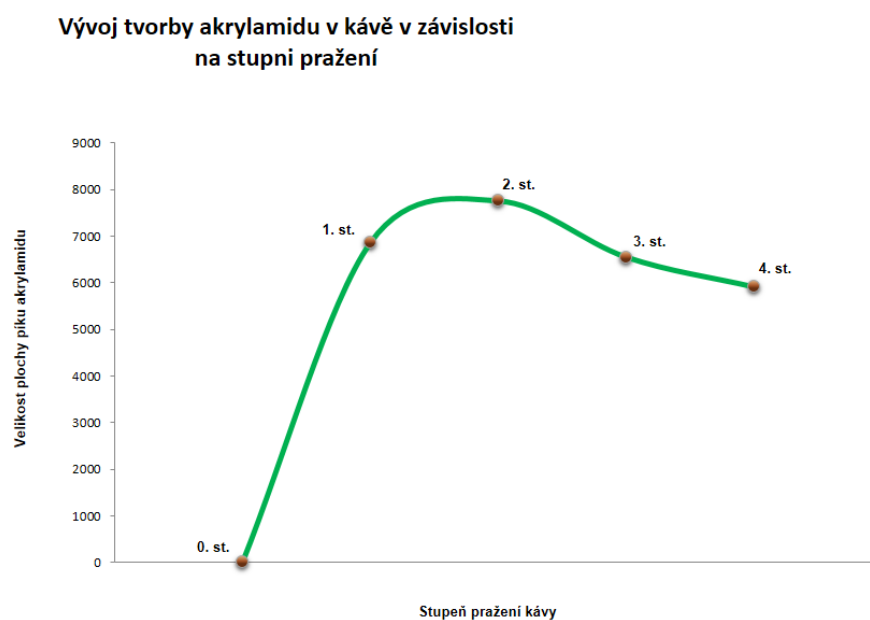
Ze získaného hmotnostního spektra 2-brompropenamidu byly pro kvantifikaci akrylamidu vybrány molekulární ionty $[C_3H_4^{81}BrNO]^+ = 151 m/z$, $[C_3H_4^{79}BrNO]^+ = 149 m/z$ a ion $[C_2H_3^{79}Br]^+ = 106 m/z$. Pro stanovení koncentrace akrylamidu v analyzovaných vzorcích byla použita metoda standardního přídatku.

5.3.5 Výsledky měření

Popsanou analytickou metodou bylo sledováno množství akrylamidu v zrnkové kávě v závislosti na intenzitě jejího pražení. Hodnoceny byly čtyři různé stupně pražení a také káva nepražená (zelená). V zelených kávových zrnech, které nebyly tepelně zpracovány,

nebyla přítomnost akrylamidu prokázána, popř. se jeho koncentrace pohybovala pod limitem detekce použité metody. Avšak již při upražení kávy do 1. stupně („light roast“) lze pozorovat významný nárůst obsahu akrylamidu (v desítkách až stovkách μg akrylamidu na kg kávy). Tento nárůst pozvolna pokračuje a maxima dosahuje ve 2. stupni pražení. S dalšími stupni pražení se již koncentrace akrylamidu snižuje. 2. stupeň pražení obsahoval 110 $\mu\text{g}/\text{kg}$ akrylamidu.

Příčinou tepelné degradace akrylamidu je přítomnost α , β – nenasycené vazby, na kterou se lehce přímo naadují nukleofilní látky. Káva obsahuje celou řadu látek s thiolovou, nebo amino skupinou, které se na akrylamid můžou takto naadovat a tím dojde k jeho degradaci. Se zvyšující se teplotou probíhá degradace akrylamidu rychleji. [18]



Obrázek 27: Vývoj tvorby akrylamidu v závislosti na stupni pražení

Výhodou použitého bromočního stanovení akrylamidu je převedení na méně polární dibromderivát, který je na rozdíl od nativního akrylamidu extrahovatelný organickými rozpouštědly. Také finální produkt derivatizace, 2-brompropenamid, je ve srovnání s akrylamidem méně polární a při chromatografii poskytuje symetričtější pík. Díky zvýšení molekulové hmotnosti je dosaženo lepší identifikace a citlivější detekce akrylamidu. Popsaný způsob bromace navíc eliminuje manipulaci s elementárním bromem, a významně tak snižuje environmentální a bezpečnostní rizika. Naopak nevýhodou derivatizačního

procesu je vyšší časová náročnost, která je ovšem bohatě vyvážena vyšší selektivitou, vyšší účinností extrakce a nižším detekčním limitem.

ZÁVĚR

Prvním cílem bylo charakterizovat nootropika, kávu, její zpracování a chemické složení. V teoretické části jsou charakterizovány čtyři nootropika, jejich možné nežádoucí účinky, dávkování a mechanismus účinku. Následuje popis kávovníku, další zpracování kávy, pražení. Další část je zaměřená na chemické složení kávy, Maillardovu reakci a způsoby přípravy kávy.

Druhým cílem bylo zjistit dotazníkovým šetřením informovanost studentů gymnázia o nootropikách a jejich vztah ke konzumaci kofeinových nápojů.

Výchozí hypotéza dotazníkového šetření byla, že nejoblíbenějším stimulantem při učení je káva a čaj. Výsledky dotazníkového šetření potvrdily, že nejoblíbenějšími kofeinovými nápoji jsou káva a čaj. Předpokládal jsem, že nadpoloviční většina studentů konzumuje alespoň jeden kofeinový nápoj denně. Výsledky tento předpoklad potvrdily. 84 % studentů konzumuje alespoň jeden kofeinový nápoj denně. Pouze 1,3 % studentů nekonzumuje kofeinové nápoje. 40 % studentů gymnázia konzumuje kofeinové nápoje při učení a 33 % ráno po probuzení. Studenti začínají pravidelně konzumovat kofeinové nápoje mezi 14 – 15 rokem. Mezi nejčastější negativní příznaky patří časté močení, nespavost a zrychlený tep. Negativní příznaky častěji pociťovaly dívky, než chlapci.

Předpokládal jsem, že nootropika budou známé přibližně pro polovinu studentů a jejich užívání nebude časté. Přes 70 % studentů znalo Ginkgo bilobu a 14 % ji někdy užívalo. Užíván byl i B - complex a Lecitin. Informace o nootropikách získala většina dotázaných z reklam (31,5 %) a internetu (20 %). Dívky jsou všeobecně informovanější v oblasti nootropik, než chlapci a mají pozitivnější názor na nootropika. 42 % dotázaných nootropika buď zná a užívá, nebo se chce dozvědět více. 4 % studentů odsuzuje tyto doplňky stravy. 38 % dotázaných uvažuje nad vyzkoušením nootropik. Nejvíce by při výběru nootropik rozhodovalo doporučení odborníků a jejich hlavní efekt, cena by hrála roli u 25 % dotázaných a 27 % studentů by dalo přednost přírodním látkám. S přechodem na vysokou školu pravděpodobně vzroste informovanost i užívání nootropik, kvůli zvýšené náročnosti studia.

Třetím cílem bylo stanovit množství kofeinu v kávě při čtyřech různých způsobech přípravy. Výchozí hypotéza byla, že nejvíce kofeinu bude obsahovat „český turek“, kde je káva déle extrahována. Nejvíce kofeinu na 1 ml nápoje bude mít espresso.

Výsledky měření potvrdily největší množství kofeinu v „českém turkovi“. Po 7 minutách od zalití obsahovala porce „českého turka“ 71 mg kofeinu. Po 17 minutách od zalití jsme zaznamenali 20 % nárůst kofeinu na obsah 85 mg. Po 27 minutách od zalití se už množství kofeinu nezvyšovalo. Džezva obsahovala vysoké množství kofeinu (82 mg), které bylo způsobeno velmi jemným mletím. Porce espressa měla 73 mg kofeinu. Nejméně kofeinu obsahovala káva z french pressu (57 mg), protože se použila hrubě namletá káva. U všech káv jsme vycházeli z poměru 9 g kávy na jednu porci, oproti standardním 7 g. Množství kofeinu v nápoji závisí na výchozím množství kávy, hrubosti mletí a době extrakce.

Dále jsme sledovali vývoj aromatických látek při pražení. Aromatické a sensoricky aktivní látky vznikají buď jako důsledek Maillardovy reakce (deriváty pyrazinu), nebo tepelným rozkladem cukrů (deriváty furanu). Poměr aromatických a chuťových složek závisí na obsahu prekurzorů akrylamidu (asparagin, redukující cukry) v praženém vzorku. Na celkovém srovnání těchto látek v různých stupních pražení momentálně pracují na fakultě analytické chemie v Olomouci. Dá se předpokládat, že největší podíl extrahovaných aromat bude u espressa. Rozdíly budou u káv pěstovaných na různých půdních podložích a v různé nadmořské výšce.

Pyridin je chuťově nežádoucí látka hořké chuti, která vzniká tepelným rozkladem alkaloidu trigonellinu. Předpokládal jsem, že množství hořkého pyridinu bude stoupat s intenzitou pražení. Výsledky měření potvrdily, že s intenzivnějším pražením stoupá množství pyridinu v kávě.

Vznik akrylamidu při pražení kávy je neoddělitelně spojen se vznikem aromatických látek jako důsledek Maillardovy reakce. Předpokládal jsem, že největší obsah akrylamidu bude v nejvíce pražené kávě (4. stupeň). Výsledky nepotvrdily výchozí hypotézu. Největší množství akrylamidu bylo detekováno v 2. stupni pražení. V zelených kávových zrnech nebylo detekováno žádné množství akrylamidu. Při upražení kávy do 1. stupně pražení (light roast) výrazně narostlo množství akrylamidu v desítkách až stovkách μg akrylamidu na kg kávy. Tento nárůst pokračuje a dosahuje maxima kolem 2. stupně pražení (110 $\mu\text{g}/\text{kg}$). S dalšími stupni pražení se jeho koncentrace snižuje. Úbytek akrylamidu je způsoben jeho degradací. Káva obsahuje řadu nukleofilních látek s thiolovou, nebo amino

skupinou, které se přímo naadují na nenasycené vazby akrylamidu a tím způsobí jeho degradaci. S rostoucí teplotou roste i množství degradovaného akrylamidu.

V případě analýzy akrylamidu v kávě byla použita metoda GC–MS. Z důvodu vyšší polariry a nízké molekulové hmotnosti akrylamidu bylo přistoupeno k jeho derivatizaci, konkrétně bromaci. Tím byl získán méně polární derivát extrahovatelný organickými rozpouštědly, který při separaci poskytoval symetričtější pík. Díky zvýšení molekulové hmotnosti bylo dosaženo lepší identifikace a nižších limitů detekce.

Organoleptické zkoušky se zúčastnilo 15 zaměstnanců katedry analytické chemie v Olomouci. V dotazníku posuzovali u všech stupňů pražení vůni zrn a namleté kávy. Z každého stupně pražení ochutnávali vzorek espresso a chemexu, u kterých hodnotili vůni, aciditu, tělo, příchut', doznívání a celkový dojem.

Předpokládal jsem, že organoleptické zkoušky potvrdí oblibu tmavšího pražení a bude negativně hodnocena acidita kávy u světlejšího pražení. Výsledky organoleptické zkoušky ukázaly, že espresso 1. stupně pražení (light roast) i 2. stupně pražení (optimal roast) bylo hodnoceno negativně, kvůli výrazné aciditě. Vysoká acidita je charakteristická pro nižší stupně pražení. Zvýšená acidita byla zčásti způsobena velmi čerstvým upražením (den před měřením). Espresso připravené z 3. stupně pražení (dark roast) bylo hodnoceno pozitivně. 4. stupeň pražení (overroasted) byl kvůli velké hořkosti hodnocen negativně. Při ochutnávce chemexu byla pozitivně hodnocena acidita i u světlejších stupňů pražení. Nejlépe byl hodnocen 2. a 3. stupeň pražení. Podrobnější rozbor organoleptických zkoušek provedou doktorandi katedry analytické chemie v Olomouci. Výsledky organoleptických zkoušek potvrdily přetrvávající oblibu tmavšího pražení zrn.

Pro další výzkum chemie kávy se nabízí spousta otázek. Například, k jakým změnám v obsahu těkavých aromatických látek dochází v průběhu skladování kávy, nebo jak závisí zastoupení aromatických látek na oblasti, ve které byla káva pěstována.

BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE

- [1] SLÍVA, Jiří. Současnost a budoucnost nootropik. In: *Zdravi.e15.cz* [online]. 2007 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/soucasnost-a-budoucnost-nootropik-304607>
- [2] MATUŠŮ, Markéta. *Obsah kofeinu v nálevu připraveném za různých podmínek*. Zlín, 2011. Diplomová práce. UTB Fakulta technologická.
- [3] AUGUSTÍN, Jozef. *Povídání [sic] o kávě: kávovníkové zrno (Coffea arabica), káva a kávodiny jako významné potravinářské pochutiny*. Olomouc: Fontána, 354 s., [16] s. barev. obr. příl. ISBN 80-733-6040-3.
- [4] ŽÁČEK, Z., *Nad šálkem plným vůně*. 2. vyd. Merkur, 1981.226s
- [5] Vliv zpracování kávy na chuť. *Doubleshot* [online]. 2009 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: <http://www.doubleshot.cz/blog/2009/08/08/vliv-zpracovani-kavy-na-chut/>
- [6] Honey Coffee. *Doubleshot* [online]. 2010 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: <http://www.doubleshot.cz/blog/2010/01/14/honey-coffee-jiny-zpusob-zpracovani-kavy-2/>
- [7] ROTHFOS, Bernhard a Sabine Buken] [TRANSLATOR. *Coffee consumption*. Hamburg [West Germany]: Gordian-Max Rieck. ISBN 978-392-0391-083.
- [8] ROMAN PAPOUŠEK, PETRA NOVÁKOVÁ, EVA MARKOVÁ, PETR BARTÁK: *Analýza akrylamidu metodou GC-MS*, Chem. Listy 107, 255-260 (2013)
- [9] Maillardova reakce. *Cojeco* [online]. 2012 [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=394276&title=Maillardova%20reakce&s_lang=2
- [10] BONITA J. S., MANDARANO M., SHUTA D., VINSON J., *Coffee and cardiovascular disease: In vitro, cellular, animal and human studies*. Pharmacological research 2007.
- [11] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 2009.
- [12] Káva je největší zdroj antioxidantů. *Techblog* [online]. 2005 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.techblog.cz/medicina/kava-je-nejvetsi-zdroj-antioxidantu.html>

- [13] GRIVAS, S. JÄGERSTAD, M. LINGERT, H. aj. Acrylamide in food – Mechanism of formation and influencing factors during heating of foods. Report from Swedish Scientific Expert Committee, 2002
- [14] Acrylamide. *Epa.gov* [online]. 2010 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/iris/subst/0286.htm>
- [15] HAVLENOVÁ, Soňa. *Akrylamid*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [16] *Použití GC-MS spektrometrie*. Praha, nevedeno. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/kot/resources/studijni-materialy/lab/c.pdf>. Laboratorní práce. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
- [17] SIGMA - ALDRICH/SUPELCO. *Mikroextrakce na tuhou fázi*. rok neveden
- [18] GUENTHER, Helmut, Elke ANKLAM, Thomas WENZL a STADLER. TAYLOR AND FRANCIS GROUP. *Acrylamide in coffee*. 2007. Food additives and contaminants.
- [17] *Vitamíny a stopové prvky ve výživě onkologicky nemocných, bakalářská práce, Nad'a Platzerová* [online]. 2007 [cit. 2014-02-04]. Dostupný z WWW: <http://is.muni.cz/th/89136/lf_b/Vitaminy_a_stopove_prvky_ve_vyzive_onkologicky_nemocnych.txt>.
- [18] ZÁRUBA, Milan. *Léky podporující učení*. Brno, 2007. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně.

SEZNAM OBRÁZKŮ

[obrázek 1] CUTLER, Craig. *bonappetit.com* [online]. [cit. 8.2.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.bonappetit.com/entertaining-style/article/how-to-buy-and-use-chemex-coffee-pots>

[obrázek 2] NOSÁL. *cerstvakava.cz* [online]. [cit. 2.1.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.cerstvakava.cz/603-french-press-premier-housewares-rico-4-salky/>

[obrázek 3] AUTOR NEUVEDEN. *dodavatele.epoptavka.cz* [online]. [cit. 8.2.2014]. Dostupný na WWW: <http://dodavatele.epoptavka.cz/121160-mamacoffee-s-r-o/nabidka/67399-dzezva-velka>

[obrázek 4] AUTOR NEUVEDEN. *kavovelisty* [online]. [cit. 23.2.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.kavovelisty.cz/pavel-malena-co-je-to-vlastne-kava/>

Strukturní chemické vzorce pocházejí z databáze: *Chemspider* [online]. neuveden [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/>