



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Stanovení methanolu v lihovinách

Tereza Kolaříková

**Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická,
Příbram I, Jiráskovy sady 113**

Stanovení methanolu v lihovinách

Praktická maturitní práce

Tereza Kolaříková

Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická,

Příbram I, Jiráskovy sady 113

Obor vzdělání: Zdravotnické lyceum

Vedoucí práce: Mgr. Hana Sentenská

Datum odevzdání práce: 31. 3. 2014

Datum obhajoby:

Příbram 2014

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem maturitní práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla podle platného autorského zákona v seznamu použité literatury a zdrojů informací. Zároveň souhlasím s případným použitím mé práce pro potřeby školy.

V Příbrami dne: 31. 3. 2014

Podpis autorky:.....

Poděkování

Děkuji paní profesorce Mgr. Haně Sentenské za odborné vedení maturitní práce a paní Ing. Miroslavě Novotné, Csc. za poskytnutí zpracování experimentální části na oddělení laboratoře molekulové spektroskopie na VŠCHT.

Abstrakt

Tereza Kolaříková

Písenná práce k maturitní zkoušce

Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická, Příbram I, Jiráskovy sady
113

Předkládaná práce pojednává o stanovení methanolu v lihovinách.

Teoretická část práce se zabývá výrobou lihovin, obsahem methanolu v nich a jejich účinky na život člověka.

Praktická část obsahuje dva oddíly. První se zabývá průzkumem ohledně informovanosti o methanolu v lihovinách a druhý se týká experimentů stanovení methanolu v jednotlivých domácích destilátech.

Hlavním cílem této práce je zjistit informovanost o methanolu v lihovinách a jeho stanovení v nich. Tato práce může sloužit jako informační materiál pro ty, které dané téma zajímá.

Klíčová slova: methanol, lihoviny, výroba

Obsah

Úvod.....	8
TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 Alkohol.....	9
1.1 Historie alkoholu.....	9
1.2 Alkohol a lidské zdraví.....	9
1.3 Účinek ethanolu na lidský organismus.....	10
1.4 Metabolismus ethanolu.....	10
2 Lihoviny.....	11
2.1 Suroviny pro výrobu lihovin.....	12
2.2 Ředění destilátů.....	13
3 Methanol.....	14
3.1 Výroba methanolu.....	15
3.2 Metabolismus, fyziologické působení a toxicita methanolu.....	16
3.3 Stanovení methanolu.....	17
4 Methanlová aféra.....	19
PRAKTICKÁ ČÁST.....	20
5 Výzkumný problém.....	20
5.1 Cíle a hypotézy.....	20
5.2 Metodika práce.....	21
5.3 Charakteristika výběrového souboru.....	22
5.4 Analýza výsledků.....	23
5.4.1 Písemné dotazování.....	23
5.4.2 Experimentální část.....	34

5.4.2.1 Ramanova spektroskopie.....	34
5.4.2.2 Infračervená spektroskopie.....	41
5.5 Diskuze	45
Závěr	47
Seznam použité literatury	48
Seznam použitých internetových zdrojů	48
Seznam použitých zkratek.....	49
Seznam příloh	50

Úvod

Dřevný líh neboli methanol se může vyskytovat v lihovinách jako volný či vázaný ve formě methylesteru. Tvoří se štěpením methylesterů nějakých éterických olejů při kvašení či rozložením pektinových látek. Kvantum methanolu v destilátech závisí na obsahu protopektinů a pektinů v dané surovině. Nerozpustný protopektin, který je hlavně v nezralém ovoci, přechází při zrání v koloidní pektin, jež je methylesterem kyseliny pektinové. Destiláty z nelisovaných kvasů či z kvasů neodstopkovaného ovoce obsahují větší množství methanolu, jelikož jsou pektinové látky především v ovocných slupkách. Sám methanol se oxiduje v prostředí kyseliny fosforečné manganistanem na formaldehyd (methanal), jež s fuchsinsířčitým činidlem dává modrofialové zbarvení. Požití nadměrného množství methanolu může vést k metabolickým potížím, slepotě, trvalému neurologickému poškození či ke smrti. Samotný methanol může být neškodný, ale po požití je organismem přenesen do vysoce toxické kyseliny mravenčí. S nárůstem rizika pro neurologické a oční poškození je přírůstek koncentrace kyseliny mravenčí. Acidózu (zvýšení kyselé reakce krve) je možno korigovat antidotní léčbou (léčba antidotem - ethanol nebo fomepizol) stejně jako hemodialýzou (metoda odstraňování odpadních látek a nadbytečné vody z krve). Kvůli dosažitelnosti antidotní léčby je nutné co nejdříve otravu rozpoznat. K otravě může dojít i vdechnutím či vstřebáváním pokožkou na pracovišti. Smrtelná dávka požitá ústy je pro člověka přibližně 30 - 200 ml.

Teoretická část je rozdělena do čtyř kapitol. První obsahuje vše o alkoholu, o jeho historii, působení na lidské zdraví, o účincích methanolu a jeho metabolismu. Druhá a třetí kapitola pojednává o lihovinách, výrobě methanolu a stanovení v lihovinách. Poslední kapitola se zabývá methanolovou aférou v České republice.

Praktická část se skládá ze dvou oddílů. První obsahuje výsledky dotazníkového šetření a druhý samotné stanovení methanolu v 15 domácích vzorcích pomocí Ramanovy a infračervené spektroskopie.

K vybrání tohoto tématu mě vedla zvědavost, týkající se methanolové aféry, i když jsem osobně nepoznala člověka, který byl poškozen na jeho zdraví požitím methanolu. Dále mě zajímala samotná látka jako methanol a jeho působení na lidský organismus.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Alkohol

1.1 Historie alkoholu

Alkohol je znám již od starověku, kdy jeho účinky lidé znali a díky nim dostal název „al kuhul“, což je arabský výraz pro „něco nejlepšího“. V prvopočátku ulehčoval a zpříjemňoval život. O jeho účincích objevíme svědectví v pracích antického lékaře Hippokrata a filozofa a lékaře Ibn Síny (Avicenny). Lidé zjistili, že pod jeho účinky se mění jejich psychické vlastnosti (lepší nálada, problémy se jevíly snesitelnější). Samotné lihoviny jsou alkoholické nápoje obsahující nejméně 15 % a nejvýše 79,5 % alkoholu. Výjimkou je víno a pivo (Šedivý, Válková, 1988).

1.2 Alkohol a lidské zdraví

Požitý alkohol zasahuje do dějů lidského organismu a komplikuje řadu onemocnění při jeho trvalém zneužívání. K poškození může docházet i při menších dávkách požívaných častěji či pravidelně. Téměř 70 % pacientů léčených na alkohol trpí nějakým tělesným onemocněním. Závislost na alkoholu je závažným onemocněním z hlediska psychologického, tělesného, ale i sociálního.

Dalším problémem užívání alkoholu je přibývání dopravních nehod. Zabývají se jím nejrůznější instituce jako např. orgány řídicí silniční provoz, justiční orgány až po teoretická vědecká pracoviště - zdravotnická i právnická. Česká republika patří ve spotřebě alkoholických nápojů na přední místa.

Muži „snesou“ více alkoholu než ženy, neboť ženy mají menší tělo – tudíž i játra, více tuku ale méně vody, ve které se alkohol naředí.

Kocovina je časná fáze odstraňování alkoholu z těla. Játra odbourávají alkohol i kongenery (příbuzné látky) a tělo je zaplavováno látkami toxickými. Mění se hladina některých hormonů, což je příčinou symptomů. Proti kocovině lékaři radí: dostatek tekutin, tučné jídlo, káva s citrónem, bylinné čaje, sprcha, pohyb, vydatný spánek, aj.

1.3 Účinek ethanolu na lidský organismus

Nejznámějším alkoholem je ethanol (ethylalkohol). Poškození organismu alkoholem je příčinou od jeho přímého účinku, ale i od jeho metabolismu a látek při něm vznikajících. Působení se projeví změnami biologických membrán, ovlivněním fluidity membrán i mezibuněčných interakcí s možným vznikem malnutrice (malnutrice – podvýživa) působením alkoholu na epitel tenkého střeva. Alkoholismus neboli etylismus narušuje vstřebávání živin a vitamínů inhibicí aktivního transportu či snížením aktivity enzymů. Ethanol zvětšuje slizniční permeabilitu (propustnost), alteruje (alterace - kolísání) motilitu střev a poškozuje vstřebávání vody a elektrolytů.

1.4 Metabolismus ethanolu

Příloha č. 4 obsahuje čtyři metabolické cesty ethanolu v lidském organismu.

Enzymové systémy uvedené v příloze č. 3 odstraní 90 - 98 % alkoholu z lidského těla a nezměněné zbylé množství se vyloučí z těla dechem, potem a močí. Z organismu je odstraňován rychlostí 0,08 - 0,15 promile za hodinu a tato rychlost při indukci MEOS může být navýšena k hodnotám 0,2 - 0,25 promile za hodinu. Urychlením metabolismu může nastat zvýšením aktivity MEOS nebo deoxidace redukovaných ekvivalentů.

2 Lihoviny

Dle uzákonění pokládáme za lihoviny lihové nápoje obsahující nejméně 20 % ethanolu vyrobeného rektifikací (rektifikace - opakovaná destilace) a rafinací surového lihu, získaného kvasným pochodem. Podle normy ČSN 56 7005 se lihoviny dělí:

Podle způsobu výroby:

- 1) Konzumní - připraveny mícháním rafinovaného jemného lihu se změkčenou pitnou vodou, trestí, cukru s dalšími přísadami a užitím destilátů - polotovarů nejvýše do 10 % celkového obsahu ethanolu. Řez je tedy nejméně 1:9 a výroba tzv. studenou cestou.
- 2) Značkové - vyráběné převážně za tepla podle postupů specifických pro každý tržní druh.
- 3) Destiláty pravé - výroba pomocí destilace zkvašených surovin cukernatých (ovoce, bobulí, lesních plodů, apod.), škrobnatých (obilí) nebo révového vína. Všechny líh musí být získán z původní zkvašené suroviny.
- 4) Destiláty řezané - vyrábí se mícháním destilátů pravých s rafinovaným jemným lihem a upravenou vodou na požadovaný obsah ethanolu za normální teploty v párách.
- 5) Ostatní - druhy lihovin, které nespádají do některých výše uvedených skupin.

Podle obsahu cukru:

- 1) neslazené (do 90g na litr) - např. Tuzemský rum, Vodka, Stará myslivecká
- 2) slazené (nad 90g na litr) - např. Fernet Stock, Griotte, Jelínek
 - a) likéry (90 - 480g na litr)
 - b) krémy (nad 480g na litr)

2.1 Suroviny pro výrobu lihovin

„Rafinovaný líh používaný u nás k výrobě lihovin se připravuje většinou zkvašováním melasy a jen v malé míře z brambor a z obilí“ (Angerová, Sůra, 1986, str. 106). Získaný surový líh se několikrát destiluje v průmyslových lihovarech společně. Vyrábí se v přístrojích, umožňujících dokonalé oddělení lehkovroucích složek, vyšších alkoholů, kyselin a éterů. Existuje ve dvou kvalitách: rafinovaný líh jemný a velejemný.

Voda používaná k výrobě a ředění destilátů musí být měkká a musí splňovat požadavky na dobrou pitnou vodu.

„K výrobě slazených lihovin se užívá téměř výlučně řepného cukru“ (Angerová, Sůra, 1986, str. 106). Řepný cukr zvyšuje viskozitu (vazkost) a dává chuť. Viskozita způsobí, že lihoviny procházejí ústy pomaleji a zesiluje chuťový požitek.

Další nutné suroviny jsou drogy a silice. Drogy jsou sušené a upravené části rostlin. Např. vanilka, kopr, citrónová kůra, kmín. Silice se získávají většinou z čerstvých plodů. Také mohou použít ovocné šťávy, mléko, smetana, vaječné žloutky, káva, apod. (Angerová, Sůra, 1986).

„Existuje předpis, který vypočítává, které látky a drogy se nesmějí používat při výrobě lihovin. Je to sasafrasové dřevo, choroš modřínový, oddenek osladiče, kvilajová kůra, polejová nať, všechny části routy a potměchutě. Vratičová nať a květ mohou být používány jako přísady k úpravě chuťové složky jen do výše 60g na 1000 l lihoviny. Pelyňková nať se užívá jen k úpravě chuťové složky a jen ve vodném výluhu v nezbytně nutném množství“ (Angerová, Sůra, 1986, str. 107 - 108). Je zakázáno přidávat přísady-chillies, mořská cibule, želatina, škrobový sirup, chemické konzervační přípravky a náhražky vaječného žloutku, apod.

2.2 Ředění destilátů

Methylalkohol se vyskytuje v malé koncentraci v lihovinách, kde je jeho množství závislé na jejím druhu. Lihoviny vyrobené z jemného nebo velejemného lihu mohou obsahovat stopy methanolu, oproti tomu lihoviny typu ovocných destilátů mají maximální obsah methanolu stanoven. Methanol vzniká hydrolýzou pektinů ovoce, které bylo použito ke kvašení. Dalším zdrojem methanolu v destilátech může být rozklad dalších přirozených složek ovoce, zejména anthokyanových barviv a podobných látek při kvašení zejména barevného ovoce. Množství methanolu v destilátu může být ovlivněno způsobem destilace, kdy oddělením většího objemu první části destilátu, tzv. úkapu, dochází ke snížení jeho obsahu.

„Refinované lihy jemné a velejemné obsahují jen stopy methanolu. K ředění se používá voda destilovaná (potravinářská), kvalitní pramenitá nebo balená“ (Škopek, 2003, str. 79).

V ovocných destilátech vyrobených ze švestek, jablek, meruněk, broskví apod. je jeho množství vyšší. Může být dle nařízení cca 12 g/l čistého lihu (100 %). Pro ovocné destiláty vyrobené z hrušek odrůdy „Williams“, červeného a černého rybízu, jeřabin, kdoulí, bezinek platí norma pro množství methanolu do 13,5 g/l čistého lihu. Ostatní ovocné pálenky musí obsahovat nižší množství methanolu než 1 g/l čistého lihu (Škopek, 2003).

Nadměrné množství methanolu je způsobeno jeho přidáním či jeho záměnou za kvasný líh při výrobě.

U ostatních lihovin (vodka, rum, zelená, apod.) výroba zahrnuje míchání dovezených surovin nikoli destilací. V oficiálních výrobnách lihovin nemůže dojít k záměně ani k přidání methanolu, ale výrobní černého trhu fungují na jiných principech, obvykle nevyhovujících nárokům na podobné provozy.

Lihoviny se také někdy ředí izopropylalkoholem, který je často používaný jako rozpouštědlo nebo čisticí prostředek.

3 Methanol

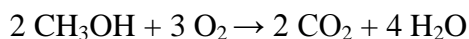
Methanol = methylalkohol = karbinol = dřevnř lřh = CH₃OH = HCHOH je nejjednodušřř alifatickř alkohol. Strukturnř vzorec methanolu naleznete v přřloze ř. 2.

Jiř Egyptřanř vyuřřvali methanol jako lřtku přř balzamovřnř mumiř. řistř methanol byl poprvř izolovřn destilacř R. Boylem roku 1661. Jeho vřroba byla patentovřnř r. 1926 a vyrřbř se jej ročně 27 - 29 milionř tun.

Vlastnosti methanolu:

Je to bezbarvř tekutina s vodou neomezeně mřsitelnř. Vysoce hořlavř, toxickř, těkavř, nřzkovroucř a alkoholicky přachnoucř lřtka. Dobře rozpouřřtř tuky a mnohe organickř sloučeniny. Sřm toxickř nenř, ale vytvřřř velmi toxickř metabolity. řasto dochřzř k jeho zřměně s ethanolem. Tabulku některř vlastnostř methanolu najdete v přřloze ř. 3.

Vznikř rozloženřm organickřch lřtek přřsobenřm některřch mikroorganismř ři oxidacř methanu bakteriemi. Ve vzduchu oxiduje na oxid uhličitř a vodu pomocř sluneřnřho zřřenř.

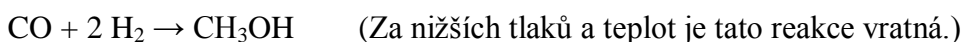


Pouřřitř methanolu:

Methanol se vyuřřivř jako rozpouřřtdlo, přřsada do pohonnřch hmot (vřroba bionafty), k vřrobě napřř. formaldehydu, kyseliny mravenčř, dimethyleteru, apod.

3.1 Výroba methanolu

Methanol se dříve vyráběl suchou destilací bukového dřeva, přičemž vzniká směs methanolu, kyseliny octové a acetonu. Dnes se průmyslově vyrábí katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého z vodního plynu, za přítomnosti katalytické směsi mědi, oxidu zinečnatého, oxidu hlinitého za vysoké teploty a za tlaků (5 až 10MPa).



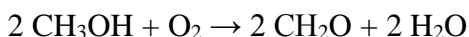
Při kvašení zralého ovoce v domácí výrobě je přítomnost metylalkoholu z kvasu ve zdraví ohrožujícím množství nemožná.

Samotná výroba:

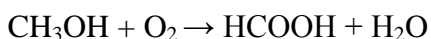
Nejprve zahřejeme kvas na 70 - 75 °C, po odkapávání methylalkoholu do výlevky se teplota zvýší na 80 - 84°C a tento destilát (ethanol) zachytáváme. Měli bychom destilovat alespoň dvakrát, aby methanol v destilátu nebyl.

Chemické reakce methanolu:

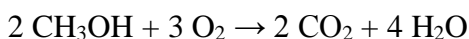
Methan se oxiduje na methanol a poté na nejjednodušší methanal.



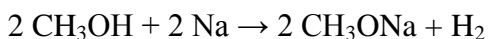
S větším množstvím kyslíku se oxiduje na kyselinu methanovou neboli mravenčí.



Při nadbytku kyslíku se spaluje na oxid uhličitý a vodu.



S alkalickými kovy reaguje za vývoje vodíku a solí, např. methanolátu sodného.



Methanol se metabolizuje především v játrech enzymem alkoholdehydrogenázou na formaldehyd (methanal) a ten se přeměňuje aldehyddehydrogenázou na kyselinu mravenčí. Konečným produktem oxidace methanolu přes kyselinu mravenčí je oxid uhličitý.

3.2 Metabolismus, fyziologické působení a toxicita methanolu

Intoxikace neboli otrava methanolem je možná požitím, inhalací či kůží. Smrtelná orální dávka pro člověka je přibližně 30 až 200 ml. Otrava je způsobena hlavně formaldehydem (CH_2O) a kyselinou mravenčí (HCOOH). U nižších živočichů se kyselina mravenčí nehromadí, proto není pro ně tak toxický. Methanol se odbourává 7x pomaleji než ethanol a má přibližně 20x nižší afinitu k alkoholdehydrogenáze. Proto ethanol účinkuje jako antidotum při otravě methanolem. Po 8 - 36 hodinách mohou nastat bolesti hlavy, břicha, závratě, kóma, křeče, zorničky nereagují na světlo, zrak je zhoršený aj.

Alkoholdehydrogenáza (ALD) urychluje přeměnu ethanolu. Methanol účinkem ALD přechází na jedovatý formaldehyd až kyselinu mravenčí, a tedy nedostatek ALD zpomaluje metabolismus a i otravu.

Jako první pomoc se podává 200 ml 40% alkoholu. Ethanol zpomalí odbourávání methanolu, a tím zpomalí i vznik otravy. Lze použít i dražší látku a to fomepizol. Také se podávají foláty, které snižují hladinu formaldehydu a kyseliny mravenčí. Při hodnotách methanolu nad 500 mg/l se doporučuje ihned hemodialýza.

3.3 Stanovení methanolu

Methanol se prokazuje laboratorně plynovou chromatografií nebo také Ramanovou spektroskopií, jelikož ho podle vzhledu, vůně ani chutě nerozpoznáme.

Plynová chromatografie:

Plynová chromatografie je separační metoda, kdy se od sebe oddělují složky obsažené ve vzorku a které mohou být převedeny do plynné fáze, aniž by došlo k jejich rozkladu.

Princip - vzorek se dávkuje do proudu plynu, který jej dále unáší kolonou. Kvůli transportu se ihned přemění na plyn. V koloně se složky oddělují na základě různé schopnosti jinak silně se poutat se stacionární fází. Složky opouštějící kolonu indikuje detektor. Signál z detektoru se vyhodnocuje a z časového průběhu intenzity signálu se určí druh a kvantitativní zastoupení složek. Tato metoda trvá několik desítek minut a cenově se pohybuje od 300 Kč.

Ramanova spektroskopie:

Ramanova spektroskopie je vibrační metoda využívající Ramanův jev, kdy se využívá rozptyl laserového paprsku. Aby byl vzorek měřitelný, musí docházet ke změně polarizovatelnosti. Laser interaguje se vzorkem, většina záření projde a část fotonů se absorbuje. Je také doplňkovou metodou k infračervené spektroskopii. Intenzivní pásy viditelné v Ramanových spektrech jsou v infračervených spektrech slabé a naopak. Tato metoda se uplatňuje i při analýze drog, farmaceutik, barev nebo vláken.

Výhody Ramanovy spektroskopie jsou: možnost skenování vodných roztoků, měření přes obalový materiál, žádné zvláštní úpravy vzorku a vzorek nezničí.

Jedinou nevýhodou je možnost fluorescence.

Princip - laserový paprsek nabudí elektron v základním stavu do stavu virtuálního. Při návratu se foton vyzáří se stejnou vlnovou délkou, jakou měl původní foton tzv. Rayleighův rozptyl, jež nenesou analytickou informaci. Zda se elektron vrátí do vyšší kvantové hladiny, emituje se foton s větší vlnovou délkou (tzv. Stokesovy fotony). Pokud

se elektron nenacházel v základním stavu, ale na vyšší hladině a vrací se na základní hladinu, vyzáří se foton s menší vlnovou délkou tzv. Anti-Stokesovy fotony. Posuny frekvencí u Stokesových a Anti-Stokesových fotonů od frekvence použitého laserového zdroje poté vedou informaci o rozdílech vibračních hladin. Tato metoda trvá pár minut a cenově se pohybuje (bez ceny stroje, čištění) 0, 70 Kč. (http://cs.wikipedia.org/wiki/Ramanova_spektroskopie).

4 Methanolová aféra

3. září 2012 propukla methanolová aféra v České republice. Po vypití jedovatého alkoholu zesnul v havířovské nemocnici muž. Celkem na otravu methanolem zemřelo více než 40 lidí a zhruba 80ti se životy podařilo zachránit. Většina ale má trvalé následky - oslepli nebo mají vážné potíže s ledvinami. Podezřelý alkohol mohli lidé nosit na územní pracoviště krajských hygienických stanic, které jsou ve všech okresech, kde jim zdarma ověřili, zda vzorek neobsahuje metylalkohol. VŠCHT Praha testovala také zdarma alkohol pomocí plynové chromatografie i Ramanovy spektrometrie. Možnost bezplatného testování se netýkala firem ani podnikatelů. Vzorky kontrolovali zdarma, ale jen v době aféry. Samotná kontrola methanolu v lihovinách je totiž drahou záležitostí. Obžalovaných je zhruba 60 lidí. Rok 2012 se zapíše do dějin kriminalistiky i lékařství. Nutné podotknout, že na začátku roku 2014 se objevili další poškození methanolem.

PRAKTICKÁ ČÁST

5 Výzkumný problém

5.1 Cíle a hypotézy

Cíle

- 1) Zjistit informovanost respondentů o methanolu a methanolové aféře.
- 2) Stanovení methanolu v jednotlivých vzorcích domácích lihovin.

Hypotézy

H1: Předpokládáme, že většina dotazovaných není informována o methanolu a methanolové aféře.

H2: Předpokládáme, že v 20 % zkoumaných vzorků domácího alkoholu se methanol bude vyskytovat v nepovoleném množství.

5.2 Metodika práce

K zjišťování informací existuje mnoho způsobů jako např. pozorování, diskuze, experiment, průzkum, dotazování. Pro tuto práci jsem si zvolila písemné dotazování a experiment.

1) Písemné dotazování

V motivačním dopise musíme vysvětlit cíl dotazování, slíbit anonymitu a přesně definovat k jakému tématu se daný dotazník váže. Důležité je oslovení respondentů, představení se a na konci poděkování.

Otázky v dotazníku se týkaly vlastností methanolu a methanolové aféry.

Přípravu dotazníku jsem zahájila v prosinci 2013. Samotná pilotáž proběhla na přelomu ledna a února roku 2014. Nejprve byly 3 dotazníky rozdány v mé rodině a vrátily se s odpovědí, že jsou srozumitelné. Poté následovalo rozdání zbylých 70.

2) Experimentální část

Během 4 měsíců jsem shromáždila 15 vzorků domácích lihovin z různých částí republiky. Vzorky jsem očíslovala, abych ponechala jejich anonymitu. V Praze na VŠCHT mi, pod vedením paní Ing. Miroslavy Novotné, CSc. na oddělení laboratoře molekulové spektroskopie, bylo umožněno v daných vzorcích stanovit obsah methanolu pomocí Ramanovy a infračervené spektroskopie.

5.3 Charakteristika výběrového souboru

1) Písemné dotazování

Dotazník obsahoval 11 uzavřených otázek. Rozdáno bylo celkem 73 dotazníků. Dotazování probíhalo od 30. 1. do 5. 2. 2014 na Střední zdravotnické škole a Vyšší odborné škole zdravotnické v Příbrami, také v blízkém okolí Příbrami. Návratnost byla 100%.

2) Experimentální část

Vzorků na experiment bylo celkem 15. Při samotném experimentu byla využita Ramanova a infračervená spektroskopie.

5.4 Analýza výsledků

5.4.1 Písemné dotazování

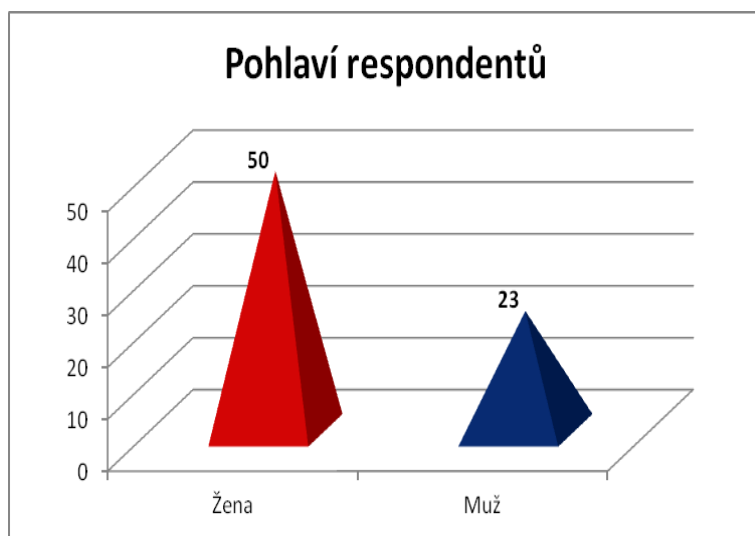
Otázka č. 1: Pohlaví:

Tabulka č. 1 – Pohlaví respondentů (k otázce č. 1)

Pohlaví respondentů	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Žena	50	68,5 %
Muž	23	31,5 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 1 – Pohlaví respondentů (k otázce č. 1)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 1 vyplývá, že se dotazování zúčastnilo 50 žen (68,5 %) a 23 mužů (31,5 %).

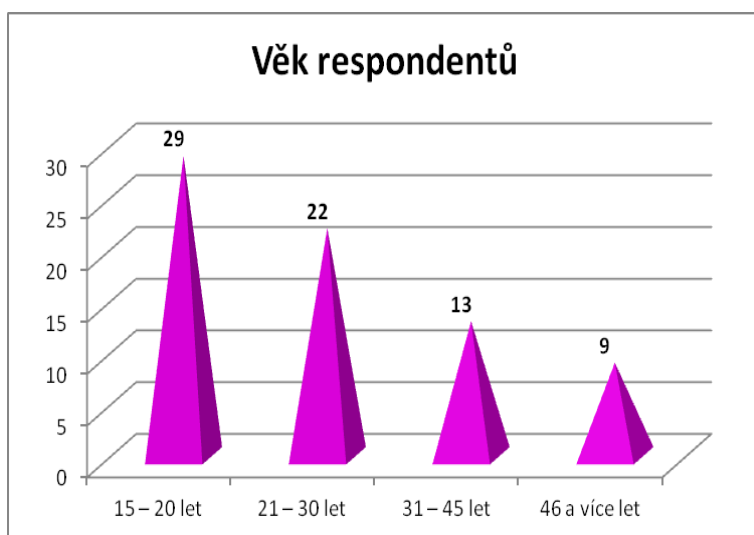
Otázka č. 2: Věk:

Tabulka č. 2 – Věk respondentů (k otázce č. 2)

Věk respondentů	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
15 – 20 let	29	39,7 %
21 – 30 let	22	30 %
31 – 45 let	13	17,8 %
46 a více let	9	12 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 2 – Věk respondentů (k otázce č. 2)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 2 vyplývá, že se dotazování zúčastnilo 29 respondentů (39,7 %) ve věku 15 – 20 let, 22 (30 %) ve věku 21 - 30 let, 13 (17,8 %) ve věku 31 – 45 let a 9 respondentů (12 %) ve věku 46 a více let.

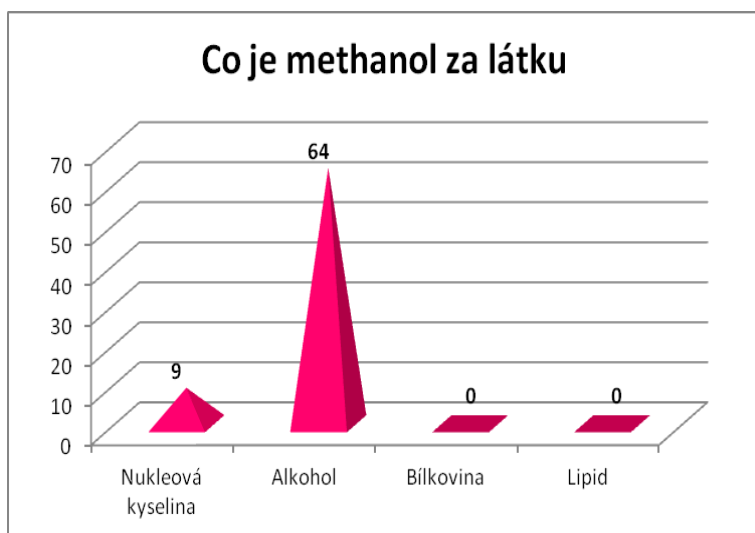
Otázka č. 3: Methanol je:

Tabulka č. 3 – Co je methanol za látku (k otázce č. 3)

Co je methanol za látku	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Nukleová kyselina	9	12,3 %
Alkohol	64	87,7 %
Bílkovina	0	0 %
Lipid	0	0 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 3 – Co je methanol za látku (k otázce č. 3)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 3 vyplývá, že správně odpovědělo 64 respondentů (87,7 %), že methanol je alkohol.

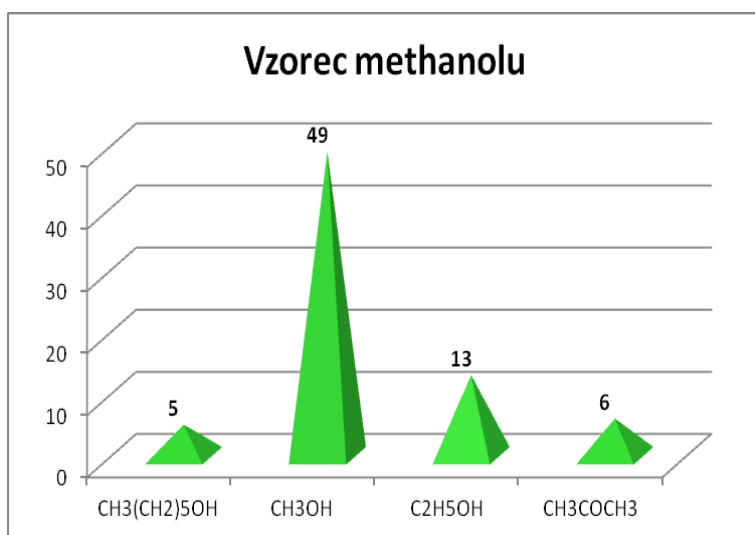
Otázka č. 4: Vzorec methanolu je:

Tabulka č. 4 – Vzorec methanolu (k otázce č. 4)

Vzorec methanolu	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$	5	6,8 %
CH_3OH	49	67 %
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	13	17,8 %
CH_3COCH_3	6	8,2 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 4 – Vzorec methanolu (k otázce č. 4)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 4 jsme se dozvěděli, že 49 respondentů (67 %) ví správný vzorec methanolu a to CH_3OH . Zbýlých 24 respondentů (33 %) odpovědělo špatně.

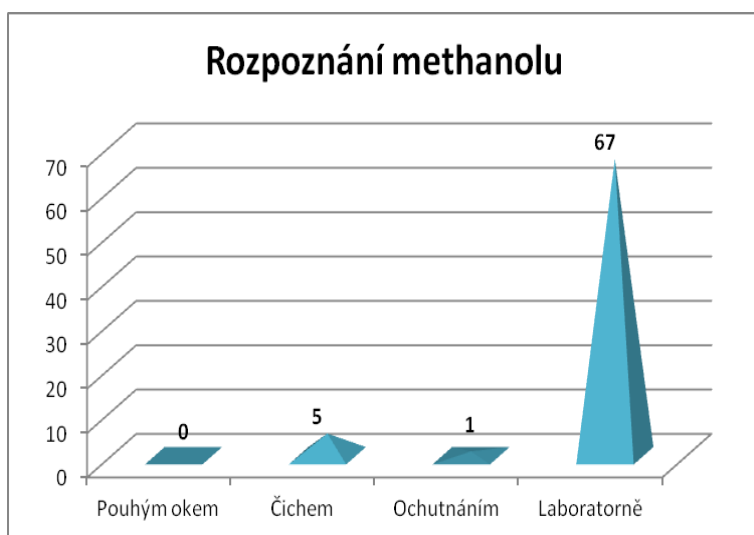
Otázka č. 5: Methanol rozpoznáme:

Tabulka č. 5 – Rozpoznání methanolu (k otázce č. 5)

Rozpoznání methanolu	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Pouhým okem	0	0 %
Čichem	5	6, 8 %
Ochutnáním	1	1, 4 %
Laboratorně	67	92 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 5 – Rozpoznání methanolu (k otázce č. 5)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 5 je značně vidět, že 67 respondentů (92 %) odpovědělo správně, že methanol rozpoznáme laboratorně, 5 respondentů (6, 8 %) se domnívá, že čichem a 1 respondent (1, 4 %) pomocí ochutnání.

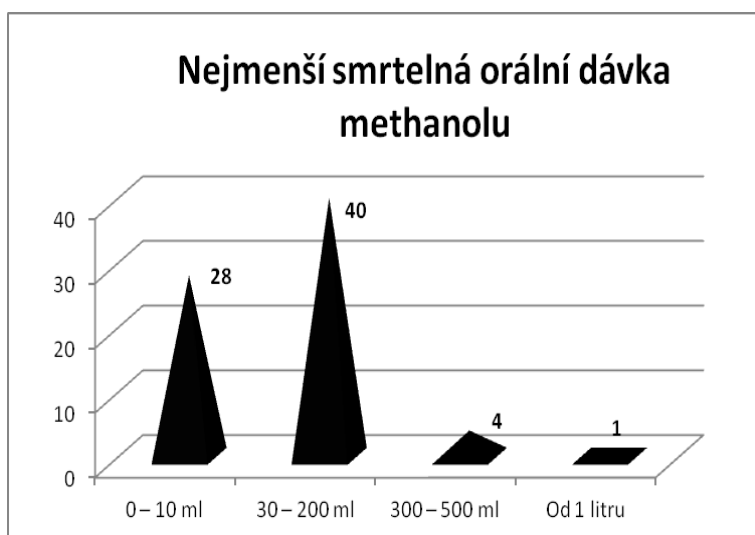
Otázka č. 6: Nejmenší smrtelná orální dávka methanolu je:

Tabulka č. 6 - Nejmenší smrtelná orální dávka methanolu (k otázce č. 6)

Nejmenší smrtelná orální dávka methanolu	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
0 – 10 ml	28	38,4 %
30 – 200 ml	40	54,8 %
300 – 500 ml	4	5,5 %
Od 1 litru	1	1,4 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 6 – Nejmenší smrtelná orální dávka methanolu (k otázce č. 6)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 6 jsme se dozvěděli, že 40 respondentů (54,8 %) odpovědělo správně, že nejmenší smrtelná orální dávka methanolu je 30 – 200 ml.

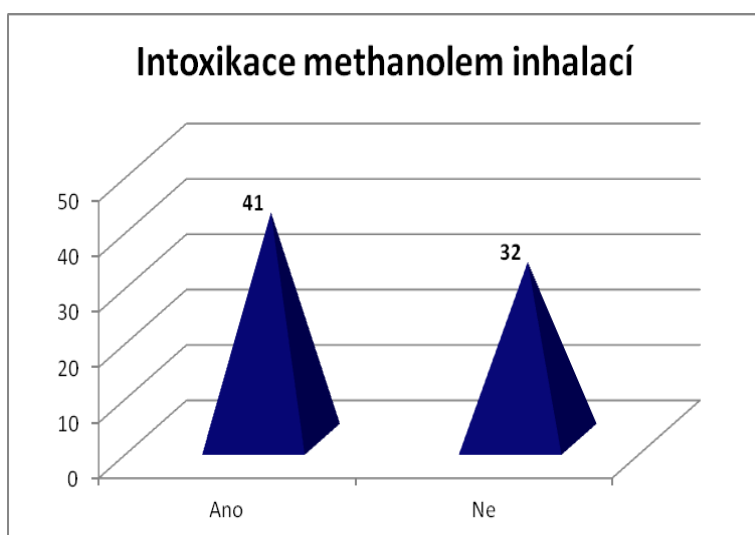
Otázka č. 7: Může dojít k intoxikaci methanolem i inhalací?

Tabulka č. 7 - Intoxikace methanolem inhalací (k otázce č. 7)

Intoxikace methanolem inhalací	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Ano	41	56 %
Ne	32	44 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 7 – Intoxikace methanolem inhalací (k otázce č. 7)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 7 vyplývá, že 41 respondentů (56 %) správně předpokládá, že se mohou otrávit methanolem i inhalací a 32 respondentů (44 %) soudí, že nikoli.

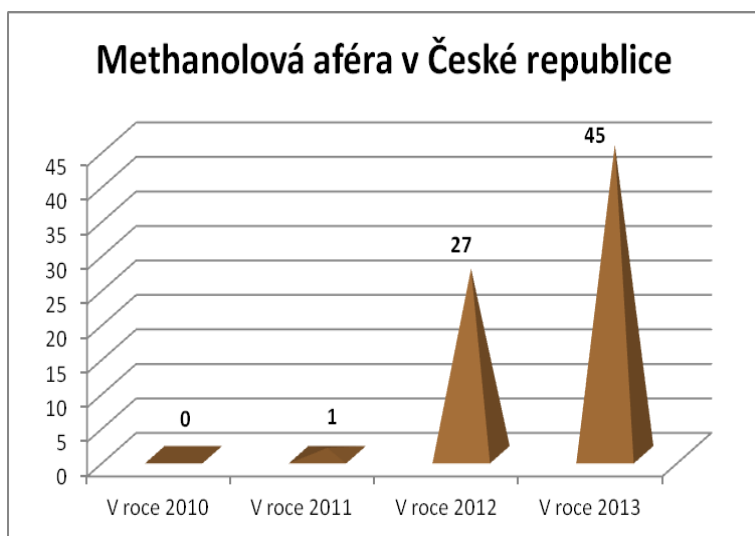
Otázka č. 8: Methanolová aféra probíhala v České republice v roce:

Tabulka č. 8 – Methanolová aféra v České republice (k otázce č. 8)

Methanolová aféra v České republice	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
V roce 2010	0	0 %
V roce 2011	1	1, 4 %
V roce 2012	27	37 %
V roce 2013	45	61, 6 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 8 – Methanolová aféra v České republice (k otázce č. 8)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 8 nám zobrazuje domněnky respondentů o tom, kdy probíhala metanolová aféra v České republice. Pouze 27 respondentů (37 %) odpovědělo správně, že methanolová aféra u nás probíhala v roce 2012.

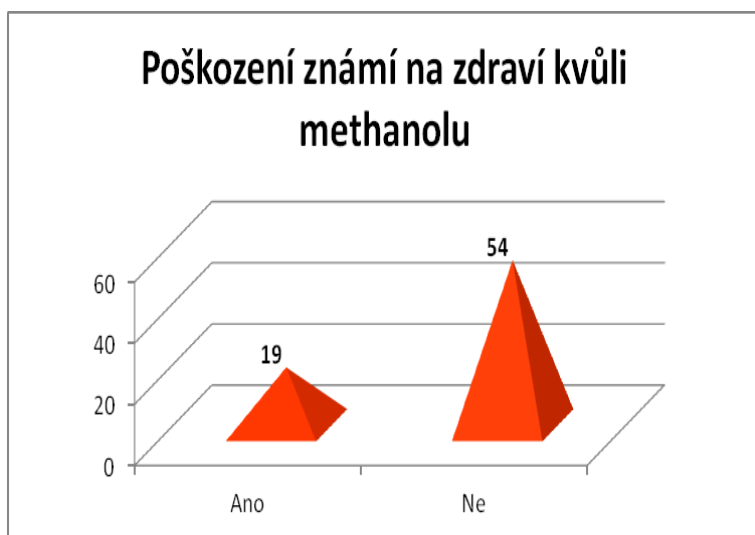
Otázka č. 9: Znal jste někoho, kdo byl poškozen na zdraví kvůli methanolu?

Tabulka č. 9 – Poškození známí na zdraví kvůli methanolu (k otázce č. 9)

Poškození známí na zdraví kvůli methanolu	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Ano	19	26 %
Ne	54	74 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 9 – Poškození známí na zdraví kvůli methanolu (k otázce č. 9)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 9 zobrazuje, kolik respondentů znalo osoby, které byly poškozeny na zdraví požitím methanolu. 19 respondentů (26 %) zná takové osoby a 54 respondentů (74 %) nezná osoby, které by byly poškozeny na zdraví požitím methanolu.

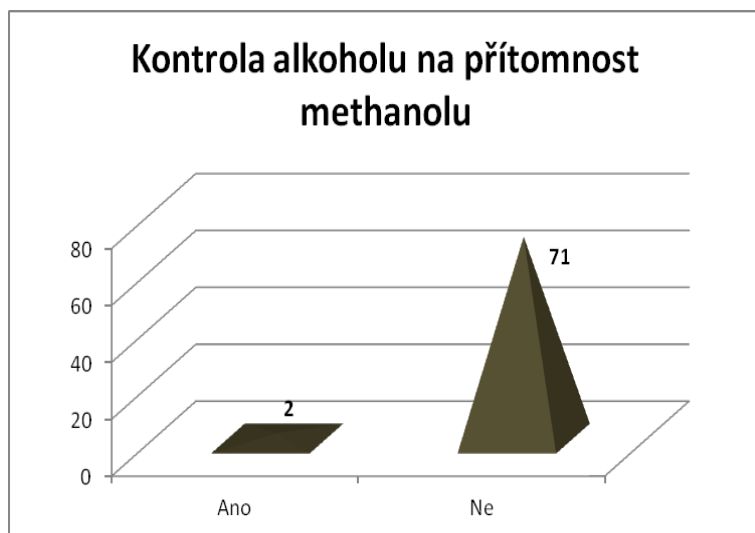
Otázka č. 10: Nechali jste si ve vaší rodině zkontrolovat zakoupený alkohol na přítomnost methanolu?

Tabulka č. 10 – Kontrola alkoholu na přítomnost methanolu (k otázce č. 10)

Kontrola alkoholu na přítomnost methanolu	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Ano	2	2,7 %
Ne	71	97,3 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 10 – Kontrola alkoholu na přítomnost methanolu (k otázce č. 10)



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 10 můžeme vyčíst, že pouze 2 respondenti (2,7 %) si nechali zkontrolovat zakoupený alkohol na přítomnost methanolu a 71 respondentů (97,3 %) nikoli.

Otázka č. 11: Pokud jste si nechali zkontrolovat vzorek, vyšel Vám pozitivní? (Zda jste v předchozí otázce odpověděli za b) ne, tuto otázku již nevyplňujte)

Tabulka č. 11 – Zkontrolovaný vzorek vyšel pozitivní (k otázce č. 11)

Zkontrolovaný vzorek vyšel pozitivní	Počet odpovědí	Procenta z celkového počtu
Ano	1	50 %
Ne	1	50 %
Celkový součet	73	100 %

(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 11 – Zkontrolovaný vzorek vyšel pozitivní (k otázce č. 11)



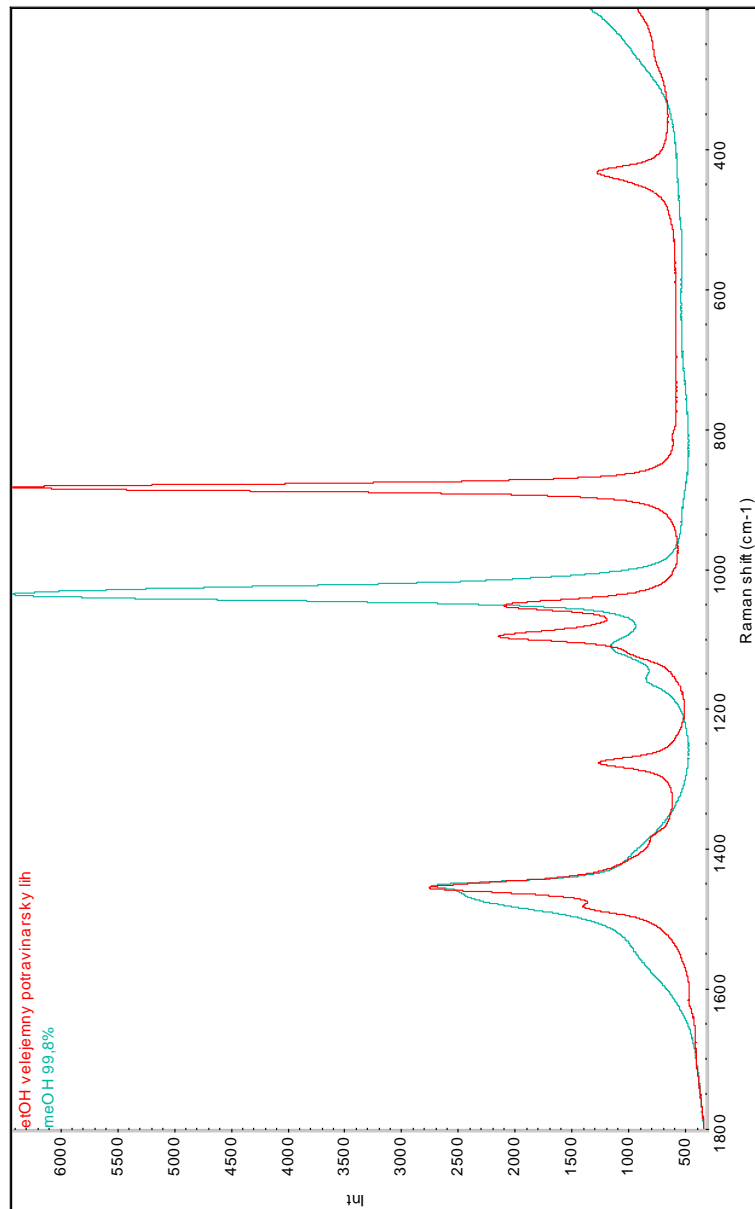
(Zdroj - vlastní zpracování)

Otázka č. 11 navazovala na otázku č. 10. V otázce č. 10 odpověděli 2 respondenti, že si nechali zkontrolovat zakoupený alkohol na přítomnost methanolu. V otázce č. 11 tito 2 respondenti odpovídali, zda jim vyšel pozitivní či ne. Graf č. 11 nám ukazuje, že 1 respondentovi vyšel vzorek pozitivní a druhému nikoli.

5.4.2 Experimentální část

5.4.2.1 Ramanova spektroskopie

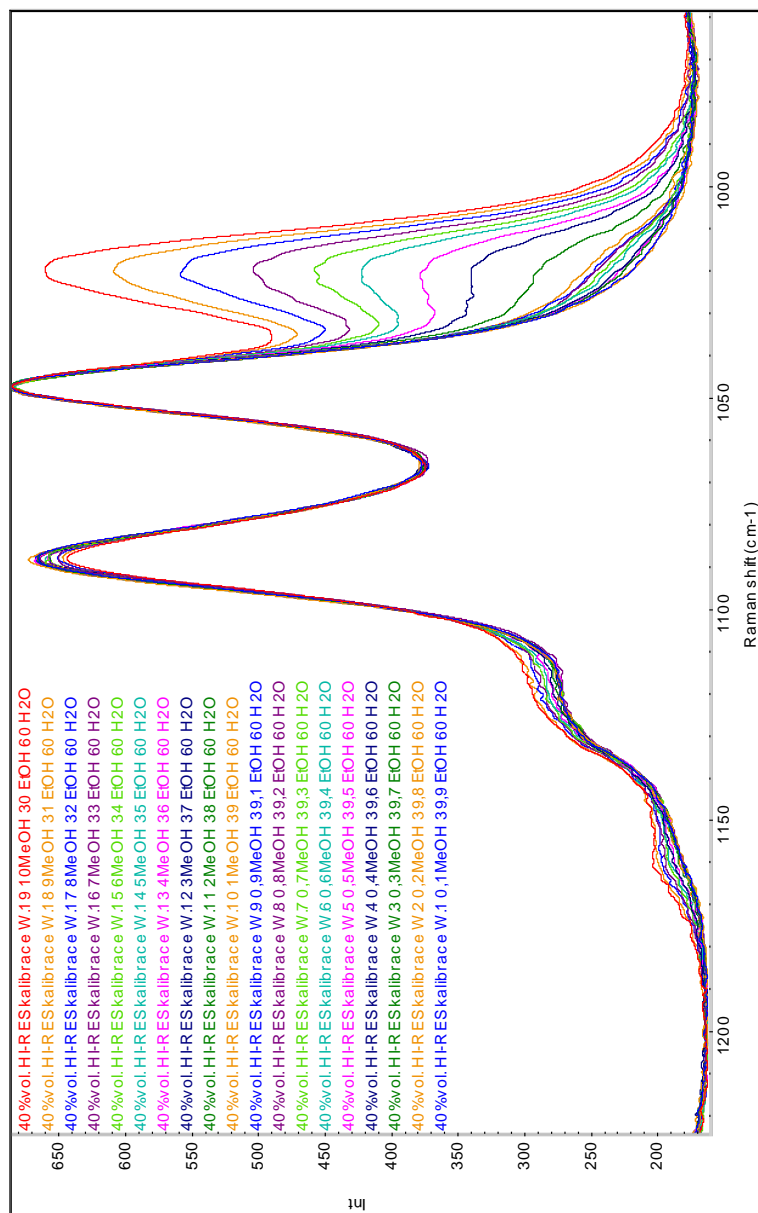
Graf č. 1 – Standardy



(Zdroj – oddělení laboratoře molekulové spektrometrie VŠCHT)

V grafu č. 1 můžeme vidět hladiny velejenného potravinářského lihu a methanolu.

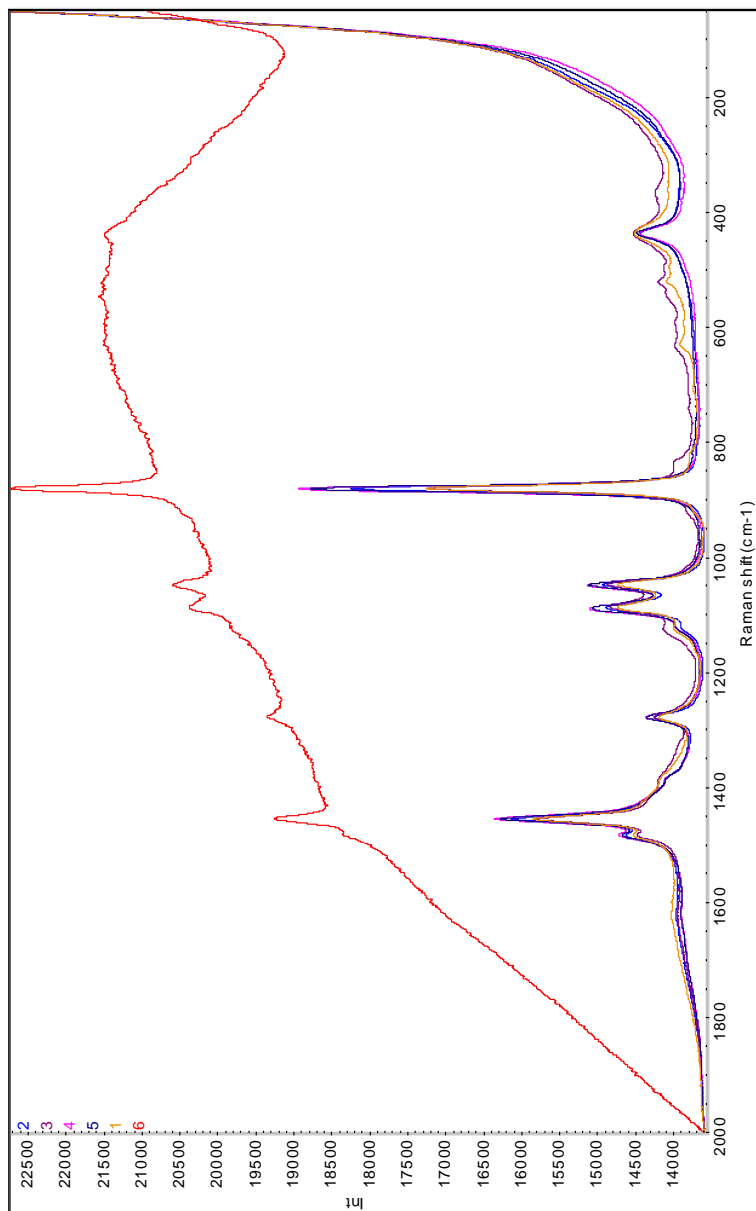
Graf č. 2 – Kalibrace



(Zdroj – oddělení laboratoře molekulové spektrometrie VŠCHT)

V grafu č. 2 jsou zobrazeny hladiny při různém množství methanolu.

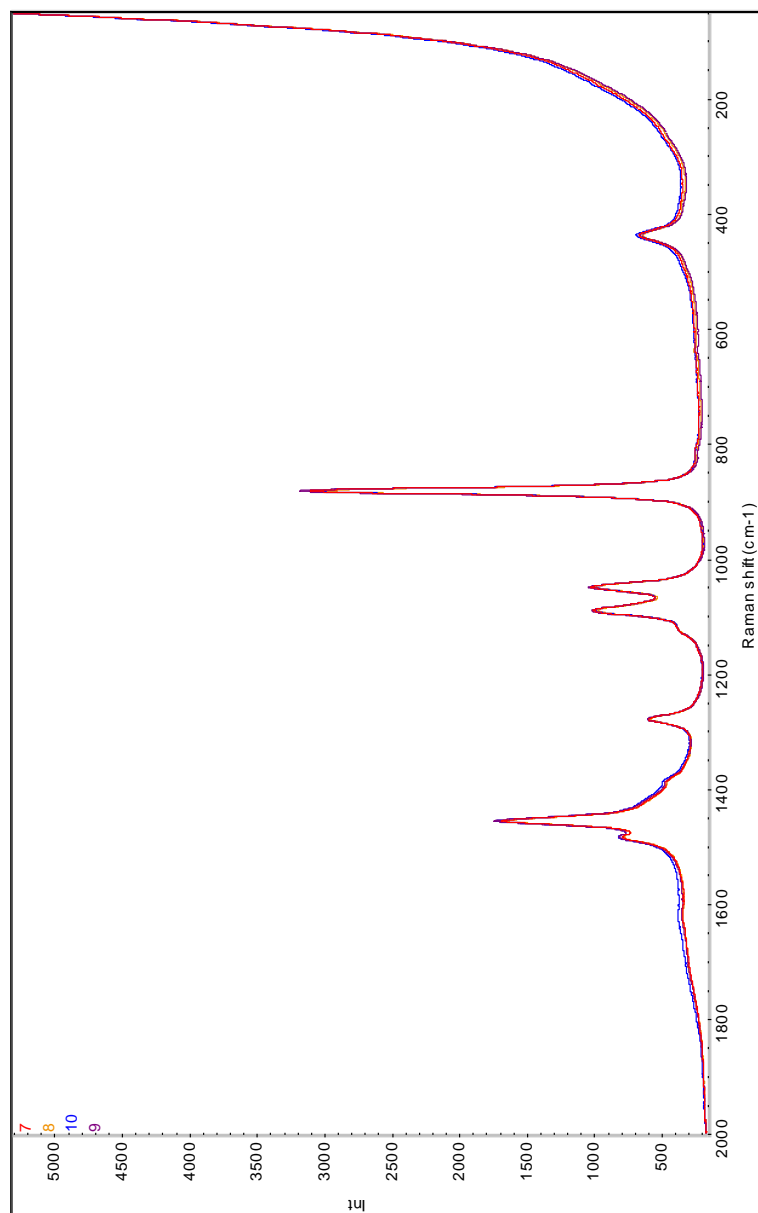
Graf č. 3 - vzorky č. 1 – 6



(Zdroj - vlastní zpracování)

V grafu č. 3 je zobrazené samotné měření prvních šesti vzorků. Jak můžeme vidět, u vzorku čísla 6 (ořechovice), označen červenou barvou, je patrně vidět, že Ramanova spektroskopie nepřesně měří lihoviny tmavé barvy. Pro měření takových lihovin se využívá FTIT (experimentální spektroskopická technika). Vzorky č. 1, 2, 3, 4, 5 vyšly na zvýšený obsah methanolu negativně.

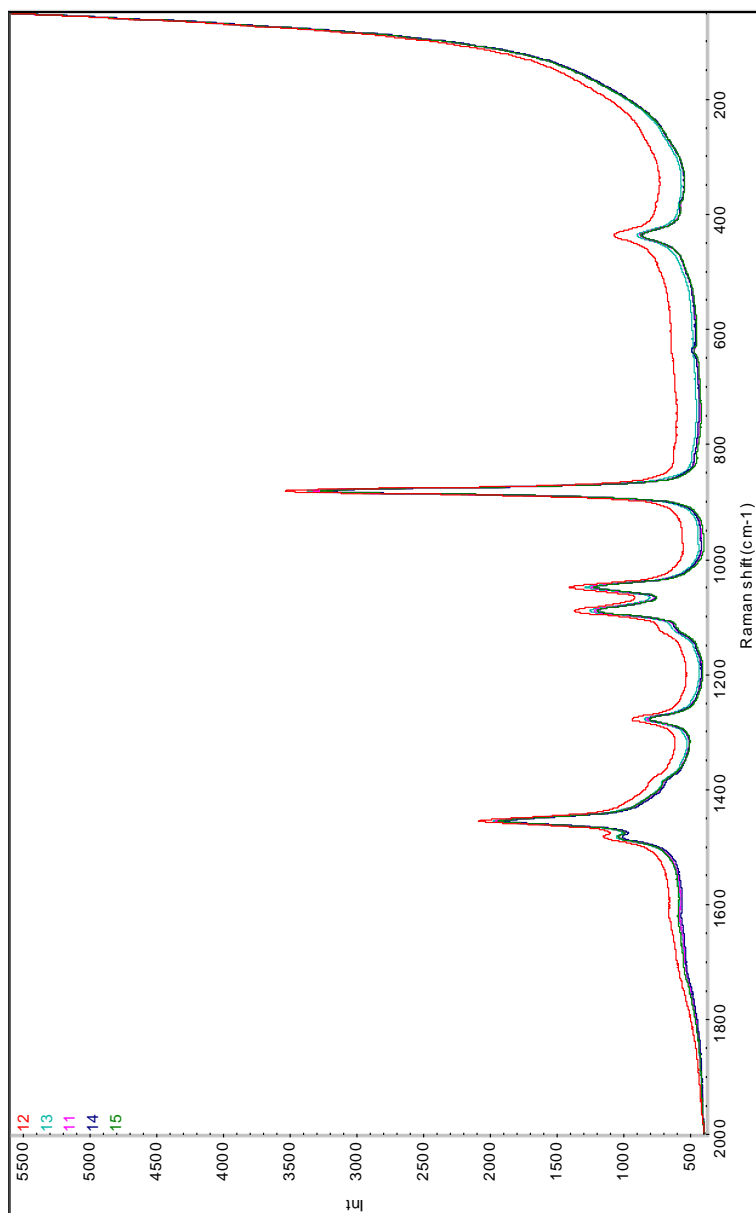
Graf č. 4 - vzorky č. 7 – 10



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 4 můžeme vyčíst, že ani vzorek č. 7, 8, 9 či 10 neobsahoval zvýšený obsah methanolu.

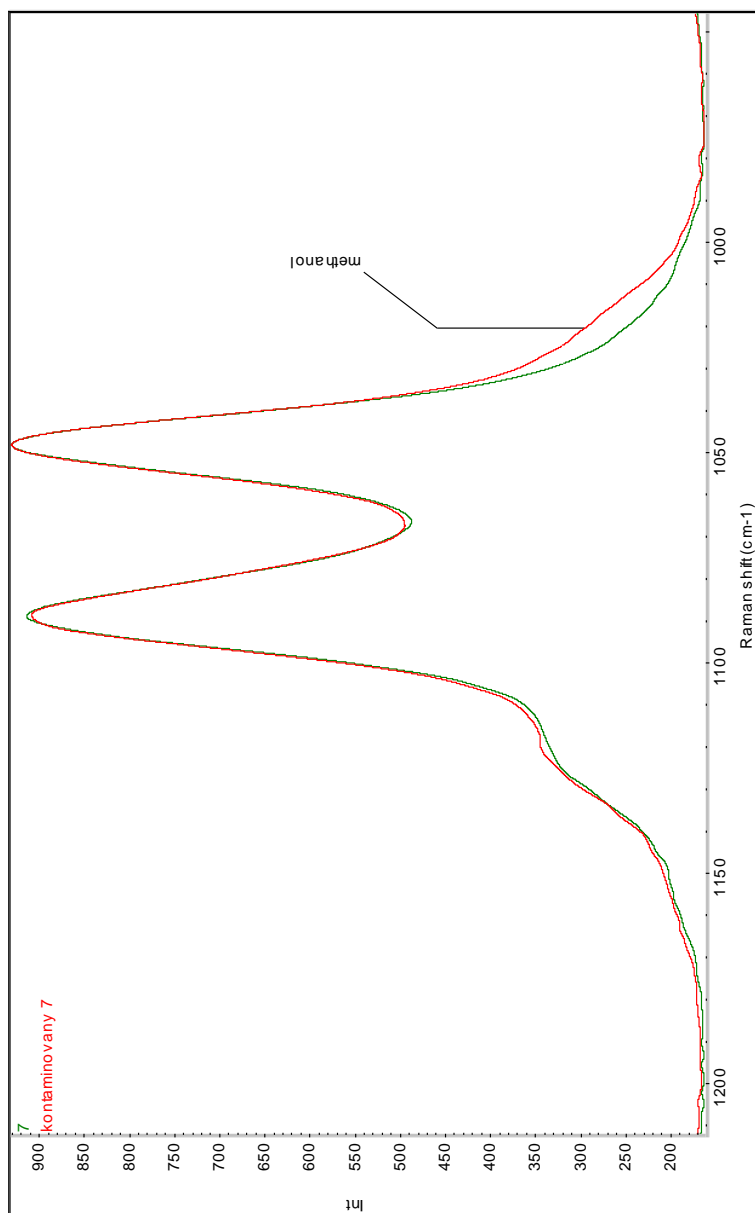
Graf č. 5 - vzorky č. 11 – 15



(Zdroj - vlastní zpracování)

Z grafu č. 5 vyplývá, že zvýšený obsah methanolu se ve vzorcích č. 11 – 15 nevyskytuje.

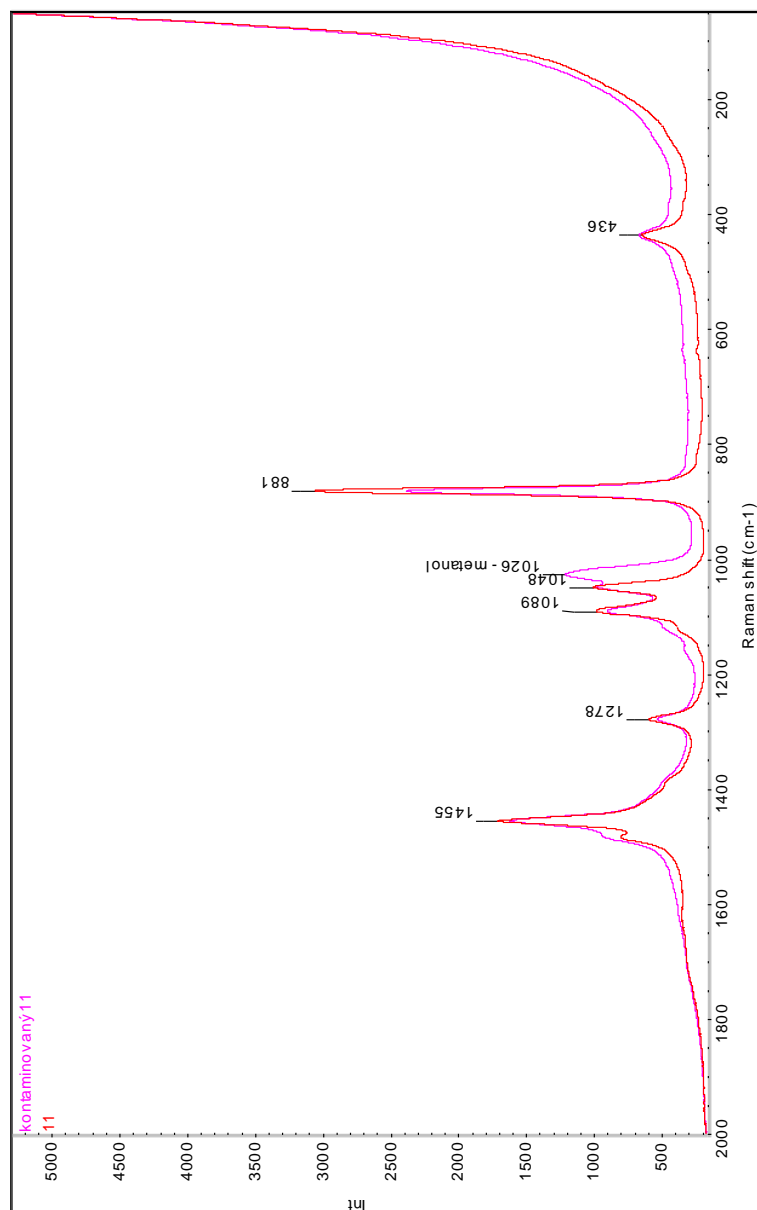
Graf č. 6 - vzorek č. 7 – původní vs. kontaminovaný



(Zdroj - vlastní zpracování)

Při dalším pokusu jsme vzali vzorek č. 7, který byl negativní na nadměrný obsah methanolu, a do ně jsme přidali methanol, aby ho lihovina obsahovala necelé 1 %. Z grafu č. 6 je tedy vidět rozdíl hladin methanolu v negativním a v kontaminovaném vzorku.

Graf č. 7 - vzorek č. 11 – původní vs. kontaminovaný

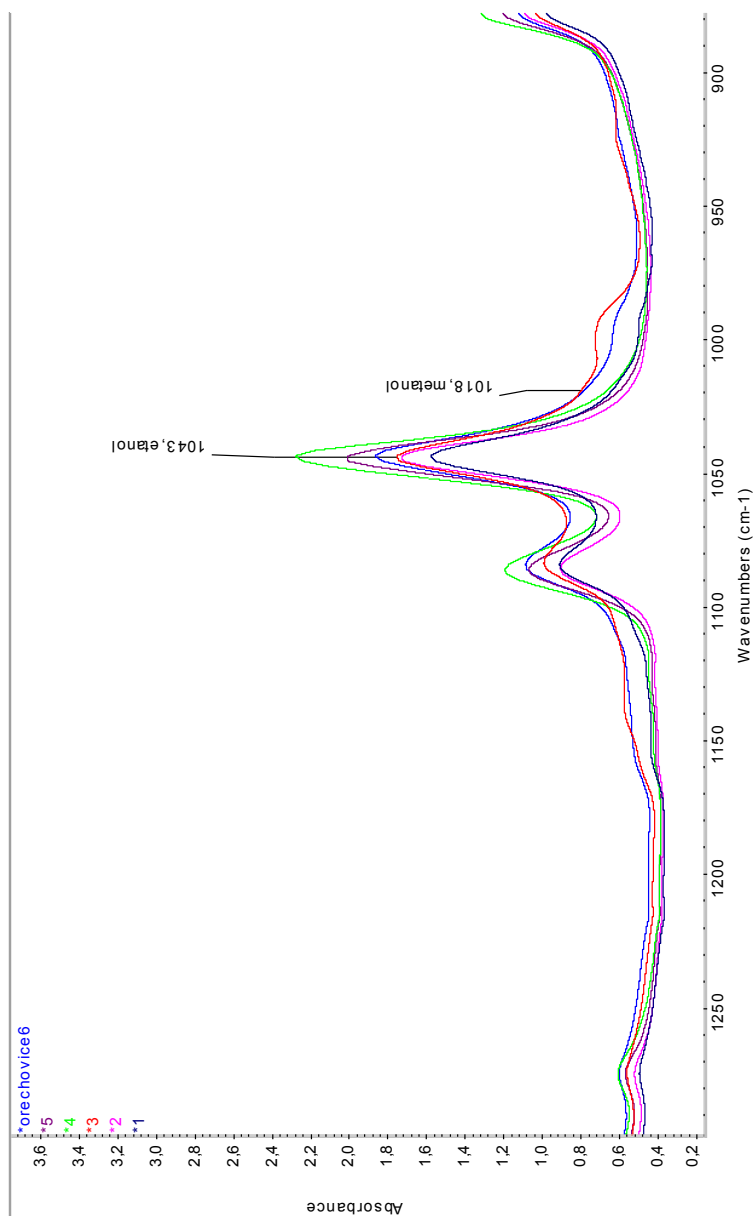


(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 7 ukazuje podobný případ jako graf č. 6. Do vzorku č. 11 jsme přidali methanol a vzorek obsahoval jeho necelých 20 %. V grafu č. 7 je znázorněn rozdíl negativního a kontaminovaného vzorku methanolem.

5.4.2.2 Infračervená spektroskopie

Graf č. 8 - vzorky č. 1 – 6

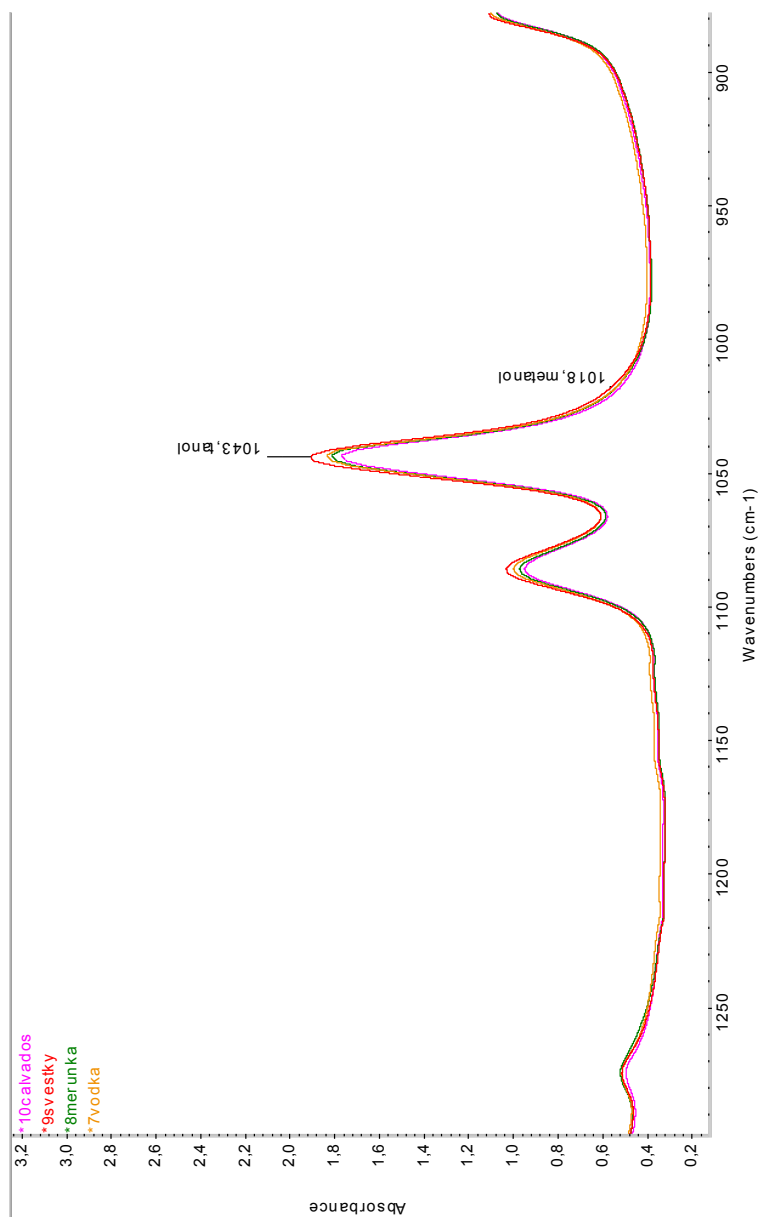


(Zdroj - vlastní zpracování)

Graf č. 8 ukazuje výsledky měření prvních šesti vzorků na obsah methanolu pomocí infračervené spektroskopie. Dle této metody vyšel ve vzorku č. 3 (červená barva), což je kokosovice, nepatrně zvýšený obsah methanolu. Pro přesnější určení, zda to není jen zvýšený obsah cukru, by bylo nutné provést kontrolu na plynové chromatografii. Podobné

zvýšení můžeme zaznamenat i u vzorku ořechovice, která je ukryta pod č. 6. Oba tyto destiláty mají značně větší obsah cukru, a tak je zřejmé, že zobrazené zvýšené hladiny methanol nepředstavují. Na Ramanově spektroskopii tento nadměrný obsah není vidět.

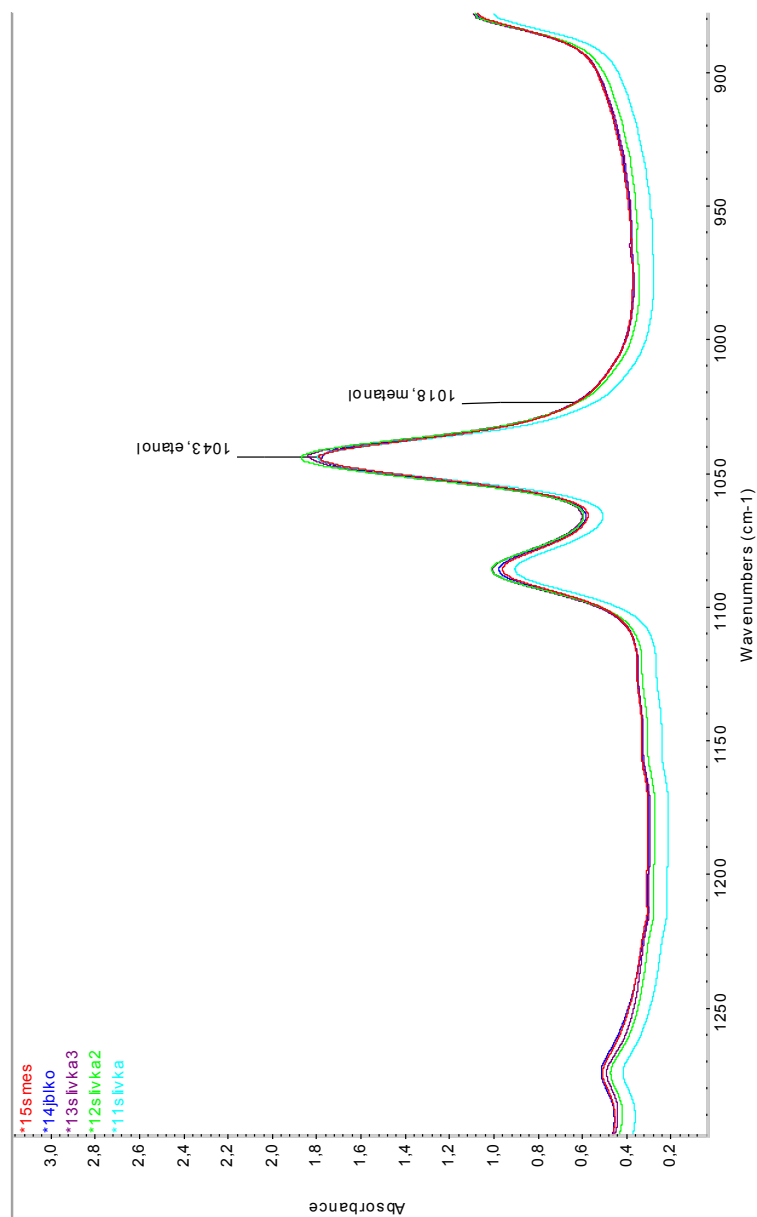
Graf č. 9 - vzorky č. 7 – 10



(Zdroj - vlastní zpracování)

V grafu č. 9 nezaznamenáváme u vzorků č. 7 – 10 zvýšenou hladinu methanolu.

Graf č. 10 - vzorky č. 11 – 15



(Zdroj - vlastní zpracování)

V grafu č. 10 zaznamenáváme lehce zvýšený obsah téměř u 4 lihovin, ale zvýšený obsah methanolu je u přírodních destilátů tolerován.

5.5 Diskuze

C1 bylo zjistit informovanost respondentů o methanolu a methanolové afěře. K tomuto cíli jsme stanovili H1. Předpokládali jsme, že většina dotazovaných není informována o methanolu a methanolové afěře.

K H1 se vztahuje písemné dotazování s otázkami č. 1 – 12. V písemném dotazování bylo osloveno 73 respondentů. Od všech dotazovaných byl dotazník vyplněn správně, a tudíž jsem mohla použít všechny získané poznatky. Návratnost byla 100 %. Písemného dotazování se zúčastnilo 50 žen a 23 mužů.

Z grafu č. 3 nám vyplývá, že většina respondentů (64) tuší, že methanol je alkohol. Z grafu č. 4 je zřejmé, že nečekaně většina respondentů (49) věděla správný vzorec methanolu a to CH_3OH .

Otázka č. 5 se týkala rozpoznání methanolu. I v této otázce odpověděla většina (67) respondentů dobře, že methanol rozpoznáme laboratorně. Přesto 1 respondent se domnívá, že ho lze rozpoznat ochutnáním a 5 dotazovaných čichem.

Z grafu č. 6 jsme se dozvěděli, že si 40 respondentů správně myslí, že nejmenší smrtelná orální dávka methanolu je přibližně 30 – 200 ml.

Překvapivě téměř vyrovnané odpovědi byly u otázky č. 7., kdy 56% dotazovaných se správně domnívá, že se mohou otrávit methanolem i inhalací.

Graf č. 8 nám zobrazuje, jak si mylně 45 dotazovaných myslí, že methanolová aféra v České republice byla v roce 2013. Methanolová aféra postihla téměř celou Českou republiku. I zde z otázky č. 9 můžeme vidět, že dotazovaní znali osoby poškozené na jejich zdraví kvůli methanolu a to hned 19 respondentů. V očekávání, že si lidé nechali zkontrolovat zakoupený alkohol na přítomnost methanolu, podle písemného dotazování vyšlo najevo, že pouze 2 respondenti ze 73 dotazovaných si alkohol nechali zkontrolovat. Z toho jednomu respondentovi vyšel vzorek pozitivní a druhému nikoli.

H1 se nepotvrdila. Většina respondentů odpověděla na všechny otázky správně.

Za C2 jsme si určili stanovení methanolu v jednotlivých vzorcích domácích lihovin. K C2 se vztahovala H2. Předpokládali jsme, že v 20 % zkoumaných vzorků domácího alkoholu se methanol bude vyskytovat v nepovoleném množství.

K H2 se vztahuje experimentální část týkající se zkoumání methanolu v 15 vzorcích domácích lihovin. H2 se také nepotvrdila. Ve všech zkoumaných 15 vzorcích se netolerovaný nadměrný obsah methanolu nevyskytoval.

Závěr

Maturitní práci tvoří dvě části – teoretická a praktická. Teoretická část se týká základních informací o methanolu, jeho historie, výroby a účinků na lidský organismus. Alkohol, jako takový, je znám už od starověku, kdy lidé zjistili, že pod jeho účinky se mění jejich psychické vlastnosti. Alkohol se požívá téměř v každé společnosti, a proto je také jednou z příčin dopravních nehod. (Česká republika patří ve spotřebě alkoholických nápojů na přední místa.)

Praktická část obsahuje 2 oddíly: písemné dotazování a experimentální část. C1 bylo tedy zjistit, jaké mají lidé domněnky o vlastnostech methanolu. H1, v které jsme předpokládali, že lidé nejsou dostatečně o methanolu informováni, se nepotvrdila. Při písemném dotazování, kdy bylo rozdáno 70 dotazníků, se zjistilo, že lidé mají základní znalosti o methanolu a jeho následcích po požití. Na základě zjištěných výsledků dotazníkového šetření vyšlo najevo, že i když 19 respondentů (26 %) znalo osoby, které byly poškozeny na zdraví v důsledku požití methanolu a 54 respondentů (74 %) neznalo, tak přesto pouze dva respondenti si zakoupený alkohol nechali zkontrolovat.

C2 bylo samotné stanovení methanolu v patnácti domácích vzorcích lihovin, které byly shromážděny během 4 měsíců z různých částí České republiky. Vzorky byly odebrány např. z mandlovice, ořechovice, malinovice, hruškovice, švestkovice, kokosovice, meruňkovice a z vodky. V H2 jsme předpokládali, že v 20 % zkoumaných vzorků domácího alkoholu se methanol bude vyskytovat v nepovoleném množství. V Praze na VŠCHT mi, pod vedením paní Ing. Miroslavy Novotné, CSc. na oddělení laboratoře molekulové spektroskopie, bylo umožněno v daných vzorcích stanovit obsah methanolu pomocí Ramanovy a infračervené spektroskopie. V ovocných destilátech vyrobených ze švestek, jablek, meruněk, broskví apod. je jeho množství cca 12 g/l čistého lihu (100 %). Pro ovocné destiláty vyrobené z hrušek odrůdy „Williams“, červeného a černého rybízu, jeřabin, kdoulí, bezinek platí norma pro množství methanolu do 13,5 g/l čistého lihu. H2 se také nepotvrdila. V žádném ze zkoumaných vzorků se nepotvrdilo nepovolené množství methanolu.

Zkušenosti získané na základě vypracování této práce využiji pro studium na VŠCHT.

Seznam použité literatury

1. ANGEROVÁ, Jindřiška a SŮRA, Jaroslav. *ABC o nápojích*. 1. vydání. Praha : Merkur, 1986. 248 s. 51-505-86.
2. ANGEROVÁ, Jindřiška a SŮRA, Jaroslav. *ABC - víno, lihoviny*. Praha : Nakladatelství ALE, 1991. 152 s. 80-900793-0-X.
3. GRÉGR, Vratislav a UHER, Jiří. *Výroba lihovin*. 2. vydání. Praha : SNTL, 1974. 416 s. 04-815-74.
4. LINCOVÁ, Dagmar a FARGHALI, Hassan. *Základní a aplikovaná farmakologie*. Praha : Nakladatelství Galén, 2007. 672 s. 978-80-7262-373-0.
5. ŠEDIVÝ, Václav a VÁLKOVÁ, Helena. *Lidé,alkoho, drogy*. 1. vydání. Praha : Naše vojsko, 1988. 160 s. 28-049-88.
6. ŠKOPEK, Josef. *Výroba destilátů z vlastního ovoce*. České Budějovice : Nakladatelství DONA s. r. o., 2003. 144 s. 80-7322-045-8.

Seznam použitých internetových zdrojů

1. http://www.rozhlas.cz/zpravy/veda/_zprava/i-rok-po-vypuknuti-metanolove-afery-lze-nechat-vlastni-zasoby-alkoholu-proverit--1252777
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Ramanova_spektroskopie

Seznam použitých zkratk

aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
cca	přibližně
č.	číslo
g	gram
l	litr
MPa	megapascalů
mg	miligram
např.	například
%	procento
r.	roku
tzv.	takzvaný

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Dotazník na téma: Methanol v lihovinách

Příloha č. 2 - Strukturní vzorec methanolu

Příloha č. 3 - Tabulka některých vlastností methanolu

Příloha č. 4 - Čtyři metabolické cesty ethanolu v lidském organismu

Příloha č. 5 – Obrázek č. 1

Příloha č. 6 – Obrázek č. 2

Příloha č. 7 – Obrázek č. 3

Příloha č. 8 – Obrázek č. 4

Příloha č. 9 – Obrázek č. 5

Příloha č. 10 – Obrázek č. 6

Příloha č. 11 – Obrázek č. 7

Příloha č. 12 – Obrázek č. 8

Příloha č. 13 – Obrázek č. 9

Příloha č. 1 – Dotazník na téma: Methanol v lihovinách

Milí respondenti,

jsem studentkou 4. ročníku zdravotnického lycea na SZŠ a VOŠ zdravotnické v Příbrami a zpracovávám maturitní práci na téma – Stanovení methanolu v lihovinách. Tímto Vás chci požádat o vyplnění mého dotazníku, který je anonymní, a zjištěná data budou použita pouze k průzkumu mé práce. Vždy je jedna správná odpověď a tu, prosím, zakroužkujte. Předem Vám moc děkuji.

Tereza Kolaříková

1) Pohlaví:

- a) žena b) muž

2) Věk:

- a) 15 - 20 let b) 21 – 30 let c) 31 – 45 let d) 46 a více let

3) Methanol je:

- a) nukleová kyselina b) alkohol c) bílkovina d) lipid

4) Vzorec methanolu je:

- a) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{OH}$ b) CH_3OH c) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ d) CH_3COCH_3

5) Methanol rozpoznáme:

- a) pouhým okem b) čichem c) ochutnáním d) laboratorně

6) Nejmenší smrtelná orální dávka methanolu je:

- a) 0 – 10 ml b) 30 – 200 ml c) 300 – 500 ml d) od 1 litru

7) Může dojít k intoxikaci methanolem i inhalací?

- a) ano b) ne

8) Methanolová aféra probíhala v České republice v roce:

a) 2010

b) 2011

c) 2012

d) 2013

9) Znal jste někoho, kdo byl poškozen na zdraví kvůli methanolu?

a) ano

b) ne

10) Nechali jste si ve vaší rodině zkontrolovat zakoupený alkohol na přítomnost

methanolu?

a) ano

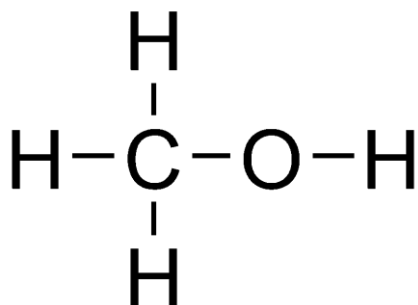
b) ne

11) Pokud jste si nechali zkontrolovat vzorek, vyšel Vám pozitivní? (Zda jste v předchozí otázce odpověděli za b) ne, tuto otázku již nevyplňujte)

a) ano

b) ne

Příloha č. 2 – Strukturní vzorec methanolu



(<http://xantina.hyperlink.cz/organika/derivaty/alkoholy.html>)

Příloha č. 3 – Tabulka některých vlastností methanolu

molekulární hmotnost	32,0142 g/mol
bod varu	64,7 °C
hustota	0,791 g/cm ³
disociační konstanta	15,3

Příloha č. 4 - Čtyři metabolické cesty ethanolu v lidském organismu

- 1) alkoholdehydrogenáza (ADH) - enzym podílející se na metabolismu alkoholu
- 2) mikrosomální ethanolový oxidační systém (MEOS) - enzymy jater podílející se na metabolismu alkoholu
- 3) kataláza - enzym rozkládající peroxid vodíku na vodu
- 4) neoxidativní metabolismus

Příloha č. 5 - Obrázek č. 1 – Laboratoř molekulové spektrometrie



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 6 - Obrázek č. 2 – Samotné vzorky



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 7 - Obrázek č. 3 - Ramanův spektrometr



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 8 - Obrázek č. 4 - Připravené vzorky pro Ramanovu spektroskopii



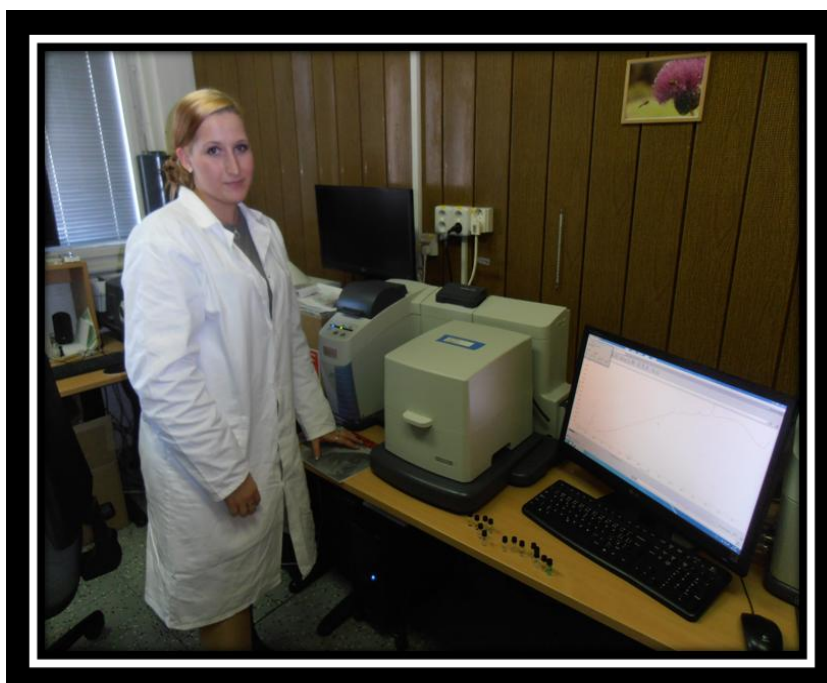
(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 9 - Obrázek č. 5 - Ukázka vzorku při Ramanově spektroskopii



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 10 - Obrázek č. 6 - Samotné měření



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 11 - Obrázek č. 7 - Infračervený spektrometr



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 12 - Obrázek č. 8 - Krystal



(Zdroj - vlastní zpracování)

Příloha č. 13 - Obrázek č. 9 - Příprava vzorku pro infračervenou spektroskopii



(Zdroj - vlastní zpracování)