

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Změny sensorické jakosti potravin ošetřených
mikrovlnným zářením v průběhu jejich skladování**

Diplomová práce

Bc. et Bc. Jolana Trojáčková

Výživa a potraviny

doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Změny senzorické jakosti potravin ošetřených mikrovlnným zářením v průběhu jejich skladování" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za odbornou pomoc, konzultace, připomínky a hlavně čas, který této práci věnovala. Děkuji všem respondentům, kteří se sensorického hodnocení účastnili, za ochotu a čas. Velmi děkuji své rodině, partnerovi a přátelům za psychickou podporu a pomoc.

Změny sensorické jakosti potravin ošetřených mikrovlnným zářením v průběhu jejich skladování

Souhrn

Mikrovlnný ohřev je v dnešní době velmi významnou součástí potravinářství. Je specifickým druhem dielektrického ohřevu. Zdrojem mikrovlnného záření, které se pohybuje v jednotkách GHz, je magnetron. energii kmitavému obvodu dodávají elektrony pohybující se v magnetickém poli. Teplo vzniká v celém objemu ohřívaného předmětu. Výhoda tohoto typu ohřevu spočívá v rychlosti a ekonomičnosti provozu díky nízkým ztrátám. Mikrovlnný ohřev je využíván k pasterizaci, sterilaci, sušení, vaření, pečení, blanširování, rozmrazování a deaktivaci enzymů.

Cílem práce bylo zjistit, zda jsou mezi potravinami neošetřenými a ošetřenými mikrovlnným zářením rozdíly v sensorické jakosti a jaké změny probíhají v průběhu skladování, protože sensorická jakost je důležitou stránkou celkové kvality potravin. Sensorická jakost potravin je zjišťována sensorickou analýzou.

K hodnocení byla využita metoda sensorického profilu, popisová metoda (CATA), párová preferenční zkouška, párová rozdílová zkouška a pořadová zkouška. Jako vzorky byly použity vlašské ořechy, mandle, podzemnice olejná a mák. Zařízení k mikrovlnnému ohřevu poskytla společnost ROmiLL. Sensorické analýzy se účastnilo 11 respondentů a vzorky byly hodnoceny ihned po ošetření, po 3 a po 6 měsících skladování.

Dle literatury během mikrovlnného ohřevu dochází k Maillardově reakci a oxidaci lipidů, ke vzniku aromatických sloučenin a těkavých látek, které mají významný vliv na sensorické vlastnosti potravin. Vědeckou hypotézou diplomové práce bylo, že při ošetření potravin mikrovlnným zářením nedojde ke zhoršení jejich sensorické kvality a mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky nebude statisticky průkazný rozdíl po celou dobu trvanlivosti udávané výrobcem. Na základě sensorického hodnocení bylo zjištěno, že mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky vlašských ořechů, mandlí a podzemnice olejná existuje statisticky průkazný rozdíl jak u vzorků hodnocených ihned po ošetření, tak u vzorků hodnocených po 3 měsících i po půl roce skladování. Mezi ošetřeným a neošetřeným mákem neexistuje průkazný rozdíl. Ošetřené vzorky byly ve vlastnostech sensorické jakosti vyhodnoceny jako přijatelnější. Vliv způsobu ošetření a doba skladování neměly společně statisticky významný vliv na sensorickou jakost potravin. Závěrem je, že mikrovlnný ohřev potravin má jednoznačně pozitivní vliv na kvalitu potravin.

Klíčová slova: Mikrovlnný ohřev; sensorická analýza; ořechy; mandle; mák

Changes of sensory quality of foods treated with microwave radiation during their storage

Summary

Microwave heating is an important part of foods processing industry nowadays. It is a specific type of dielectric heating. The source of microwave radiation, measured in the frequency range GHz, is magnetron. The energy of the oscillating circuit is supplied by electrons moving in the magnetic field. The heat arises in the whole heated object. The benefits of this type of heating are the speed and efficiency owing to low losses. Microwave heating is used for pasteurization, sterilization, drying, cooking, baking, roasting, blanching, defrosting and enzymes deactivation. The aim of this thesis is to discover if there are differences in between foods treated and not treated with microwave irradiation and what changes during the process of storing food, because sensory quality is an important aspect of the overall quality of foods. The sensory quality was examined through sensory analysis.

Methods used for evaluation include the profile method of sensory analysis, check-all-that-apply (CATA), Paired Preference Test, Paired-Difference Test and Friedman test (the analysis of variance on ranks). Walnuts, almonds, peanuts and poppy seeds were served as samples. The device for microwave heating was provided by ROmiLL company. Eleven respondents participated in the sensory analysis and the samples were evaluated immediately after the treatment and also after 3 and 6 months of storing.

According to scientific research, during the process of microwave heating, the heated object undergoes the Maillard reaction and lipid oxidation, that leads to the formation of aromatic compounds and volatiles are formed that significantly influence sensory properties of food. The scientific hypothesis of this thesis was that there will be no detectable sign of deterioration in sensory quality of the samples and that there will be no statistically conclusive difference between samples treated and samples not treated with microwave irradiation over the whole period of shelf life stated by the manufacturer. It was discovered that there is a statistically conclusive difference both with samples evaluated immediately after the treatment and the samples evaluated after 3 and 6 months of storing. There is no evidence for difference in treated and untreated samples of poppy seeds. The properties of treated samples were assessed as more satisfactory. The effects of the treatment method and the period of storage together had no statistically significant impact on sensory quality. In conclusion, microwave heating has undoubtedly positive impact of the quality of food.

Key words: Microwave heating; sensory analysis; nuts; almonds; poppy seeds

Obsah

1. Úvod	7
2. Vědecká hypotéza a cíle práce.....	8
3. Přehled literatury	9
3.1. Senzorická jakost potravin	9
3.2. Mikrovlnné záření	14
3.3. Změny sensorické jakosti ořechů a máku po ošetření mikrovlnným zářením.....	23
4. Materiál a metody.....	36
4.1. Metodika	36
4.2. Charakteristika společnosti ROmiLL.....	36
4.3. Charakteristika zařízení pro průmyslový mikrovlnný ohřev	36
4.4. Charakteristika pokusu	37
4.5. Charakteristika vzorků	37
4.6. Senzorická analýza.....	39
4.7. Statistické vyhodnocení	42
5. Výsledky.....	44
5.1. Vlašské ořechy	44
5.2. Mandle.....	68
5.3. Podzemnice olejná	109
5.4. Mák	136
6. Diskuze	163
7. Závěr.....	168
8. Seznam literatury	169
9. Seznam použitých zkratk a symbolů	174
10. Přílohy.....	175

1. Úvod

Počátek objevu mikrovlnného záření spadá do 19. století. V roce 1864 James Clerk Maxwell objevil elektromagnetické záření, v jehož spektru jsou i mikrovlny. První mikrovlnná aparatura byla vytvořena v roce 1888 Heinrichem Hertzem, který vytvořil mikrovlnný přístroj, který byl schopen produkovat a detekovat mikrovlny ve spektru velmi krátkých vln. K prvnímu využití mikrovln při ohřevu potravin došlo náhodou, když Percy Spencer vyráběl magnetron pro radar na zakázku pro firmu Raytheon a v kapse se mu rozpustila čokoláda.

Mikrovlnné záření má velký význam v mnoha odvětvích. V potravinářství má mikrovlnné záření nezastupitelnou úlohu při pasterizaci, sterilizaci, sušení, vaření, pečení, blanšírování, rozmrazování. Je využíváno k deaktivaci enzymů a tím k zajištění stability produktů během skladování. Ošetření potravin mikrovlnným zářením se provádí za účelem uchování nebo prodloužení trvanlivosti potravin při maximálním zachování jejich sensorických vlastností. Při mikrovlnném ohřevu se sensorická jakost potravin mění z důvodu probíhající Maillardovy reakce, oxidace tuků a uvolňování těkavých látek. Důsledky na sensorickou jakost potravin ošetřených mikrovlnným zářením mohou být jak pozitivní, tak negativní.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Ošetření potravin mikrovlnným zářením se provádí za účelem uchování nebo prodloužení trvanlivosti potraviny při maximálním zachování jejích sensorických vlastností. Cílem diplomové práce bylo zjistit, jsou-li mezi potravinami neošetřenými a ošetřenými mikrovlnným zářením rozdíly v sensorické jakosti a jaké jsou změny této jakosti v průběhu skladování.

Hypotéza:

H1: Při ošetření potravin mikrovlnným zářením nedojde ke zhoršení jejich sensorické kvality.

H2: Mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky nebude statisticky průkazný rozdíl po celou dobu trvanlivosti udávané výrobcem.

3. Přehled literatury

3.1. Senzorická jakost potravin

3.1.1. Definice jakosti

Pro definici jakosti existují tři různá stanoviska, protože sensorickou jakost je možné chápat z různých hledisek.

První definicí jakosti je míra uspokojení požadavků zákazníka. Nedostatkem této definice je fakt, že požadavek každého zákazníka je rozdílný a jeho požadavky mohou být často nereálné. Druhou definicí jakosti je shoda výrobku se standardem. Existuje přesný popis výrobku a zákazník očekává plnění standardu daného výrobku. Jakost pak znamená, do jaké míry byla očekávání zákazníka splněna. Je kompromisem mezi požadavky a cenou.

Kontrolní orgány při kontrole srovnávají, jak se vlastnosti výrobků shodují se standardem jakosti deklarovaným výrobcem. Mají minimální požadavky zejména pro zdravotní nezávadnost výrobků.

Mezi složky jakosti patří hygienická jakost, výživová jakost, sensorická jakost a jakost užitná (Pokorný et al., 1999).

3.1.2. Senzorická jakost

Senzorická jakost obsahuje všechna hlediska jakosti, která je člověk schopen vnímat svými smysly a vyhodnotit vyšší nervovou soustavou. Chemickými smysly lze vnímat chuť a vůni, zrakem můžeme hodnotit tvar, barvu, vzhled a geometrickou strukturu, hmatem a sluchem texturu.

Při posuzování sensorické jakosti je nejdůležitější hodnocení ústy neboli degustace. Při ní je potrava hodnocena velkým množstvím smyslů současně. Jsou zapojeny smysly hmatové, chemické, tepelné i smysly pro bolest. Na vzniku podnětu se podílí řada vlivů: fyziologické, psychické, sociální, vliv podmínek, zkušeností, názory, city hodnotitele, různá formulace standardu, použitá metodika a způsob vyhodnocení výsledků.

Z těchto důvodů je důležité, aby se hodnocení zúčastnil větší počet hodnotitelů (Pokorný et al., 1999).

3.1.3. Senzorická analýza potravin

Senzorická analýza je definována jako vědecká metoda sloužící k vyvolání, měření, analýze a interpretaci těch reakcí na produkty, které jsou vnímány smyslem zrakovým, čichovým, hmatovým, chuťovým a sluchovým (Ježek et Saláková, 2012).

Je to analytická metoda, při níž jsou tzv. organoleptické vlastnosti potravin stanoveny výhradně lidskými smysly. Smyslové hodnocení je velmi důležité, protože senzorická jakost je jednou ze složek celkové kvality potravin a je jedinou stránkou jakosti, kterou může konzument sám zhodnotit. Senzorickou jakost potravin často hodnotí zákazníci jako nejdůležitější a rozhodují se podle ní o koupi výrobku (Ježek et Saláková, 2012).

Senzorická analýza je kvantitativní věda, v níž jsou data shromažďována za účelem vytvoření vztahů mezi charakteristikami produktu a lidským vnímáním. Senzorické metody čerpají z behaviorálního výzkumu. Posuzuje se, kolik osob je již schopných zaznamenat malé změny ve složení. Senzorická analýza čerpá též z experimentální psychologie.

Senzorické hodnocení zahrnuje soubor technik určených k přesnému měření lidské odezvy na vlastnosti potravin a k minimalizaci potenciálně ovlivňujících faktorů, jako je značka a další informace o výrobku, ovlivňující vnímání spotřebitele. Obor izoluje senzorické vlastnosti potravin samy o sobě a poskytuje tak důležité informace výrobcům, vývojářům, vědcům a managerům o vlastnostech produktu (Lawless et Heymann, 2010).

3.1.3.1. Zásady správného senzorického hodnocení

Senzorická analýza je definována jako hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly a zpracování výsledků centrální nervovou soustavou.

Obecnou směrnicí pro uspořádání senzorického pracoviště je ČSN ISO 8589:2007. Analýza musí probíhat za podmínek zajišťujících objektivní, přesná a reprodukovatelná měření. Senzorické hodnocení má jasná pravidla. Vzorky musejí být připravovány a podávány za kontrolovaných podmínek, aby se zabránilo ovlivnění výsledků. Hodnotitelé musí sedět v oddělených kabinách tak, aby nebyli ovlivněni dalšími hodnotiteli, vzorky musejí být označeny náhodnými čísly, důležité je pořadí podávání jednotlivých vzorků, jsou stanoveny standardní hodnoty pro teplotu vzorku, objem a časový odstup. To vše je důležité pro zvýšení přesnosti testu (ČSN ISO 8589, 2007).

Velmi důležitou součástí senzorického hodnocení je správná analýza dat. Data získaná od hodnotitelů jsou často velmi variabilní. Výsledky mohou být ovlivněny náladou či motivací

hodnotitelů, jejich vrozenou fyziologickou citlivostí na sensorickou stimulaci, jejich znalostmi podobných výrobků a zkušenostmi. K analýze dat jsou využívány statistické metody. Důležitou součástí sensorické analýzy je interpretace výsledků. Závěry musejí být podloženy pravdivými výsledky a analýzami (Lawless et Heymann, 2010).

3.1.3.2. Vytvoření optimálních podmínek

Zásady sensorického hodnocení jsou důležité, aby nedošlo k ovlivnění výsledků a ke špatným závěrům. Hodnocení nesmí probíhat v oblasti s cizími pachy nebo v hlučném prostředí. To znamená, že například sensorické hodnocení masa by nemělo být prováděno v blízkosti udirny nebo víno by nemělo být hodnoceno v blízkosti linky na plnění lahví, což by způsobilo hluk během hodnocení. Sensorická laboratoř musí být navržena tak, aby do ní hodnotitelé přišli a zase odešli bez toho, aby procházeli prostory pro přípravu vzorků či kancelářskými prostory. Musí být zabráněno tomu, aby měli fyzický či vizuální kontakt s informacemi, které by mohly ovlivnit jejich hodnocení vzorků. Například pokud uvidí v odpadkovém koši prázdné obaly výrobků určité značky, mohou hodnocený vzorek přiřazovat dané značce, což může výsledky značně ovlivnit. Dále není vhodné, aby hodnotitelé procházeli prostory, kde by mohli zachytit informace o projektech nebo o průběžných výsledcích.

Sensorická laboratoř musí být vybavena stoly oddělenými přepážkami, případně musí mít každý hodnotitel vlastní stůl, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování. Místnost pro sensorické hodnocení musí být dobře osvětlena. Ideální velikost testovací kabiny pro každého hodnotitele je 1 m x 1 m. Hodnotitelé by měli mít k dispozici výškově nastavitelné židle. Nábytek i nádobí by měly být konstruovány z lehce čistitelného materiálu. Je nutné zajistit dostatečný přísun vody bez chuti a zápach pro čištění nádobí a vyplachování úst mezi jednotlivými vzorky. Místnost musí být dostatečně odvětrávána, pachů prostá, o teplotě vzduchu 20–22 °C, relativní vlhkosti 50–55 °C a osvětlení 300–500 lx (Lawless et Heymann, 2010).

3.1.3.3. Systém přípravy a předkládání vzorků

Je důležité, aby všechny postupy podávání a přípravy vzorků byly standardizovány. Srovnávané vzorky musejí být stejně velké a mít stejný tvar. Hodnoceného materiálu musí být dostatečné množství. Vzorky musí být uchovávány při stejné teplotě. Pokud se těsně před podáním vzorků kombinují s další surovinou, musí být tento proces standardizován. Například, pokud se hodnotí

cereálie s mlékem, musí na ně být mléko nalito ve stejnou dobu, než budou zkonsumovány. Důležité jsou také charakteristiky nádob, ve kterých jsou vzorky podávány a doprava od výrobce až na místo hodnocení. Hodnotitelé by si mezi jednotlivými vzorky měli vyplachovat ústa a vzorky by měly být podávány s dostatečným časovým odstupem. Dále musí být specifikovaná teplota, při které jsou vzorky podávány. Například tepelně upravené maso je podáváno při teplotě 50 °C, mléko a mléčné výrobky při teplotě 15 °C, protože při této teplotě jsou chuťové vlastnosti zvýrazněny. Zmrzlina by měla být temperována 12 hodin před podáváním při teplotě -13 až -15 °C.

Nádobí pro sensorickou analýzu má být vybráno, aby bylo co nejpraktičtější a zároveň aby neovlivňovalo smyslové atributy produktu.

Mezi jednotlivými vzorky si hodnotitelé vymývají ústní dutinu. Bylo zjištěno, že univerzálním prostředkem je stolní voda.

Při většině analytických sensorických testech se vzorky nepolykají z důvodu případného nežádoucího vlivu jednoho vzorku na druhý.

Pokyny hodnotitelům musejí být sděleny jasně, stručně a srozumitelně. Vzorky musejí být zakódovány nejméně trojmístným kódem a předkládány v různém pořadí (Lawless et Heymann, 2010).

3.1.3.4. Výběr vhodných hodnotitelů a jejich vyškolení

Pro některé testy jsou využíváni nevyškolení hodnotitelé, jiné testy provádí pouze profesionálové. Pro mnoho diskriminačních testů stačí pouze minimální zaškolení. Zejména popisná sensorická analýza je náročná na udržení pozornosti a koncentraci a hodnotitelé procházejí rozsáhlými školeními (Lawless et Heymann, 2010).

3.1.3.5. Vyhodnocení dat

Data jsou vyhodnocována pomocí příslušných softwarů.

3.1.3.6. Metody sensorické analýzy

Rozlišují se tři kategorie sensorické analýzy potravin: laboratorní metody, metody za podmínek restauračního stravování a konzumentské zkoušky.

Laboratorní metody probíhají ve specializované laboratoři za přesně stanovených standardních podmínek vyškoleným panelem hodnotitelů nebo sensorických odborníků. Pravidla pro jednotlivé laboratorní metody jsou daná příslušnými normami (Ježek et Saláková, 2012).

3.1.3.6.1. Rozdílové zkoušky

Mezi rozdílové zkoušky patří párová porovnávací zkouška, zkouška duo-trio, trojúhelníková zkouška, zkouška dva z pěti, pořadová zkouška, zkouška „A – ne A“.

Párová porovnávací zkouška slouží k hodnocení, zda mezi dvěma vzorky existuje rozdíl. Dále může být použita k určení preference.

Párovou zkoušku popisuje norma ČSN EN ISO 5495:2009. Sensoričtí hodnotitelé při ní dostanou v náhodném pořadí dva vzorky. Při párové rozdílové zkoušce hodnotí, zda mezi vzorky existuje rozdíl. Během párové preferenční zkoušky určují, který ze dvou předložených vzorků je lepší (ČSN EN ISO 5495, 2009).

Účelem pořadové zkoušky je zhodnotit pořadí několika vzorků. Hodnotitelé určují, zda mezi vzorky existují rozdíly na základě celkového dojmu či intenzit různých deskriptorů. Sensorický pracovník dostane několik vzorků v nahodilém pořadí, úkolem je seřadit je dle intenzity určitého znaku. Posuzuje se 10–30 vzorků při hodnocení barvy, 4–10 vzorků při posuzování vůně a 2–6 vzorků při posuzování chuti. Vzorky jsou seřazeny buď dle určitého kritéria, nebo podle celkové intenzity (ČSN ISO 8587, 1993).

3.1.3.6.2. Stupnicové zkoušky

Stupnice mohou být intenzivní či hedonické a oba druhy se mohou dále dělit na kategorové, bodové, grafické či poměrové.

Grafické stupnice se používají zejména ke stanovení intenzity určité charakteristiky. Stupnice je znázorněna úsečkou. Levý bod ztvárňuje 0 % a pravý 100 %. Hodnotitel označí na úsečce místo, jehož poloha je úměrná intenzitě stanovované vlastnosti. U nestrukturované úsečky je naznačen pouze směr, u strukturované je označeno několik bodů s popisem pro lepší názornost (Pokorný et al, 1997).

3.1.3.6.3. Popisné zkoušky

Mezi popisné zkoušky patří jednoduché popisné zkoušky, sensorický profil, profil volného výběru. Výhodou je, že má hodnotitel absolutní volnost při hodnocení, nevýhodou je, že je metoda velmi subjektivní. Při této metodě je lepší využít předtištěných možností, které mohou hodnotitelé pouze zatrhávat (Pokorný et al, 1997).

3.2. Mikrovlnné záření

3.2.1. Charakteristika mikrovlnného záření

Rozeznáváme několik druhů ohřevu látek. V každém ze základních typů jde o přenos energie ve formě tepla. Přenos tepla z teplejšího do chladnějšího tělesa probíhá pomocí kondukce (vedení), konvekce (proudění) či radiací (sáláním). První dva fyzikální principy potřebují nositele tepla ve formě hmotných částic. Ve vakuu je možný přenos tepla pouze formou radiace, kde slouží jako nositel energie elektromagnetické vlnění.

Množství tepla, které je třeba tělesu dodat pro ohřátí z teploty v_1 na teplotu v_2 , udává rovnice $Q = m \cdot c \cdot \Delta v$, kde Q ...teplo v [J], m ...hmotnost v [kg], c ...měrná tepelná kapacita v [J/kg*K] a Δv ...rozdíl teplot v_1 a v_2 v [°C]. Samotné ohřívání tělesa neprobíhá konstantní rychlostí, ale pomocí křivky, kterou popisuje rovnice $\Delta v(t) = \Delta v_{\max} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, kde Δv ...rozdíl teplot v_1 a v_2 , t ...čas v [s] a τ ...oteplovací časová konstanta v [°C].

Rozeznáváme mnoho zdrojů, které tělesu mohou dodat energii. Pro tuto práci je stěžejním zdrojem energie elektrický proud. Elektrický ohřev můžeme popsat rovnicí $W_{el} = \int_0^T U \cdot i \cdot dt$, kde W_{el} ...elektrické energie v [kWh], U ...napětí v [V], i ...proud v [A]. Podle zdroje elektrické energie můžeme ohřevy rozdělit do více typů:

Odporové či ztrátové teplo vzniká při průchodu proudu v elektricky vodivém materiálu. Přeměnu energie popisuje Jouleův zákon. Rozlišujeme přímý (teplo vzniká přímo v ohřívaném tělese) a nepřímý odporový ohřev (teplo vzniká sáláním topných článků).

Obloukové teplo, kde teplo vzniká při hoření oblouku mezi dvěma diodami. Oblouk vzniká při přiblížení dvou elektrod a je složen z ionizovaného sloupce tvořeného elektrickým proudem a vzduchem.

Plazmový ohřev je velmi podobný obloukovému ohřevu. Liší se především v tom, že elektrický oblouk je koncentrován za spoluúčasti argonu a formován induktorem.

U elektronového ohřevu probíhá přenos tepla svazkem urychlených elektronů, které narážejí na vsázku, které předávají svou kinetickou energii.

Laserový ohřev je svým principem podobný elektronovému ohřevu. U laseru je však oproti elektronovému ohřevu přenos zprostředkován elektromagnetickým vlněním, které je pohlcováno ohřívaným materiálem.

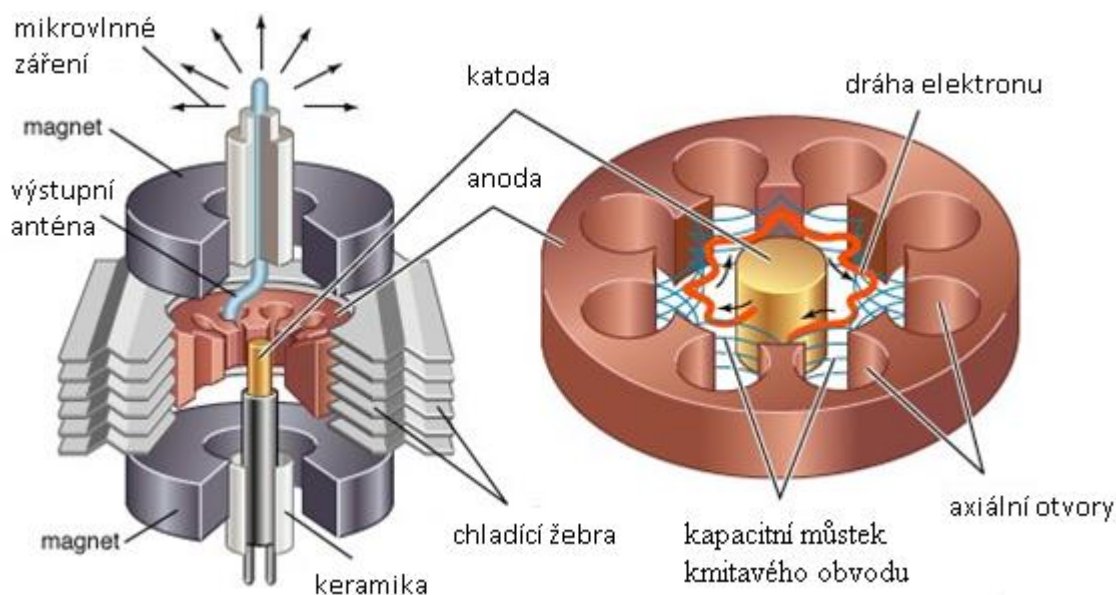
Ohřev pomocí sálavých panelů a infrazářičů se od laserového ohřevu liší v oblasti kmitočtu. Zatímco laser využívá koncentrovaného elektromagnetického záření v oblasti světla,

infrazářiče mohou být použity pro plošný ohřev s využitím infračerveného záření, které je ostatními tělesy dobře pohlcováno.

Indukční ohřev je jedním z moderních způsobů ohřevu potravin. Teplo zde vzniká ve vodivém předmětu, kterým může být např. litinový hrnec, díky působení střídavého magnetického pole ve varné desce. Výhodou je bezeztrátový přenos a možnost okamžité změny předávané energie. Oproti indukčnímu ohřevu je u dielektrického ohřevu uplatněna elektrická složka elektromagnetického vlnění. Používá se k ohřevu nevodivých materiálů. Množství tepla závisí na napětí, frekvenci, vzdálenosti zdroje a na vlastnostech ohřívajícího materiálu (permitivitě a ztrátovému úhlu δ). Dielektrický ohřev využívá vysoké kmitočty řádově desítky až stovky MHz.

Specifickým druhem dielektrického ohřevu je mikrovlnný ohřev. Zdrojem mikrovlnného záření, které se pohybuje v jednotkách GHz je magnetron. Jeho schéma je znázorněno na obrázku 1. Energii kmitavému obvodu dodávají elektrony pohybující se v magnetickém poli. Pro mikrovlnný ohřev je kromě magnetronu potřeba uzavřeného rezonátoru se stěnami z dobře vodivého materiálu (nejčastěji hliníkový plech). Ohříváný předmět se uvnitř rezonátorem uzavřeného prostoru otáčí pro rovnoměrné ohřátí. Teplo vzniká v celém objemu ohřívajícího předmětu, pokud není stíněn vodivým materiálem. Mikrovlnný ohřev se využívá pro potřeby průmyslu, často se také používá k ohřevu či pasteraci potravin. Výhoda tohoto typu ohřevu spočívá v rychlosti a ekonomičnosti provozu díky nízkým ztrátám (Vrána, 2008, Vackář, 1985). Mikrovlnný ohřev je možný díky schopnosti materiálů absorbovat mikrovlnnou energii a převádět ji na teplo. Při mikrovlnném zahřívání se uplatňují dipólové a iontové mechanismy. Jakmile oscilační elektrické pole interaguje s molekulou vody, trvale polarizované polární molekuly se snaží přeskupit ve směru elektrického pole. Kvůli vysokofrekvenčnímu elektrickému poli dochází k této změně milionkrát za sekundu, a to způsobuje vnitřní tření molekul, čímž se materiál ohřívá v celém objemu. Mikrovlnný ohřev může být také způsoben oscilační migrací iontů v potravinách za přítomnosti vysokofrekvenčního oscilujícího elektrického pole, což generuje teplo (Chandrasekaran, 2013).

Obrázek 1: Schéma magnetronu



Zdroj: Encyclopædia Britannica, Inc.

3.2.2. Faktory ovlivňující dielektrické vlastnosti potravinářských materiálů

Mikrovlny jsou materiálem absorbovány díky jeho dipólové nebo iontové polarizaci. Dipólová polarizace je významná při frekvencích nad 1 GHz, zatímco iontová polarizace převládá při kmitočtech pod 1 GHz. Dielektrická konstanta čisté vody se mírně snižuje s frekvencí. Dielektrické vlastnosti potravin jsou určeny převážně jejich chemickým složením, v menší míře fyzikálními vlastnostmi.

Potravina se obvykle skládá ze směsi organických látek (voda a soli). Při působení elektrického pole na dielektrikum se část elektrické energie přemění v teplo, kterým se dielektrikum ohřívá a dochází k dielektrickým ztrátám. Dielektrická ztráta o určité frekvenci se zvyšuje přidáním soli. Solné roztoky působí jako vodiče v přítomnosti elektromagnetického pole. Dielektrické vlastnosti vody závisí na tom, zda jde o vodu volnou či vázanou. Během ohřívání zmrazených materiálů s vysokým obsahem vody se dielektrické vlastnosti zvyšují se vzrůstající teplotou částí potravin. Během současného ohřevu zmrazené a rozmrazené potraviny nebo její části se tedy teplejší část zahřívá rychleji. To vede k mnoha dohadům o tom, zda je mikrovlnný ohřev rovnoměrný.

Dielektrické vlastnosti potravin se liší se strukturou a velikostí částic. Dielektrické vlastnosti jsou dále ovlivněny hustotou vzduchových částic mezi částicemi materiálu. Dielektrická konstanta a dielektrické ztráty jsou nízké pro tuky a oleje, se vzrůstající teplotou se hodnoty

zvyšují. Pro roztoky cukrů platí, že se dielektrická konstanta zvyšuje s teplotou a koncentrací cukru, dielektrické ztráty klesají s koncentrací cukru vlivem jeho nepolární povahy (Chandrasekaran, 2013).

Dielektrické ztráty mají také vliv na tmavší barvu ozářené potravin (Smith et al., 2014).

Boldor et al. (2004) zkoumali dielektrické vlastnosti pozdemnice olejné ošetřené mikrovlnným zářením při frekvencích 915 a 2450 MHz. Bylo zjištěno, že dielektrické vlastnosti vzorků s nízkou vlhkostí jsou závislé na teplotě. Dielektrické vlastnosti vzorků s vyšším obsahem vlhkosti byly na teplotě závislé méně (Boldor et al., 2004).

3.2.3. Význam mikrovlnného záření v potravinářství

Mikrovlnné záření má v potravinářství široké uplatnění a oproti konvenčnímu ohřevu má řadu výhod. Má uplatnění při pasterizaci, sterilizaci, sušení, vaření, pečení, blanširování, rozmrazování. Pozitivní vliv má na sensorické vlastnosti potravin. Je využíváno k deaktivaci enzymů a tím k zajištění stability produktů během skladování. Oproti konvenčnímu ohřevu je rychlejší, výhodou je též snadná manipulace, obsluha a údržba (Chandrasekaran, 2013). Díky krátké době ohřevu během zpracování vede k lepšímu udržení živin, lepším kvalitativním vlastnostem jako je textura a "flavour" (Schirack et al, 2007).

3.2.3.1. Redukce počtu mikroorganismů

Mikrovlnné záření je důležitým konzervačním prostředkem při ošetřování potravin proti mikroorganismům a parazitům. Během osmdesátých let bylo identifikováno minimálně šest různých frekvencí mikrovlnného záření, které způsobují denaturaci DNA. Každá frekvence má jiný účinek na DNA, jako například tzv. „helix zipper“ nebo úplné oddělení chemických vazeb. Hlavním důvodem sterilizačních účinků mikrovlnného záření je však zvýšení teploty, která vede k denaturaci bílkovinných struktur. Mikrovlnný ohřev může dále způsobit polarizaci postranního řetězce makromolekuly, což vede k porušení vodíkových vazeb. To způsobí denaturaci nebo koagulaci molekul. Bylo také zjištěno, že DNA absorbuje mikrovlnné záření. Mikrovlnný ohřev může mít vliv na chemické vazby pouze za určitých okolností a hlavní roli má při tom voda. Voda hydratuje molekuly, např. proteiny, a má podstatný vliv na jejich dielektrické vlastnosti. Voda vázaná v proteinech je podstatou jejich dielektrických vlastností. Bylo zjištěno, že je mikrovlnné záření schopné fragmentace virové DNA, zatímco zahřívání na stejnou teplotu působením tepla virovou DNA neporuší.

Hong et al. (2004) zkoumali vliv mikrovlnného záření na koliformní bakterie. Zjistili, že v případě konvenčního ohřevu nebyly koliformní bakterie detekovány pouze při působení teploty nad 100 °C. Při působení mikrovlnného záření však zaznamenali destrukci buněčných membrán již při teplotě 49±3 °C, přičemž velmi rychlého rozpadu buněčných membrán bylo dosaženo při teplotě nad 60±3 °C. Dále byla sledována aktivita enzymu β-galaktosidázy. Při konvenčním ohřevu vedla vzrůstající teplota v rozmezí od 20 do 57 °C ke zvýšené aktivitě enzymu v důsledku růstu a množení koliformních bakterií. Mikrovlnné záření vedlo při stejných teplotách ke snížení aktivity β-galaktosidázy. Při teplotách v rozmezí od 57 do 68 °C mělo mikrovlnné záření větší pokles bakteriální aktivity než ohřev konvenční. Při teplotách nad 68 °C se bakteriální aktivita téměř zastavila. Výsledky gelové elektroforézy ukázaly, že množství bakteriální DNA se po mikrovlnném ohřevu snížilo, zatímco po konvenčním ohřevu nebylo snížení jejího množství tak výrazné (Hong et al., 2004).

Hlavním problémem v průběhu výroby, skladování a prodeje ořechů je kontaminace plísními produkující aflatoxiny. Mezi takové plísně patří *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Aflatoxiny jsou genotoxické a karcinogenní látky, a proto je jejich úroveň kontaminace přísně kontrolována národními a mezinárodními organizacemi. Ke konzervaci jsou využívány různé fyzikální (tepelné ošetření, ozařování gama zářením) a chemické (konzervace na principu povrchově aktivních látek – benzalkonium chlorid) metody. Ty mají však řadu nevýhod, jako například vysoká cena, nedostatečná účinnost, vznik nežádoucích organoleptických a nutričních změn. Z těchto důvodů se zvýšil zájem o konzervaci pomocí mikrovlnného záření. Basaran et Akhan (2010) provedli studii zaměřenou na vliv působení mikrovlnného záření na výskyt plísňe *Aspergillus parasiticus* v lískových ořeších. Ve studii bylo aplikováno 2,45 GHz mikrovlnného záření na lískové ořechy kontaminované plísní *Aspergillus parasiticus*. Byly sledovány změny v KTJ/g po 30, 60, 90 a 120 sekundách ozařování mikrovlnným zářením. Bylo zjištěno, že po 60 sekundách se množství KTJ/g *Aspergillus parasiticus* snížilo stokrát. Po 120 sekundách působení mikrovlnného záření se KTJ/g snížilo tisíckrát. Decimální redukční doba D pro *Aspergillus parasiticus* je 45 s (Basaran et Akhan, 2010).

3.2.3.2. Sušení

Sušení mikrovlnným zářením je rychlejší a energeticky méně náročné v porovnání se sušením horkým vzduchem a vyznačuje se vysokými koeficienty přenosu hmoty. Během mikrovlnného sušení se mění elektromagnetická energie na teplo. Množství vyrobeného tepla závisí na výkonu mikrovlnného zařízení a dielektrických vlastnostech vyhřívaného materiálu.

Mikrovlonné sušení usnadňuje přenos tepla a hmoty stejnoměrně zevnitř na povrch, protože teplo nevzniká jen na povrchu, ale i v jádru potraviny. Sušení pomocí mikrovln tak nabízí možnost snížit dobu působení tepla, je účinnější a důsledkem je lepší celková kvalita sušených produktů (Serowik et al., 2018).

3.2.3.3. Inaktivace enzymů

V potravinách se vyskytují různé enzymy, např. polyfenoloxidáza nebo peroxidáza. Tyto enzymy reagují na vzduchu za vzniku oxidačních reakcí, které negativně ovlivňují sensorické a nutriční vlastnosti. Pro enzymovou inaktivaci je využíván konvenční ohřev a přídavek konzervačních látek, to však vede k výrazným nutričním i sensorickým ztrátám. Mikrovlonné záření je vhodnou alternativou. Mikrovlonný ohřev je způsoben narušením slabých vodíkových vazeb. Narušení vazeb je způsobeno dipólovou rotací volných molekul vody a elektroforetickou migrací iontů rozptýlených v elektrickém poli rychle se měnící polarity. Protože mikrovlny mohou přenášet energii v celém objemu materiálu, čas na ohřev je tím pádem zkrácen. Při mikrovlonném ohřevu dochází navíc i k netepelné inaktivaci enzymů. Z důvodu zkráceného ohřevu a netepelných vlivů mikrovlnného záření se v potravine udrží termolabilní složky a sensorická kvalita zůstane zachována.

Matsui et al. (2008) zkoumali vliv mikrovlnného záření na inaktivaci enzymů polyfenoloxidázy a peroxidázy v kokosovém mléce. Zjistili, že stabilita enzymů byla vyšší u kokosového mléka ošetřeného mikrovlnným zářením než u mléka ošetřeného konvenčním ohřevem (Matsui et al., 2008).

3.2.4. Změny způsobené mikrovlnným ošetřením

3.2.4.1. Maillardova reakce

Maillardova reakce je nesmírně důležitá pro kvalitu potravin, zejména pro ty, které jsou tepelně ošetřeny. Maillardova reakce je zodpovědná za hnědnutí potravin, má vliv na stravitelnost a může mít i toxikologické důsledky (např. tvorba akrylamidu), mezi její produkty patří antioxidanty a má velký vliv na "flavour" (Boekel, 2006).

Maillardova reakce je rozdělena do tří etap. První fáze se nazývá iniciace a je charakteristická neenzymovou kondenzací aminu a redukujícího cukru za vzniku Schiffovy báze, která je nestabilní. Schiffova báze podléhá přesmyku a vzniká stabilnější Amadoriho produkt,

v případě, že je redukujícím cukrem aldóza, či Heynsův produkt, pokud je redukujícím cukrem ketóza.

Druhou fází je propagace, charakteristická degradací Amadoriho produktů. Amadoriho produkty se mohou buď nevratně oxidovat za vzniku N-karboxymethylakylaminu nebo může dojít k rozkladu na původní amin a 1-, 3-, nebo 4-deoxyglukoson. 1-deoxyglukoson vzniká při vyšším pH, 3-deoxyglukoson při nižším pH a některé diketony tvoří 4-deoxyglukoson. Deoxyglukosony opětovně reagují s volnou aminoskupinou a propagují tak Maillardovu reakci, tyto pochody vedou k ireverzibilním změnám proteinů na molekulární úrovni tím, že se tvoří heterocyklické produkty a inter- a intramolekulární můstky.

Poslední fází Maillardovy reakce je terminace. Konečné produkty Maillardovy reakce jsou termodynamicky stabilní, a proto reakci ukončují. Deoxyglukosony vzniklé ve fázi propagace reagují s aminy za vzniku pyrrolů, pyrrolinonů a pyrrolinon redukonů. Ty jsou většinou bezbarvé. Mohou ale reagovat dále s aminy a jinými karbonylovými sloučeninami na hnědé, fluoreskující sloučeniny (Obsil, 1997).

3.2.4.1.1. Tvorba aromatických sloučenin v Maillardově reakci

Tvorba aromatických sloučenin závisí na několika faktorech. Prvním faktorem je druh cukrů a aminokyselin, druhým faktorem je reakční teplo, čas, pH a obsah vody. Obecně první z uvedených faktorů určuje typ aromatických sloučenin a druhý ovlivňuje kinetiku. Mezi příchutě ovlivněné prvním faktorem patří typická chuť masa, kterou způsobují sirné sloučeniny, odvozené od cysteinu a ribózy (pocházející z nukleotidů), zatímco aminokyselina prolin dává vzniknout typické chuti chleba, rýže a popkornu. Mnoho Streckerových aldehydů je důležitých pro typickou příchut' mnoha potravin. V tabulce 1 je uveden přehled důležitých tříd látek, vznikajících při Maillardově reakci.

Tabulka 1: Přehled aromatických sloučenin pocházejících z Maillardovy reakce

Přehled některých tříd aromatických sloučenin pocházejících z Maillardovy reakce		
Třída látek	Aroma	Příklady potravin
Pyraziny	vařené, opečené, pečené cereálie	ohřívané potraviny
Alkylpyraziny	oříškové, opečené	káva
Alkylpyridiny	nezralé, hořké, svíravé, spálené	káva, ječmen, slad
Acyropyridiny	chuť sušenek	cereálie
Pyroly	chuť cereálií	cereálie, káva
Furany, furanony, pyranony	sladké, spálené, pronikavé, karamelové	ohřívané potraviny
Oxazoly	nezralé, oříškové, sladké	kakao, káva, maso
Thiofeny	Masové	ohřívané maso

Zdroj: Van Boekel, 2006

Ke Streckerově reakci nemůže dojít bez přítomnosti volných aminokyselin, které mají zásadní vliv na chuť a aroma potravin. Volné aminokyseliny vznikají během zahřívání z proteinů nebo peptidů jako důsledek hydrolýzy. Produkty degradace cukrů mohou reagovat s aminoskupinami lysinu či jinou aminokyselinovou částí řetězce, jako je arginin a tryptofan.

Je známo, že produkty Maillardovy reakce na bázi mléka vedou k nežádoucím aromatickým sloučeninám. Tyto produkty téměř neobsahují volné aminokyseliny a tak bude Maillardova reakce probíhat převážně prostřednictvím postranních řetězců lysinu (Van Boekel, 2006).

3.2.4.2. Oxidace tuků

Oxidace tuků se dělí na změny při skladování a při smažení. Pochody při skladování a smažení, které zhoršují senzoryckou jakost potravin, se označují jako žluknutí. Existují čtyři typy žluknutí: hydrolytické, oxidační, ketonové a chuťová reverze. Při hydrolytickém žluknutí dochází k hydrolýze tuků, při níž se uvolňují mastné kyseliny. Příkladem je máselná kyselina, která způsobuje pronikavý zápach žluklého másla. Mastné kyseliny s šesti až deseti atomy uhlíku, které se též uvolňují při hydrolytickém žluknutí, se nacházejí například v palmojádrovém nebo kokosovém tuku.

Při oxidačním žluknutí probíhá oxidace tuků, při které vznikají hydroperoxydy. Ty nemají na senzoryckou jakost přímý vliv, ale jejich rozkladné produkty způsobují typické pachutě, které jsou odvozené od koncentrace a složení sekundárních produktů.

Nežádoucí ketonové žluknutí je charakteristické převážně pro máslo. Z triacylglycerolů se hydrolýzou mikrobiálními lipázami uvolní mastné kyseliny s šesti až dvanácti atomy uhlíku. Enzymově se odbourávají převážně β -oxidací, vznikají 3-oxokyseliny a po dekarboxylaci z nich vznikají alkan-2-ony (methylketony). Methylketony mohou být dále redukovány na alkan-2-oly. Mezi nejčastější methylketony patří pentan-2-on až nonan-2-on. Pentan-2-on a hexan-2-on mají ovocnou příchut' připomínající banány, heptan-2-on způsobuje bylinnou a květinovou příchut', oktan-2-on květinovou a nonan-2-on mastnou a květinovou příchut'. Příchut' je žádoucí např. v plísňových sýrech.

Chuťová reverze je typická pro sójový olej a pro další oleje obsahující linolenovou kyselinu. Při chuťové reverzi dochází k rozkladu hydroperoxidů. Název chuťová reverze vznikl na základě toho, že vada oleje lze odstranit rafinací, ale po určité době se vrací (Velíšek et Hajšová, 2009).

Oxidace je jednou z hlavních příčin zhoršené kvality olejů. Následkem je nežádoucí chuť potravin a žluknutí tuků. Oxidační stabilita tuků závisí na složení mastných kyselin a triacylglycerolů, dále na obsahu minoritních složek s antioxidačními vlastnostmi. Při oxidaci struktura triglyceridů prochází změnami, které vedou ke vzniku nízkomolekulárních sloučenin s nízkou molekulovou hmotností, které způsobují nežádoucí příchutě. Vlastnosti určitého oleje jsou především určeny různými triacylglyceroly. Během ohřívání tuku dochází k termolytickým a oxidativním reakcím, které vedou ke změnám fyzikálních a chemických vlastností oleje (Ali et al., 2017).

3.3. Změny sensorické jakosti ořechů a máku po ošetření mikrovlnným zářením

3.3.1. Složení ořechů a máku

3.3.1.1. Vlašské ořechy

Chemické složení vlašských ořechů je popsáno v tabulce 2.

Tabulka 2: Chemické složení vlašských ořechů

Chemické složení vlašských ořechů	
Obsah vody (%)	3.62±0.04
Obsah tuků (%)	66.9±0.25
Obsah popela (%)	1.81±0.03
Obsah sacharidů (%)	15.93±0.33
Obsah proteinů (%)	16.66±0.51
Obsah nebílkovinného dusíku (%)	6.35

Zdroj: Sze-Tao et Sathe, 2000

Složení mastných kyselin vlašských ořechů je znázorněno tabulkou 3. Na rozdíl od jiných stromových ořechů obsahují vlašské ořechy vyšší podíl polyenových mastných kyselin, zejména linolové kyseliny než monoenových mastných kyselin, obzvláště olejové kyseliny (Sze-Tao et Sathe, 2000).

Tabulka 3: Složení mastných kyselin vlašských ořechů

Složení mastných kyselin vlašských ořechů		
Mastná kyselina		%
Nasycené		
Palmitová	C 16:0	7.11±0.24
Stearová	C 18:0	2.22±0.33
Monoenové		
Olejová	C 18:1	15.65±0.57
Polyenové		
Linolová	C 18:2	61.21±0.97
Linolenová	C 18:3	13.81±0.31

Zdroj: Sze-Tao et Sathe, 2000

Obsah aminokyselin vlašských ořechů je zaznamenán v tabulce 4. Limitující aminokyselinou vlašských ořechů je lysin, po něm následuje threonin, methionin a cystein (Sze-Tao et Sathe, 2000).

Tabulka 4: Složení aminokyselin vlašských ořechů

Složení aminokyselin vlašských ořechů	
Aminokyselina	g aminokyseliny/100 g proteinu
Asparagová kyselina	7.29-10.35
Glutamová kyselina	22.17-28.87
Serin	4.29-5.13
Glycin	4.15-8.37
Histidin	2.60-4.07
Arginin	11.42-16.69
Threonin	1.77-3.09
Alanin	2.6-4.93
Prolin	3.01-4.55
Tyrosin	2.02-4.04
Valin	3.22-4.99
Methionin	1.18-2.2
Cystein	0.1-1
Isoleucin	2.73-4.17
Leucin	5.11-8.7
Fenylalanin	2.19-4.47
Lysin	1.63-7.26
Tryptofan	0.85-1.31

Zdroj: Sze-Tao et Sathe, 2000

3.3.1.2. Mandle

V tabulce 5 je uvedeno chemické složení mandlí.

Tabulka 5: Chemické složení mandlí

Chemické složení mandlí	
Obsah vody (%)	5
Obsah tuků (%)	54
Obsah popela (%)	3
Obsah sacharidů (%)	20
Obsah proteinů (%)	19

Zdroj: Kester et al., 1991

Složení mastných kyselin mandlí je uvedeno v tabulce 6. Je ovlivněno odrůdou, geografickým výskytem růstu rostliny, klimatem, zralostí.

Tabulka 6: Složení mastných kyselin mandlí

Složení mastných kyselin mandlí		
Mastná kyselina		%
Nasyčené		
Palmitová	C 16:0	5.97
Stearová	C 18:0	1.85
Monoenové		
Olejová	C 18:1	68.63
Polyenové		
Linolová	C 18:2	21.77
Linolenová	C 18:3	0.06

Zdroj: Sabudak, 2007

Aminokyselinové složení je obsaženo v tabulce 7. Limitující aminokyselinou v mandlích jsou sirné aminokyseliny (methionin, cystein), následuje lysin a threonin.

Tabulka 7: Složení aminokyselin mandlí

Složení aminokyselin mandlí	
Aminokyselina	g aminokyseliny/100 g proteinu
Asparagová kyselina	11.87-13.17
Glutamová kyselina	34.55-36.13
Serin	3.38-3.45
Glycin	5.63-5.83
Histidin	1.93-2.14
Arginin	9.33-9.68
Threonin	1.91-1.95
Alanin	4.11-4.25
Prolin	4.27-4.5
Tyrosin	1.19-1.51
Valin	3.17-3.39
Methionin	0.37-0.42
Cystein	0.24-0.28
Isoleucin	2.71-2.88
Leucin	5.77-6.19
Fenylalanin	4.1-4.38
Lysin	1.99-2.36
Tryptofan	0.89-1.08

Zdroj: Ahrens et al., 2005

3.3.1.3. Podzemnice olejná

Chemické složení podzemnice olejně je znázorněno v tabulce 8.

Tabulka 8: Chemické složení podzemnice olejně

Chemické složení podzemnice olejně	
Obsah vody (%)	2
Obsah tuků (%)	48
Obsah popela (%)	2
Obsah sacharidů (%)	15.5
Obsah proteinů (%)	30

Zdroj: Savage et Keenan, 1994

Složení mastných kyselin podzemnice olejně je vypsáno v tabulce 9. Podzemnice olejná se vyznačuje vysokým obsahem olejové kyseliny.

Tabulka 9: Složení mastných kyselin podzemnice olejně

Složení mastných kyselin podzemnice olejně		
Mastná kyselina		%
Nasyčené		
Palmitová	C 16:0	6.2
Stearová	C 18:0	2.06
Monoenové		
Olejová	C 18:1	81.28
Polyenové		
Linolová	C 18:2	3.87
Linolenová	C 18:3	1.79

Zdroj: Venkatachalam et Sathe, 2006

Aminokyseliny vyskytující se v podzemnici olejné jsou uvedeny v tabulce 10. Nejvíce jsou zastoupeny aminokyseliny asparagová kyselina, glutamová kyselina a arginin. Limitujícími aminokyselinami jsou cystein, methionin, lysin a tyrosin.

Tabulka 10: Složení aminokyselin podzemnice olejné

Složení aminokyselin podzemnice olejné	
Aminokyselina	g aminokyseliny/100 g proteinu
Asparagová kyselina	11.89
Glutamová kyselina	19.83
Serin	5.11
Glycin	6.59
Histidin	3.17
Arginin	11.585
Threonin	2.67
Alanin	4.12
Prolin	4.44
Tyrosin	4.09
Valin	3.88
Methionin	0.51
Cystein	0.335
Isoleucin	3.4
Leucin	6.535
Fenylalanin	6.385
Lysin	3.875

Zdroj: Basha et Cherry, 1976

3.3.1.4. Mák

Tabulka 11: Chemické složení máku

Chemické složení máku	
Obsah tuků (%)	49.9±0.7
Obsah popela (%)	5.9±0.02
Obsah sacharidů (%)	18.3±0.1
Obsah proteinů (%)	21.6±0.3

Zdroj: Bozan et Temelli, 2008

Tabulka 12: Složení mastných kyselin máku

Složení mastných kyselin máku		
Mastná kyselina		%
Nasycené		
Palmitová	C 16:0	9.79
Stearová	C 18:0	1.93
Monoenové		
Olejová	C 18:1	11.94
Polyenové		
Linolová	C 18:2	74.47
Linolenová	C 18:3	0.6

Zdroj: Bozan et Temelli, 2008

3.3.2. Změny sensorické jakosti ořechů a máku po ošetření mikrovlnným zářením

Použití mikrovlnného záření je výhodné z hlediska úspory času a energie. Smith et al. (2014) provedli výzkum zaměřený na rozdíly mezi ořechy praženými v pečicí troubě, v mikrovlnné troubě a smaženými na pánvi. Bylo zjištěno, že mandle pražené pomocí mikrovlnného záření obsahují více těkavých látek a mají lepší chuť v porovnání s mandlemi praženými v troubě nebo smaženými na oleji. Bylo provedeno sensorické hodnocení podzemnice olejné upražené v pečicí troubě, v mikrovlnné troubě a smažené na pánvi. Smažená podzemnice olejná byla vyhodnocena jako nejchutnější, nejméně chutná byla pražená v pečicí troubě. U podzemnice

olejné pražené v mikrovlnné troubě byly detekovány vedlejší příchutě, vzniklé pravděpodobně Maillardovou reakcí a tepelnou degradací sloučenin.

3.3.2.1. Těkavé látky

Těkavé látky v pražené podzemnici olejné vznikají hlavně při Maillardově reakci, jejíž produkty jsou pyraziny a jejíž důsledkem je Streckerova degradace, karamelizace cukrů a oxidace lipidů. Mezi produkty Maillardovy reakce patří pyraziny, pyroly, furany a sloučeniny s nízkou molekulovou hmotností. Pyraziny jsou zodpovědné za praženou chuť ořechů, karbonylové sloučeniny vznikají při oxidaci a Streckerově degradaci a některé mohou vznikat během pražení těkavostí některých sloučenin. Žluklá chuť je spojována s aldehydy s nízkou molekulovou hmotností jako je pentanal, hexanal, oktanal a nonanal, které vznikají při oxidaci lipidů v podzemnici olejné. Bylo zjištěno, že těkavé látky jsou zodpovědné za typickou chuť pražené podzemnice olejné (Smith et al., 2014).

Míru vlivu těkavých látek na "flavour" podzemnice olejné a mandlí popsal Smith et al. (2014). Vliv těkavých látek na "flavour" byl hodnocen veličinou zvanou aromatická aktivita (Odour activity value – OAV). Aromatická aktivita je definována jako poměr koncentrace dané látky ve vzorku a podnětového prahu dané látky.

Největší aromatickou aktivitu ze všech těkavých látek měl methylmerkaptan ($9,45 \times 10^{10}$ – $8,86 \times 10^{12}$), což naznačuje, že tato těkavá látka má silný dopad na aroma v pražené podzemnici olejné. Methylmerkaptan pochází z methioninu během Maillardovy reakce. Aromatickou aktivitu vyšší než 1000 měl vanilin, 2,3-butandion, butanal a sirovodík. Tyto aromatické látky měly též velký vliv na "flavour". Jsou zodpovědné za vanilkovou, máslovou, kouřovou, rybí příchut' či za chuť po shnilých vejcích. Tyto látky, kromě vanilinu vznikají při hnědnutí ořechů Maillardovou reakcí nebo oxidací lipidů. Vanilin je produktem hydrolýzy ligninu. Látky s aromatickou aktivitou nižší než 1 se na základě této studie nepodílely na chuti a aromatu. Patří mezi ně 1-decen, 2-oktanon, 2-pentanon, 2-undekanon, benzen, dekan, oktan. Mezi podzemnicí olejnou opraženou v troubě, na oleji a mikrovlnným zářením nebyly výrazné rozdíly v množství uvolněných těkavých látek.

Mandle pražené v mikrovlnné troubě obsahovaly více těkavých látek než mandle pražené v pečící troubě nebo na oleji. Mikrovlnné ošetření mandlí, jako prostředek ke zbavení slupky před pražením, bylo spojováno se zatuchlou a žluklou příchutí související se zvýšenou koncentrací guajakolu, fanylacetaldehydu a 2,6-dimethylpyrazinu. Nicméně aromatická

aktivita těchto tří látek byla stejná u vzorků pražených v pečicí troubě nebo osmažených na oleji (Smith et al.,2014).

Další studii provedl Lykomitros et al. (2016). Studie byla zaměřena na vliv těkavých látek na senzorycké vlastnosti podzemnice olejně. Bylo zjištěno, že nejvíce zastoupenou aromatickou látkou v pražené podzemnici olejně je 1-methyl-1H-pyrrol, způsobující sladké a dřevnaté aroma a 2,5-dimethylpyrazin, zodpovědný za sladké aroma a typickou vůni pražených ořechů. Další nejvíce zastoupenou aromatickou látkou je 2,3,5-trimethylpyrazin a 2,3-dimethylpyrazin. Dále následují 2-methylpyrazin, 2,6-dimethylpyrazin, 2,3,5-trimethylpyrazin a ethylpyrazin. Benzenacetaldehyd, benzaldehyd, 1-pentanol a N-methylpyrrol souvisí se sladkou vůní. Jednodušší aldehydy, jako jsou 2-methylpropanal, 3-methylbutanal, pentanal, oktanal, hexanal, nonanal nejsou dle studie zodpovědné za žádné aroma (Lykomitros et al. 2016). Přehled těkavých látek pražené podzemnice olejně je uveden v tabulce 13.

Tabulka 13: Nejvyšší koncentrace aromatických látek v pražené podzemnici olejně

Nejvyšší koncentrace aromatických látek v pražené podzemnici olejně		
Maximální koncentrace ku vnitřnímu standardu (µm/ml)	Látka	Aroma
97 084	Hexanal	
18 489	1-methyl-1H-pyrrol	oříškové, sladké
10 689	1-hexanol	dřevnaté, sladké, ovocné
9656	3-methyl-butanal	mandlové, jablečné, štiplavé
8351	2,5-dimethyl pyrazin	oříškové, kokosové, syrové
8335	Pentanal	silně štiplavé
6733	methyl-pyrazin	oříškové, kokosové, pražené, syrové
5371	Toluen	
5158	Undekan	
4882	Oktan	
3081	3-hexen-2-on	Kovové
2556	Butyrolakton	sladké, máslové
2381	trimethyl-pyrazin	po pečených bramborách, pražených ořeších
2218	dimethyl-disulfid	Cibulové
2216	Benzaldehyd	sladké, po hořkých mandlích

Zdroj: Lykomitros et al. 2016

3.3.2.2. Oxidace tuků

Oxidace lipidů je nežádoucí reakcí, která znehodnocuje potraviny.

Podzemnice olejná je charakteristická vysokým obsahem oleje, bílkovin a nízkým obsahem sacharidů a popela. Hlavními mastnými kyselinami jsou olejová, palmitová a linolová kyselina. Míru oxidace lipidů udává peroxidové číslo. Jittrepotch et al (2010) provedli výzkum zaměřený na vliv mikrovlnného záření na oxidaci lipidů a přijatelnost podzemnice olejně. Zjistili, že s nárůstem doby mikrovlnného záření vzrůstá i peroxidové číslo z původních 2,31 meq/kg až na 7,55 meq/kg po 6,5 minutách ozařování. Hodnota peroxidového čísla udává obsah hydroperoxidů, které jsou primárními oxidačními produkty. Hydroperoxidy se za zvýšené teploty rychle rozkládají na sekundární oxidační produkty. Jsou extrémně nestabilní a rozkládají se štěpením, dehydratací a tvorbou volných radikálů. Tím vznikají různé chemické produkty – alkoholy, aldehydy, ketony, kyseliny, dimery, trimery, polymery, cyklické sloučeniny.

Zvýšená míra oxidace je přímo úměrná době působení mikrovlnného záření a závisí na obsahu polyenových mastných kyselin v ořeších.

Dále byl sledován obsah volných mastných kyselin, které přispívají k nežádoucí chuti a pachům oleje. Množství volných mastných kyselin se zvyšovalo s délkou mikrovlnného ohřevu a maximální obsah byl naměřen u vzorku ošetřeného 6,5 minut. Zvýšení obsahu volných mastných kyselin je důsledkem rozdělení esterové vazby molekul triglyceridů jako důsledek zvýšené teploty.

Byla měřena také hodnota p-anisidinu, který je ukazatel míry aldehydických sekundárních oxidačních produktů v olejích. Rozdíly v hodnotách p-anisidinu byly významné.

Byla zaznamenána změna barvy. Po 2,5 minutách se barva změnila z bílé na světle žlutou, po 3,5 minutách na žlutou, po 6,5 minutách na tmavě hnědou. Změna barvy závisí na tvorbě polymerních sloučeninách zvaných jako melanoidiny. Melanoidiny jsou ve vodě nerozpustné látky o vysoké molekulové hmotnosti. Jsou to hnědé látky, které vznikají během Maillardovy reakce. Při tvorbě melanoidinů má význam teplota, doba ohřevu, pH a vlhkost.

Byla měřena přijatelnost podzemnice olejně ozářené mikrovlnným zářením po dobu 2,5, 3,5, 4,5, 5,5 a 6,5 minut. Se vzrůstajícím peroxidovým a thiobarbiturovým a p-anisidinovým číslem přijatelnost klesala. Nejlépe byly hodnoceny vzorky ošetřené po dobu 3,5 minut, zatímco nejhůře byly hodnoceny ty, co byly ozářené 6,5 minut (Jittrepotch, 2010).

3.3.2.3. Senzorické vlastnosti

Byla senzorycky hodnocena podzemnice olejná pražená v mikrovlnné troubě, v pečicí troubě a smažená na oleji. Mezi vzorky nebyly zaznamenány žádné rozdíly ve struktuře slupky, sladkém aromatu, svíravé nebo slané chuti. Hodnotitelé zaznamenali mírnou kouřovou příchut' u vzorků pečených v troubě při teplotě 177°C po dobu 10 minut a v mikrovlnné troubě po dobu 2 minut. Výrazné rozdíly byly pozorovány ve sladké a hořké chuti, v zabarvení a v tom, zda některé kusy zůstaly syrové či ne.

Hořká chuť negativně korelovala s mírou pražení. Nejvíce hořká chuť byla vyhodnocena u vzorků pražených při nejnižší teplotě a klesala se zvyšující se teplotou pražení. Při mikrovlnném pražení tmavá barva pozitivně korelovala s hořkou chutí a negativně korelovala se syrovostí. Nejtmavší barvu vykazovaly vzorky podzemnice olejně ošetřené mikrovlnným zářením a opražené v pečicí troubě při nejnižší teplotě. To může být vysvětleno nerovnoměrným zahříváním v mikrovlnné troubě a dlouhou dobou pražení v pečicí troubě. Nejlépe byla hodnocena podzemnice olejná pražená v pečicí troubě při teplotě 177 °C po dobu 10 minut a při teplotě 204 °C po dobu 7 minut. Většina senzorických deskriptorů se mezi jednotlivými vzorky nelišila (Smith et al., 2014).

Raigar et al. (2017) provedli studii, v níž byla podzemnice olejná pražená v mikrovlnné troubě srovnávána s podzemnicí olejnou praženou klasickým způsobem na bubnových rostech. Vzorky byly ozařovány mikrovlnným zářením po dobu 60, 180 a 300 sekund při výkonu mikrovlnné trouby 180, 540 a 900 W. Kvalita pražení byla zjištěna pomocí fyzikálně chemických a senzorických atributů. Byla hodnocena ztráta vlhkosti, tvrdost, index hnědnutí. Během pokusu byla doba pražení optimalizována na 201 sekund a výkon na 900 W. Při těchto hodnotách byly hodnocené vlastnosti podzemnice olejně nejpříznivější. Pro hodnocení byl využit elektronový mikroskop, elektronický nos a infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací. Bylo zjištěno, že vlhkost se snižuje se zvyšující se dobou a úrovní výkonu mikrovlnného záření. K největší ztrátě vlhkosti došlo při době pražení 201,7 sekund a výkonu 896 W. Tvrdost klesala se zvyšující se dobou pražení a výkonem mikrovlnné trouby, což souvisí se zvyšující se křehkostí, kterou zapříčinila ztráta vlhkosti. Z toho plyne měkká a křehká textura pražené podzemnice olejně. Výzkum ukázal, že doba pražení a výkon mikrovlnného záření může výrazně ovlivnit texturu ořechů. Optimální tvrdosti bylo dosaženo při výkonu mikrovlnné trouby 898,57 W a času 201,17 sekund. Index hnědnutí se zvyšoval se zvyšující se dobou pražení a výkonem mikrovlnného záření. Je to zapříčiněno zvýšenou rychlostí reakcí neenzymového hnědnutí. Výsledky naznačují, že doba pražení a výkon mikrovlnného záření

mohou výrazně ovlivnit barvu ořechů. Optimálního indexu hnědnutí bylo dosaženo při době pražení 201,2 s a výkonu 896,73 W.

Při zvýšení výkonu a delším působení mikrovlnného záření dochází k vyšší tvorbě produktů Maillardovy reakce, které mají antioxidační aktivitu. Mezi produkty Maillardovy reakce patří adukty mezi volnými aminokyselinami a redukujícími sacharidy a jsou známy tím, že obsahují fenolické struktury, které fungují jako vychytávače volných radikálů. Výsledky studie ukázaly, že pražení při optimální době trvání a výkonu mikrovlnného záření významně zlepšuje oxidační stabilitu tuku.

U pražené podzemnice olejně byla dále hodnocena celková přijatelnost za účelem posouzení sensorické kvality podzemnice olejně ošetřené mikrovlnným zářením. Celková přijatelnost narůstala se zvyšující dobou pražení a výkonu mikrovlnné trouby. Tento trend lze vysvětlit zvýšeným množstvím aromatických látek vznikajících při Maillardově reakci. Ty přispívají k celkové sensorické kvalitě pražených ořechů. Optimální celkové přijatelnosti bylo dosaženo při výkonu 898 W po dobu 201 s (Raigar et al., 2017).

Hlavní výhodou mikrovlnného ohřevu je rychlost, což vede k energetické úspoře se současným docílením příznivých kvalitativních parametrů a sensorické přijatelnosti pražených ořechů (Raigar et al., 2017).

4. Materiál a metody

4.1. Metodika

Teoretická část diplomové práce byla zaměřena na rešerši odborných informací souvisejících s účinkem mikrovlnného záření na senzorní jakost potravin, zvláště pak ořechů, mandlí a máku. V experimentální části byla provedena senzorní analýza vzorků panelem školených hodnotitelů profilovou a případně diskriminační metodou. Vzorky ořechů, mandlí a máku ošetřené mikrovlnným zářením i neošetřené byly testovány ihned po ošetření, v průběhu skladování a po skončení jejich trvanlivosti doporučené výrobcem.

4.2. Charakteristika společnosti ROmiLL

Firma ROmiLL je česká firma, která vznikla v roce 1991. Zabývá se technologií pro výrobu krmiv a zařízeními pro průmyslový mikrovlnný ohřev.

4.3. Charakteristika zařízení pro průmyslový mikrovlnný ohřev

ROmiLL je i prvním českým výrobcem průmyslových zařízení s mikrovlnným ohřevem. První projekty se zabývaly problematikou konzervace potravních produktů s vysokým obsahem sušiny (sterilizace, pasterizace, enzymatické inaktivace a efektivní termocitlivé sušení). Zařízení začala být postupně využita pro vulkanizaci a předeheřev gumy, sušení keramiky a chemikálií. Jsou též využívána pro sušení, rozmrazování, vytvrzování, tavení, recyklaci, urychlování reakcí a lepení. Ozařovanými materiály jsou potraviny, keramika, guma, chemikálie, kompozity, plasty a dřevo. Mezi zákazníky společnosti ROmiLL patří zpracovatelské podniky, výzkumné ústavy, odborná pracoviště vysokých škol a projektantské firmy. Firma u každé nové aplikace experimentálně ověřuje, s jakým efektem lze problematiku řešit s uplatněním mikrovln. Zařízení jsou zpracována a dodávána na míru dle specifického procesu a požadavků zákazníka. Aplikace mikrovln vyžaduje individuální konstrukční řešení, které zohledňuje charakter ohřevného procesu a ohřivaného produktu. Každá zakázka je podřízena potřebám zákazníků, zpracovatelské kapacitě a představě o začlenění zařízení do celkové technologie. Vzniklá aplikace se experimentálně ověřuje na zkušebních aparaturách. K pokusům se používají zákazníkem dodané produkty.

Zařízení se skládá z generátoru, obsahujícího zdroje mikrovlnné energie — magnetrony — a z ozařovacích komor, v nichž mikrovlnné pole působí na zpracovávaný materiál. Mikrovlnná energie je pomocí vlnodů převáděna do aplikátorů, z nichž je rozptýlena v komoře s cílem dosáhnout optimálního ohřevu. Zařízení je dále vybaveno ochrannými a měřicími prvky, řídicí jednotkou, případně dalšími integrovanými systémy, sekcí pro následný dohřev či chlazení. Generátory se zařízením buď tvoří kompaktní celek, nebo jsou v samostatných skříních, které jsou od vlastní komory oddělené.

Mikrovlnný ohřev je často kombinován s ohřevem konvenčním, který může mikrovlnnému ohřevu předcházet, probíhat současně nebo následovat (ROmiLL).

4.4. Charakteristika pokusu

5. září 2017 bylo experimentálně testováno mikrovlnné zařízení s následným konvenčním ohřevem pro zákazníka firmy ROmiLL. Při mikrovlnném předehřevu se prohrál vnitřek produktu, kde posléze byla teplota udržována konvenčním ohřevem. Jako ozařované vzorky byly použity mandle, buráky, vlašské ořechy a mák. Pokus byl zaměřen na změny sensorické a mikrobiologické jakosti a chemického složení ihned po ozáření a v průběhu skladování. Tato diplomová práce byla věnována změnám sensorické jakosti potravin ošetřených mikrovlnným zářením v průběhu jejich skladování.

4.5. Charakteristika vzorků

Všechny vzorky určené k ozáření byly přivezeny čerstvé. Vzorky poskytla firma, firma, která má zájem do svého procesu nasadit mikrovlnnou sterilaci.

4.5.1. Podmínky pro všechny experimenty

Frekvenční měnič typu FRENIC ACE s nastaveným pracovním kmitočtem 6,27Hz, což odpovídá rychlosti pásu 1 cm/s.

materiál pásu: kevlarová vlákna s teflonem

délka tunelu, kde působí mikrovlnné záření: 50 cm

průjezd tunelem: 50 s

dohřev v zakryté zóně, do které se vhání vzduch o teplotě 84-86 °C (pokud není uvedeno jinak)

délka dohřevné zóny: 190 cm

4.5.2. Pokus č. 1 – Jádra vlašských ořechů

Generovaný mikrovlnný výkon byl 4 kW

teplota v komoře 70 °C

Maximální teplota vzorku naměřená infrakamerou byla 84 °C

Maximální teplota vzorku naměřená vpichovým teploměrem byla 51,9 °C

4.5.3. Pokus č. 2 – mandle loupané blanšírované

Mandle byly ozářeny třikrát po sobě a po každém ozáření byl uchován vzorek k senzorickému hodnocení.

a)

generovaný mikrovlnný výkon byl 2.4 kW

teplota v komoře 70 °C

Teplota povrchu infrakamerou 60,9 °C

Teplota vpichovým teploměrem 46 °C

b)

generovaný mikrovlnný výkon byl 4,5 kW

teplota v komoře 105 °C

nejvyšší naměřená teplota infrakamerou byla 91,8 °C

nejvyšší naměřená teplota vpichovým teploměrem byla 70 °C

c)

generovaný mikrovlnný výkon byl 4,5 kW, ozáření proběhlo dvakrát po sobě

teplota v komoře 105 °C

nejvyšší naměřená teplota infrakamerou byla 125,1 °C

nejvyšší naměřená teplota vpichovým teploměrem byla 89 °C

4.5.4. Pokus č. 3 – Podzemnice olejná neloupaná (nelouskaná)

Generovaný mikrovlnný výkon byl 3 x 4 kW

Teplota termokamerou byla 99.6-77.2 °C (první pražení), 102.9-127.0 °C (druhé pražení), 118-146 °C (třetí pražení).

4.5.5. Pokus č. 4 – Mák nemletý

Generovaný mikrovlnný výkon byl 4kW, dohřevný vzduch 105 °C

teplota v komoře 90-95 °C

Průjezd ošetřovací linkou byl jednou zopakován z důvodu nízké výstupní teploty. Maximální teplota naměřená infrakamerou na povrchu vzorku byla 91 °C, maximální teplota vzorku naměřená vpichovým teploměrem byla 92,6 °C.

4.6. Senzorická analýza

Vybavení místnosti pro sensorickou analýzu, způsob přípravy a předkládání vzorků byly v souladu s normou ČSN EN ISO 8589:2007. Vzorky byly připraveny do sensoricky neutrálního nádobí z čirého skla a zakódovány. Sensorickou analýzu vzorků provedl panel deseti vyškolených hodnotitelů. Sensorické hodnocení probíhalo v laboratoři pro sensorickou analýzu České zemědělské univerzity v Praze.

Každá sada obsahovala ošetřený vzorek a slepý vzorek bez ošetření pro porovnání. Při sensorickém hodnocení mandlí byly srovnávány mandle různé intenzity ozáření se vzorkem bez ozáření.

Hodnocení příjemnosti textury, intenzity barvy, příjemnosti chuti, intenzity pražené chuti, intenzity žluklé chuti a celkové intenzity chuti bylo provedeno metodou sensorického profilu. K hodnocení byly použity grafické lineární nestrukturované orientované stupnice.

Dále hodnotitelé vybírali z předtištěných variant atributy týkající se chuti (metoda CATA).

Rozdíl mezi ošetřeným a neošetřeným vzorkem byl hodnocen párovým preferenčním testem. U mandlí, kde bylo více vzorků, byla použita pořadová zkouška.

Sensorické hodnocení proběhlo třikrát. Poprvé ihned po ozáření, podruhé po třech měsících a potřetí po šesti měsících od ozáření. Vzorky byly skladovány šest měsíců v termostatu při teplotě 22 °C, která simuluje teplotu skladování v prodejně.

4.6.1. Popis sensorického hodnocení

Vzorky vlašských ořechů, mandlí, máku a podzemnice olejné byly hodnoceny jedenácti vyškolenými posuzovateli. Sensorické hodnocení proběhlo ihned po ozáření, po třech měsících skladování a následně po šesti měsících skladování. Bylo využito metody sensorického profilu, popisové metody, párové rozdílové zkoušky, párové preferenční zkoušky a pořadové zkoušky.

4.6.2. Metoda sensorického profilu

Posuzovatelé hodnotili v kójiích vzorek na předem vybrané sadě vlastností a stupnic. Vycházelo se z metody ČSN EN 13299.

K hodnocení bylo využito grafických stupnic – typu nestrukturované úsečky. Byla hodnocena příjemnost textury od odporné po vynikající, intenzita barvy od neznatelné po velmi silnou, příjemnost chuti od odporné po vynikající, intenzita pražené chuti od neznatelné po velmi silnou, intenzita žluklé chuti od neznatelné po velmi silnou a celková intenzita chuti od neznatelné po velmi silnou.

4.6.3. Popisová metoda

Hodnotitelé dostali protokolový formulář s předtištěnými variantami. Zatrhávali libovolný počet odpovědí podle toho, kterou chuť ve vzorku cítili. Na výběr byla chuť sladká, moučná, máslová, oříšková, mdlá, nakyslá, svíravá, žluklá, jemná, nahořklá, štiplavá, výrazná, nevýrazná, pálivá a slaná.

4.6.4. Párová rozdílová zkouška

Párová zkouška patří mezi rozdílové (rozlišovací, diskriminační) metody, jejichž cílem je zjistit, zda mezi vzorky existuje nebo neexistuje rozdíl. Jedná o srovnání dvou různých vzorků (ozářených a neozářených mikrovlnným zářením). Uspořádání a průběh párové porovnávací zkoušky proběhl v souladu s normou ČSN EN ISO 5495.

Hodnotitelé obdrželi dvojici vzorků (jeden ozářený a druhý neozářený mikrovlnami) v náhodném pořadí. Vzorky byly umístěny do stejných nádob, měly stejnou teplotu a byly zakódovány. Hodnotitelé vzorky v předloženém pořadí ochutnali a rozhodli, zda mezi vzorky rozpoznali rozdíl; výsledek zapsali do protokolu. Při párové rozdílové zkoušce hodnotitelé pouze určovali, zda mezi vzorky je nebo není rozdíl. Odpovídali slovy ANO nebo NE.

4.6.5. Párová preferenční zkouška

Hodnotitelé, kteří rozhodli, že mezi vzorky existuje rozdíl měli dále za úkol, který ze vzorků preferují. Dle tabulky 1 bylo zjištěno, zda je mezi vzorky statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 14: Hodnoty pro výpočet průkaznosti rozdílu u párové zkoušky při hladině pravděpodobnosti $P=99\%$

n = minimální počet odpovědí, kdy při celkovém množství odpovědí N je možno již rozdíl považovat za průkazný	
Celkový počet posudků (N)	Minimální počet kladných odpovědí (n)
8	8
9	9
10	10
11	11
12	11
13	12
14	13
15	13
16	14
17	15
18	15
19	16
20	17
21	17
22	18
23	19
24	19
25	20

Zdroj: Pokorný et al, 1997

4.6.6. Pořadová zkouška

Pořadová zkouška byla použita při hodnocení mandlí.

Pořadová zkouška je popsána normou ČSN ISO 8587 - Senzorická analýza – Metodologie - Pořadová zkouška.

Hodnotitelé uspořádali zkoušené vzorky do pořadí. Metoda umožnila hodnotit rozdíly mezi čtyřmi vzorky mandlí. Byla použita ke zjištění, zda existují rozdíly, dále k určení stupně rozdílů, který existuje mezi vzorky.

Posuzovatelé obdrželi řadu čtyř vzorků v náhodném pořadí a měli za úkol je seřadit dle celkové přijatelnosti chuti od nejlepšího po nejhorší.

K vyhodnocení byl použit Friedmanův test.

4.7. Statistické vyhodnocení

4.7.1. Dvouvýběrové testy

Výsledky sensorického profilu byly statisticky vyhodnoceny F-testem, dvouvýběrovým t-testem a Welchovým testem. Hladina významnosti byla zvolena 0,05. Pro výpočet byly použity následující vzorce:

F-test – test rozdílu dvou rozptylů

Nulová hypotéza: $H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2$

Výsledek byl porovnáván s tabulkovou hodnotou $F_{\alpha(m-1, n-1)}$

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Pokud byly rozptyly shodné ($H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2$), pokračoval výpočet dvouvýběrovým t-testem.

Dvouvýběrový t-test

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$|t| < t_{\alpha} \rightarrow H_0$ nelze zamítnout

$|t| > t_{\alpha} \rightarrow H_0$ lze zamítnout

$$s^2 = \frac{1}{m+n-2} \cdot [(m-1) \cdot s_1^2 + (n-1) \cdot s_2^2]$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s \cdot \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}}}$$

Výsledek byl porovnán s tabulkovou hodnotou $t_{\alpha(m+n-2)}$

Pokud byly rozptyly různé ($H_0: \sigma^2_1 > \sigma^2_2$), pokračoval výpočet Welchovým testem.

Welchův test

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$|t| < t_{\alpha} (*) \rightarrow H_0$ nelze zamítnout

$|t| > t_{\alpha} (*) \rightarrow H_0$ lze zamítnout

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}}}$$

$$f = \frac{\left(\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{m}\right)^2}{m-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n}\right)^2}{n-1}} = *$$

Výsledek byl porovnán s tabulkovou hodnotou $t_{0,05(*)}$

4.7.2. Dvoufaktorová analýza rozptylu s interakcemi

Závislost výsledků ze sensorického profilu na nezávisle proměnných – způsobu skladování a době skladování, byla vyhodnocena pomocí programu STATISTICA. V programu byly vytvořeny tabulky a grafy a výsledná hodnota byla porovnávána s hladinou významnosti α , kde $\alpha=0,05$.

Pro vyhodnocení analýzy rozptylu pomocí programu STATISTICA platí:

$p > \alpha \rightarrow$ nezávisle proměnná nemá statisticky významný vliv na závisle proměnnou

$p < \alpha \rightarrow$ nezávisle proměnná má statisticky významný vliv na závisle proměnnou

5. Výsledky

5.1. Vlašské ořechy

Hodnotitelům byly podány k hodnocení vzorky ošetřených a neošetřených vlašských ořechů.

013.....Neošetřené vzorky

014.....Ošetřené vzorky

5.1.1. Hodnocení ihned po ozáření

5.1.1.1. Metoda senzorického profilu

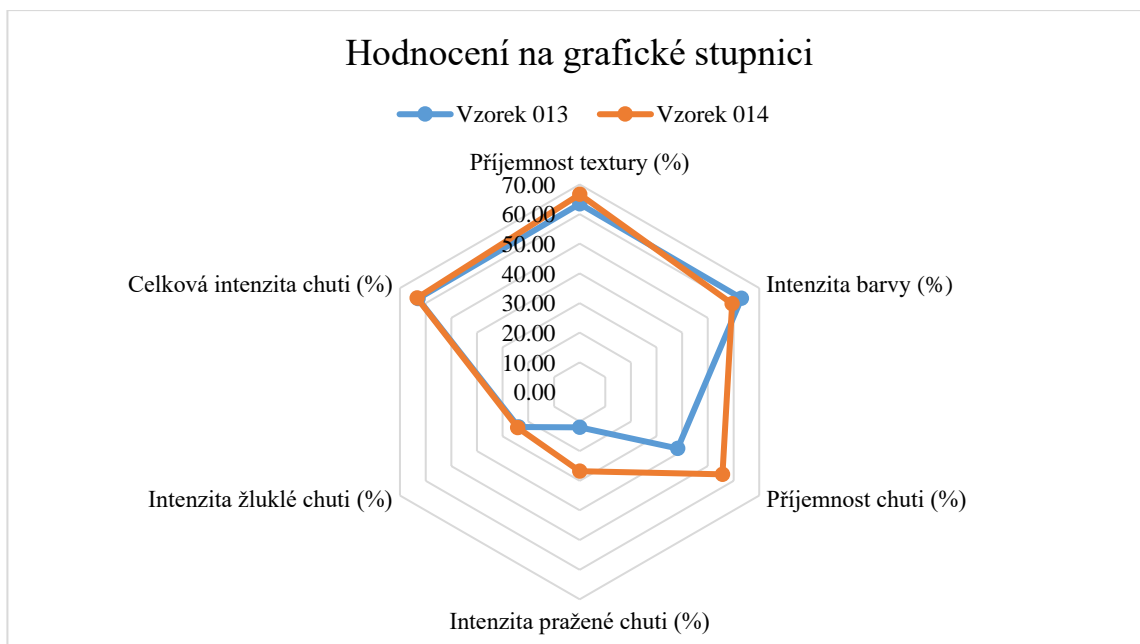
Tabulka 15: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 013						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	39	75	23	26	15	44
2	64	67	36	3	37	91
3	65	70	21	6	26	73
4	60	45	44	10	7	30
5	68	72	60	24	58	55
6	76	69	70	5	13	79
7	75	76	48	18	18	52
8	81	60	20	0	0	100
9	45	44	28	40	26	30
10	88	64	19	0	62	89
11	37	52	51	0	0	50
Průměr	63	63	38	12	24	63
Směrodatná odchylka	16	11	17	13	20	24

Tabulka 16: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 014						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	62	52	40	35	40	37
2	63	49	40	7	42	72
3	49	73	27	8	9	94
4	79	64	66	19	7	71
5	51	28	54	42	57	39
6	84	72	54	5	20	73
7	100	40	100	77	0	77
8	100	66	100	10	22	41
9	53	72	60	70	17	62
10	48	85	17	22	52	71
11	44	53	54	0	0	60
Průměr	67	59	56	27	24	63
Směrodatná odchylka	20	16	25	25	20	17

Graf 1: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



V tabulce 15 a 16 a v grafu 1 jsou zhodnocené procentuální hodnoty jednotlivých vlastností chuti vlašských ořechů.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow \text{pokračování dvouvýběrovým t-testem}$$

H1: $\sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 17: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.502	2.127	2.206	3.967	1.064	1.893
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}	F>F _{0.05}	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}

2) F<F_{0,05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

H₀: $\mu_1 = \mu_2$

H₀: $\mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

H₀: $\mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 18: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
T	-0.394	0.596	-1.832	-0.041	-0.040
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t <t _{0.05} (20)	t <t _{0.05} (20)	t <t _{0.05} (20)	t <t _{0.05} (20)	t <t _{0.05} (20)

3) F>F_{0,05} – pokračování Welchovým testem

H₀: $\mu_1 = \mu_2$

H₀: $\mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

H₀: $\mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 19: Vyhodnocení Welchova testu

	Intenzita pražené chuti
T	-1.661
t_{0.05}(15)	2,131
Vyhodnocení Welchova testu	t <t _{0.05} (15)

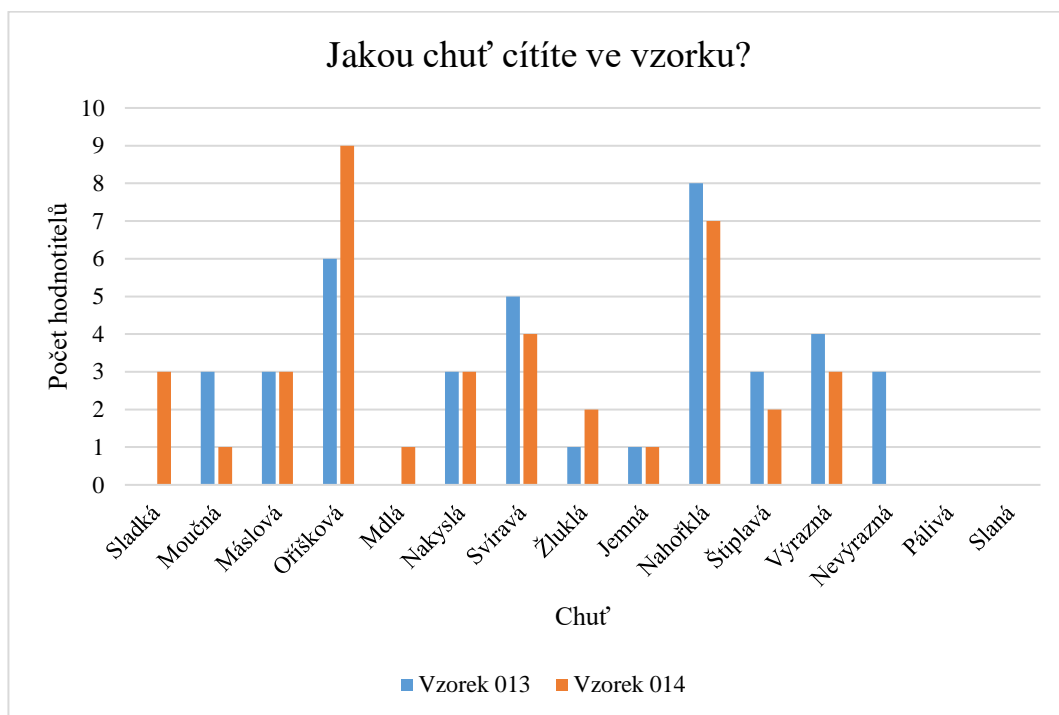
Mezi ozářenými a neozářenými vzorky vlašských ořechů, hodnocenými ihned po ošetření neexistují na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly. Výsledky F-testu jsou v tabulce 17, výsledky dvouvýběrového t-testu v tabulce 18 a výsledky Welchova testu v tabulce 19.

5.1.1.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 20: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Svíravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 013	0	3	3	6	0	3	5	1	1	8	3	4	3	0	0
Vzorek 014	3	1	3	9	1	3	4	2	1	7	2	3	0	0	0

Graf 2: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků



Tabulka 20 a graf 2 shrnují, jaké chutě byly ve vzorcích vlašských ořechů cítit. U obou vzorků byla nejčastěji cítit oříšková, nahořklá a svíravá chuť. U neošetřených byla častější chuť nahořklá a svíravá, u ošetřených chuť oříšková.

5.1.1.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 21: Je mezi vzorky 013 a 014 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	3
ANO	8

8 hodnotitelů odpovědělo, že mezi ošetřenými a neošetřenými vlašskými ořechy je rozdíl v celkové přijatelnosti chuti, 3 hodnotitelé žádný rozdíl nezaznamenali (tabulka 21).

5.1.1.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 22: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n ₁	8
N ₀₁₃	3
N ₀₁₄	5

N = počet hodnotitelů

n₁ = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N₀₁₃ = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N₀₁₄ = počet hodnotitelů, kteří preferovali ošetřené vzorky

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n₁) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný, je 11.

$N > n_{013}$

$N > n_{014}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

5.1.2. Hodnocení po 3 měsících skladování

5.1.2.1. Metoda senzorického profilu

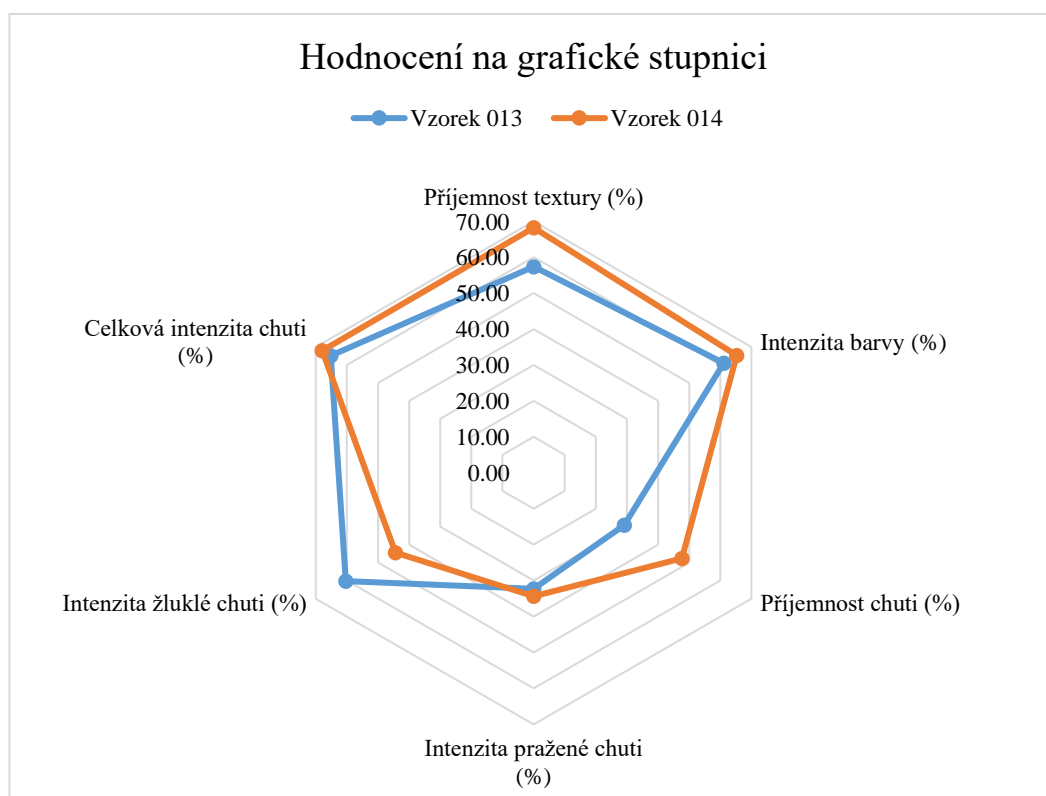
Tabulka 23: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

vzorek 013						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	54	62	40	25	46	45
2	27	56	27	69	50	73
3	53	52	23	22	63	79
4	73	80	17	79	83	82
5	63	62	39	40	64	44
6	10	16	15	5	27	37
7	67	52	68	67	74	54
8	95	87	62	4	68	61
9	70	86	15	42	20	76
10	49	59	14	1	70	68
11	70	60	0	1	99	98
Průměr	57	61	29	32	60	65
Směrodatná odchylka	22	19	20	28	22	18

Tabulka 24: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 014						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	36	73	33	28	31	66
2	73	55	42	10	29	52
3	50	53	8	11	81	89
4	84	72	46	73	40	65
5	79	70	60	54	57	59
6	53	56	56	7	35	61
7	100	75	75	90	28	88
8	100	42	100	68	73	40
9	75	80	58	36	5	71
10	45	77	2	1	93	74
11	55	65	44	0	16	82
Průměr	68	65	48	34	44	68
Směrodatná odchylka	21	12	27	31	27	14

Graf 3: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



V tabulce 23 a 24 je zaznamenáno hodnocení vlastností chuti vlašských ořechů po 3 měsících skladování. Graf 3 znázorňuje srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ další vyhodnocení dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ další vyhodnocení Welchovým testem

Tabulka 25: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.126	2.658	1.730	1.208	1.445	1.558
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}

2) F < F_{0,05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 26: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
T	-1.127	-0.600	-1.760	-0.160	1.458	-0.376
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)

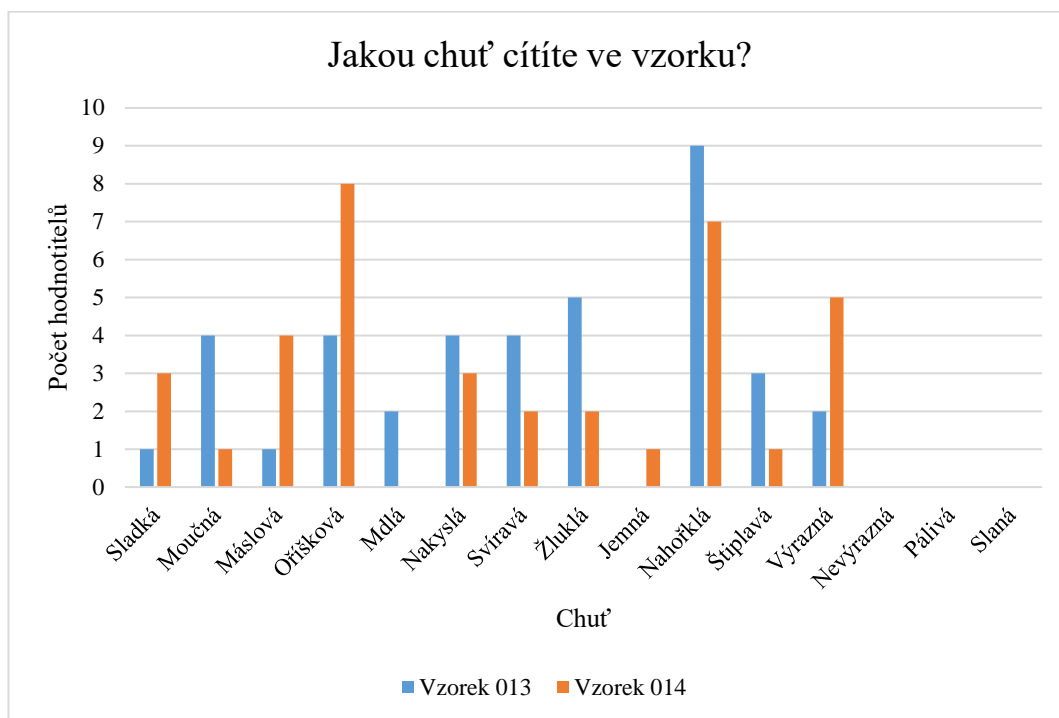
Mezi ozářenými a neozářenými vzorky vlašských ořechů, hodnocenými 3 měsíce po ošetření neexistují na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly. V tabulce 25 jsou výsledné hodnoty F-testu a v tabulce 26 výsledky dvouvýběrového t-testu.

5.1.2.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 27: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žuklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 013	1	4	1	4	2	4	4	5	0	9	3	2	0	0	0
Vzorek 014	3	1	4	8	0	3	2	2	1	7	1	5	0	0	0

Graf 4: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků



Tabulka 27 a graf 4 znázorňují rozdíl v chuti ošetřených a neošetřených vlašských ořechů po 3 měsících skladování. Chuť neošetřených vzorků byla na rozdíl od ošetřených více nahořklá, žluklá, svíravá, nakyslá, moučná, štiplavá, mdlá. Ošetřené vlašské ořechy měly ve vyšší míře chuť oříškovou, výraznou, máslovou a sladkou.

5.1.2.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 28: Je mezi vzorky 013 a 014 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	2
ANO	9

Po 3 měsících skladování zaznamenalo rozdíl v celkové přijatelnosti chuti 9 hodnotitelů (tabulka 28).

5.1.2.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 29: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n ₁	9
n ₀₁₃	1
N ₀₁₄	8

$N > n_{013}$

$N > n_{014}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

5.1.3. Hodnocení po 6 měsících skladování

5.1.3.1. Metoda senzorického profilu

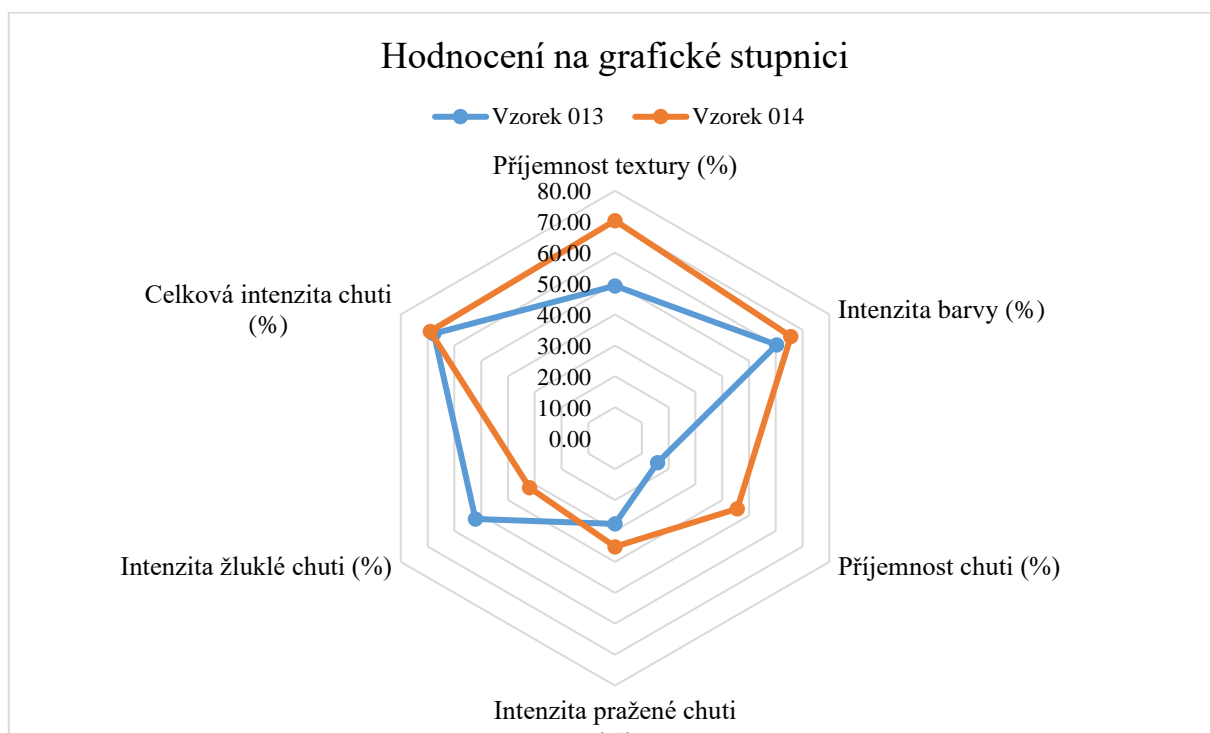
Tabulka 30: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 013						
Hodnotitel	Deskriptory					
	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	33	39	25	8	31	32
2	27	75	5	60	35	100
3	22	36	21	2	67	96
4	63	86	16	47	82	69
5	48	60	43	37	60	45
6	36	49	15	0	0	64
7	81	79	19	71	86	70
8	73	89	0	29	53	72
9	60	68	15	32	19	51
10	63	69	13	18	73	65
11	36	14	3	1	68	80
Průměr	49	60	16	28	52	68
Směrodatná odchylka	19	22	11	23	26	19

Tabulka 31: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 014						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	80	80	0	12	44	57
2	50	65	42	0	15	65
3	79	71	79	73	6	74
4	85	80	77	49	24	70
5	68	68	65	55	43	65
6	50	64	4	0	0	69
7	87	75	74	75	76	74
8	92	100	82	68	24	72
9	66	43	37	39	11	56
10	62	66	11	15	77	74
11	55	10	31	0	31	83
Průměr	70	66	46	35	32	69
Směrodatná odchylka	14	22	30	29	25	8

Graf 5: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



Výsledky senzoričeského profilu ošetřených a neošetřených vzorků skladovaných 6 měsíců jsou zaznamenány v tabulce 29 a 30, srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku je znázorněno grafem 5.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ další vyhodnocení dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ další vyhodnocení Welchovým testem

Tabulka 32: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.714	1.033	7.079	1.553	1.115	6.566
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F > F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F > F _{0.05}

2) F < F_{0,05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 33: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti
T	-2.808	-0.531	-0.623	1.775
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t > t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)

3) F > F_{0,05} – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 34: Vyhodnocení Welchova testu

	Příjemnost chuti	Celková intenzita chuti
T	-2.931	-0.208
t_{0.05}(13)	2,160	2,160
Vyhodnocení Welchova testu	t > t _{0.05} (15)	t < t _{0.05} (15)

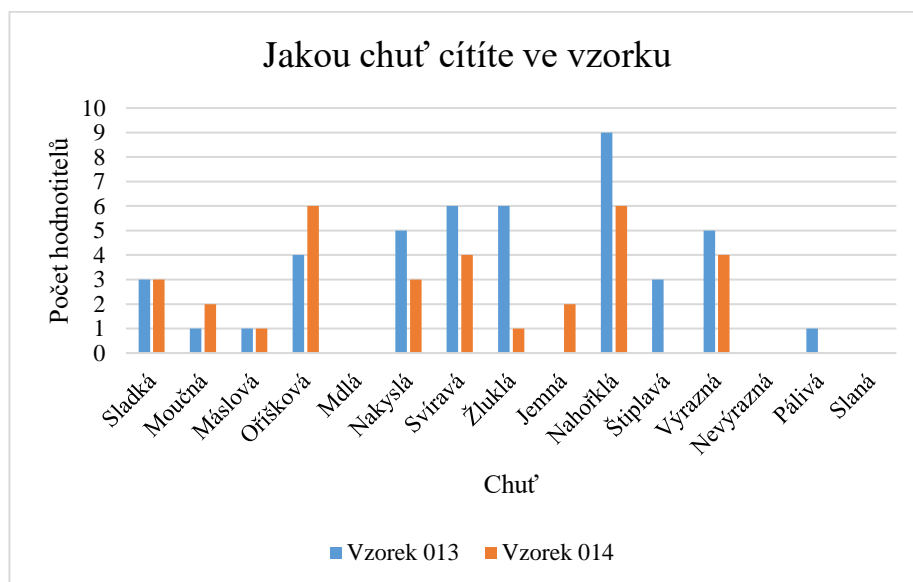
Na hladině významnosti 0,05 existují statisticky významné rozdíly ve vnímání příjemnosti textury a příjemnosti chuti mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky vlašských ořechů skladovaných 6 měsíců. Lepší průměrné hodnocení příjemnosti textury i příjemnosti chuti bylo zjištěno u ošetřeného vzorku. Vyhodnocení F-testu je v tabulce 31, vyhodnocení dvouvýběrového t-testu v tabulce 32 a vyhodnocení Welchova testu v tabulce 33.

5.1.3.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 35: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 013	3	1	1	4	0	5	6	6	0	9	3	5	0	1	0
Vzorek 014	3	2	1	6	0	3	4	1	2	6	0	4	0	0	0

Tabulka 36: Jakou chuť cítíte ve vzorku? – srovnání vzorků



V tabulce 35 a grafu 36 jsou zaznamenány odpovědi popisové metody týkající se neošetřených a ošetřených vlašských ořechů skladovaných 6 měsíců. Neošetřené vzorky měly častěji chuť nahořklou, svravou, žluklou, nakyslou, výraznou, štiplavou a pálivou. Ošetřené vzorky měly častěji než neošetřené chuť oříškovou.

5.1.3.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 37: Je mezi vzorky 013 a 014 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	3
ANO	8

V tabulce 37 jsou zaznamenány odpovědi hodnotitelů v párové rozdílové zkoušce. 3 hodnotitelé nezaznamenali mezi vzorky rozdíl, 8 hodnotitelů vyhodnotilo vzorky jako rozdílné.

5.1.3.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 38: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n1	8
n ₀₁₃	1
n ₀₁₄	7

$N > n_{013}$

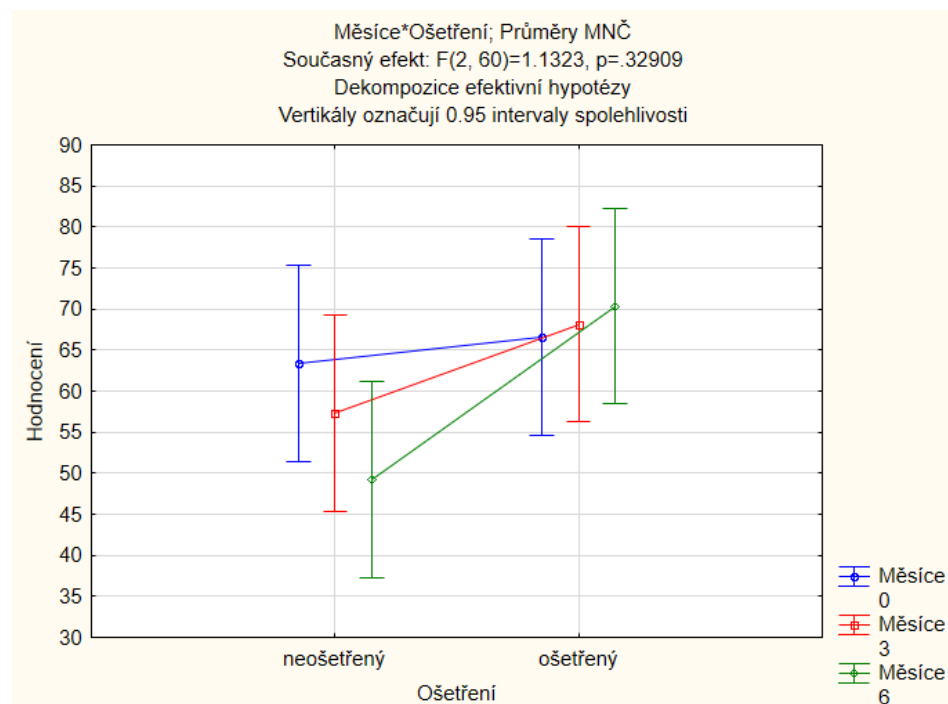
$N > n_{014}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

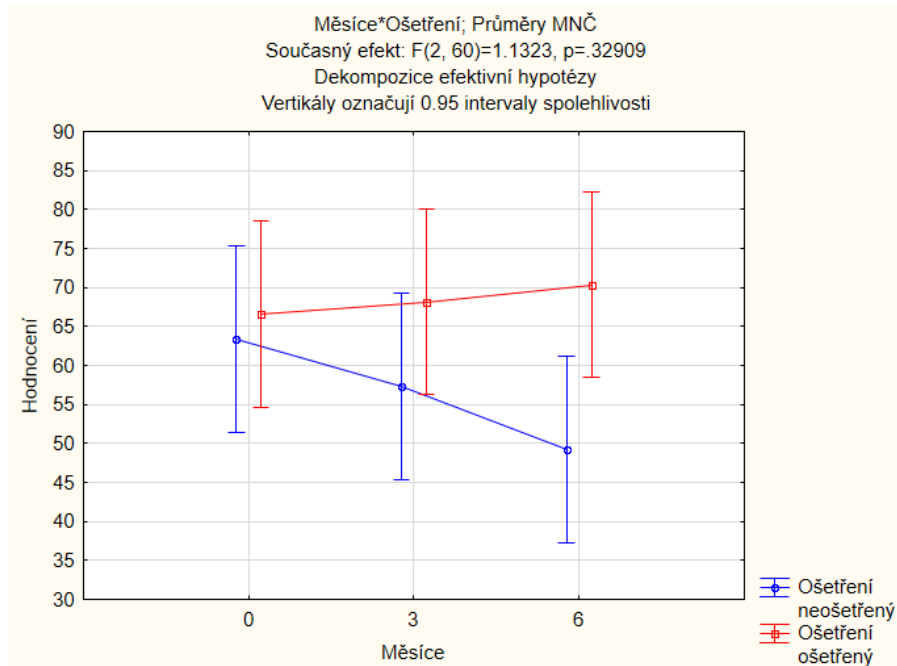
5.1.4. Celkové vyhodnocení sensorického profilu vlašských ořechů

5.1.4.1. Hodnocení příjemnosti textury vlašských ořechů

Graf 6: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

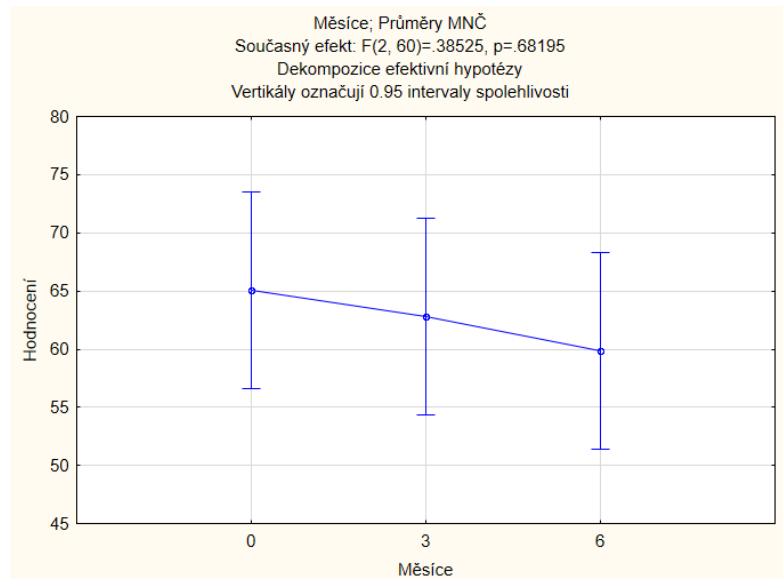


Graf 7: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

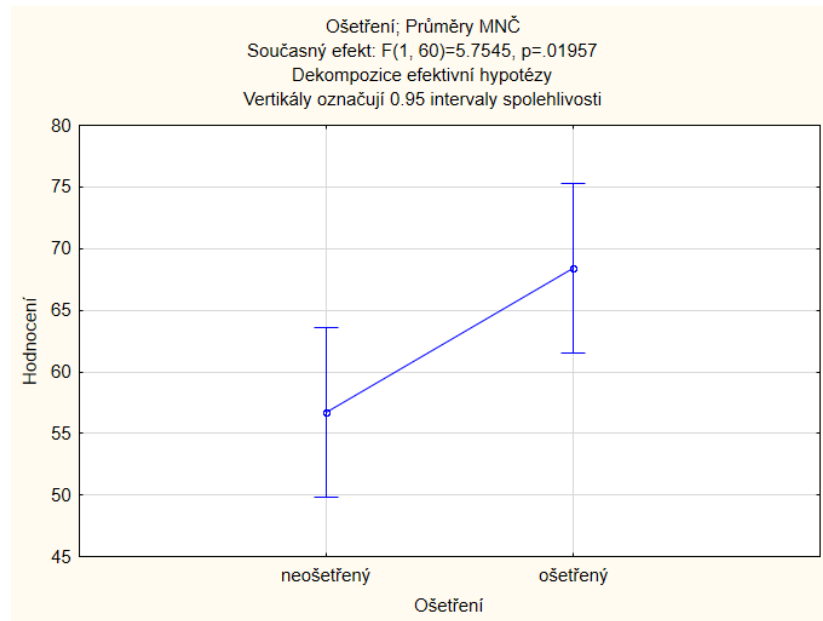


Grafy 6 a 7 vyjadřují vliv obou nezávisle proměnných na hodnocení příjemnosti textury. P-hodnota indikuje, že efekt interakce nezávisle proměnných, způsobu ošetření a doby skladování na závisle proměnnou hodnocení příjemnosti textury vlašských ořechů nebyl na hladině významnosti 0,05 statisticky významný.

Graf 8: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti textury



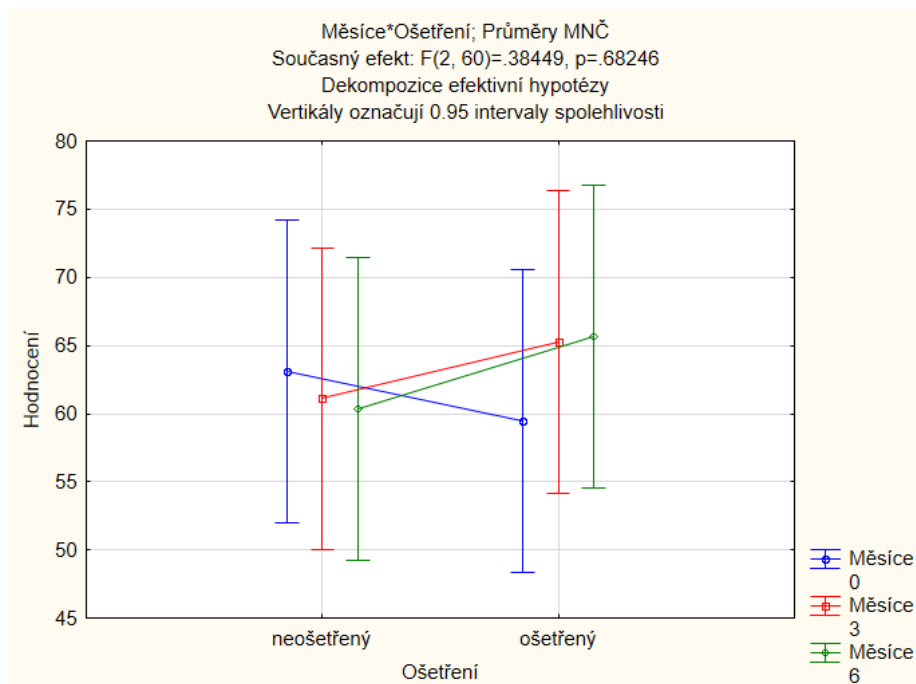
Graf 9: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti textury



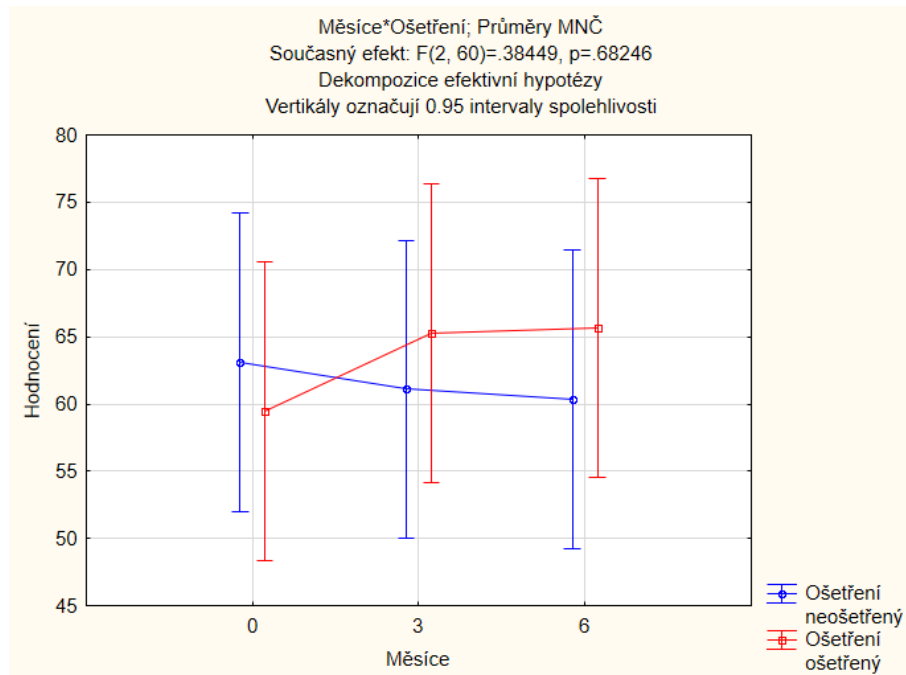
Grafy 8 a 9 znázorňují efekt jednotlivých nezávisle proměnných na hodnocení příjemnosti textury vlašských ořechů. Dle p-hodnoty neměla na hladině významnosti 0,05 na příjemnost textury statisticky významný vliv doba skladování, ale naopak způsob ošetření měl vliv na vnímání příjemnosti textury.

5.1.4.2. Hodnocení intenzity barvy

Graf 10: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

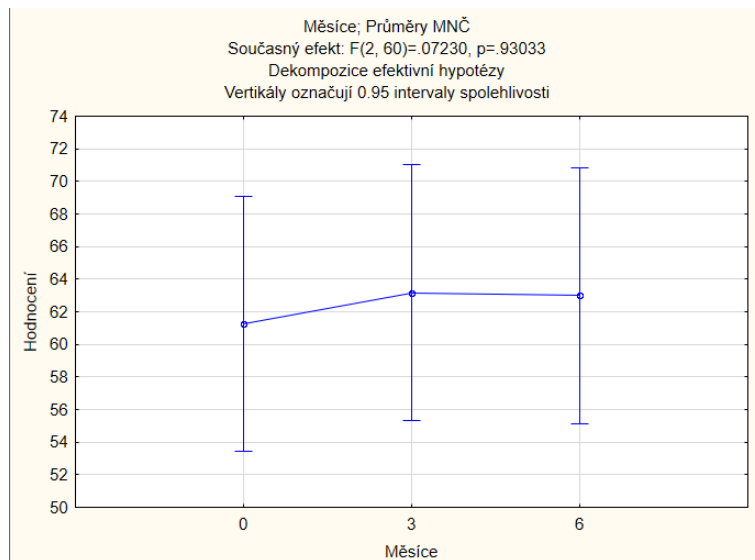


Graf 11: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

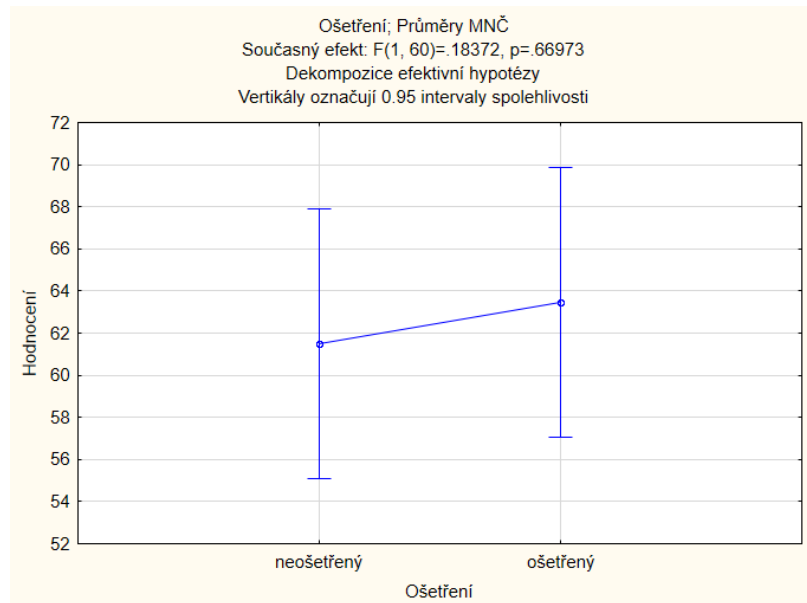


Grafy 10 a 11 znázorňují vliv doby skladování a způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy vlašských ořechů. Dle p-hodnot interakce způsobu ošetření a doby skladování neměly na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na intenzitu barvy vlašských ořechů.

Graf 12: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity barvy



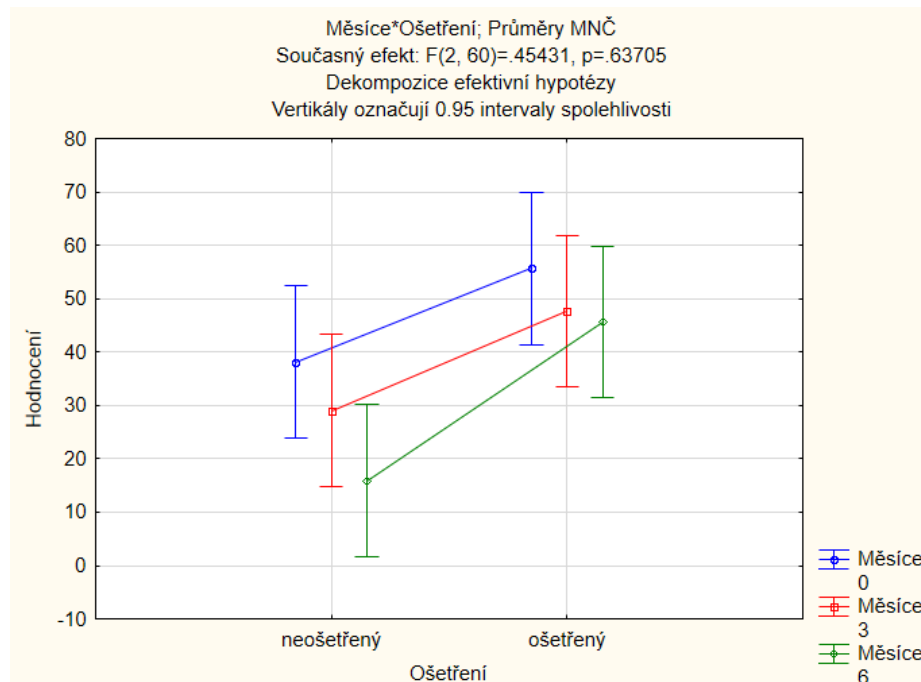
Graf 13: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy



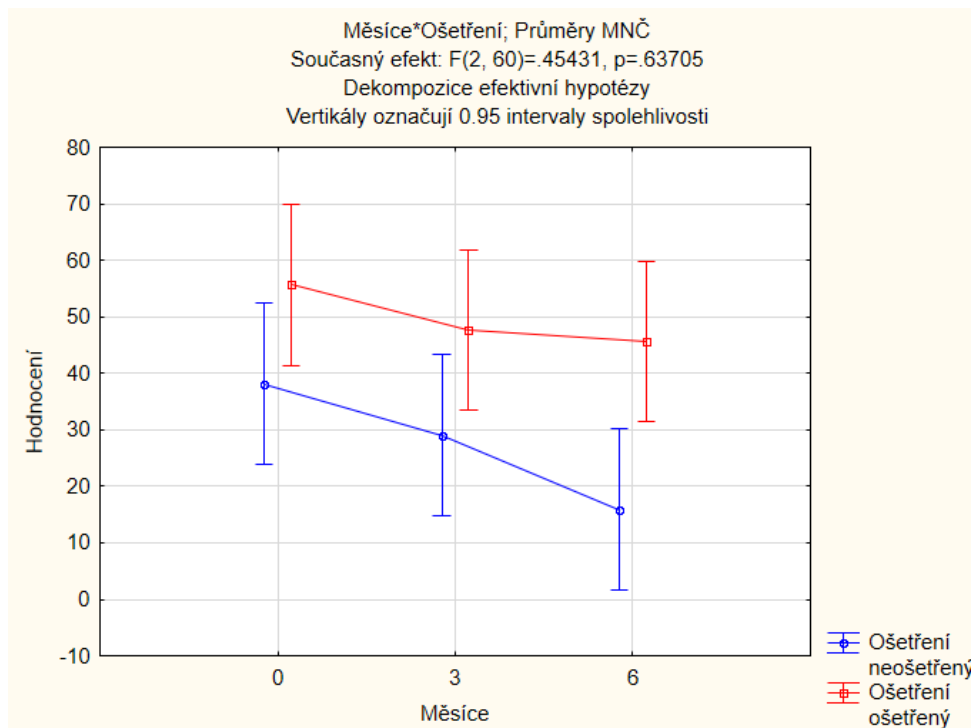
V grafu 12 je znázorněn vliv doby skladování a v grafu 13 vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy. Z p- hodnot je patrné, že jednotlivé nezávislé proměnné též neměly na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na intenzitu barvy vlašských ořechů.

5.1.4.3. Hodnocení příjemnosti chuti

Graf 14: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

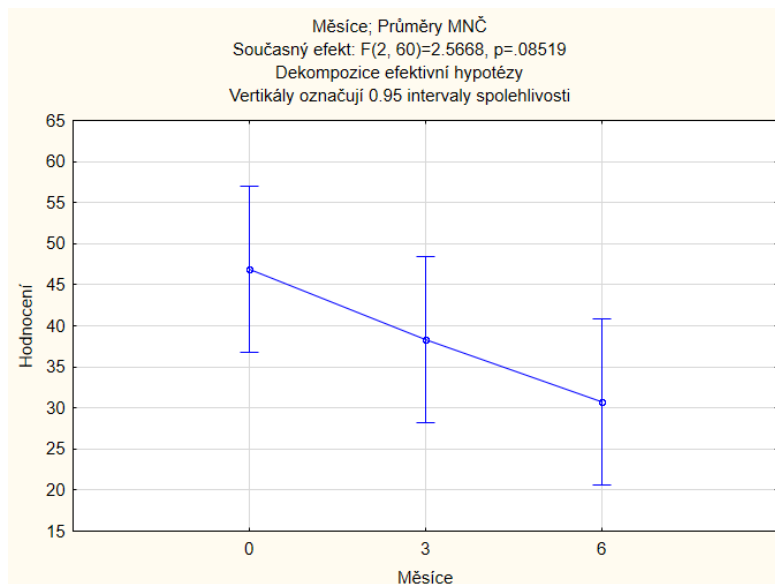


Graf 15: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

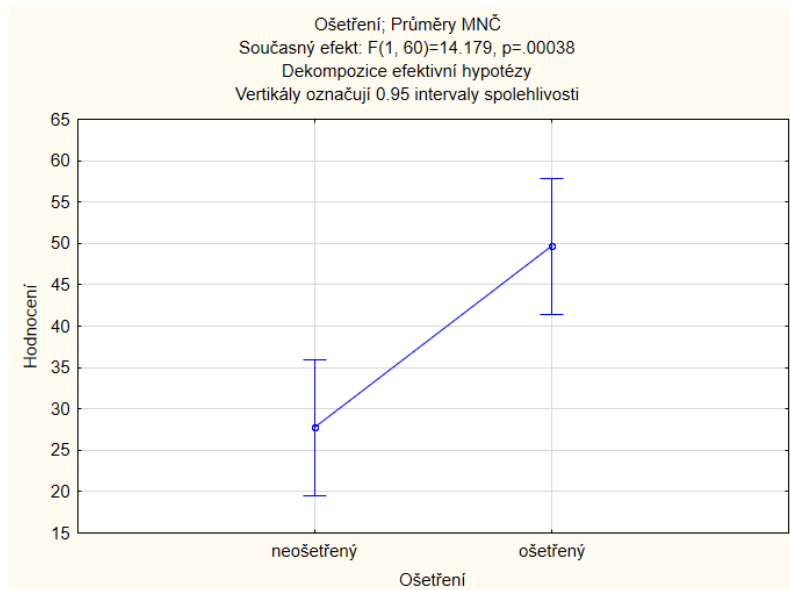


Grafy 14 a 15 je znázorněn vliv interakce způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti. Dle p-hodnoty neměl způsob ošetření a doba skladování na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na příjemnost chuti vlašských ořechů.

Graf 16: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti



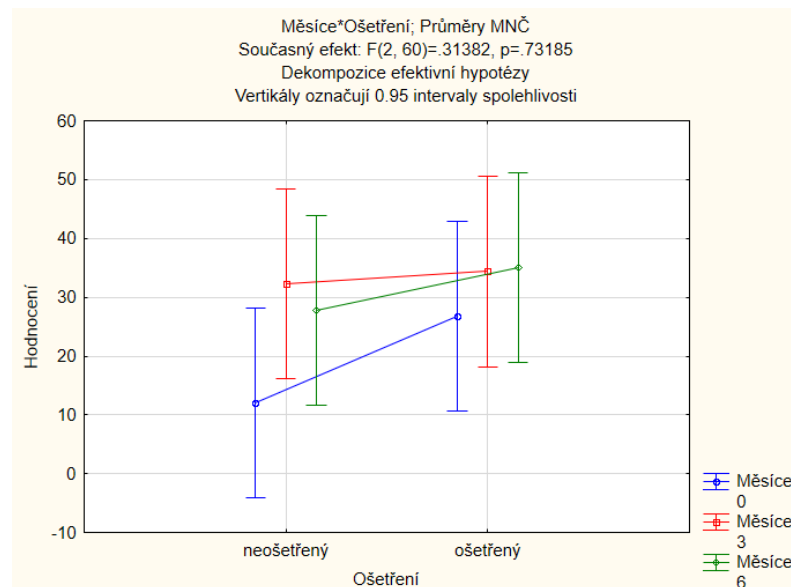
Graf 17: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti chuti



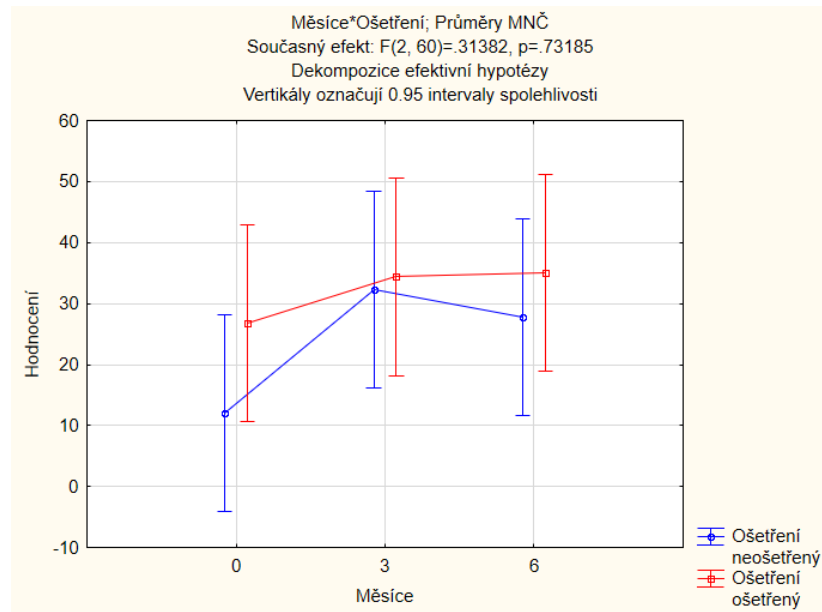
V grafech 16 a 17 je znázorněn vliv jednotlivých nezávisle proměnných na hodnocení příjemnosti chuti. Z obou nezávisle proměnných měl na příjemnost chuti na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření.

5.1.4.4. Hodnocení intenzity pražené chuti

Graf 18: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti

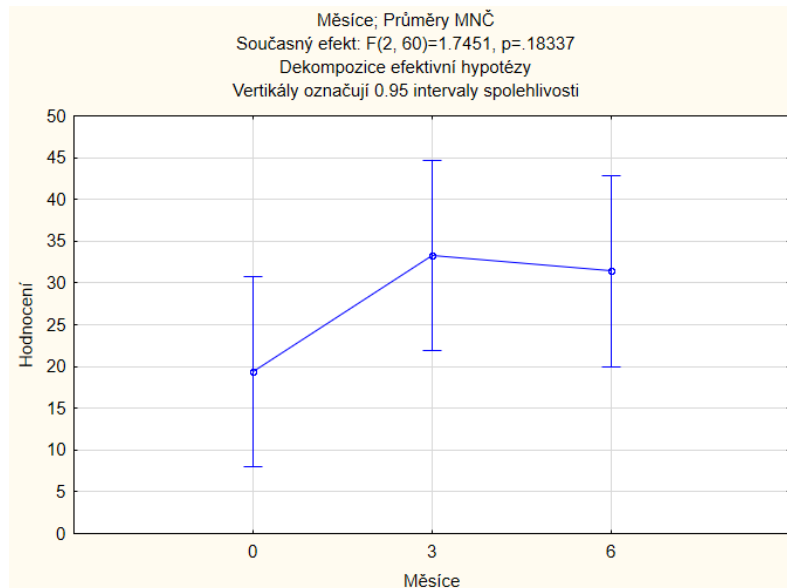


Graf 19: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti

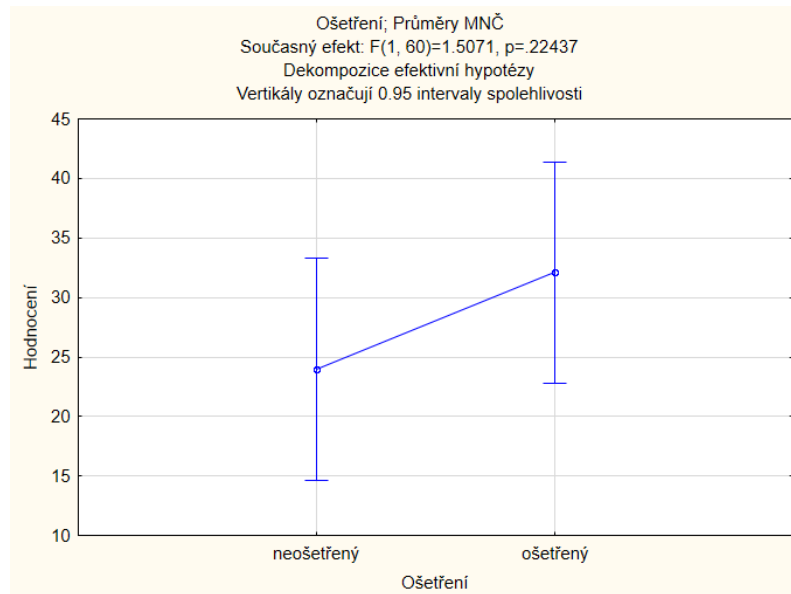


Efekt interakce nezávisle proměnných na hodnocení intenzity pražené chuti je znázorněn v grafu 18 a 19. Interakce nezávisle proměnných – způsobu ošetření a doby skladování neměly dle p-hodnoty na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na intenzitu pražené chuti.

Graf 20: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



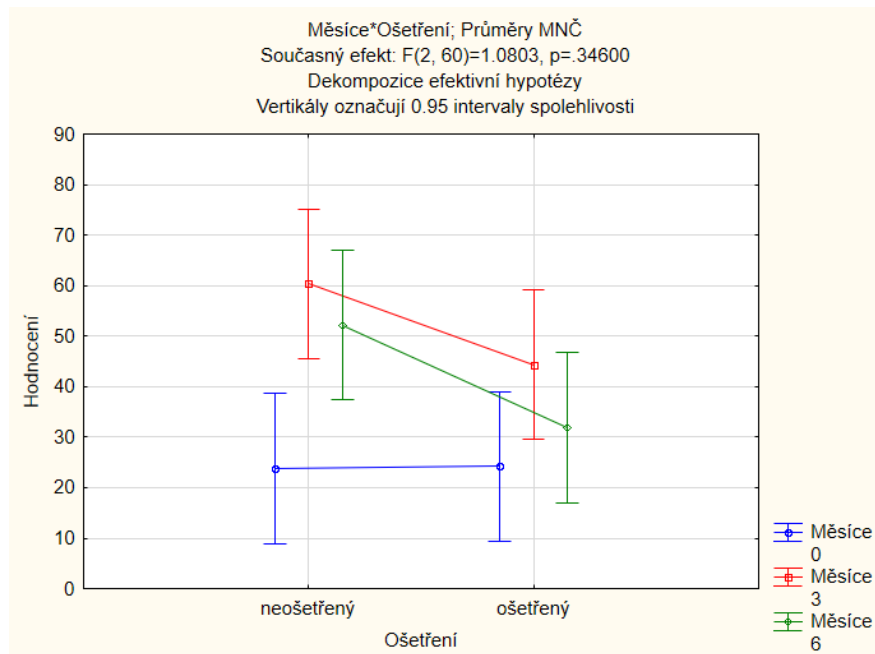
Graf 21: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity pražené chuti



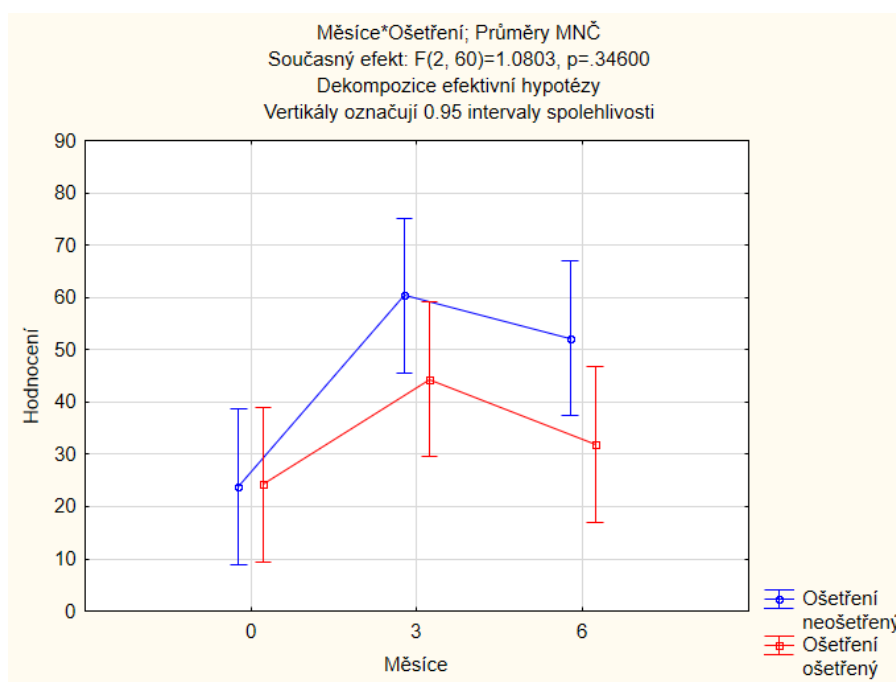
Ani jedna nezávisle proměnná neměla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na intenzitu pražené chuti. Závislost jednotlivých nezávisle proměnných na hodnocení intenzity pražené chuti je znázorněna v grafu 20 a 21.

5.1.4.5. Hodnocení intenzity žluklé chuti

Graf 22: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

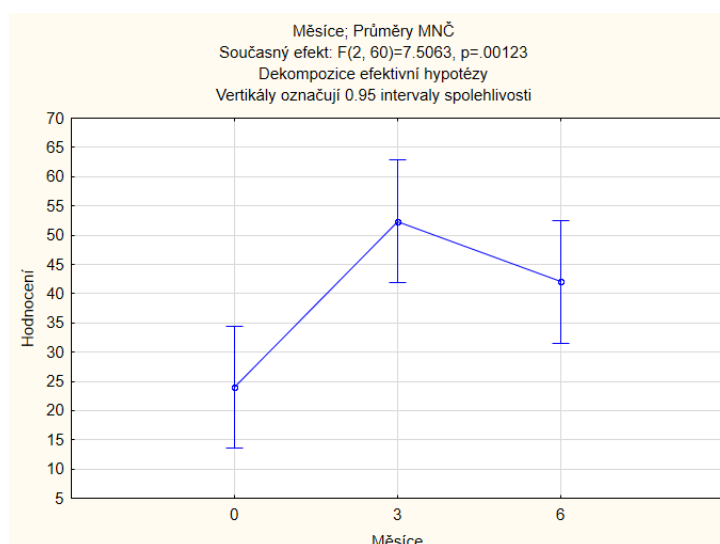


Graf 23: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

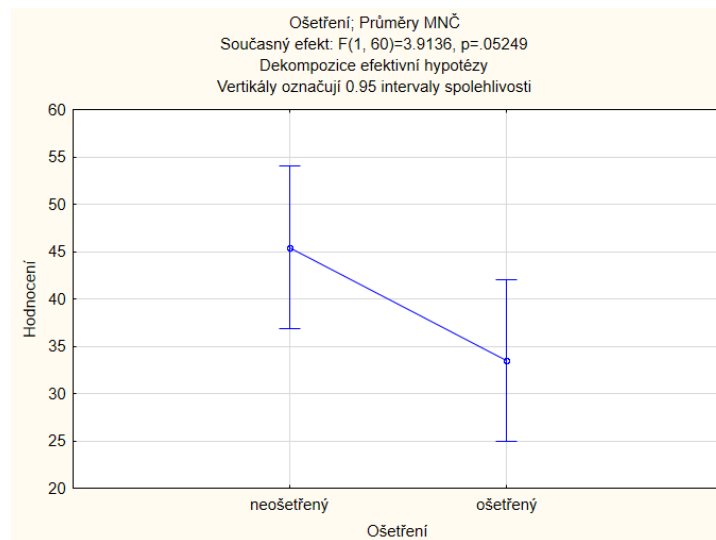


Vliv interakce způsobu ošetření a doba skladování je znázorněn grafy 22 a 23. Dle p-hodnoty neměly nezávisle proměnné na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na intenzitu žluklé chuti.

Graf 24: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti



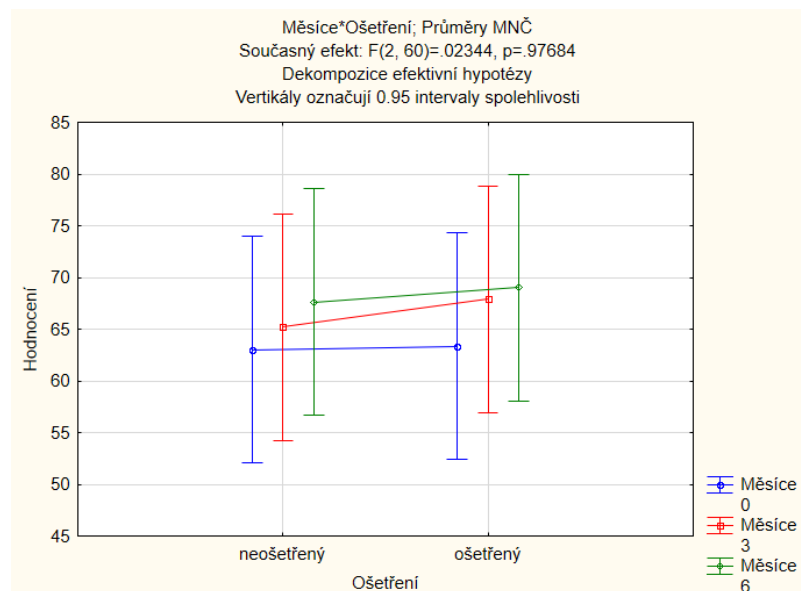
Graf 25: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity žluklé chuti



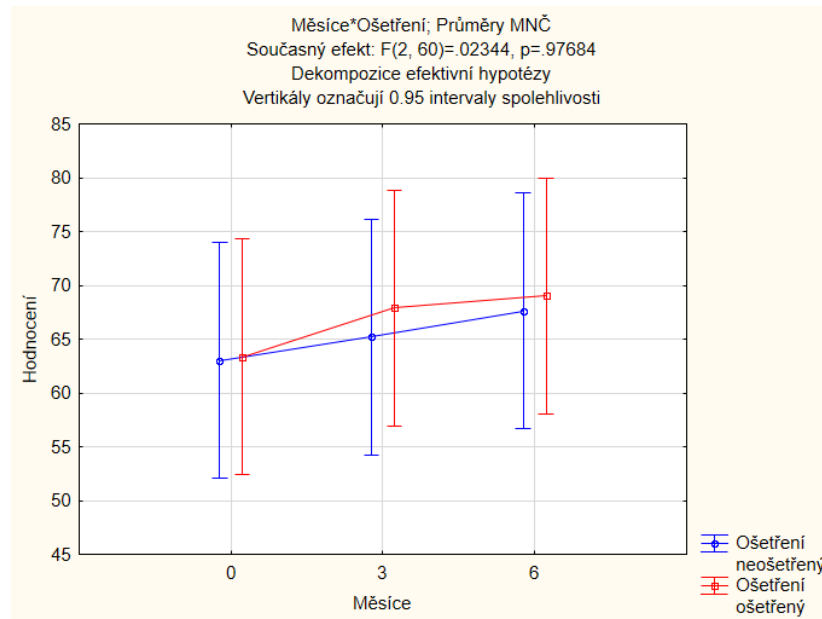
Vliv jednotlivých nezávisle proměnných na intenzitu žluklé chuti vlašských ořechů je graficky znázorněn grafy 24 a 25. Dle p-hodnoty na intenzitu žluklé chuti vlašských ořechů měla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv doba skladování. Způsob ošetření neměl na intenzitu žluklé chuti statisticky významný vliv.

5.1.4.6. Hodnocení celkové intenzity chuti

Graf 26: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

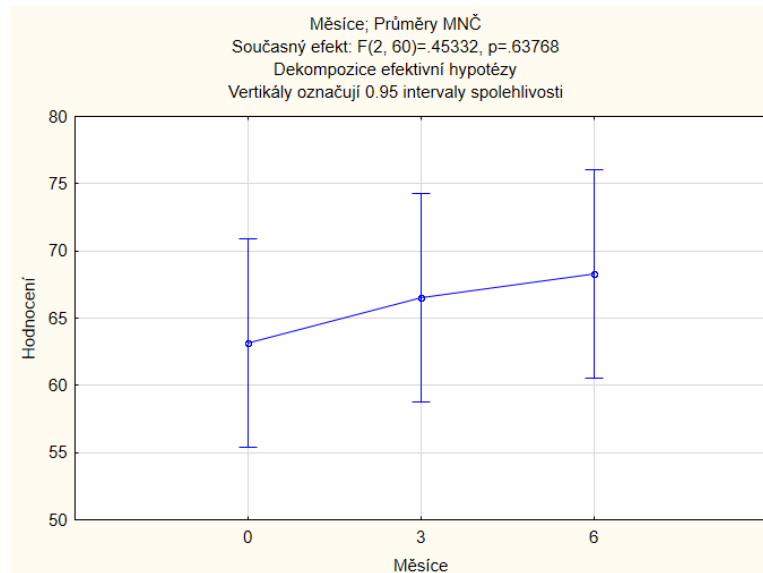


Graf 27: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

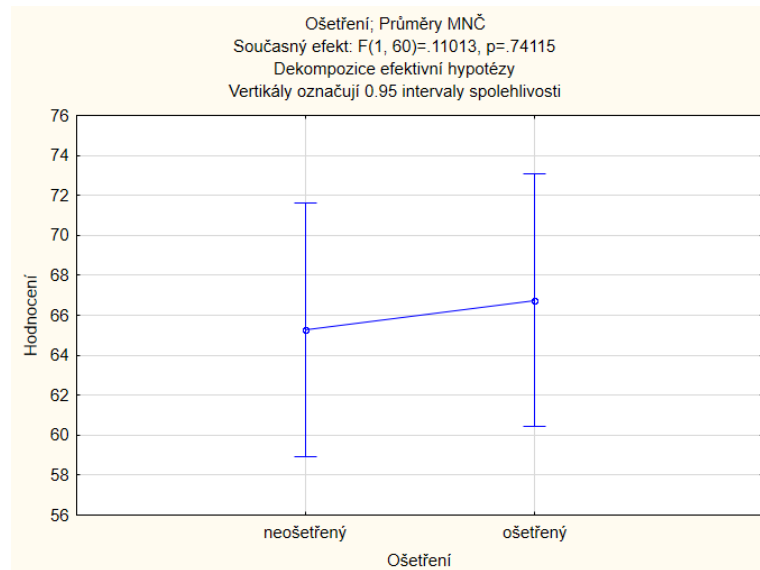


Vliv interakce nezávisle proměnných na závisle proměnnou je znázorněn grafy 26 a 27. Interakce způsobu ošetření a doby skladování neměly dle p-hodnoty na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na celkovou intenzitu chuti.

Graf 28: Vliv doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti



Graf 29: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity celkové intenzity chuti



Grafy 28 a 29 znázorňují vliv jednotlivých nezávisle proměnných na hodnocení celkové intenzity chuti. Dle p-hodnot žádná z nezávisle proměnných neměla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na celkovou intenzitu chuti.

5.2. Mandle

Byly hodnoceny 4 vzorky mandlí – bez ozáření, ozářené 2,4 kW, ozářené 4,5 kW a ozářené dvakrát po sobě 4,5 kW.

001.....neošetřené vzorky

002.....vzorky ošetřené 2,4 kW záření

003.....vzorky ošetřené 4,5 kW záření

004.....vzorky ošetřené dvakrát 4,5 kW záření

5.2.1. Hodnocení ihned po ozáření

5.2.1.1. Metoda senzoričkého profilu

Tabulka 39: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 001						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	22	11	67	5	12	28
2	28	53	60	10	5	77
3	45	51	6	2	73	47
4	87	83	93	5	6	79
5	71	60	50	39	32	57
6	68	72	63	21	32	52
7	57	32	13	13	13	13
8	66	53	82	35	8	70
9	67	69	16	25	26	43
10	65	47	56	0	0	68
11	45	54	68	0	0	49
Průměr	56	53	52	14	19	53
Směrodatná odchylka	19	19	27	13	20	19

Tabulka 40: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2,4 kW

Vzorek 002						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	82	49	62	19	21	33
2	63	26	35	0	20	40
3	80	55	86	68	4	64
4	72	78	70	19	3	77
5	34	59	29	56	38	60
6	68	84	85	24	23	79
7	61	52	35	48	63	53
8	73	82	82	80	4	83
9	75	77	79	71	27	70
10	68	67	48	53	34	73
11	60	66	60	10	10	58
Průměr	67	63	61	41	22	63
Směrodatná odchylka	12	17	20	26	17	15

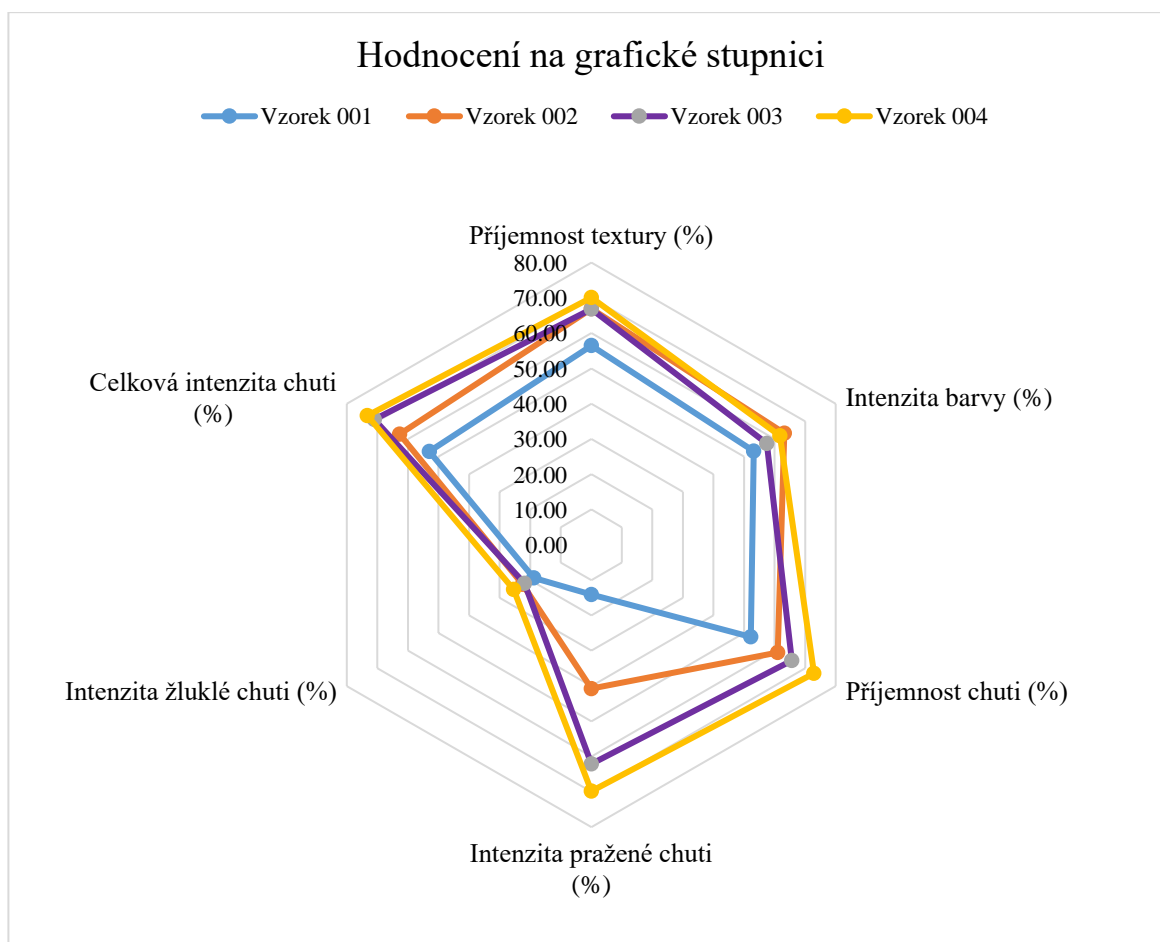
Tabulka 41: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 4.5 kW

Vzorek 003						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	80	74	66	69	21	53
2	67	45	67	42	10	69
3	29	33	51	67	12	100
4	63	59	58	35	33	67
5	68	62	66	63	30	60
6	82	77	75	61	70	83
7	72	50	73	74	15	74
8	96	81	96	97	2	93
9	54	46	47	56	42	55
10	65	65	59	60	0	54
11	59	40	64	59	5	73
Průměr	67	57	66	62	22	71
Směrodatná odchylka	16	15	13	15	20	15

Tabulka 42: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2x 4.5 kW

Vzorek 004						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	82	43	71	70	22	55
2	65	49	95	93	14	90
3	69	59	82	30	9	51
4	84	60	85	78	22	83
5	40	58	39	71	51	56
6	65	46	46	24	73	70
7	96	49	99	66	0	74
8	98	98	100	100	0	99
9	74	73	72	81	27	75
10	45	83	49	87	35	78
11	53	61	64	68	26	75
Průměr	70	62	73	70	25	73
Směrodatná odchylka	18	16	21	23	21	14

Graf 30: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání vzorků



V tabulkách 39, 40, 41 a 42 jsou zaznamenány odpovědi respondentů týkající se jednotlivých vlastností chuti mandlí hodnocených ihned po ošetření mikrovlnným zářením. V grafu 30 je znázorněno srovnání vzorků ošetřených různou intenzitou mikrovlnného záření.

Statistické vyhodnocení

Tabulka 43: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti textury mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 304.05, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 56.455	{002} 66.909	{003} 66.818	{004} 70.091
1	001		0.582106	0.589070	0.351931
2	002	0.582106		1.000000	0.979978
3	003	0.589070	1.000000		0.978286
4	004	0.351931	0.979978	0.978286	

Tabulka 44: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě barvy mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 305.05, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 53.182	{002} 63.182	{003} 57.455	{004} 61.727
1	001		0.618152	0.953930	0.726432
2	002	0.618152		0.897731	0.998006
3	003	0.953930	0.897731		0.953930
4	004	0.726432	0.998006	0.953930	

Tabulka 45: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 479.68, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 52.182	{002} 61.000	{003} 65.636	{004} 72.909
1	001		0.827189	0.562400	0.194929
2	002	0.827189		0.969359	0.656298
3	003	0.562400	0.969359		0.894288
4	004	0.194929	0.656298	0.894288	

Tabulka 46: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě pražené chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 441.99, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 14.091	{002} 40.727	{003} 62.091	{004} 69.818
1	001		0.044494	0.000069	0.000005
2	002	0.044494		0.146268	0.023744
3	003	0.000069	0.146268		0.862501
4	004	0.000005	0.023744	0.862501	

Tabulka 47: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě žluklé chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 423.56, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 18.818	{002} 22.455	{003} 21.818	{004} 25.364
1	001		0.981756	0.989575	0.905680
2	002	0.981756		0.999897	0.990473
3	003	0.989575	0.999897		0.983045
4	004	0.905680	0.990473	0.983045	

Tabulka 48: Statistické vyhodnocení rozdílů v celkové intenzitě chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 285.51, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 53.000	{002} 62.727	{003} 71.000	{004} 73.273
1	001		0.613978	0.118069	0.062598
2	002	0.613978		0.726020	0.549373
3	003	0.118069	0.726020		0.991764
4	004	0.062598	0.549373	0.991764	

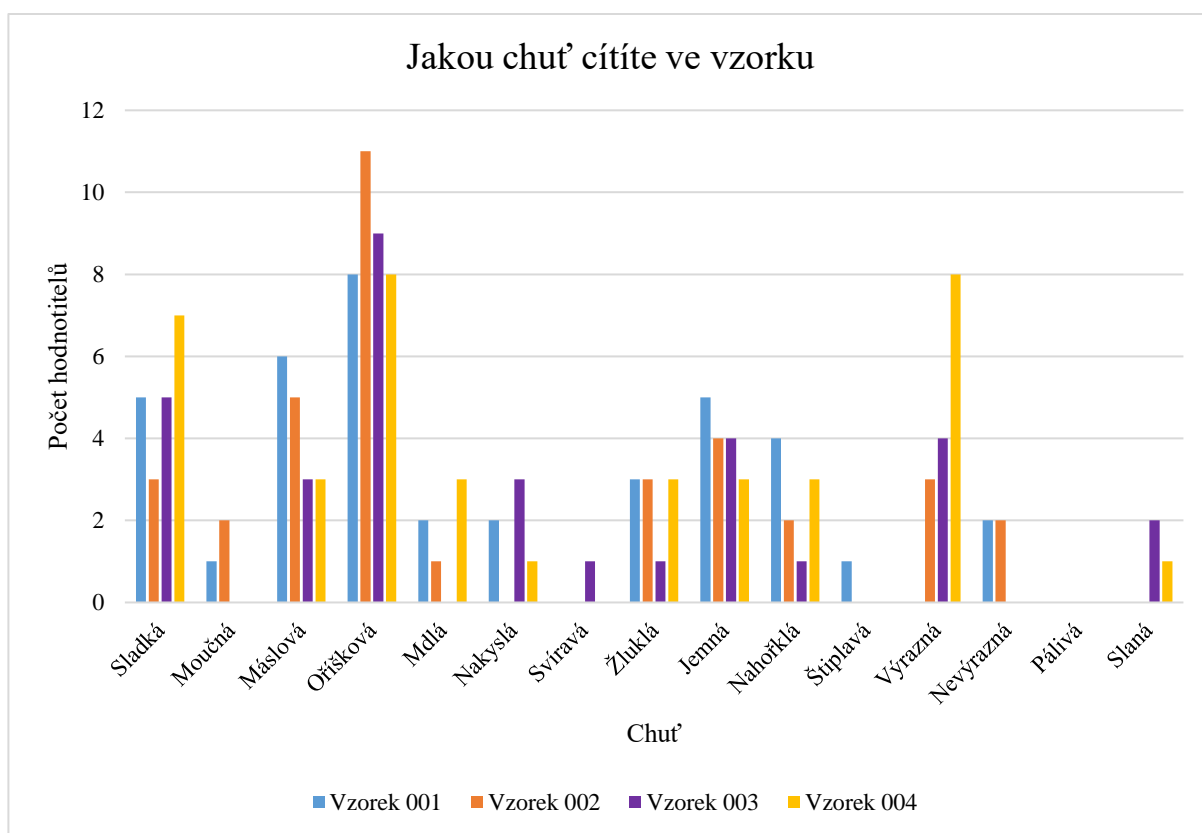
Statistické vyhodnocení rozdílů v jednotlivých vlastnostech chuti mandlí, ozářených různými intenzitami záření, hodnocených ihned po ozáření je zaznamenáno v tabulkách 43 – 48. Statisticky významný rozdíl byl na hladině významnosti 0,05 zaznamenán v intenzitě pražené chuti. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán mezi vzorky 001 a 002, 001 a 003, 001 a 004 a 002 a 004. Čím vyšší výkon byl při ošetření mandlí mikrovlnným zářením použit, tím vyšší intenzita pražené chuti byla u těchto vzorků zaznamenána.

5.2.1.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 49: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Svíravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 001	5	1	6	8	2	2	0	3	5	4	1	0	2	0	0
Vzorek 002	3	2	5	11	1	0	0	3	4	2	0	3	2	0	0
Vzorek 003	5	0	3	9	0	3	1	1	4	1	0	4	0	0	2
Vzorek 004	7	0	3	8	3	1	0	3	3	3	0	8	0	0	1

Graf 31: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Slovní popis chuti jednotlivých vzorků mandlí je znázorněn tabulkou 49 a grafem 31.

Neošetřené mandle měly oproti ostatním nejvíce máslovou, mdlou, jemnou, nahořklou a štiplavou chuť. Mandle ozářené při výkonu 2,4 kW měly ze všech vzorků nejvíce moučnou a oříškovou chuť. K mandlím, které byly ošetřené zářením o výkonu 4,5 kW byla nejčastěji oproti ostatním vzorkům přiřazena chuť nakyslá, svíravá a slaná. Mandle ozářené dvakrát při výkonu 4,5 kW měly nejčastěji chuť sladkou, mdlou a výraznou.

5.2.1.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 50: Je mezi vzorky 001 a 002 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 002	
Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	1
ANO	10

Tabulka 51: Je mezi vzorky 001 a 003 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 003	
Odpověď	Počet z Hodnotitelů
NE	1
ANO	10

Tabulka 52: Je mezi vzorky 001 a 004 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x Vzorek 004	
Odpověď	Počet z Hodnotitelů
ANO	11

Byly srovnávány mandle ošetřené různou intenzitou záření s neošetřeným vzorkem (tabulka 50 - 52)

5.2.1.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 53: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	10
N ₀₀₁	6
N ₀₀₂	4

N = počet hodnotitelů

n₁ = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N₀₀₁ = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N_{002} = počet hodnotitelů, kteří preferovali vzorky ošetřené zářením o výkonu 2,4 kW

N_{003} = počet hodnotitelů, kteří preferovali vzorky ošetřené zářením o výkonu 4,5 kW

N_{004} = počet hodnotitelů, kteří preferovali vzorky ošetřené dvakrát zářením o výkonu 4,5 kW

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n_1) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný je 11.

$N > n_{001}$

$N > n_{002}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

Tabulka 54: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n_1	10
N_{001}	2
N_{003}	8

$N > n_{001}$

$N > n_{003}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

Tabulka 55: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n_1	11
N_{001}	4
N_{004}	7

$N > n_{001}$

$N > n_{004}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

5.2.1.5. Pořadová zkouška

Tabulka 56: Pořadí vzorků dle celkové přijatelnosti chuti

Hodnotitel	Vzorky			
	001	002	003	004
1	4	3	2	1
2	3	4	2	1
3	4	1	2	3
4	2	3	4	1
5	3	4	2	1
6	2	4	1	3
7	3	4	2	1
8	4	3	1	2
9	4	2	3	1
10	2	4	1	3
11	3	2	1	4
Součty	34	34	21	21

Pořadí vzorků mandlí dle celkové přijatelnosti chuti je znázorněno tabulkou 56. Pořadová zkouška byla vyhodnocena pomocí Friedmanova testu $\alpha=0,05$.

Hodnota Friedmanova kritéria:

J (počet posuzovatelů) = 11

P (počet vzorků) = 4

R1 = 34

R2 = 34

R3 = 21

R4 = 21

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (R_1^2 + R_2^2 + \dots) - 3J(P+1)$$

$$F = \frac{12}{11 * 4(4+1)} (34^2 + 34^2 + 21^2 + 21^2) - 3 * 11(4+1)$$

F = 9.218182

$$F_{\text{krit.}} = 7,68$$

$F > F_{\text{krit.}} \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Rozdíl mezi jednotlivými vzorky:

Pokud je absolutní hodnota rozdílů součtu pořadí vzorků větší než:

$$1,96 * \sqrt{\frac{JP(P+1)}{6}}$$
$$1,96 * \sqrt{\frac{11 * 4(4+1)}{6}}$$

$$= 11.86839$$

pak na hladině významnosti 0,05 existuje statisticky významný rozdíl mezi danými dvěma vzorky.

$$001-003 = 13$$

$$001-004 = 13$$

$$002-003 = 13$$

$$002-004 = 13$$

Statisticky významný rozdíl je mezi vzorky 001 a 003, 001 a 004, 002 a 003, 002 a 004.

Mezi ostatními vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

5.2.2. Hodnocení po 3 měsících skladování

5.2.2.1. Metoda senzorického profilu

Tabulka 57: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 001						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	31	34	29	3	4	21
2	44	29	50	65	43	69
3	71	35	35	22	77	47
4	81	83	76	82	1	70
5	51	49	40	51	64	52
6	51	64	78	47	78	77
7	29	49	30	19	19	32
8	43	72	60	7	55	72
9	73	73	79	59	2	68
10	60	59	65	52	8	60
11	47	67	68	3	0	67
Průměr	53	56	55	37	32	58
Směrodatná odchylka	16	17	19	26	30	17

Tabulka 58: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2,4 kW

Vzorek 002						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	38	69	41	15	20	15
2	67	24	35	0	10	38
3	68	45	76	50	8	51
4	68	80	43	8	22	52
5	40	45	38	54	52	43
6	60	67	69	36	66	69
7	28	48	49	49	19	52
8	48	74	75	50	37	79
9	61	61	57	65	0	60
10	60	63	57	53	8	61
11	65	75	73	37	0	77
Průměr	55	59	56	38	22	54
Směrodatná odchylka	13	16	15	20	20	18

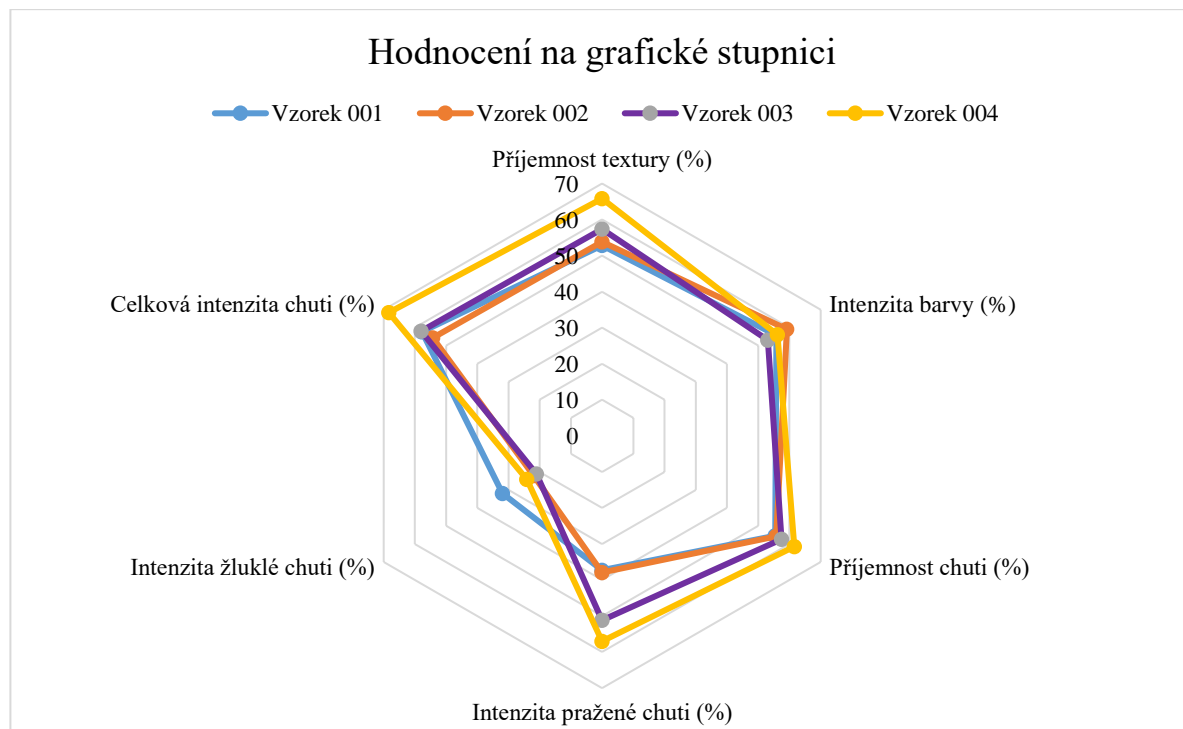
Tabulka 59: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 4.5 kW

Vzorek 003						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	28	29	63	56	8	65
2	40	33	44	57	51	59
3	75	63	51	21	19	29
4	84	66	76	77	1	81
5	65	48	70	54	38	41
6	36	50	34	25	45	31
7	69	68	70	70	8	72
8	70	76	60	73	10	85
9	62	61	49	53	5	60
10	47	55	48	23	5	44
11	55	35	67	54	42	71
Průměr	57	53	57	51	21	58
Směrodatná odchylka	17	15	13	19	18	18

Tabulka 60: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2x 4.5 kW

Vzorek 004						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	80	38	81	71	10	67
2	21	36	20	6	85	87
3	79	70	82	84	5	83
4	72	70	47	6	4	29
5	75	46	82	74	28	71
6	50	35	42	18	35	45
7	86	70	86	87	54	83
8	60	77	46	97	0	84
9	75	60	78	70	0	73
10	62	50	40	40	13	50
11	64	66	73	74	32	80
Průměr	66	56	62	57	24	68
Směrodatná odchylka	17	15	22	32	25	18

Graf 32: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání vzorků



Tabulky 57 – 60 obsahují odpovědi hodnotitelů týkající jednotlivých vlastností chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření a následně skladovaných 6 měsíců.

V grafu 32 je znázorněno srovnání vzorků.

Statistické vyhodnocení

Tabulka 61: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti textury mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 280.74, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 52.818	{002} 54.818	{003} 57.364	{004} 65.818
1	001		0.994205	0.938642	0.358916
2	002	0.994205		0.988237	0.506548
3	003	0.938642	0.988237		0.707083
4	004	0.358916	0.506548	0.707083	

Tabulka 62: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě barvy mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 273.35, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 55.818	{002} 59.182	{003} 53.091	{004} 56.182
1	001		0.972639	0.985050	0.999963
2	002	0.972639		0.861687	0.980299
3	003	0.985050	0.861687		0.978529
4	004	0.999963	0.980299	0.978529	

Tabulka 63: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 329.46, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 55.455	{002} 55.727	{003} 57.455	{004} 61.545
1	001		0.999988	0.995425	0.891336
2	002	0.999988		0.997037	0.903696
3	003	0.995425	0.997037		0.963404
4	004	0.891336	0.903696	0.963404	

Tabulka 64: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě pražené chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 680.47, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 37.273	{002} 37.909	{003} 51.182	{004} 57.000
1	001		0.999949	0.670134	0.381687
2	002	0.999949		0.701698	0.410923
3	003	0.670134	0.701698		0.964468
4	004	0.381687	0.410923	0.964468	

Tabulka 65: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě žluklé chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 635.99, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 31.909	{002} 22.000	{003} 21.091	{004} 24.182
1	001		0.837321	0.798385	0.914606
2	002	0.837321		0.999837	0.997767
3	003	0.798385	0.999837		0.993735
4	004	0.914606	0.997767	0.993735	

Tabulka 66: Statistické vyhodnocení rozdílů v celkové intenzitě chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 348.42, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 57.727	{002} 54.273	{003} 58.000	{004} 68.364
1	001		0.979146	0.999989	0.621779
2	002	0.979146		0.974062	0.383281
3	003	0.999989	0.974062		0.641176
4	004	0.621779	0.383281	0.641176	

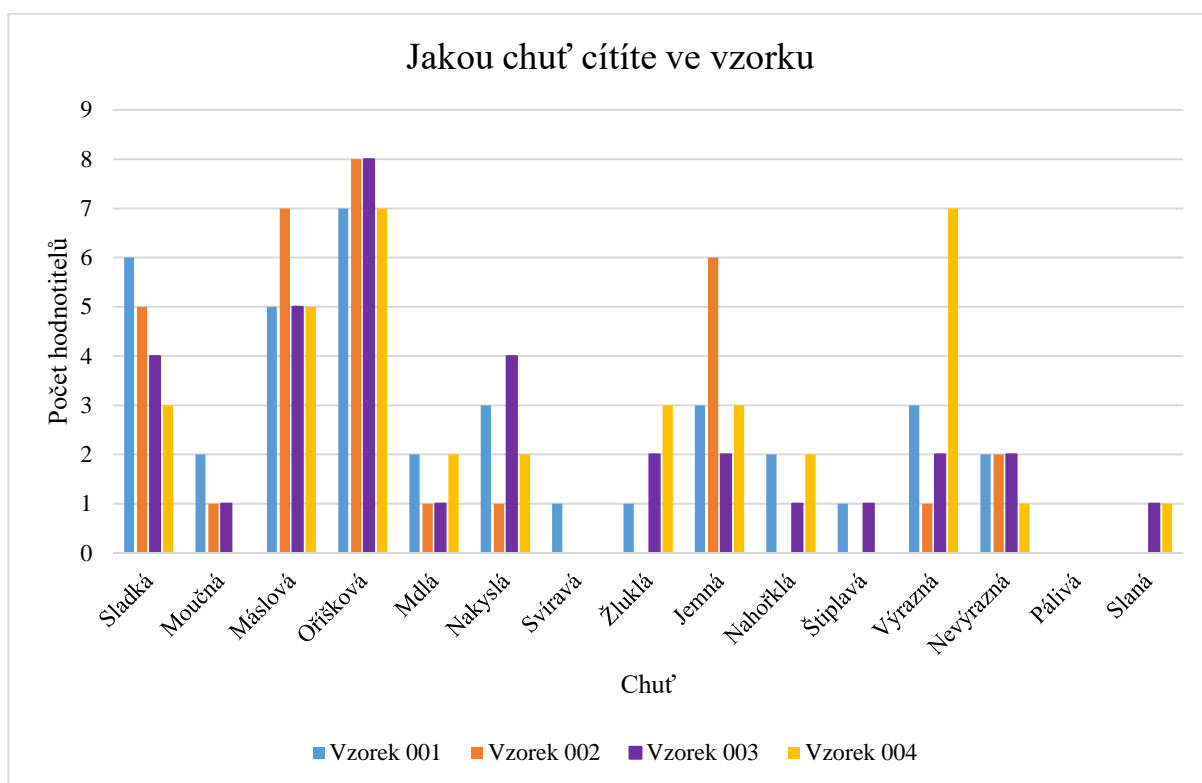
V tabulkách 61 – 66 je statistické vyhodnocení příjemnosti textury, intenzita barvy, příjemnosti chuti, intenzita pražené chuti, intenzita žluklé chuti, celková intenzita chuti vzorků mandlí skladovaných 3 měsíce. Mezi žádnými dvěma vzorky neexistuje na hladině významnosti 0,05 statisticky významný rozdíl.

5.2.2.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 67: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Ořšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žuklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 001	6	2	5	7	2	3	1	1	3	2	1	3	2	0	0
Vzorek 002	5	1	7	8	1	1	0	0	6	0	0	1	2	0	0
Vzorek 003	4	1	5	8	1	4	0	2	2	1	1	2	2	0	1
Vzorek 004	3	0	5	7	2	2	0	3	3	2	0	7	1	0	1

Graf 33: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



V tabulka 67 a grafu 33 je souhrn charakteristik chuti mandlí po 3 měsících skladování. Nešetřené mandle byly oproti ostatním vzorkům nejčastěji označeny jako sladké a jako jediné měly svíravou chuť. Chuť mandlí ozářených při výkonu 2,4 kW byla v porovnání s ostatními hodnocenými vzorky nejvíce máslová a jemná. Mandle ošetřené zářením při výkonu 4,5 kW byly nejvíce nakyslé. U vzorků ošetřených dvakrát zářením o výkonu 4,5 kW dominovala chuť výrazná, žluklá a nahořklá.

5.2.2.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 68: Je mezi vzorky 001 a 002 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 002	
Odpověď	Počet z hodnotitelů
NE	1
ANO	10

Tabulka 69: Je mezi vzorky 001 a 003 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x Vzorek 003	
Odpověď	Počet z Hodnotitelů
NE	1
ANO	10

Tabulka 70: Je mezi vzorky 001 a 004 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 004	
Odpověď	Počet z Hodnotitelů
NE	1
ANO	10

Byly srovnávány mandle ošetřené různou intenzitou záření a skladované 3 měsíce s neošetřeným vzorkem (také skladovaným 3 měsíce) a většina hodnotitelů mezi vzorky zaznamenala rozdíl v celkové přijatelnosti chuti (tabulka 68 – 70)

5.2.2.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 71: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	10
N ₀₀₁	4
N ₀₀₂	6

$N > n_{001}$

$N > n_{002}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

Tabulka 72: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	10
N ₀₀₁	5
N ₀₀₃	5

$N > n_{001}$

$N > n_{003}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

Tabulka 73: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	10
N ₀₀₁	5
N ₀₀₄	5

$N > n_{001}$

$N > n_{004}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

5.2.2.5. Pořadová zkouška

Hodnotitelé seřadili vzorky od nejlepšího po nejhorší dle celkové přijatelnosti chuti. Výsledky byly vyhodnoceny Friedmanovým testem.

Tabulka 74: Pořadí vzorků dle celkové přijatelnosti chuti

	Vzorky			
Hodnotitel	001	002	003	004
1	4	2	3	4
2	2	1	3	4
3	4	3	2	1
4	1	4	2	3
5	4	3	2	1
6	1	2	4	3
7	4	3	2	1
8	3	2	1	4
9	1	4	3	2
10	1	2	3	4
11	3	2	4	1
Součty	28	28	29	28

Hodnota Friedmanova kritéria:

J (počet posuzovatelů) = 11

P (počet vzorků) = 4

R1 = 28

R2 = 28

R3 = 29

R4 = 28

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (R_1^2 + R_2^2 + \dots) - 3J(P+1)$$

$$F = \frac{12}{11 * 4(4+1)} (28^2 + 28^2 + 29^2 + 28^2) - 3 * 11(4+1)$$

F = 9.163636364

F_{krit.} = 7,68

F > F_{krit.} → mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Rozdíl mezi jednotlivými vzorky:

Pokud je absolutní hodnota rozdílů součtu pořadí vzorků větší než:

$$1,96 * \sqrt{\frac{JP(P+1)}{6}}$$
$$1,96 * \sqrt{\frac{11 * 4(4+1)}{6}}$$

= 11.86839

Pak na hladině významnosti 0,05 existuje statisticky významný rozdíl mezi danými dvěma

Mezi žádnými vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

5.2.3. Hodnocení po 6 měsících skladování

5.2.3.1. Metoda senzoričského profilu

Tabulka 75: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 001						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	72	66	59	21	22	55
2	55	53	68	52	0	82
3	74	49	14	12	79	75
4	70	47	60	4	5	50
5	56	48	62	33	29	62
6	30	62	38	7	56	34
7	26	47	26	10	9	30
8	60	59	44	42	71	70
9	75	34	72	44	4	72
10	60	60	35	36	15	51
11	67	70	69	35	10	69
Průměr	59	54	50	27	27	59
Směrodatná odchylka	16	10	19	16	27	16

Tabulka 76: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2,4 kW

Vzorek 002						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	67	72	49	17	20	21
2	51	53	76	8	0	34
3	82	48	88	85	8	83
4	40	70	89	5	4	84
5	51	57	45	37	56	49
6	51	63	26	4	64	32
7	41	43	67	69	20	70
8	46	69	47	62	47	70
9	63	53	70	68	11	62
10	60	64	51	62	45	57
11	52	53	53	44	5	56
Průměr	55	59	60	42	25	56
Směrodatná odchylka	12	9	19	28	22	20

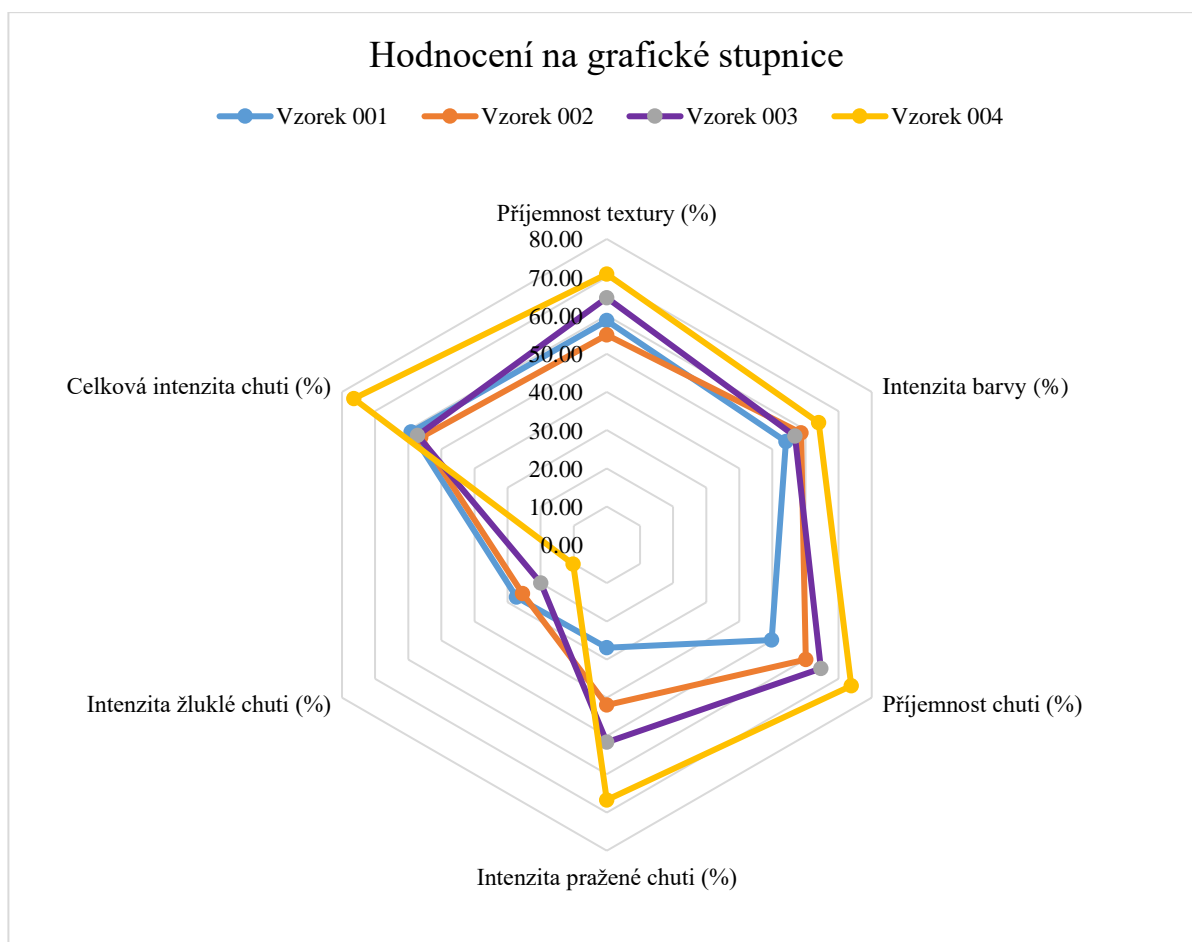
Tabulka 77: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 4.5 kW

Vzorek 003						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	74	41	62	27	23	25
2	49	48	72	67	0	63
3	18	55	50	50	11	31
4	90	74	47	3	3	24
5	54	59	60	70	58	57
6	60	46	62	8	73	78
7	78	50	78	77	21	78
8	74	69	69	79	20	81
9	80	69	81	67	0	72
10	60	53	58	44	4	41
11	74	61	72	76	6	79
Průměr	65	57	65	52	20	57
Směrodatná odchylka	19	10	10	27	23	22

Tabulka 78: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek 2x 4.5 kW

Vzorek 004						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	78	54	69	75	10	70
2	61	76	94	70	0	76
3	80	52	94	87	1	81
4	68	82	48	55	2	63
5	58	54	65	68	32	61
6	52	57	94	9	36	88
7	90	50	90	88	19	86
8	72	78	57	94	5	92
9	77	75	60	84	0	81
10	61	55	59	61	4	61
11	82	71	82	43	3	82
Průměr	71	64	74	67	10	76
Směrodatná odchylka	11	12	17	23	12	11

Graf 34: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání vzorků



Hodnoty odpovědí týkající se jednotlivých vlastností vzorků mandlí ošetřených různou intenzitou mikrovlnného záření, skladované 6 měsíců, jsou zaznamenány v tabulkách 75 – 78. Srovnání vzorků je znázorněno grafem 34.

Statistické vyhodnocení

Tabulka 79: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti textury mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 239.89, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 58.636	{002} 54.909	{003} 64.636	{004} 70.818
1	001		0.955998	0.842983	0.346886
2	002	0.955998		0.544144	0.139543
3	003	0.842983	0.544144		0.830878
4	004	0.346886	0.139543	0.830878	

Tabulka 80: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě barvy mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 115.78, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 54.091	{002} 58.636	{003} 56.818	{004} 64.000
1	001		0.805696	0.949146	0.215336
2	002	0.805696		0.983968	0.714842
3	003	0.949146	0.983968		0.492259
4	004	0.215336	0.714842	0.492259	

Tabulka 81: Statistické vyhodnocení rozdílů v příjemnosti chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 294.78, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 49.727	{002} 60.091	{003} 64.636	{004} 73.818
1	001		0.576681	0.262059	0.021303
2	002	0.576681		0.942630	0.332460
3	003	0.262059	0.942630		0.668070
4	004	0.021303	0.332460	0.668070	

Tabulka 82: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě pražené chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 631.51, sv = 40.000				
	vzorek	{001} 26.909	{002} 41.909	{003} 51.636	{004} 66.727
1	001		0.585656	0.167420	0.007366
2	002	0.585656		0.843295	0.164934
3	003	0.167420	0.843295		0.580824
4	004	0.007366	0.164934	0.580824	

Tabulka 83: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě žluklé chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 523.84, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 27.273	{002} 25.455	{003} 19.909	{004} 10.182
1	001		0.998268	0.902747	0.392964
2	002	0.998268		0.955152	0.492467
3	003	0.902747	0.955152		0.802840
4	004	0.392964	0.492467	0.802840	

Tabulka 84: Statistické vyhodnocení rozdílů v intenzitě žluklé chuti mandlí ošetřených různými intenzitami mikrovlnného záření

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Hodnocení (statistica) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: Between MSE = 339.32, sv = 40.000				
	Vzorek	{001} 59.091	{002} 56.182	{003} 57.182	{004} 76.455
1	001		0.986829	0.996183	0.197859
2	002	0.986829		0.999444	0.100638
3	003	0.996183	0.999444		0.128432
4	004	0.197859	0.100638	0.128432	

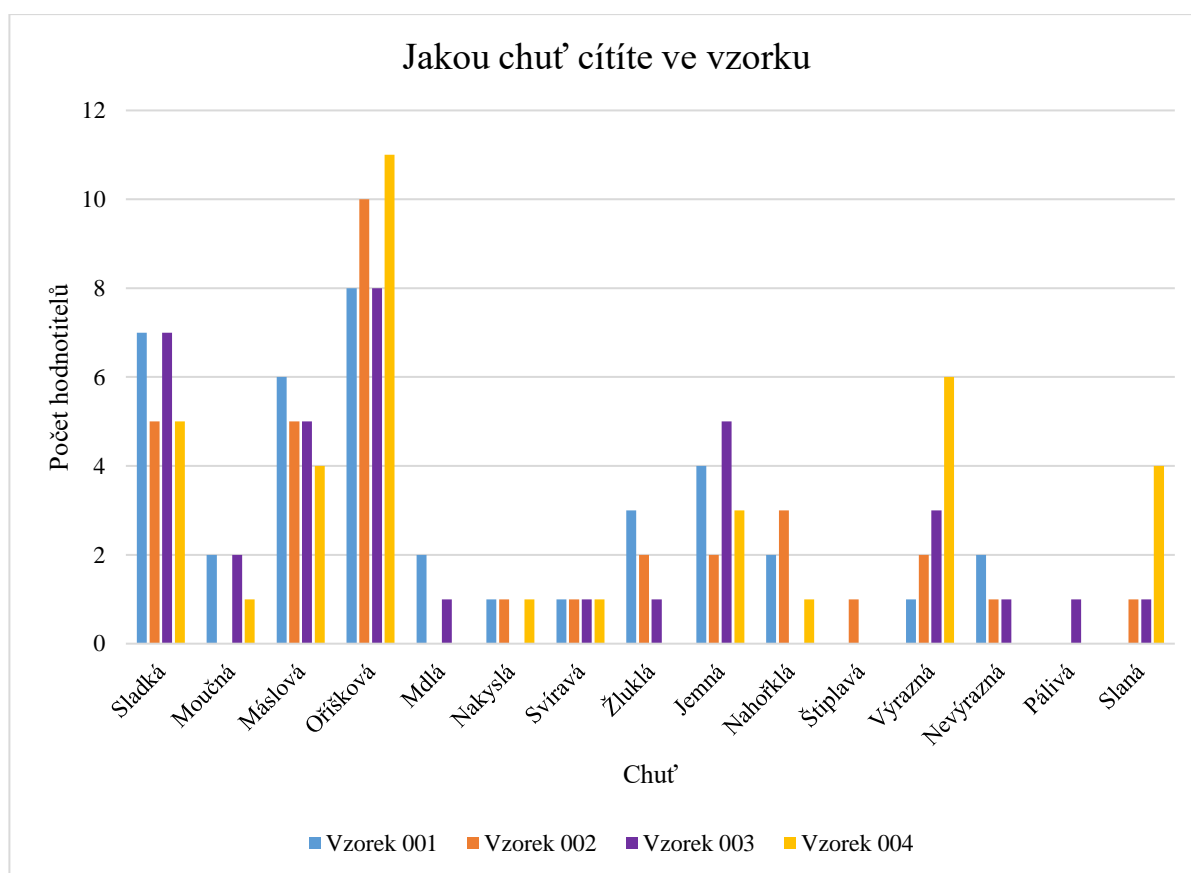
Výsledky statistického vyhodnocení jsou v tabulkách 79 – 84. Dle p-hodnot existuje na hladině významnosti 0,05 statisticky významný rozdíl v příjemnosti chuti mezi vzorky 001 a 004 a v intenzitě pražené chuti mezi vzorky 001 a 004. Vzorek ošetřený nejvyšší intenzitou mikrovlnného záření měl lepší příjemnost chuti a vyšší intenzitu pražené chuti.

5.2.3.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 85: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 001	7	2	6	8	2	1	1	3	4	2	0	1	2	0	0
Vzorek 002	5	0	5	10	0	1	1	2	2	3	1	2	1	0	1
Vzorek 003	7	2	5	8	1	0	1	1	5	0	0	3	1	1	1
Vzorek 004	5	1	4	11	0	1	1	0	3	1	0	6	0	0	4

Graf 35: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Četnosti zakroužkovaných odpovědí týkajících se charakteristiky chuti vzorků mandlí skladovaných 6 měsíců jsou zaznamenány v tabulce 85 a grafu 35. Neošetřené vzorky vykazovaly ve vyšší míře než ostatní vzorky žluklou, máslovou a nevýraznou chuť. Vzorky ošetřené mikrovlnným zářením o výkonu 2,4 kW byly na rozdíl od ostatních nejčastěji nahořklé a štiplavé. Vzorky ošetřené zářením o výkonu 4,5 kW měly chuť častěji jemnou než ostatní vzorky, vzorky ošetřené dvakrát po sobě zářením o výkonu 4,5 kW měly nejčastěji chuť oříškovou, výraznou a slanou.

5.2.3.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 86: Je mezi vzorky 001 a 002 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 002	
Odpověď	Počet z Hodnotitel
ANO	11

Tabulka 87: Je mezi vzorky 001 a 003 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x vzorek 003	
Odpověď	Počet z Hodnotitel
NE	1
ANO	10

Tabulka 88: Je mezi vzorky 001 a 004 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Vzorek 001 x Vzorek 004	
Odpověď	Počet z Hodnotitel
ANO	11

5.2.3.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 89: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	11
N ₀₀₁	6
N ₀₀₂	5

$N > n_{001}$

$N > n_{002}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

Tabulka 90: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	10
N ₀₀₁	5
N ₀₀₃	5

$N > n_{001}$

$N > n_{003}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

Tabulka 91: Který ze vzorků je lepší?

N	11
n ₁	11
N ₀₀₁	9
N ₀₀₄	1

$N > n_{001}$

$N > n_{004}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

5.2.3.5. Pořadová zkouška

Tabulka 92: Pořadí vzorků dle celkové přijatelnosti chuti

	Vzorky			
Hodnotitel	001	002	003	004
1	2	3	4	1
2	4	2	3	1
3	4	2	3	1
4	4	3	1	2
5	1	2	3	4
6	3	4	2	1
7	4	3	2	1
8	4	3	1	2
9	2	4	1	3
10	3	4	2	1
11	2	4	3	1
Součty	33	34	25	18

Pořadí vzorků dle celkové přijatelnosti chuti je v tabulce 92. Pořadová zkouška byla vyhodnocena Friedmanovým testem.

Hodnota Friedmanova kritéria:

$$J \text{ (počet posuzovatelů)} = 11$$

$$P \text{ (počet vzorků)} = 4$$

$$R_1 = 33$$

$$R_2 = 34$$

$$R_3 = 25$$

$$R_4 = 18$$

$$F = \frac{12}{JP(P+1)} (R_1^2 + R_2^2 + \dots) - 3J(P+1)$$

$$F = \frac{12}{11 * 4(4+1)} (33^2 + 34^2 + 25^2 + 18^2) - 3 * 11(4+1)$$

$$F = 9.218181818$$

$$F_{\text{krit.}} = 7,68$$

$F > F_{\text{krit.}} \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Rozdíl mezi jednotlivými vzorky:

Pokud je absolutní hodnota rozdílů součtu pořadí vzorků větší než:

$$1,96 * \sqrt{\frac{JP(P+1)}{6}}$$
$$1,96 * \sqrt{\frac{11 * 4(4+1)}{6}}$$

$$= 11.86839$$

pak na hladině významnosti 0,05 existuje statisticky významný rozdíl mezi danými dvěma vzorky.

$$001-004 = 33 - 18 = 15$$

$$002 - 004 = 34 - 18 = 16$$

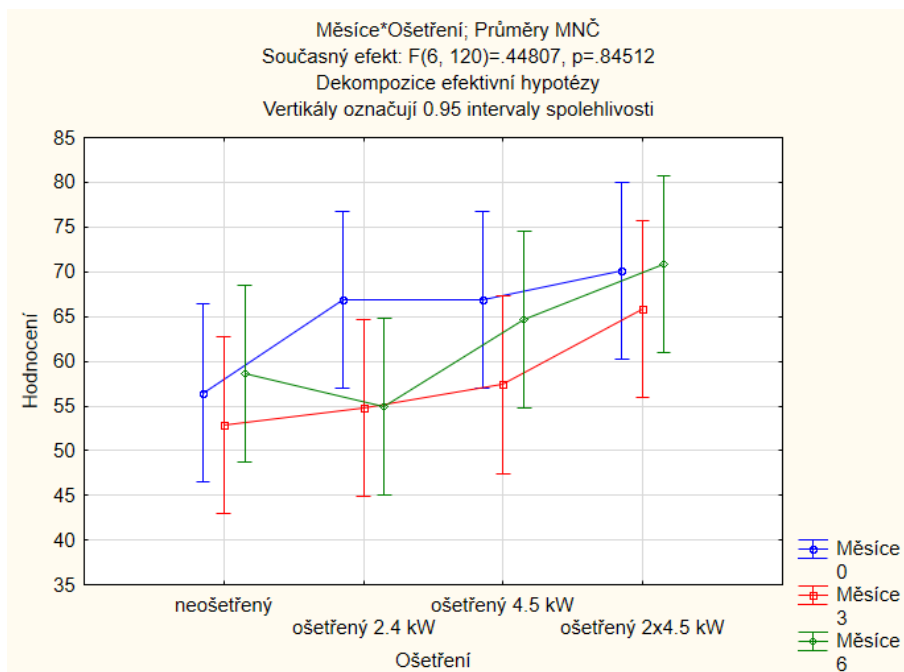
Statisticky významný rozdíl je mezi vzorky 001 a 004, 002 a 004.

Mezi ostatními vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

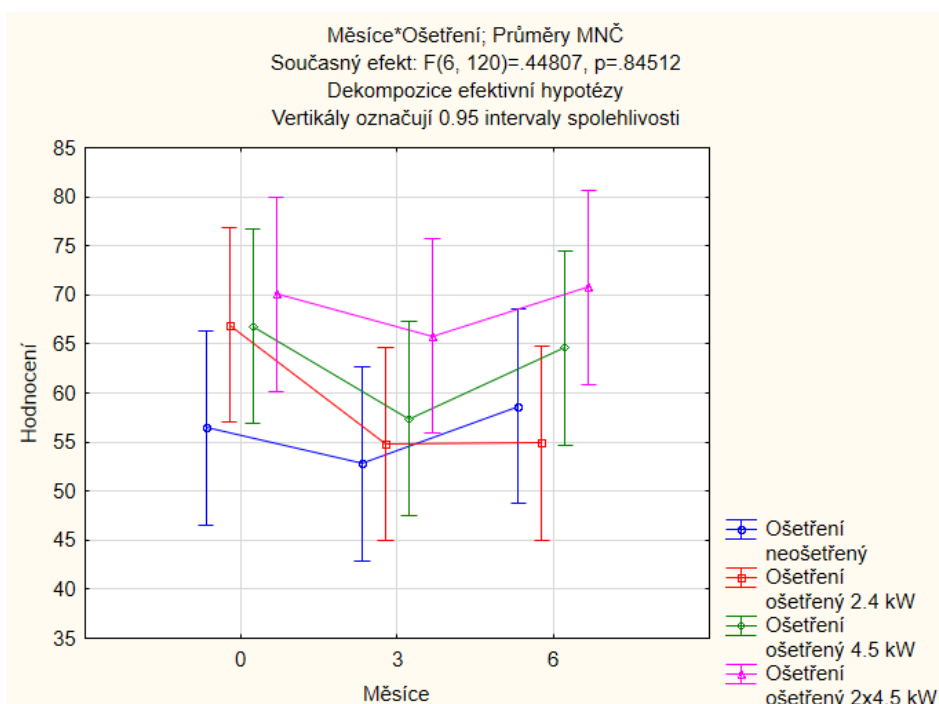
5.2.4. Celkové vyhodnocení sensorického profilu mandlí

5.2.4.1. Hodnocení příjemnosti textury

Graf 36: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

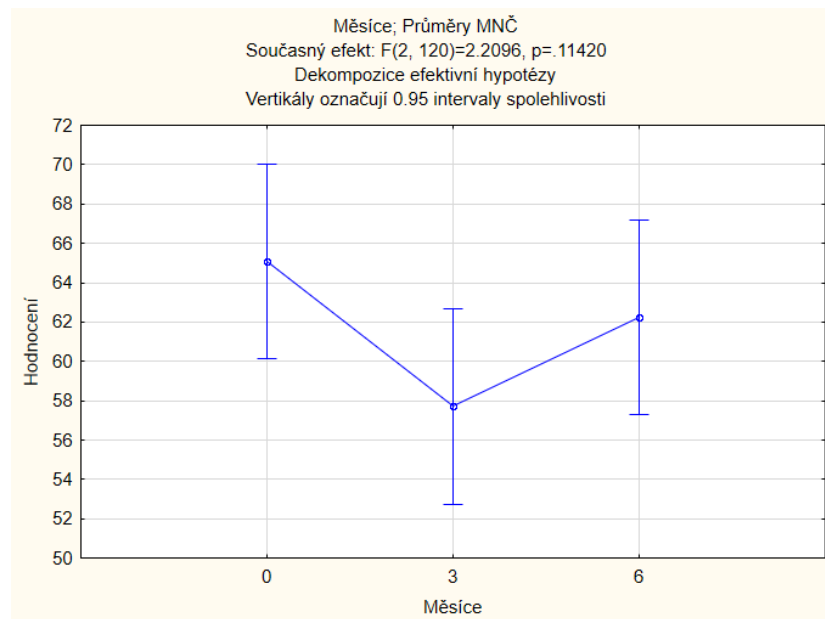


Graf 37: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

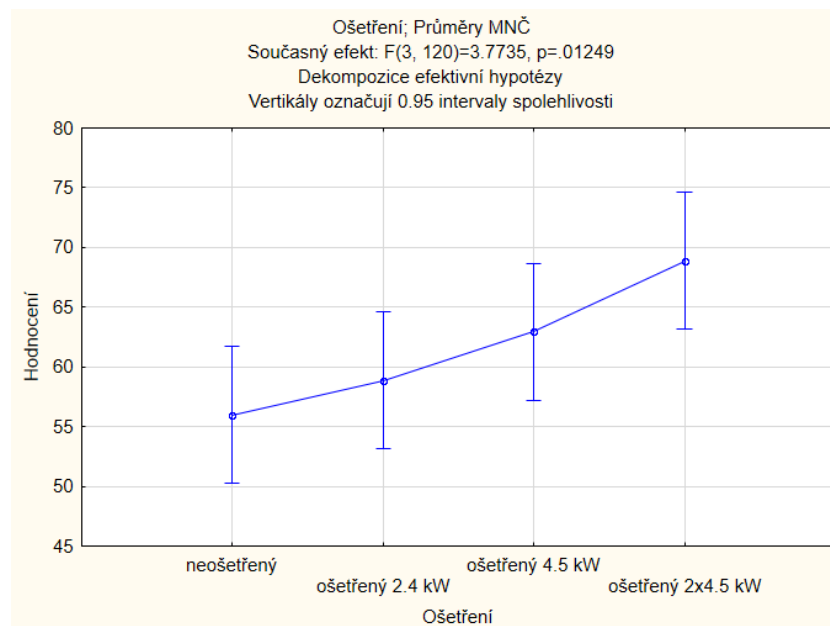


Dle p-hodnoty grafu 36 a 37 neměla interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti textury.

Graf 38: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti textury



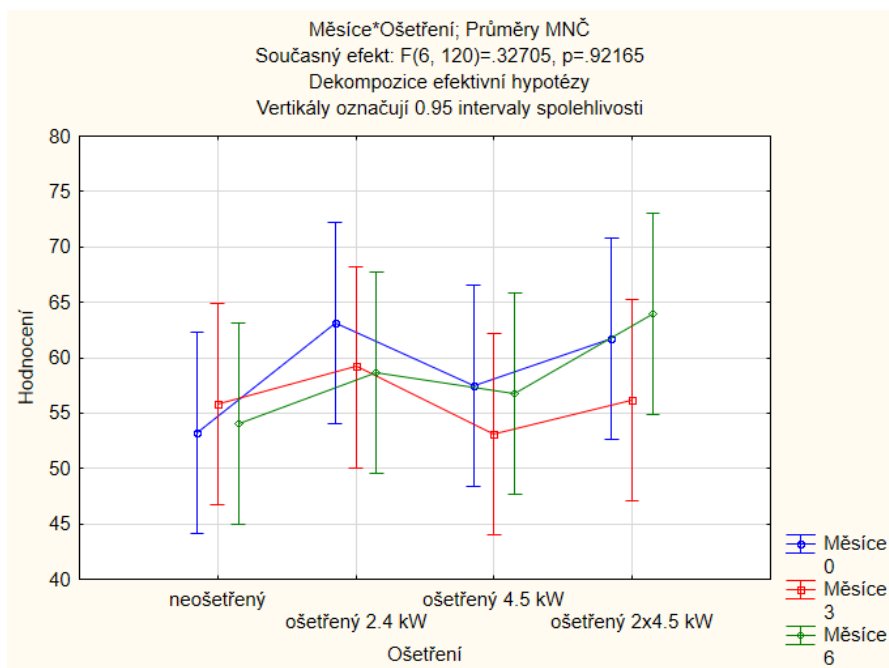
Rovnice 39: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti textury



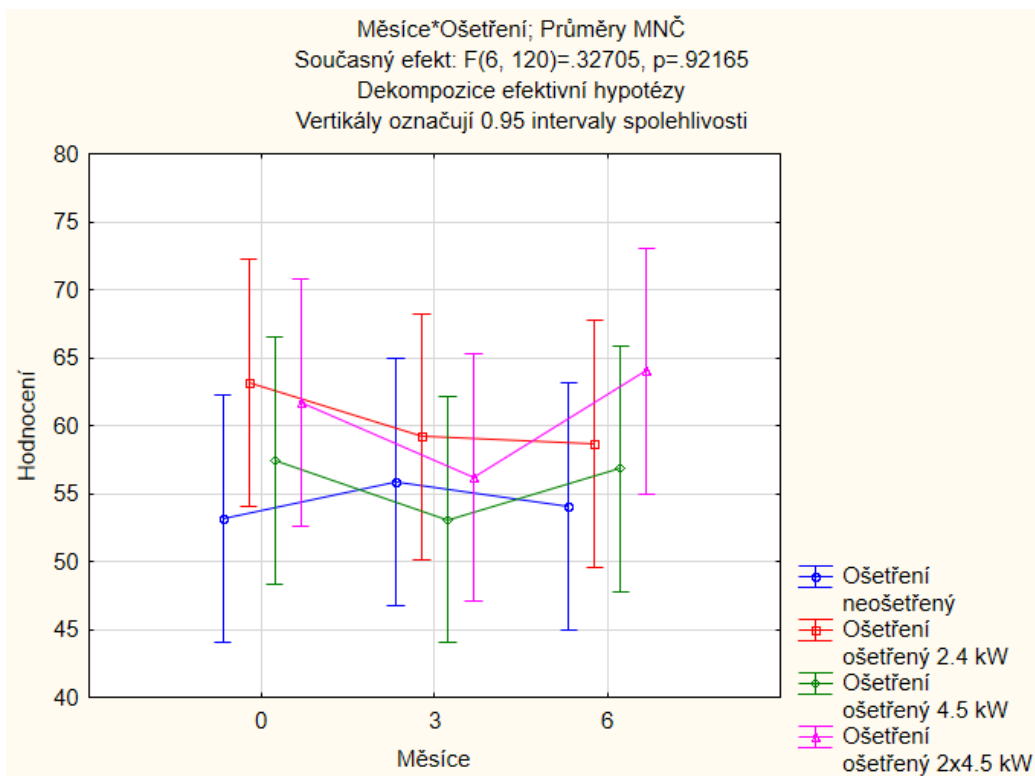
Z jednotlivých nezávisle proměnných měl na hodnocení příjemnosti textury na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření, doba skladování na příjemnost textury vliv neměla (graf 38 a 39).

5.2.4.2. Hodnocení intenzity barvy

Graf 40: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

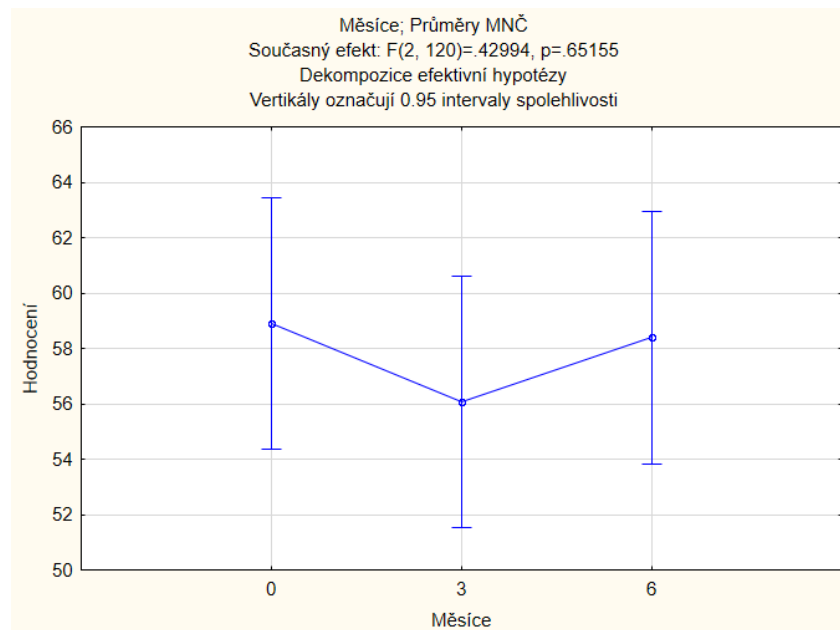


Graf 41: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

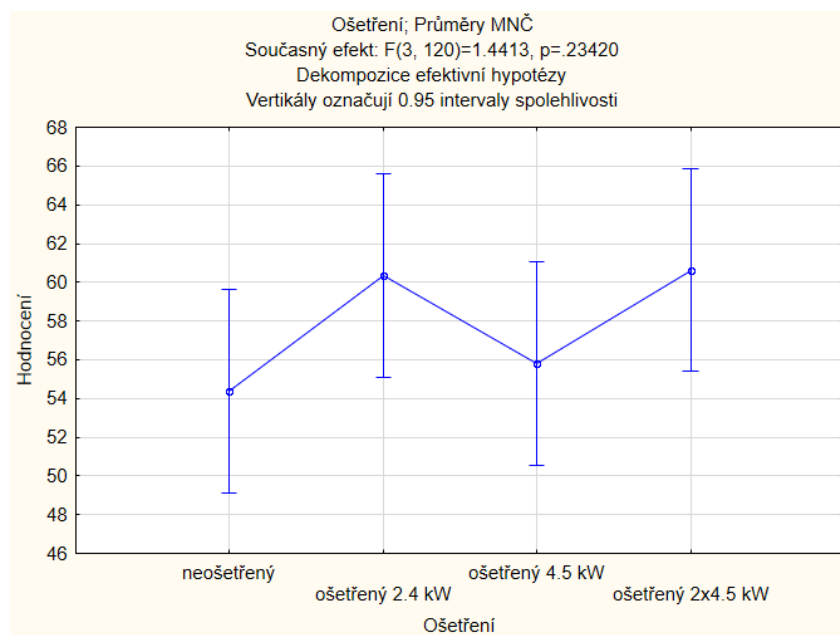


Interakce nezávisle proměnných neměla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity barvy (graf 40 a 41)

Graf 42: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity barvy



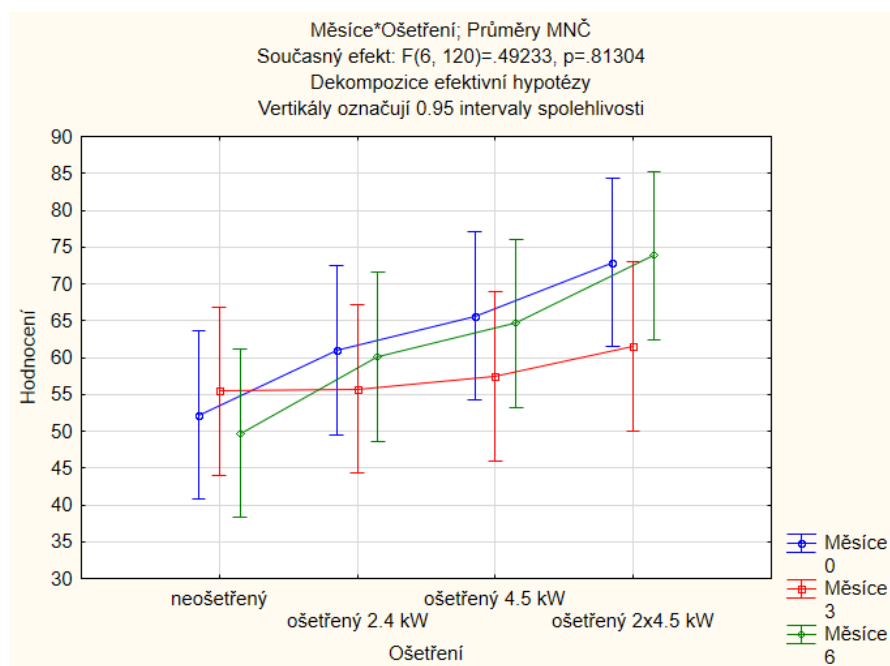
Graf 43: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy



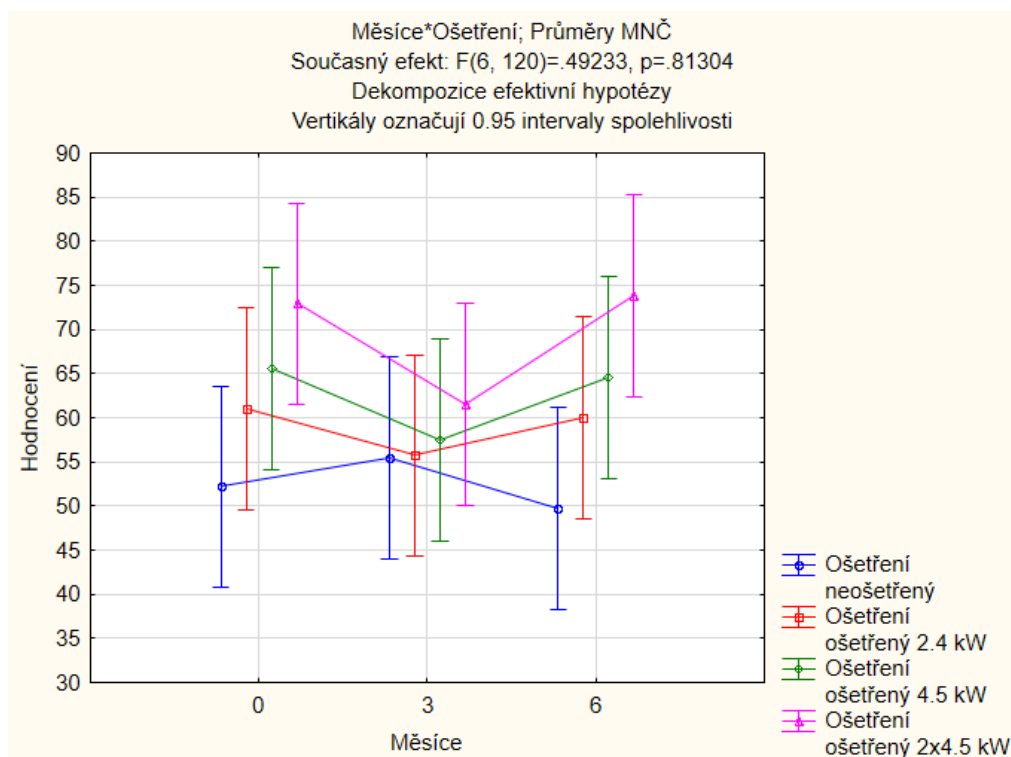
Doba skladování ani způsob ošetření neměly dle p-hodnoty na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity barvy (graf 42 a 43).

5.2.4.3. Hodnocení příjemnosti chuti

Graf 44: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

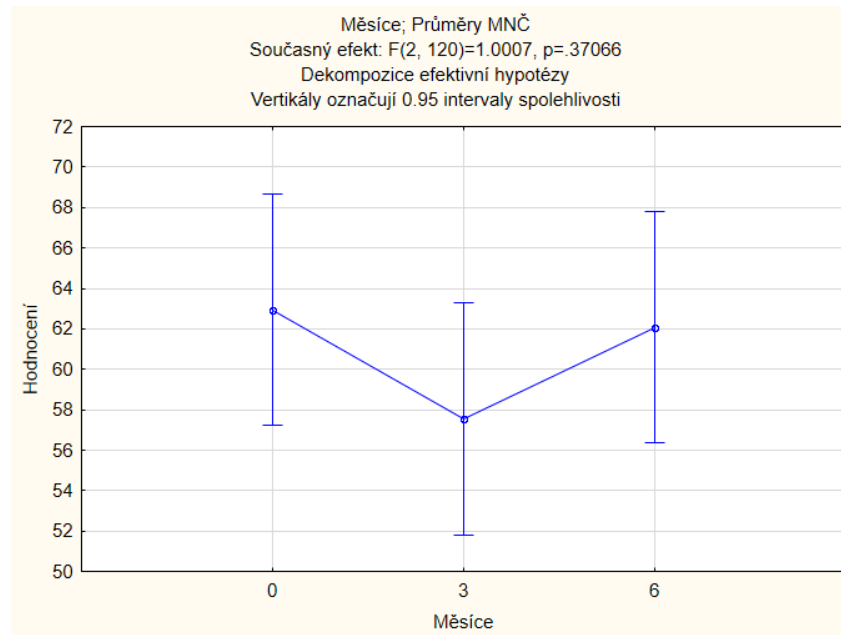


Graf 45: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

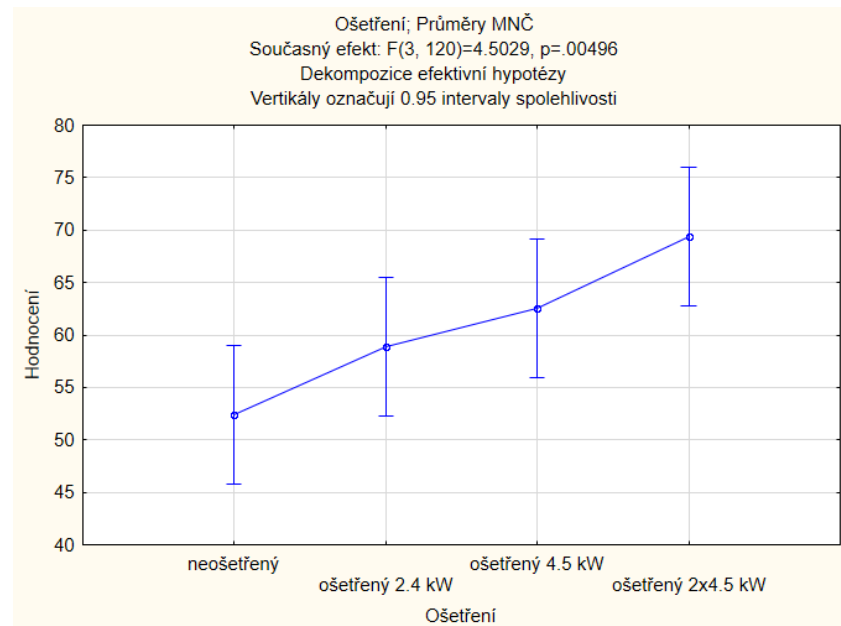


Dle p-hodnoty z grafu 45 a 46 neměla interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti chuti.

Graf 46: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti



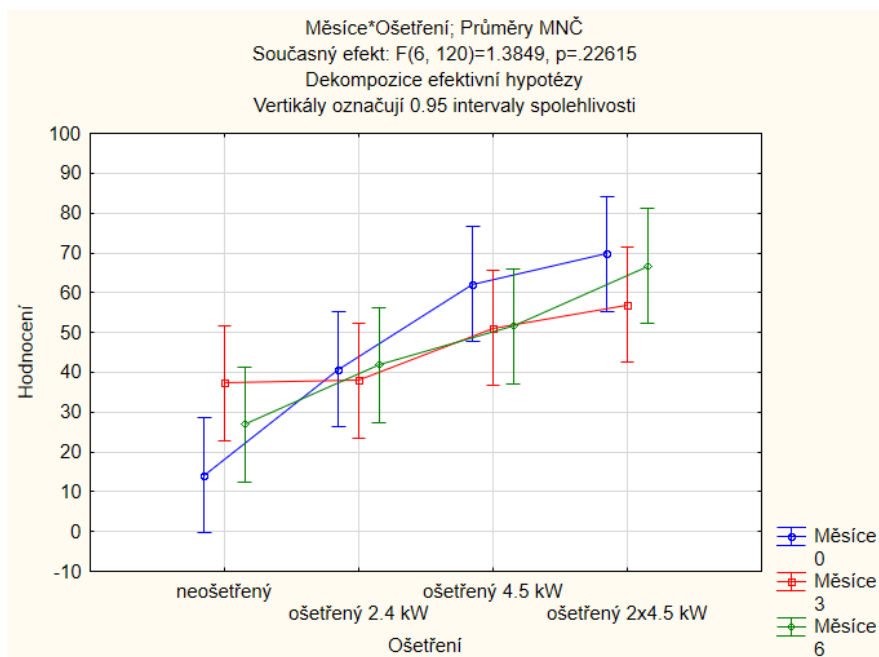
Graf 47: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti chuti



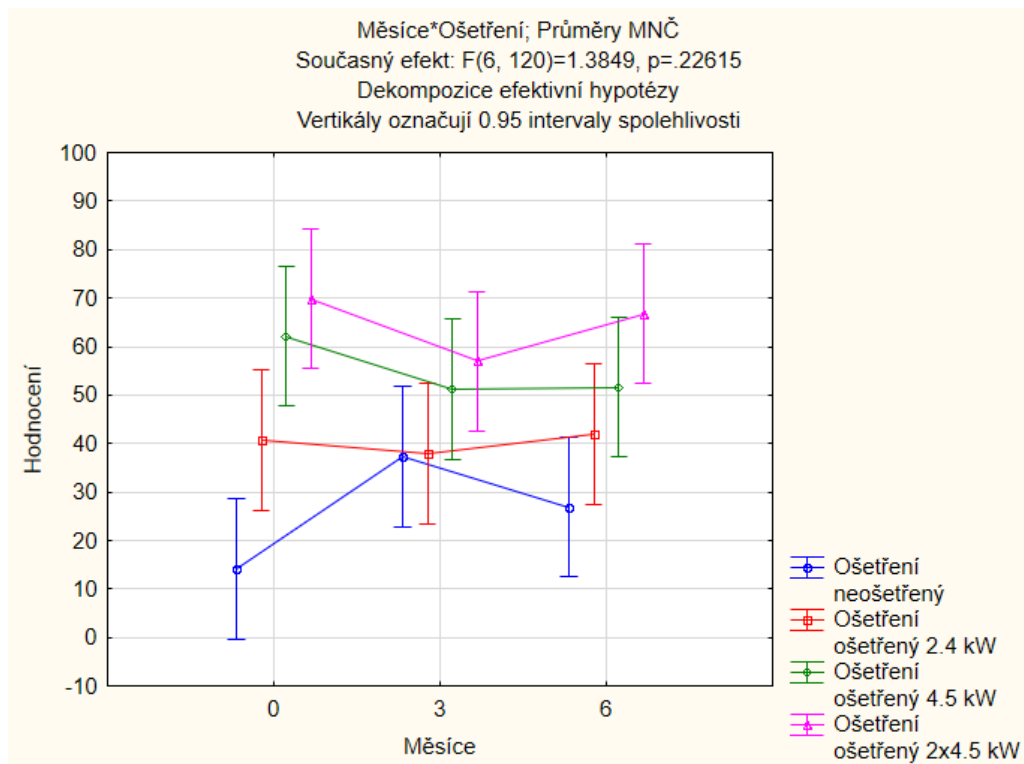
Dle p-hodnot z grafu 46 a 47 měl z obou nezávisle proměnných na hodnocení příjemnosti chuti na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv pouze způsob ošetření.

5.2.4.4. Hodnocení intenzity pražené chuti

Graf 48: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti

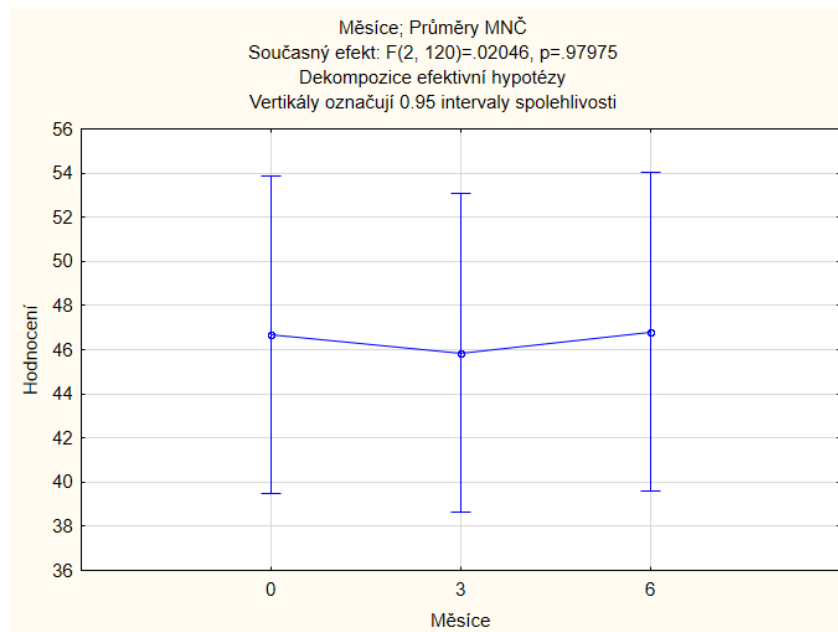


Graf 49: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti

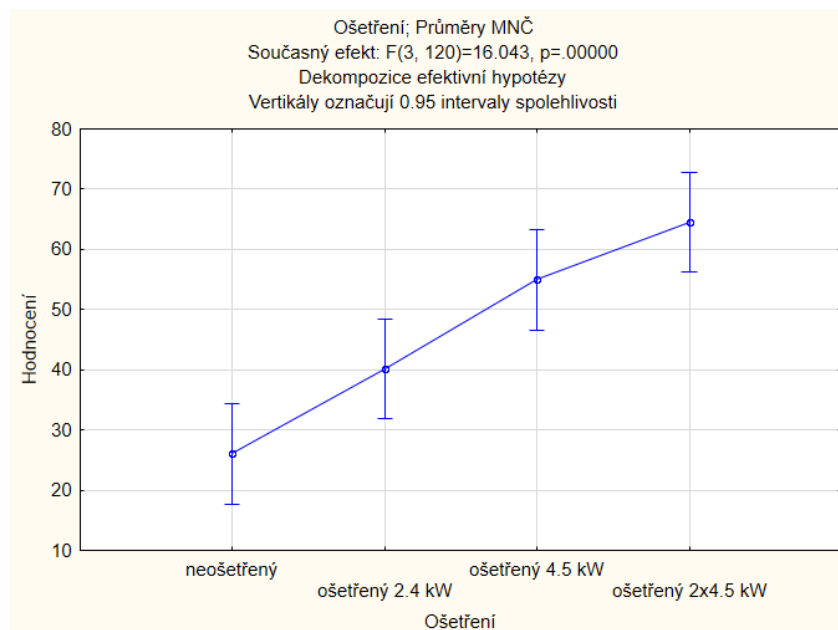


Vliv interakce nezávisle proměnných na závisle proměnnou je znázorněn grafy 48 a 49. dle p-hodnoty neměly nezávisle proměnné na hodnocení intenzity pražené chuti vliv.

Graf 50: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



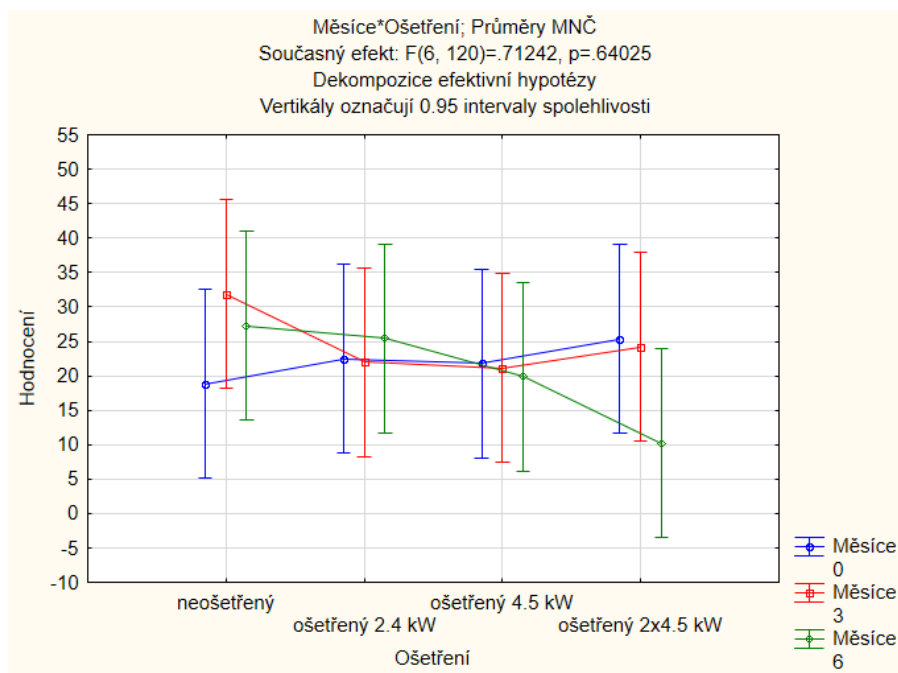
Graf 51: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity pražené chuti



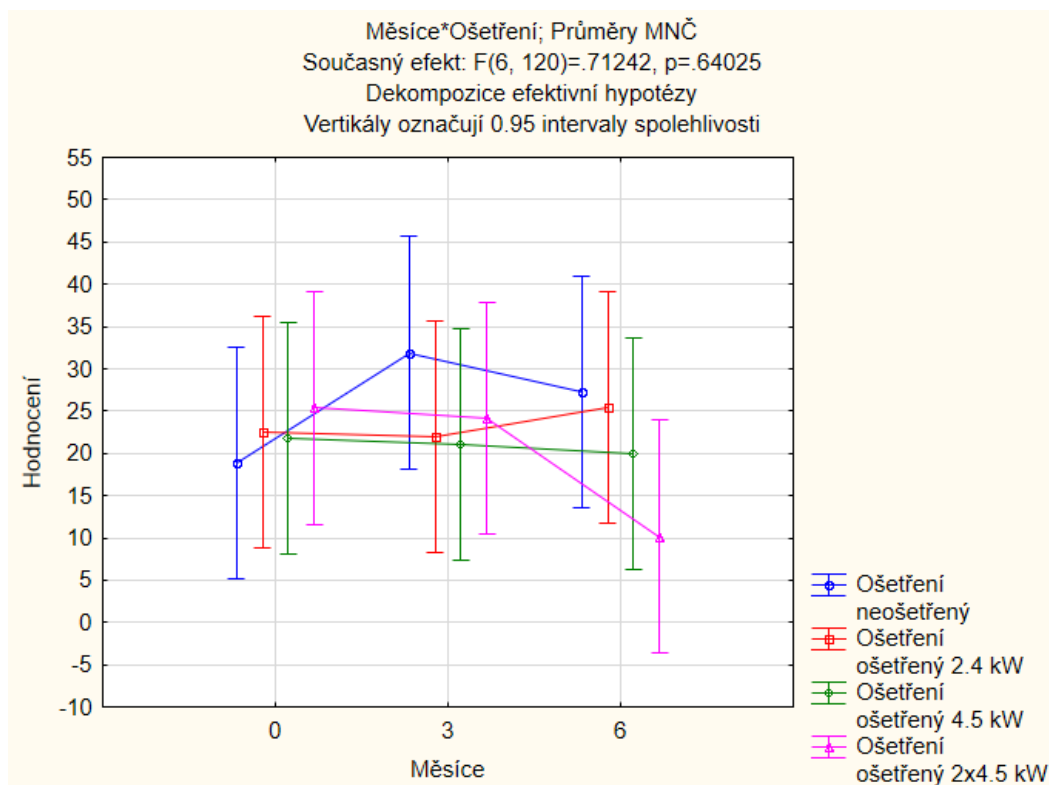
Na hodnocení intenzity pražené chuti mandlí měl na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření, doba skladování vliv neměla.

5.2.4.5. Hodnocení intenzity žluklé chuti

Graf 52: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

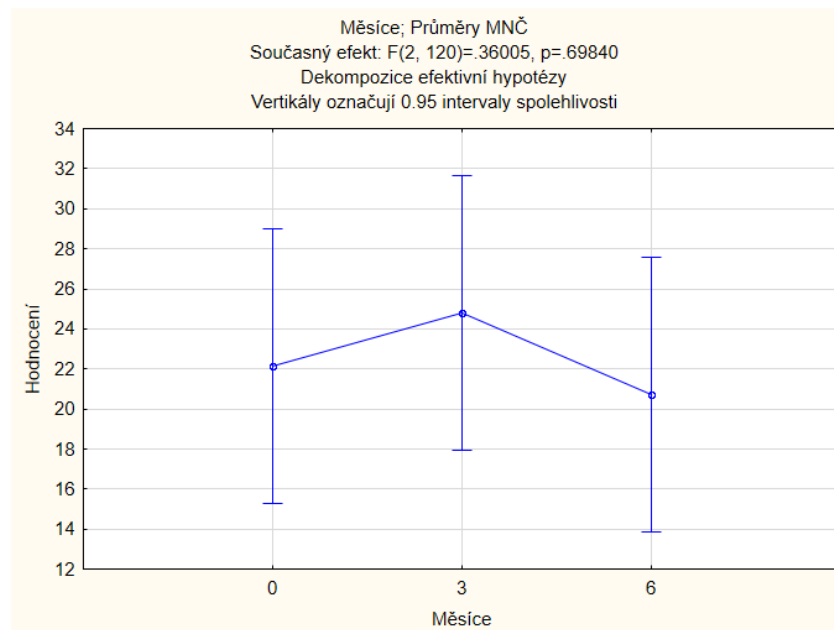


Graf 53: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

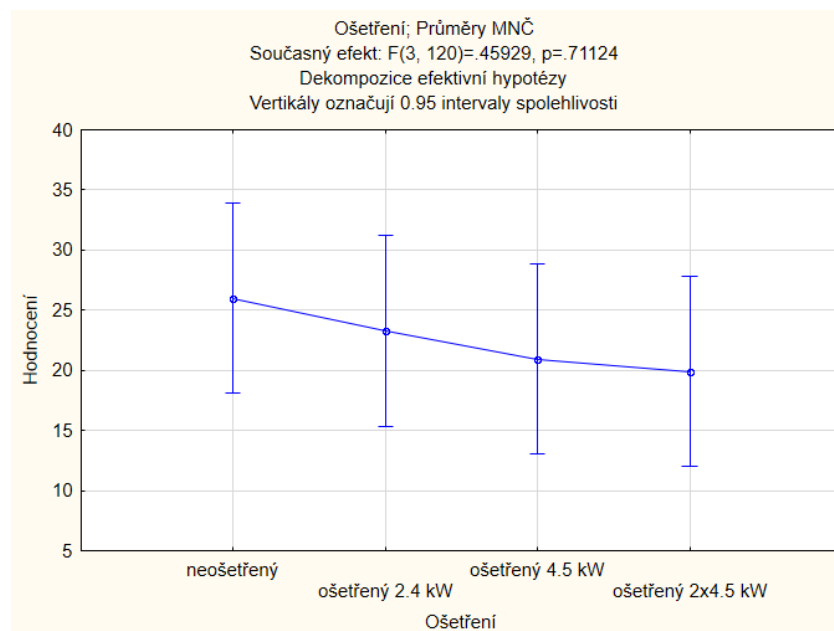


Interakce způsobu ošetření a doby skladování neměla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity žluklé chuti.

Graf 54: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti



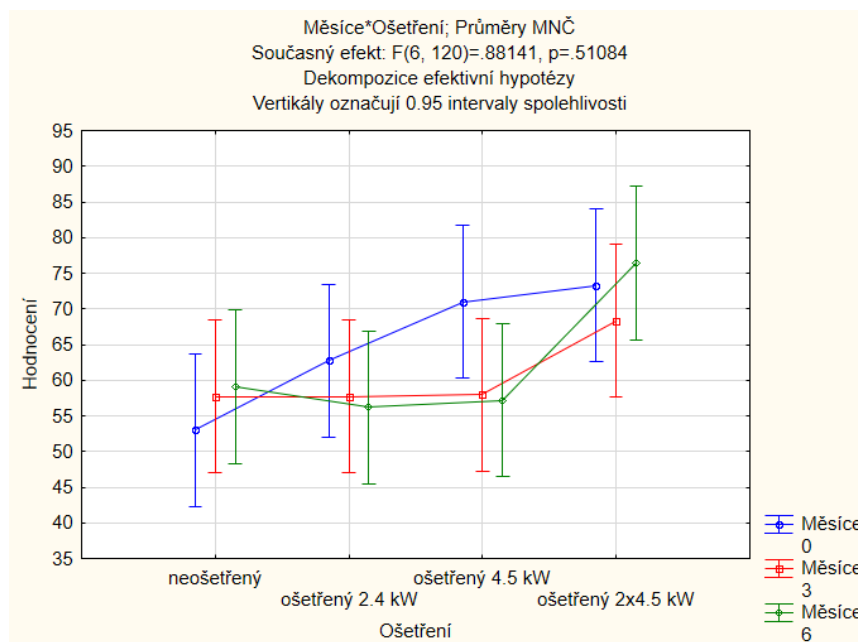
Graf 55: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity žluklé chuti



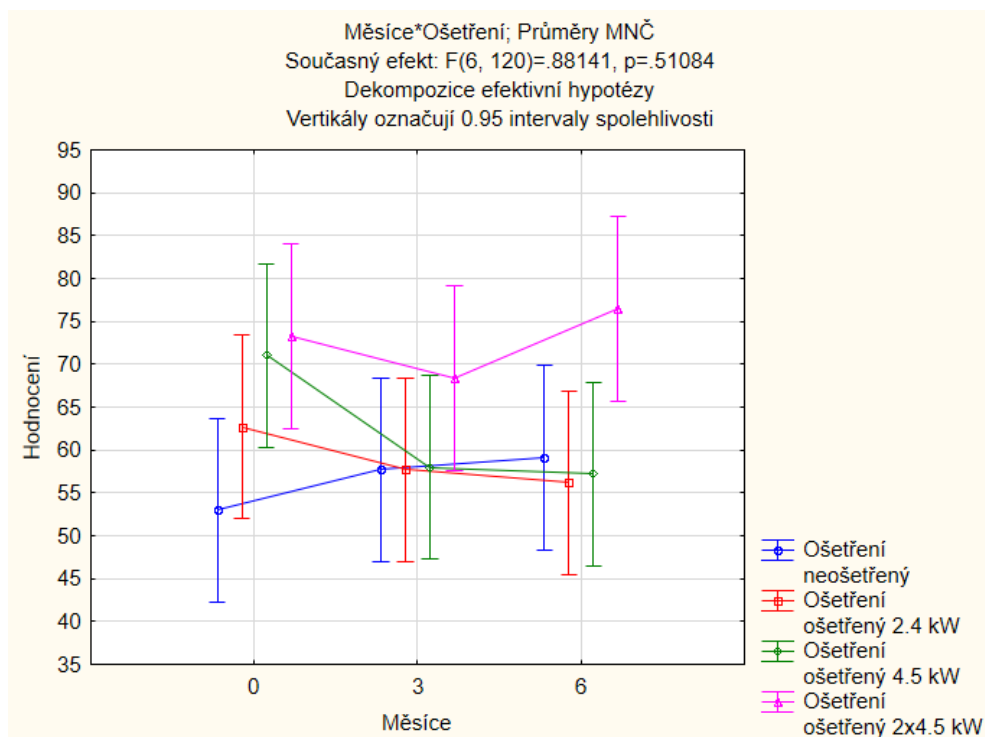
Žádná z nezávisle proměnných neměla na hladině významnosti 0,05 na hodnocení intenzity žluklé chuti statisticky významný vliv.

5.2.4.6. Hodnocení celkové intenzity chuti

Graf 56: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

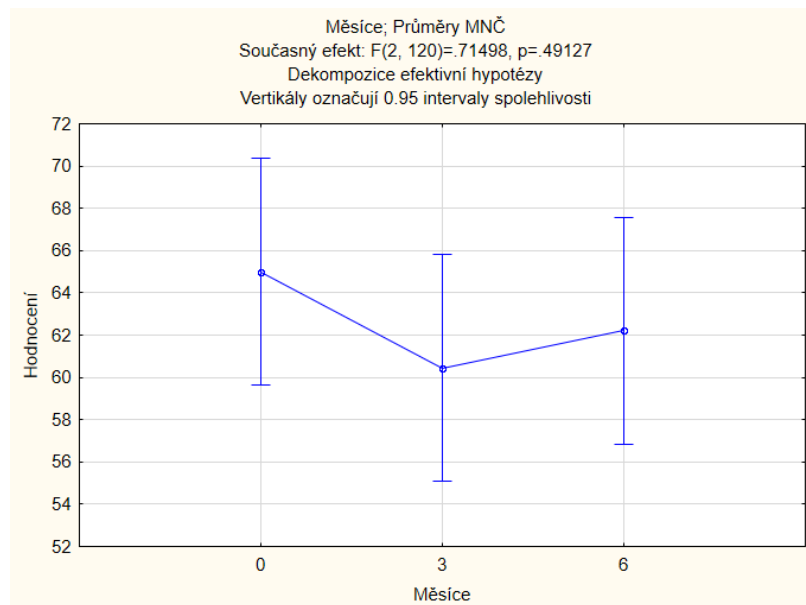


Graf 57: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

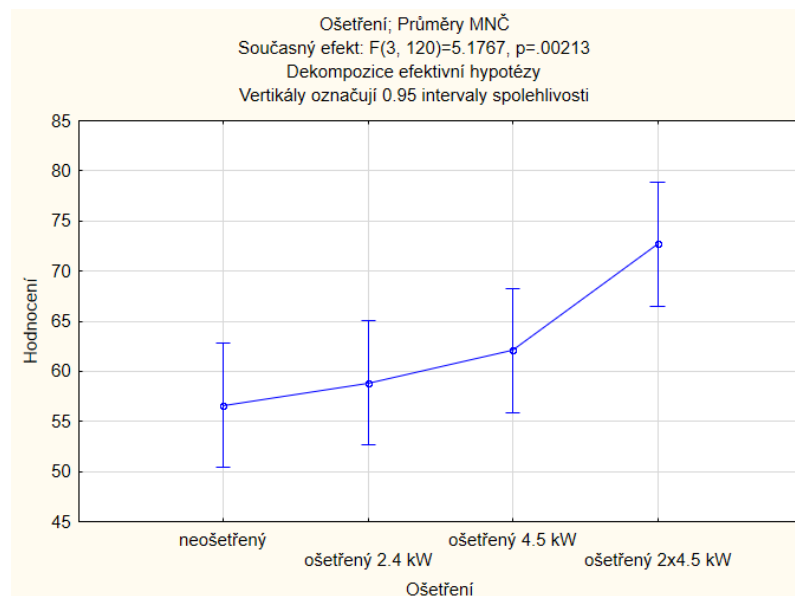


Vliv interakce způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti je znázorněn grafy 56 a 57. Dle p-hodnoty nemá interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení celkové intenzity chuti.

Graf 58: Vliv doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti



Graf 59: Vliv způsobu ošetření na hodnocení celkové intenzity chuti



Na hodnocení celkové intenzity chuti měl na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření. Doba skladování na závisle proměnnou statisticky významný vliv neměla.

5.3. Podzemnice olejná

5.3.1. Hodnocení ihned po ozáření

Podzemnice olejná byla ozářena ve slupce. Respondenti hodnotili chuť vyloupaných semen, které si před hodnocením vyloupali.

05.....neošetřené vzorky

06.....ošetřené vzorky

5.3.1.1. Metoda sensorického profilu

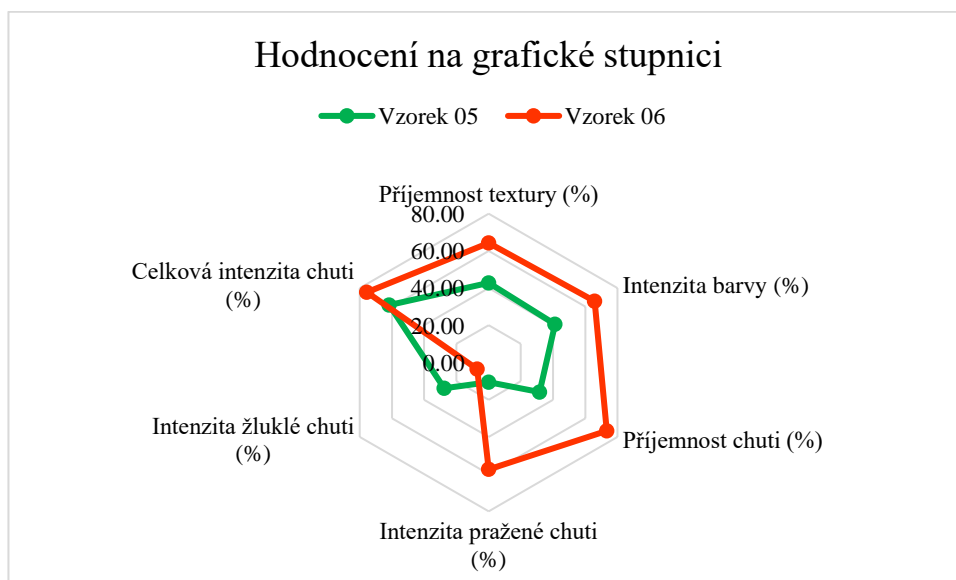
Tabulka 93: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

vzorek 05						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žuklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	28	24	26	0	58	18
2	80	24	51	0	11	62
3	18	28	5	3	65	52
4	77	25	4	2	3	72
5	51	55	61	49	40	61
6	52	76	60	5	4	72
7	8	67	68	29	14	69
8	37	35	13	12	70	80
9	15	30	15	17	30	50
10	69	29	20	0	0	79
11	36	61	26	0	9	63
Průměr	43	41	32	11	28	62
Směrodatná odchylka	24	19	23	15	25	17

Tabulka 94: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 06						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	80	74	79	71	0	56
2	60	43	72	30	3	81
3	80	60	88	58	1	70
4	95	83	94	75	1	87
5	39	70	36	64	40	62
6	77	77	87	4	13	87
7	0	66	100	70	0	81
8	85	73	84	84	5	90
9	58	65	54	68	15	74
10	72	47	51	67	0	74
11	61	67	62	41	0	69
Průměr	64	66	73	57	7	76
Směrodatná odchylka	25	12	19	22	12	10

Graf 60: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



Výsledky metody sensorického profilu podzemnice olejně ihned po ozáření jsou zaznamenány v tabulce 93 a 94. V grafu 60 je znázorněno srovnání ozářeného a neozařeného vzorku.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 95 – Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.102	2.591	1.386	2.220	4.747	2.590
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F > F _{0.05}	F < F _{0.05}

2) F < F_{0.05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 96 – Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Celková intenzita chuti
T	-1.957	-3.560	-4.424	-5.507	-2.246
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t < t _{0.05} (20)	t > t _{0.05} (20)	t > t _{0.05} (20)	t > t _{0.05} (20)	t > t _{0.05} (20)

3) F > F_{0.05} – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 97 – Vyhodnocení Welchova testu

	Intenzita žluklé chuti
T	2.339
t_{0.05}(13)	2,145
Vyhodnocení Welchova testu	$ t > t_{0.05}(14)$

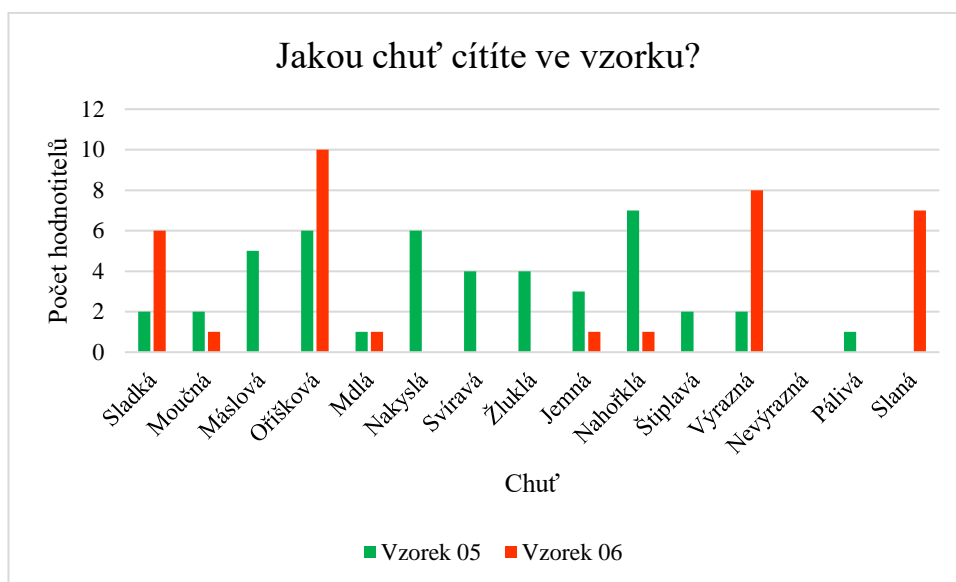
Mezi ozářenými a neozářenými vzorky existují na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly v intenzitě barvy, příjemnosti chuti, intenzitě pražené chuti, celkové intenzitě chuti a intenzitě žluklé chuti. Lepší intenzita barvy, příjemnost chuti, intenzita pražené chuti a celková intenzita chuti byla zaznamenána u vzorku ošetřeného mikrovlnným zářením. Naopak neošetřené vzorky vykazovaly vyšší míru žluklé chuti.

5.3.1.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 98: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Svíravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 05	2	2	5	6	1	6	4	4	3	7	2	2	0	1	0
Vzorek 06	6	1	0	10	1	0	0	0	1	1	0	8	0	0	7

Graf 61: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



U neozářených vzorků byla nejvýraznější chuť nahořklá, nakyslá, oříšková, máslová, svíravá, žluklá a jemná. Chuť ozářených vzorků byla nejčastěji hodnocena jako oříšková, výrazná, slaná a sladká (tabulka 98, graf 61).

5.3.1.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 99: Je mezi vzorky 05 a 06 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
ANO	11

U všech vzorků byl zaznamenán rozdíl v celkové přijatelnosti chuti (tabulka 42)

5.3.1.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 100: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n_1	11
N_{05}	1
N_{06}	10

N = počet hodnotitelů

n_1 = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N_{05} = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N_{06} = počet hodnotitelů, kteří preferovali ošetřené vzorky

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n_1) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný je 11.

$N > n_{05}$

$N > n_{06}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

5.3.2. Hodnocení po 3 měsících skladování

5.3.2.1. Metoda senzorického profilu

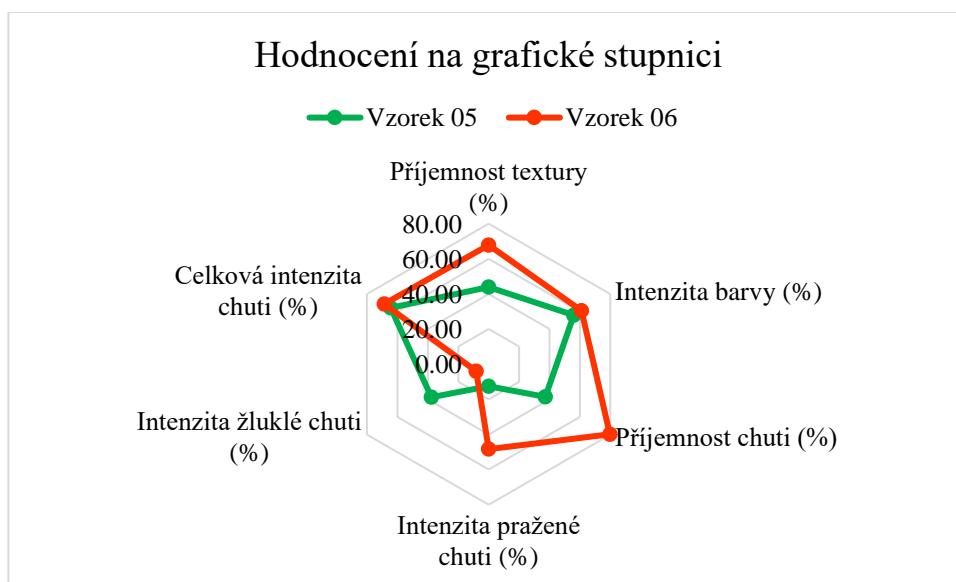
Tabulka 101: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 05						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	39	33	36	6	37	32
2	61	52	19	17	87	80
3	26	52	15	15	72	58
4	61	83	66	3	21	63
5	49	60	65	55	35	62
6	51	66	50	6	7	68
7	12	51	32	32	32	50
8	31	56	3	3	92	92
9	32	29	29	0	8	56
10	62	56	40	1	2	67
11	59	78	55	1	20	80
Průměr	44	56	37	13	38	64
Směrodatná odchylka	16	16	19	16	31	16

Tabulka 102: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 06						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	69	65	80	78	20	57
2	48	49	78	7	5	61
3	79	64	89	79	5	75
4	90	82	95	8	2	82
5	63	71	67	47	38	60
6	69	66	65	5	6	70
7	74	30	87	74	9	78
8	75	75	95	85	1	79
9	62	51	65	49	3	63
10	50	50	70	50	0	64
11	67	68	86	50	0	66
Průměr	68	61	80	48	8	69
Směrodatná odchylka	12	14	11	29	11	8

Graf 62: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



Odovědi sensorického profilu jsou zaznamenány v tabulce 101 a 102. Srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku je znázorněno grafem 62.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 103: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.954	1.223	3.124	3.120	7.883	3.552
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F > F _{0.05}	F > F _{0.05}	F > F _{0.05}	F > F _{0.05}

2) F < F_{0,05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 104: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy
T	-3.796	-0.756
t_{0.05} (20)	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t > t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)

3) F > F_{0,05} – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 105: Vyhodnocení Welchova testu

	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
T	-5.994	-3.429	2.869	-0.770
t_{0.05}(13)	2,120	2,120	2,120	2,120
Vyhodnocení Welchova testu	t >t _{0.05} (16)	t >t _{0.05} (16)	t >t _{0.05} (16)	t <t _{0.05} (16)

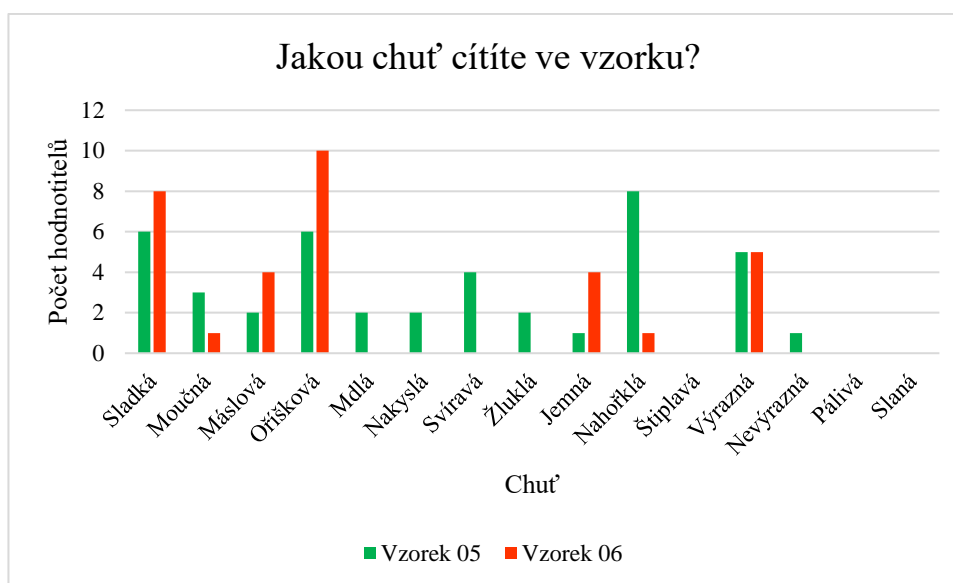
Na hladině významnosti 0,05 byl vyhodnocen statisticky významný rozdíl v příjemnosti textury, příjemnosti chuti, intenzitě pražené chuti a intenzitě žluklé chuti. Příjemnost textury, příjemnost chuti a intenzita pražené chuti byly hodnoceny lépe u ošetřeného vzorku než u neošetřeného. Naopak Intenzita žluklé chuti byla silnější u neošetřeného vzorku podzemnice olejně.

5.3.2.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 106: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 05	6	3	2	6	2	2	4	2	1	8	0	5	1	0	0
Vzorek 06	8	1	4	10	0	0	0	0	4	1	0	5	0	0	0

Graf 63: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Po třech měsících skladování popsali chuť neošetřené podzemnice olejně nejčastěji jako nahořklou, oříškovou, sladkou, výraznou, svíravou a moučnou. Ošetřená podzemnice olejná měla chuť oříškovou, sladkou, výraznou, jemnou a máslovou (tabulka 106, graf 63).

5.3.2.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 107: Je mezi vzorky 05 a 06 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
ANO	11

Při hodnocení po 3 měsících skladování byl též mezi oběma vzorky zaznamenán rozdíl v celkové přijatelnosti chuti.

5.3.2.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 108: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n ₁	11
N ₀₅	2
N ₀₆	9

$N > n_{05}$

$N > n_{06}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

5.3.3. Hodnocení po 6 měsících skladování

5.3.3.1. Metoda senzorického profilu

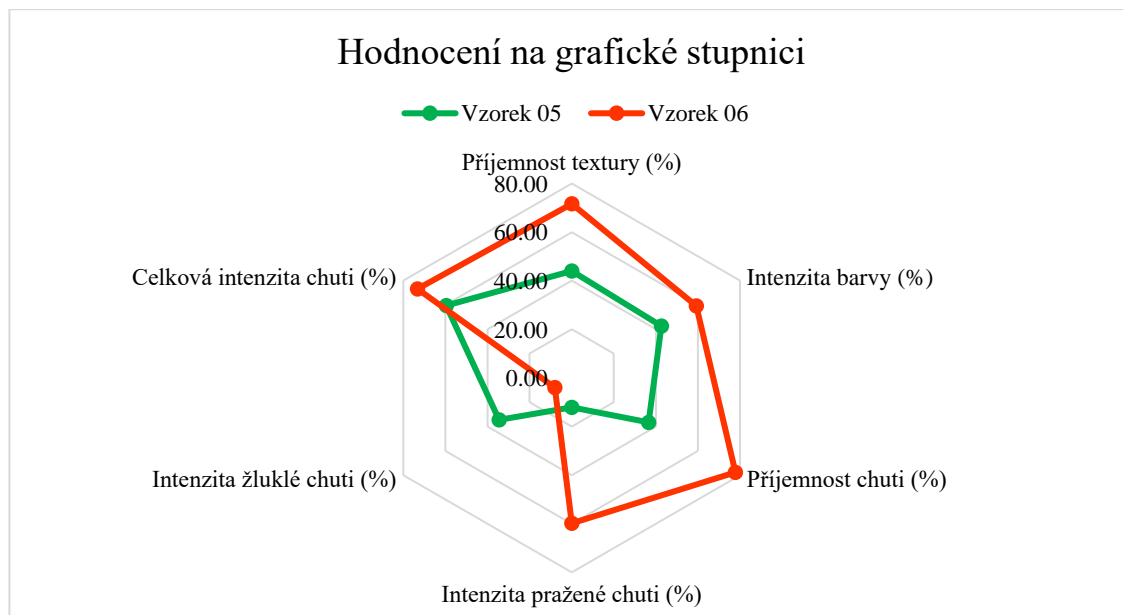
Tabulka 109: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 05						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	63	60	17	18	24	68
2	65	9	35	0	15	60
3	27	52	16	15	35	42
4	69	22	93	0	5	65
5	48	45	55	45	62	49
6	62	52	21	0	24	64
7	17	48	27	47	72	28
8	10	65	6	6	92	92
9	34	36	35	0	9	47
10	41	53	45	2	2	66
11	48	27	52	0	39	75
Průměr	44	43	37	12	34	60
Směrodatná odchylka	19	16	23	17	28	17

Tabulka 110: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 06						
Hodnotitel	Deskriptory					
	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	75	67	71	74	10	63
2	60	13	75	50	0	68
3	78	50	95	69	0	69
4	95	81	94	60	3	82
5	71	72	86	68	0	77
6	60	60	82	19	33	93
7	78	48	82	82	7	83
8	71	72	52	52	30	66
9	69	64	69	63	3	65
10	60	52	65	54	2	62
11	71	72	85	67	0	78
Průměr	72	59	78	60	8	73
Směrodatná odchylka	10	18	12	16	12	10

Graf 64: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



V tabulce 109 a 110 jsou hodnoty metody senzorického profilu neožářeného a ožářeného vzorku podzemnice olejné. Graf 64 znázorňuje srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 111: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	3.863	1.163	3.533	1.163	5.952	3.038
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F>F _{0.05}	F<F _{0.05}	F>F _{0.05}	F<F _{0.05}	F>F _{0.05}	F>F _{0.05}

2) F<F_{0.05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 112: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Intenzita barvy	Intenzita pražené chuti
T	-2.167	-6.474
t_{0.05} (20)	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t >t _{0.05} (20)	t >t _{0.05} (20)

3) F>F_{0.05} – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 113: Vyhodnocení Welchova testu

	Příjemnost textury	Příjemnost chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
T	-4.051	-4.970	2.758	-2.255
t_{0.05}(15)	2,131	2,131	2,131	2,131
Vyhodnocení Welchova testu	t >t _{0.05} (15)	t >t _{0.05} (15)	t >t _{0.05} (15)	t >t _{0.05} (15)

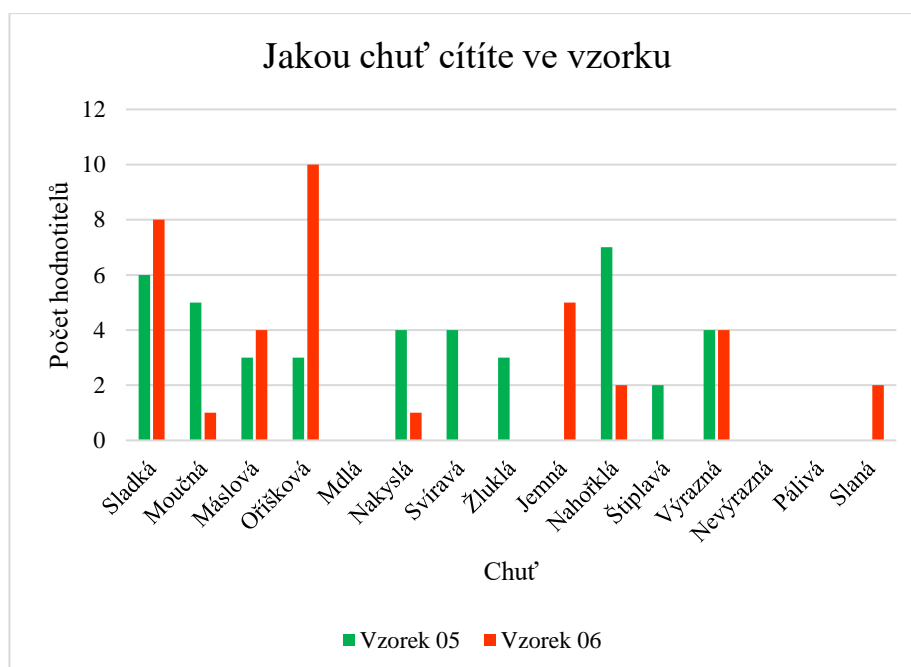
U podzemnice olejné skladované 6 měsíců byl na hladině významnosti 0,05 zaznamenán rozdíl ve všech hodnocených vlastnostech (tabulka 111 – 113).

5.3.3.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 114: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 05	6	5	3	3	0	4	4	3	0	7	2	4	0	0	0
Vzorek 06	8	1	4	10	0	1	0	0	5	2	0	4	0	0	2

Graf 65: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Četnosti zakroužkovaných odpovědí týkající se vlastností chuti neozářených a ozářených vzorků podzemnice olejné jsou v tabulce 114. Grafické znázornění bylo provedeno pomocí grafu 65. Chuť neošetřeného vzorku byla častěji označena jako nahořklá, moučná, nakyslá,

svíravá, žluklá a štiplavá. Chuť ošetřeného vzorku označilo více hodnotitelů jako oříškovou, jemnou, sladkou, slanou, máslovou.

5.3.3.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 115: Je mezi vzorky 05 a 06 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
ANO	11

Tabulka 116: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n_1	11
N_{05}	0
N_{06}	11

N = počet hodnotitelů

n_1 = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N_{05} = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N_{06} = počet hodnotitelů, kteří preferovali ošetřené vzorky

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n_1) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný je 11.

$N > n_{005}$

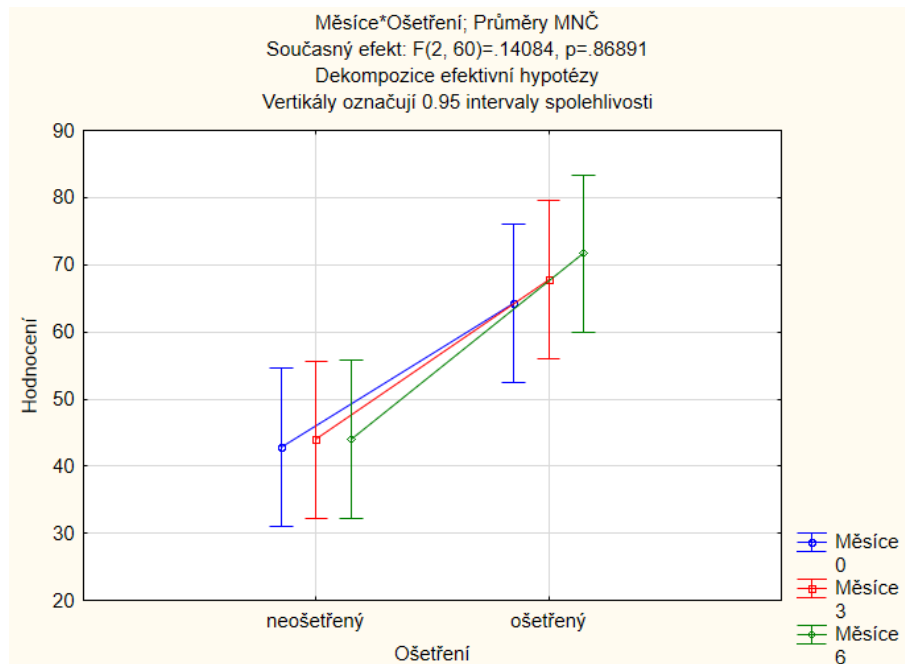
$N = n_{006}$

Rozdíl je možné považovat za průkazný. Ošetřený vzorek podzemnice olejné byl jednoznačně lepší než vzorek neošetřený.

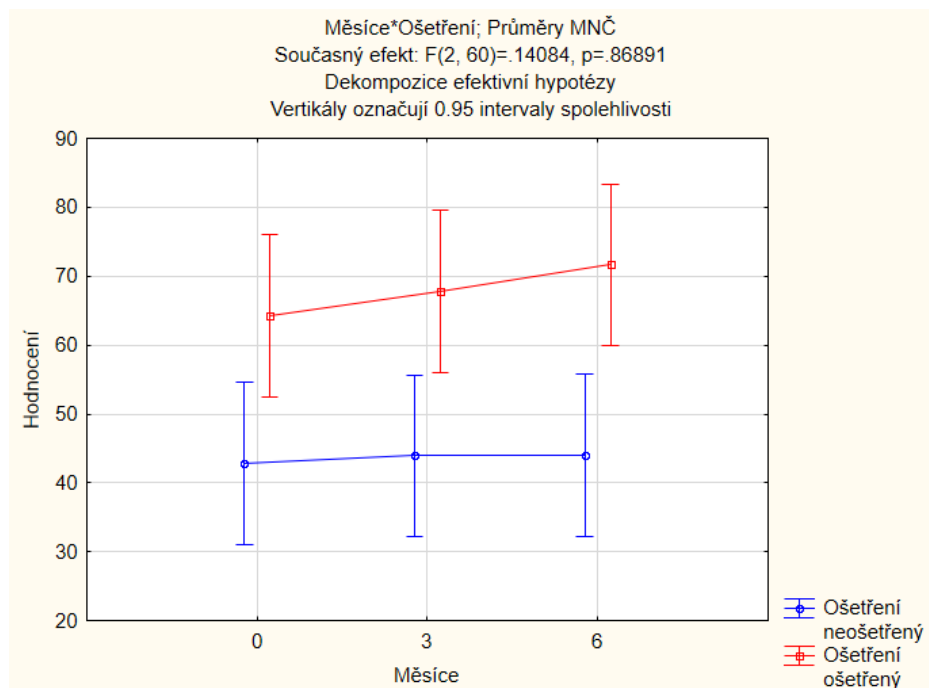
5.3.4. Celkové vyhodnocení sensorického profilu podzemnice olejné

5.3.4.1. Hodnocení příjemnosti textury podzemnice olejné

Graf 66: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

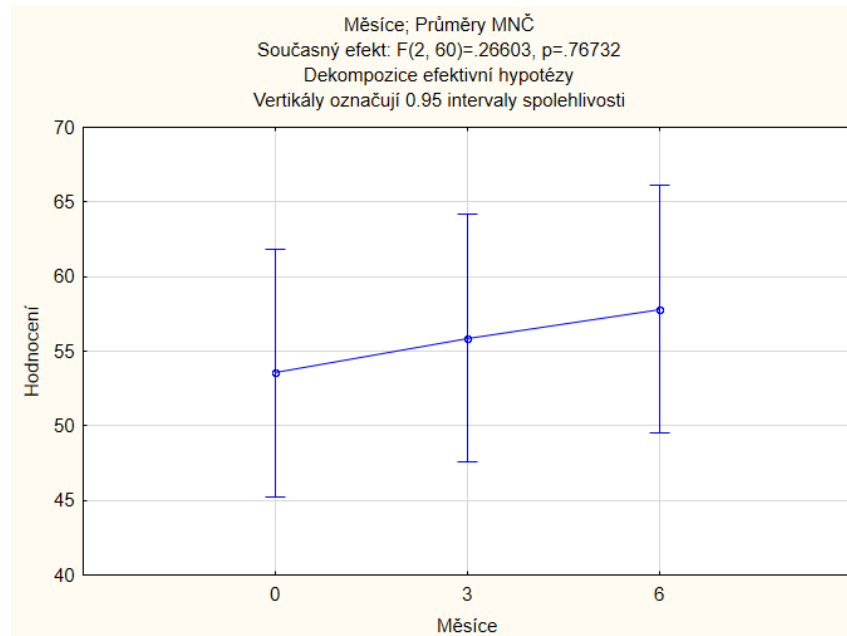


Graf 67: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

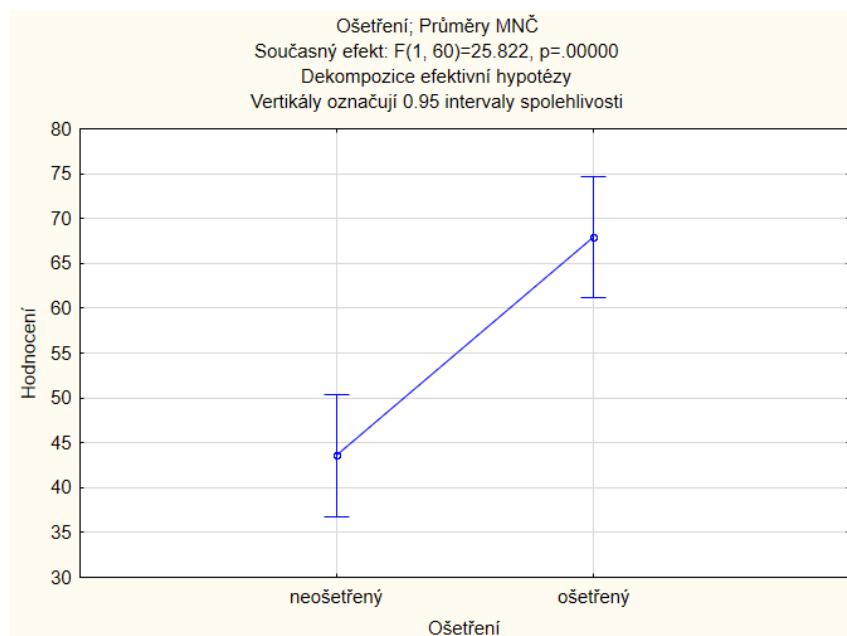


Graf 66 a 67 znázorňuje míru vlivu interakce nezávisle proměnných na hodnocení příjemnosti textury. Z p-hodnoty je zřejmé, že interakce způsobu ošetření a doby skladování nemá na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení přijatelnosti chuti.

Graf 68: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti textury



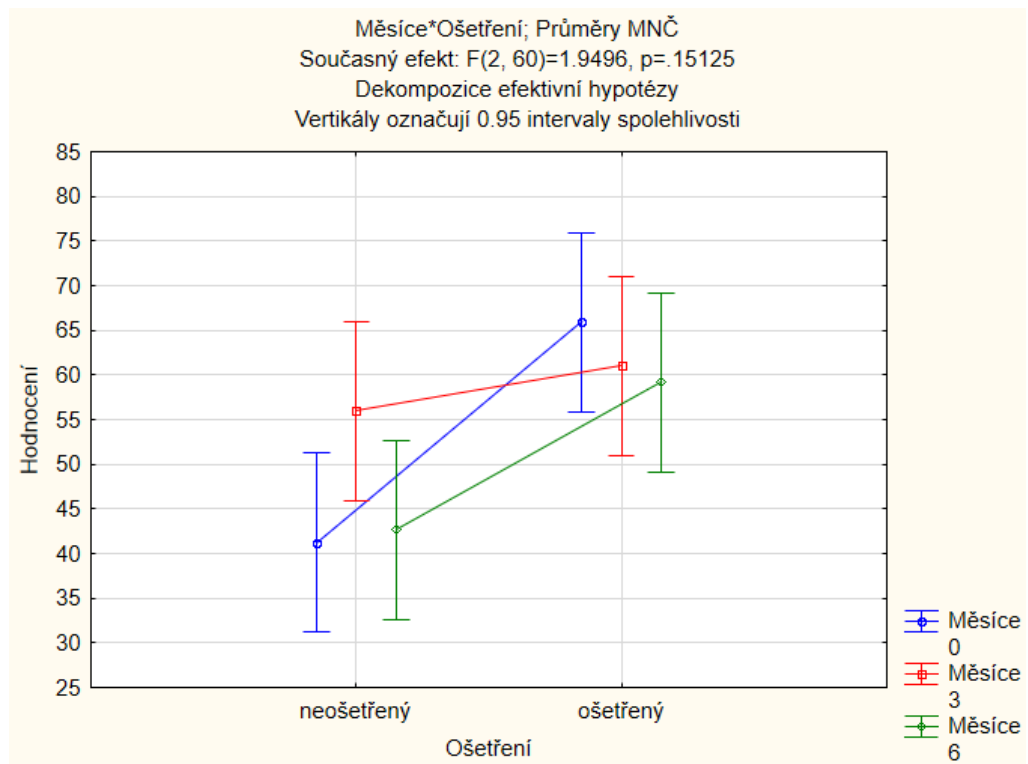
Graf 69: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti textury



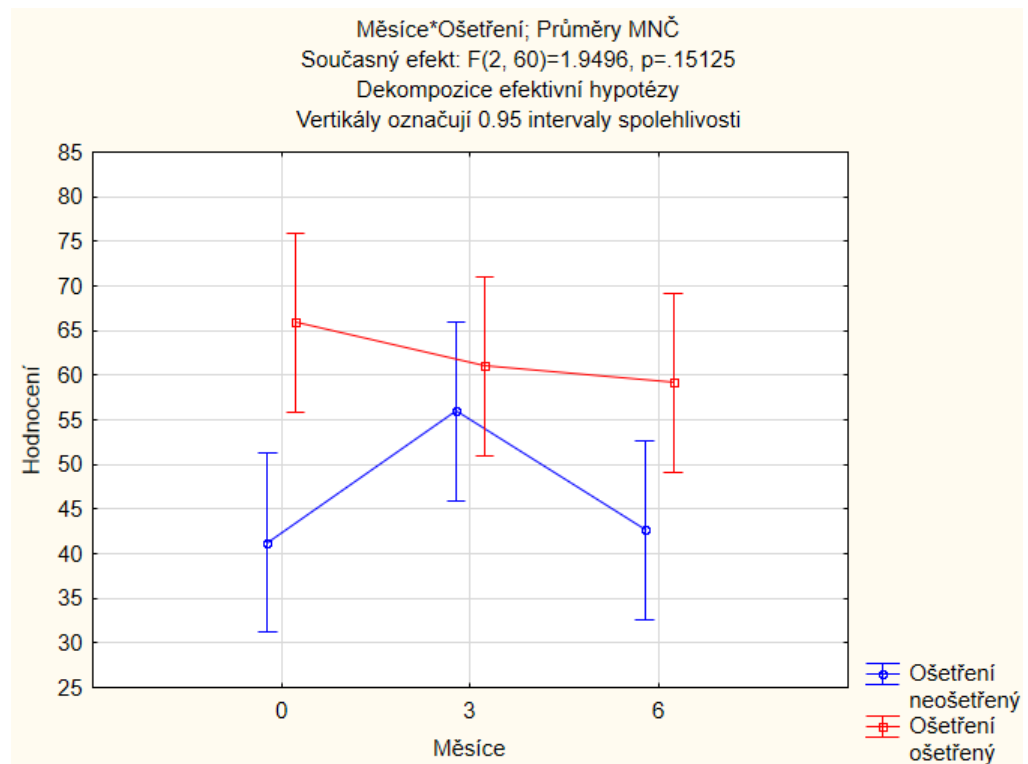
p-hodnoty z grafu 68 a 69 indikují, že na hladině významnosti 0,05 má na hodnocení příjemnosti textury statisticky významný vliv způsob ošetření vzorku, nikoli však doba skladování.

5.3.4.2. Hodnocení intenzity barvy podzemnice olejné

Graf 70: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

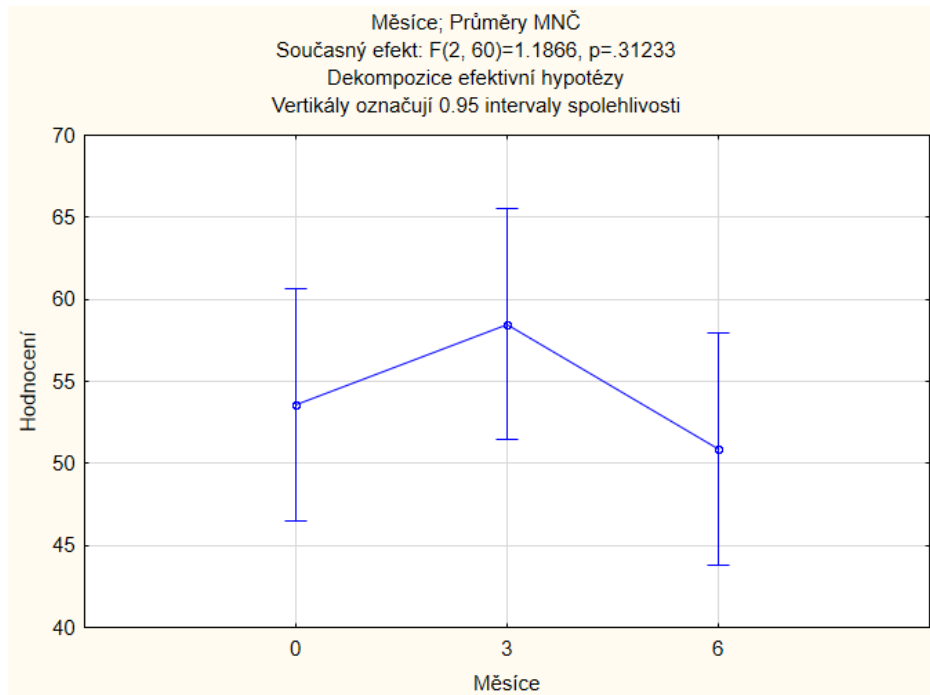


Graf 71: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

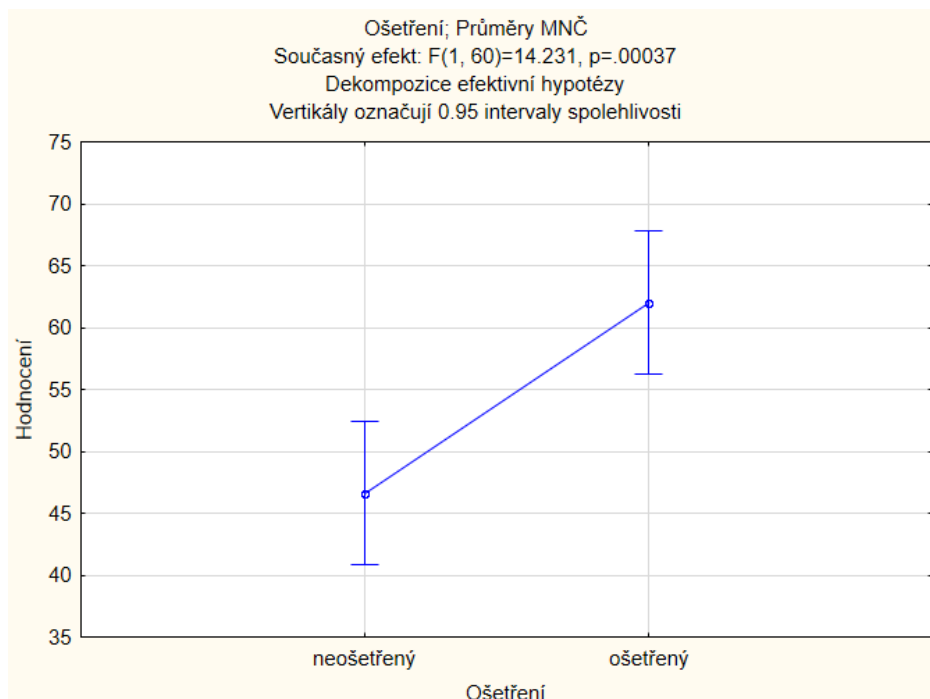


Grafy 70 a 71 znázorňují vliv interakce nezávisle proměnných na hodnocení intenzity barvy. Dle p-hodnot nemá interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity barvy.

Graf 72: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity barvy



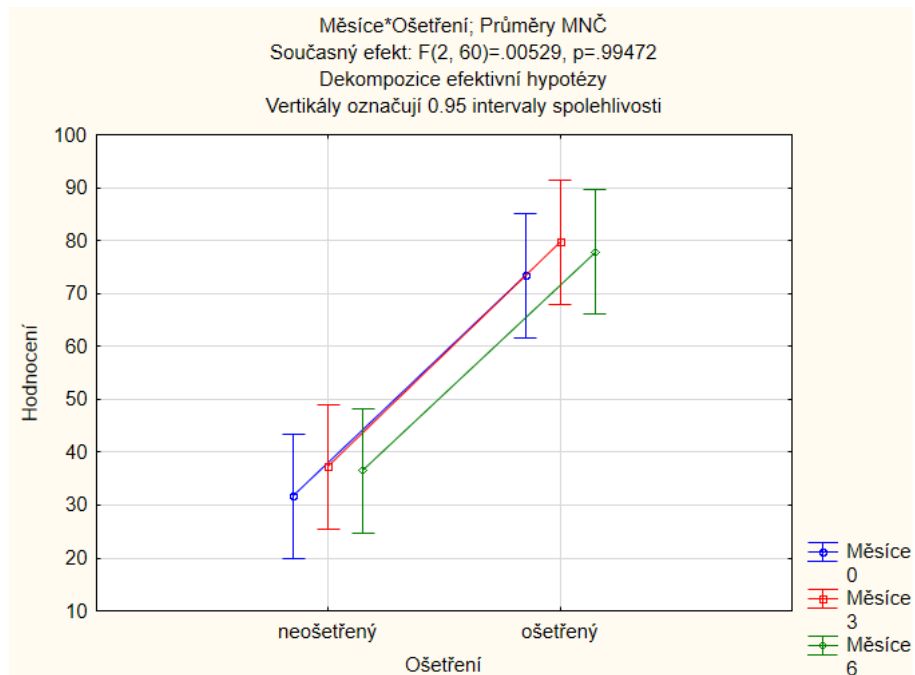
Graf 73: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy



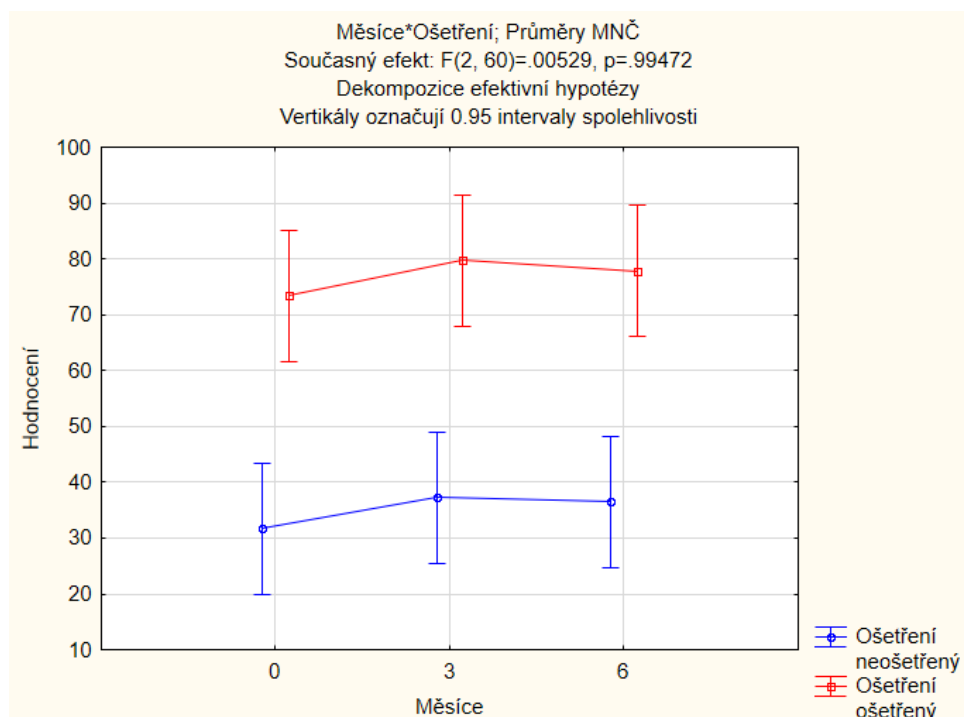
Z jednotlivých nezávisle proměnných má dle p-hodnot na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv pouze způsob ošetření (graf 73). Doba skladování statisticky významný vliv nemá (graf 72).

5.3.4.3. Hodnocení příjemnosti chuti podzemnice olejné

Graf 74: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

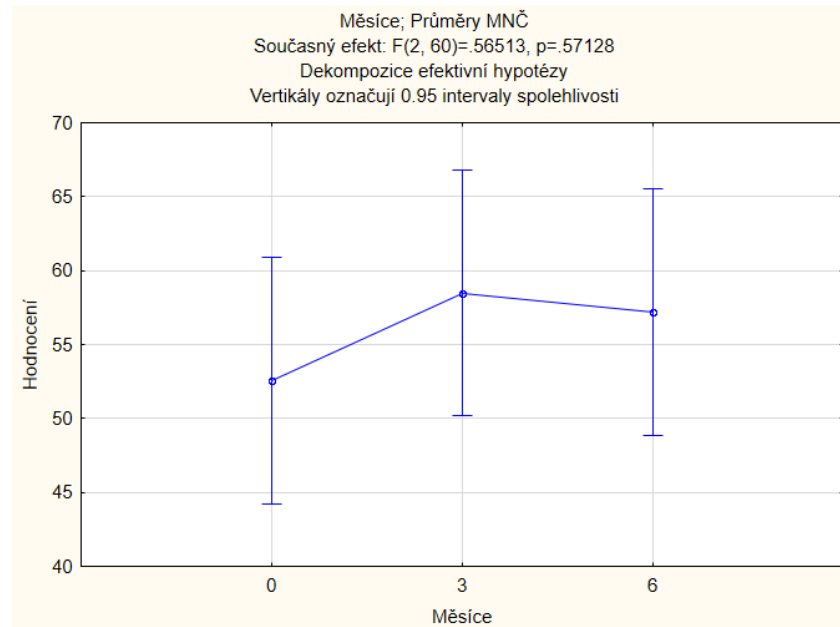


Graf 75: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

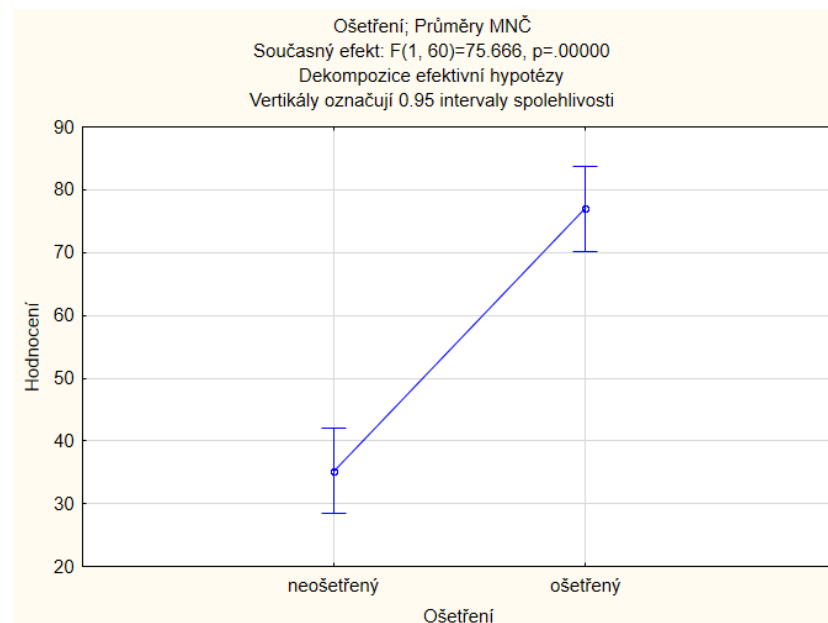


Interakce nezávisle proměnných nemá na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti chuti (graf 74 a 75).

Graf 76: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti



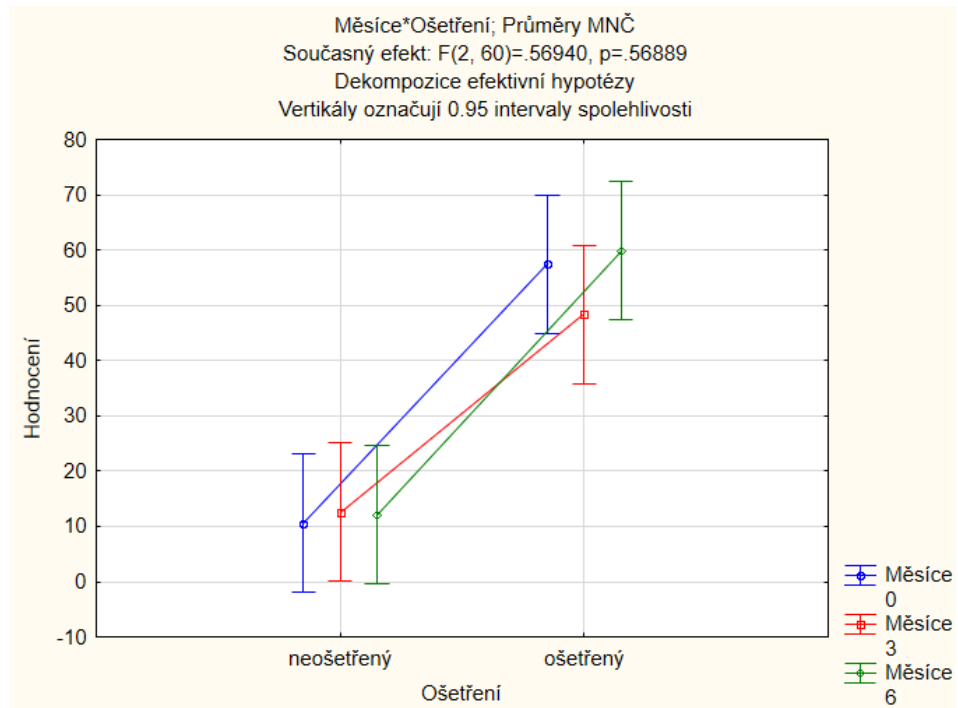
Graf 77: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti chuti



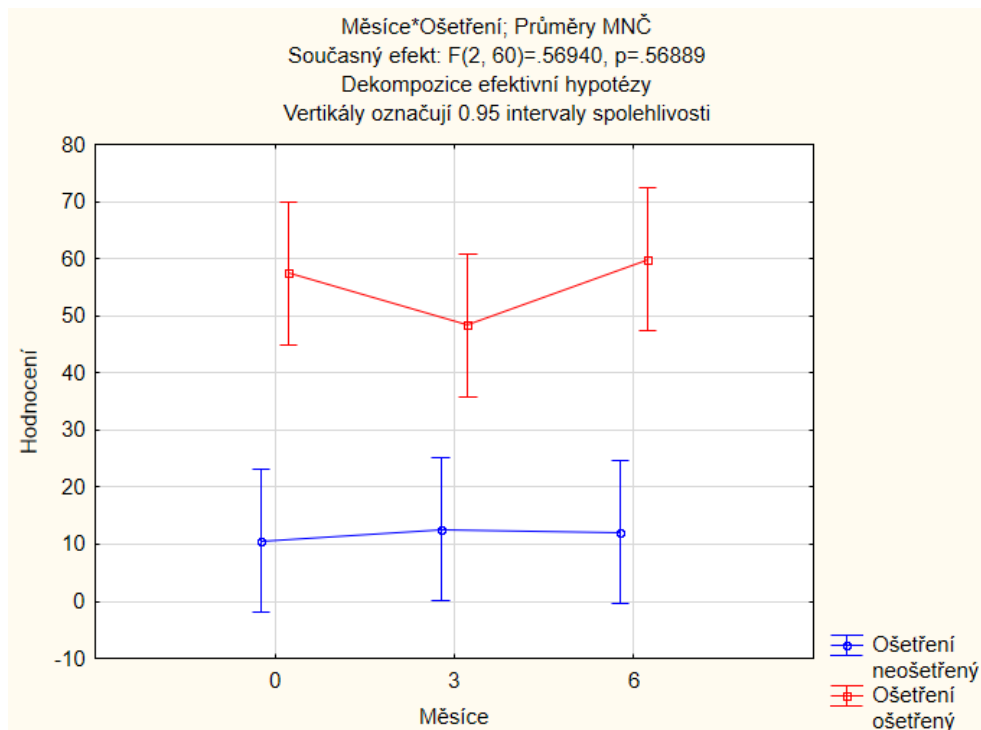
Způsob ošetření (graf 77) má na rozdíl od doby skladování (graf 76) na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti chuti.

5.3.5. Hodnocení intenzity pražené chuti podzemnice olejné

Graf 78: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



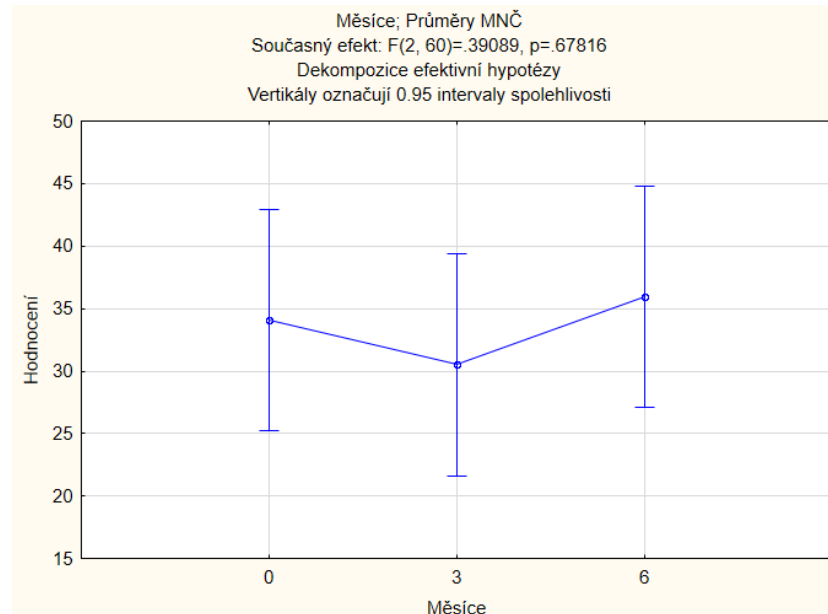
Graf 79: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



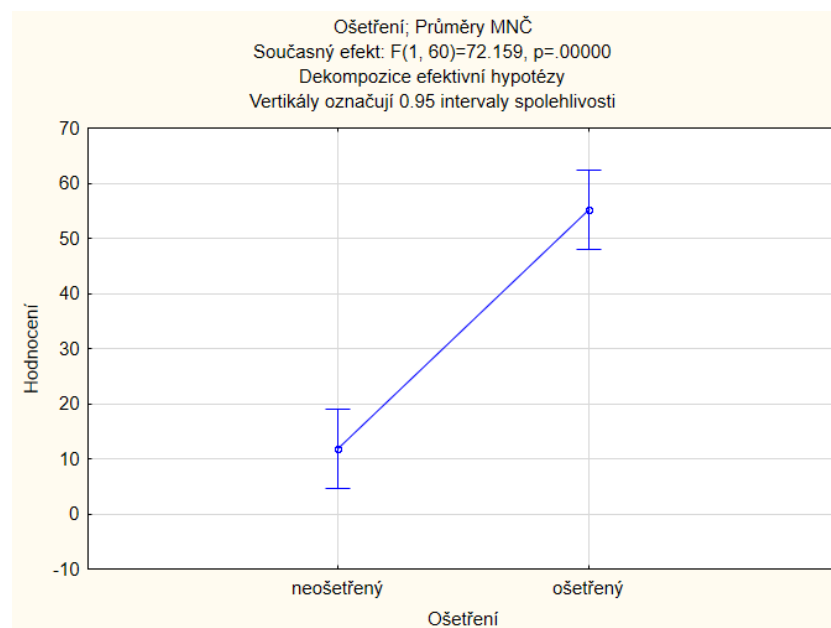
Grafy 78 a 79 znázorňují vliv interakce způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti. Na základě p-hodnot bylo zjištěno, že interakce nezávisle proměnných

nemají na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity pražené chuti.

Graf 80: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



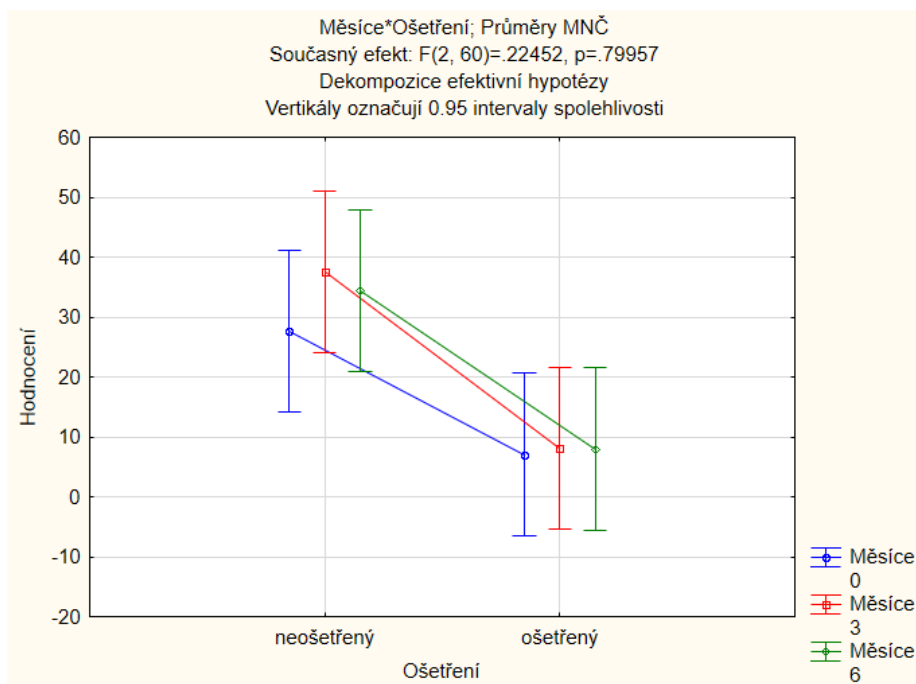
Graf 81: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity pražené chuti



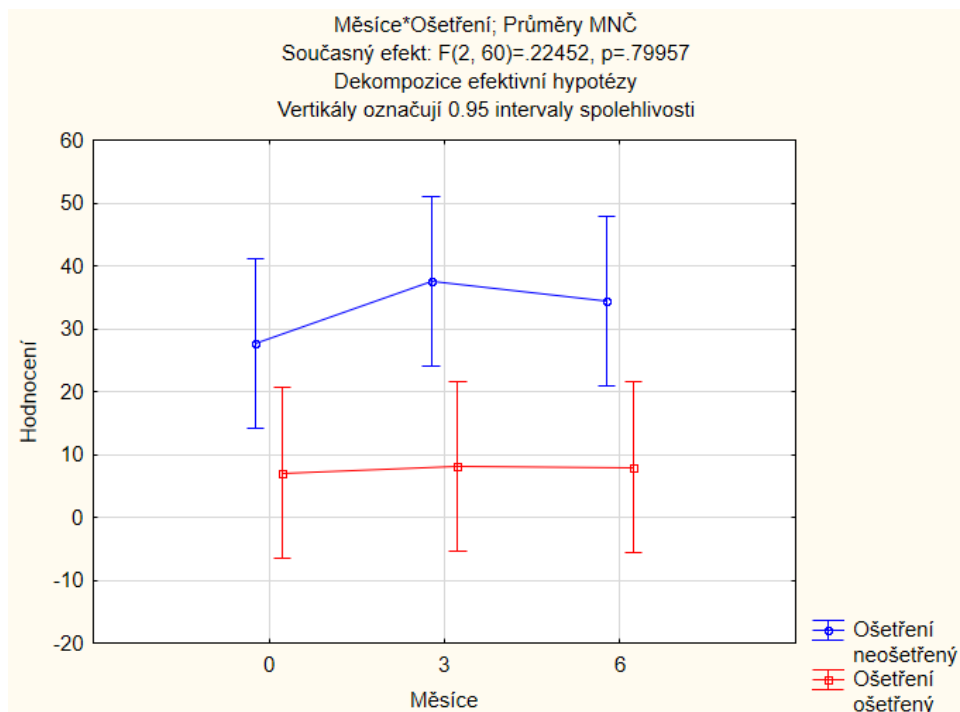
V grafu je znázorněn vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity pražené chuti. Dle p-hodnoty je tento vliv na hladině významnosti 0,05 statisticky významný. Vliv doby skladování statisticky významný není.

5.3.5.1. Hodnocení intenzity žluklé chuti

Graf 82: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

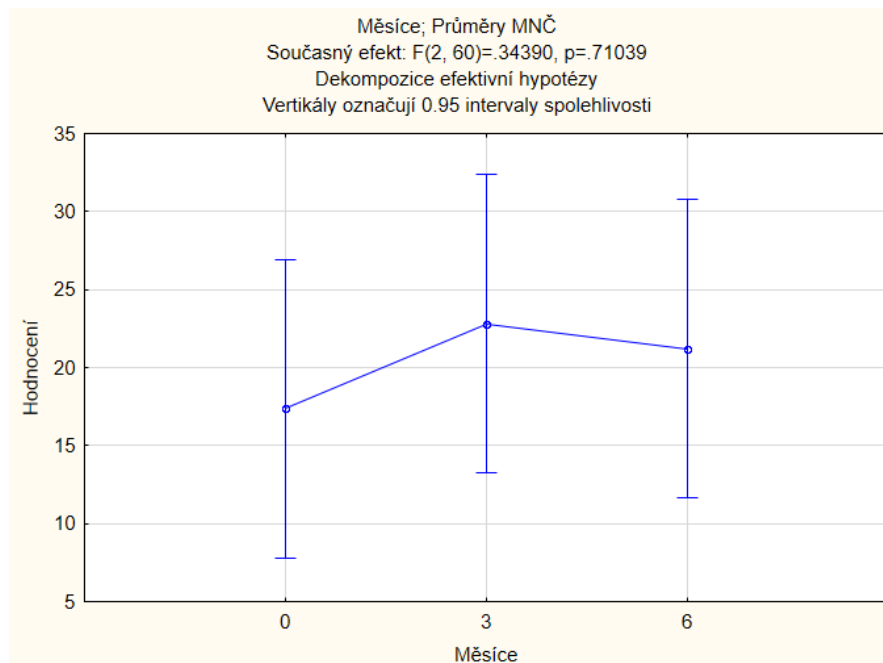


Rovnice 83: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

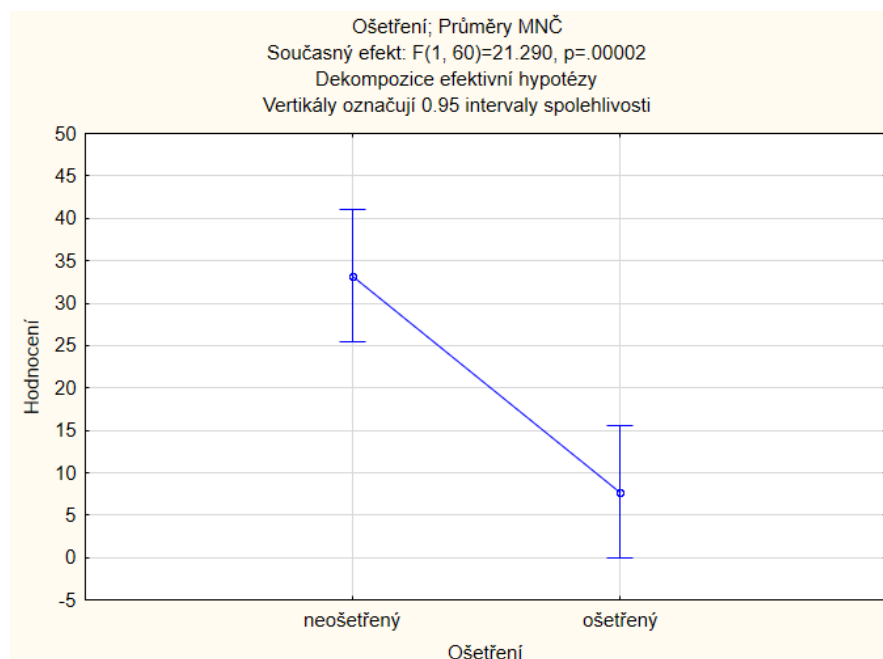


Výsledky z hodnocení intenzity žluklé chuti ukázaly, že interakce nezávisle proměnných nemá na hladině významnosti 0,05 na hodnocení žluklé chuti statisticky významný vliv.

Graf 84: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti



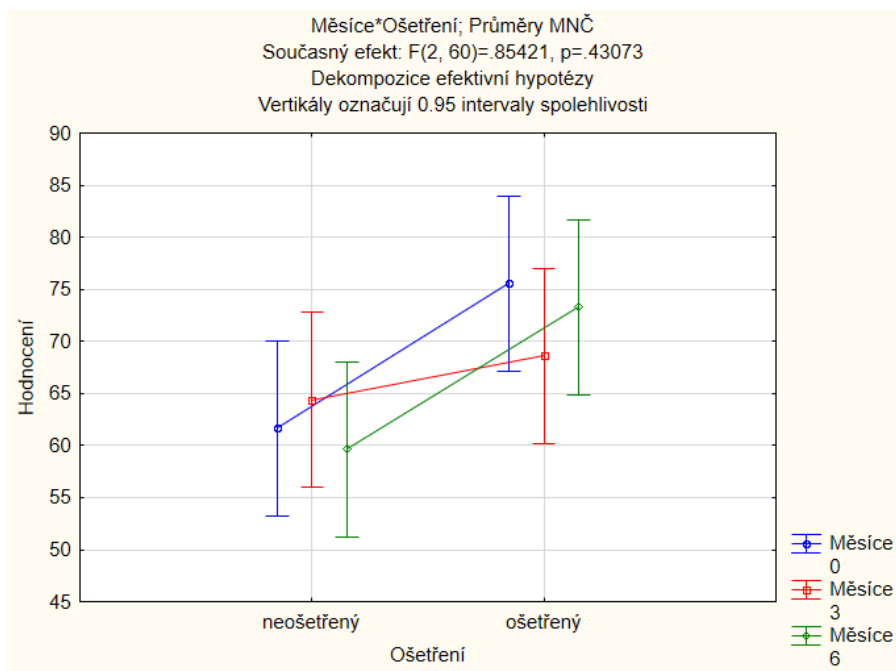
Graf 85: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity žluklé chuti



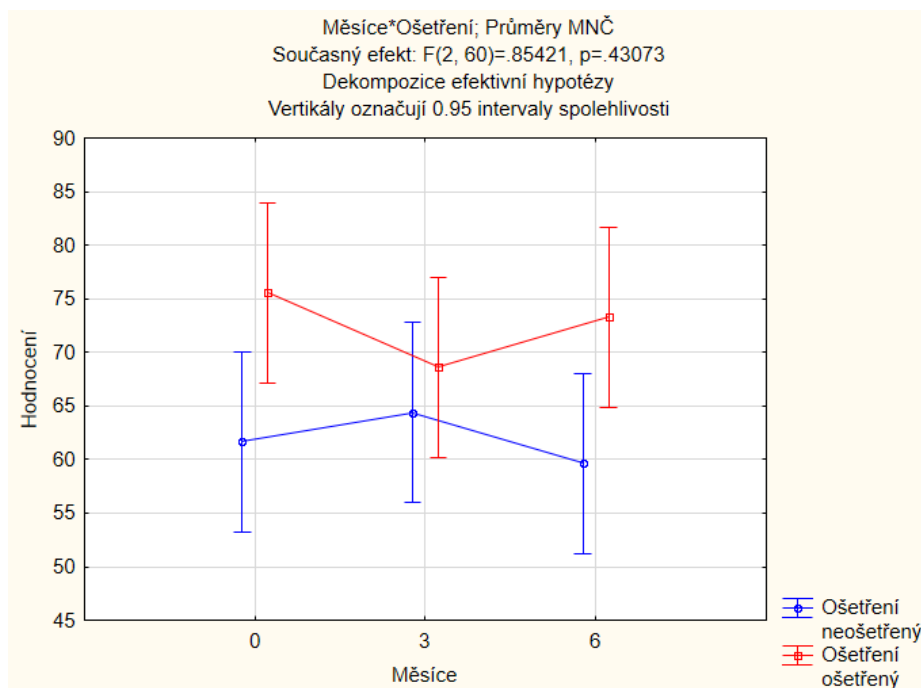
Nízká p-hodnota z grafu 85 indikuje významný statistický vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity žluklé chuti. Naopak vysoká p-hodnota grafu 84 znamená, že doba skladování nemá na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity žluklé chuti.

5.3.5.2. Hodnocení celkové intenzity chuti podzemnice olejn 

Rovnice 86: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkov intenzity chuti

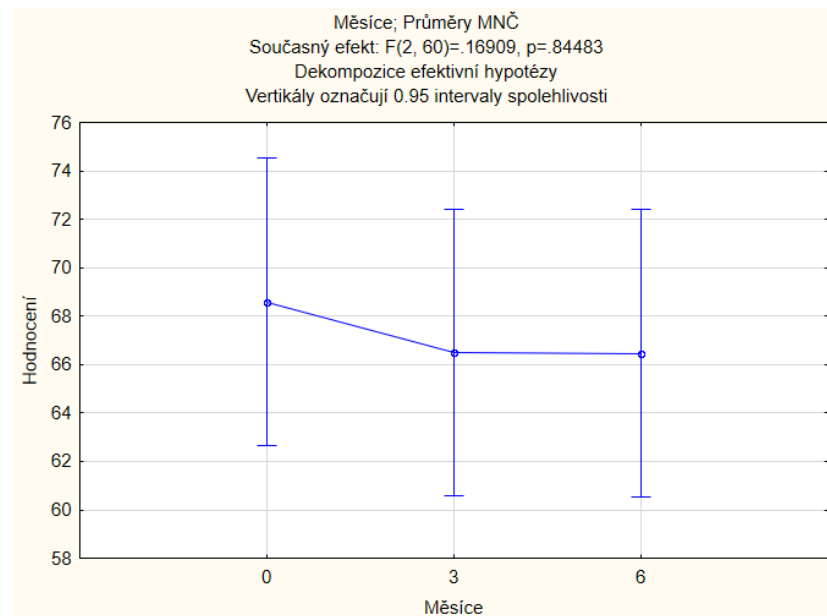


Rovnice 87: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkov intenzity chuti

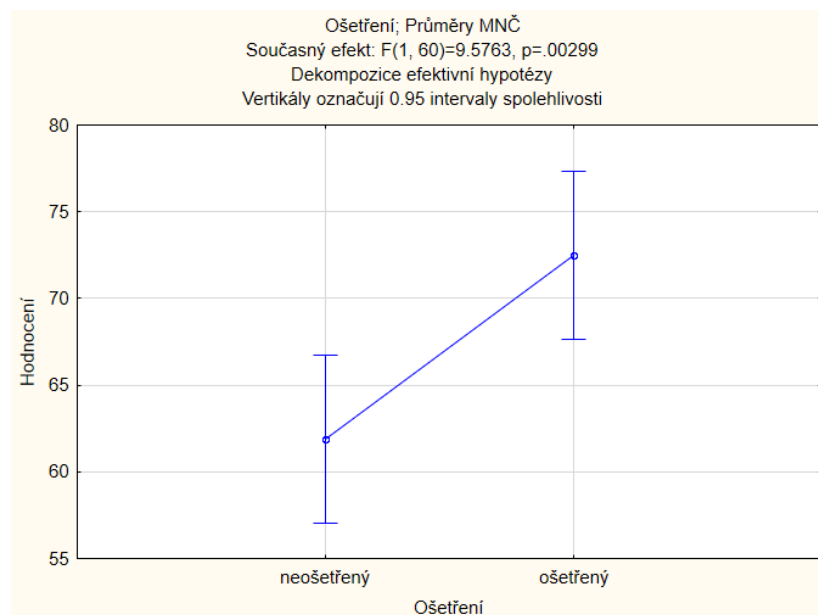


Poslední sledovanou vlastností byla celkov intenzita chuti. Bylo zjištěno, že na ni interakce nezpvisle proměnných na hladině významnosti 0,05 nemá statisticky vznamn vliv.

Graf 88: Vliv doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti



Graf 89: Vliv způsobu ošetření na hodnocení celkové intenzity chuti



Na hodnocení celkové intenzity chuti podzemnice olejně měl na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření.

5.4. Mák

5.4.1. Hodnocení ihned po ozáření

5.4.1.1. Metoda senzorického profilu

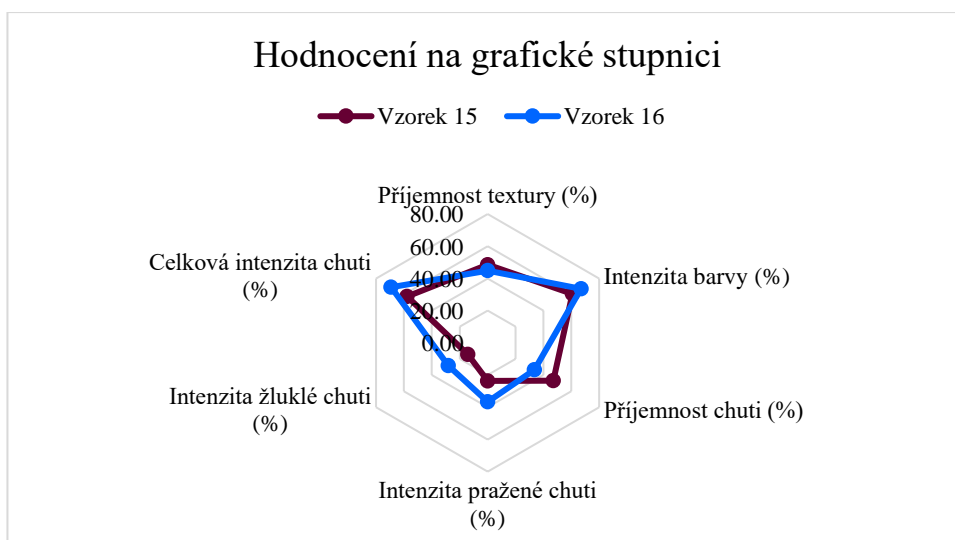
Tabulka 117: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 15						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	44	38	62	41	0	55
2	29	58	18	6	9	89
3	28	50	20	21	23	26
4	64	72	75	6	5	67
5	72	68	65	35	31	61
6	66	72	65	7	6	64
7	35	50	30	77	53	67
8	50	100	47	45	0	45
9	43	49	56	19	18	55
10	56	57	48	0	4	50
11	47	55	32	3	8	56
Průměr	49	61	47	24	14	58
Směrodatná odchylka	14	16	19	23	15	15

Tabulka 118: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 16						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	5	72	53	68	0	62
2	50	55	33	19	3	78
3	19	49	0	10	9	28
4	70	65	33	4	4	68
5	41	70	68	75	51	65
6	89	73	74	13	85	85
7	32	72	1	93	52	91
8	23	100	34	81	0	73
9	63	50	57	23	17	64
10	69	70	9	0	58	64
11	32	61	8	17	32	83
Průměr	45	67	34	37	28	69
Směrodatná odchylna	24	13	26	33	28	16

Graf 90: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



Odovědi senzoričkého profilu jsou zaznamenány v tabulkách 117 a 118. Srovnání vzorků je znázorněno grafem 90.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 119: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	3.010	1.401	1.881	2.153	3.272	1.157
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F > F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F > F _{0.05}	F < F _{0.05}

2) F < F_{0.05} – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 120: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Celková intenzita chuti
T	-0.938	1.345	-1.022	-1.654
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)	t < t _{0.05} (20)

3) F > F_{0.05} – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 121: Vyhodnocení Welchova testu

	Příjemnost textury	Intenzita žluklé chuti
T	0.417	-1.392
t_{0.05}(16)	2,120	2,120
Vyhodnocení Welchova testu	t <t _{0.05} (16)	t <t _{0.05} (16)

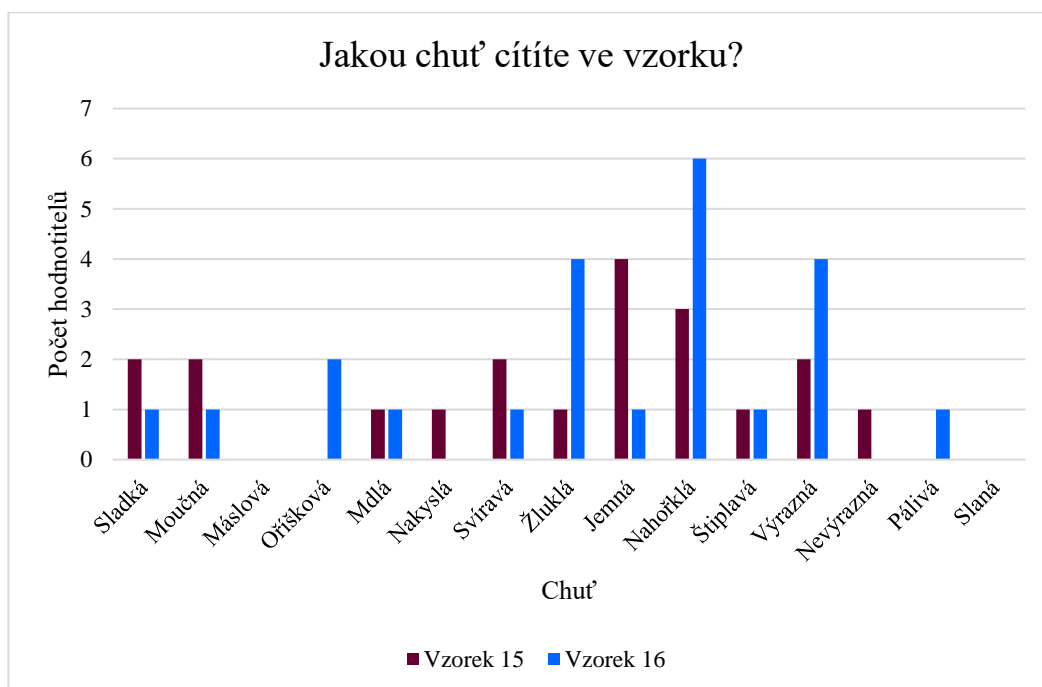
Mezi ozářeným a neozářeným vzorkem máku hodnoceným ihned po ošetření neexistují na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly v žádné z vlastností chuti.

5.4.1.2. Popisová metoda (CATA)

Tabulka 122: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 15	2	2	0	0	1	1	2	1	4	3	1	2	1	0	0
Vzorek 16	1	1	0	2	1	0	1	4	1	6	1	4	0	1	0

Graf 91: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Neozářený mák měl na rozdíl od ozářeného častěji charakterizovanou chuť jako jemnou, svravou, sladkou, moučnou, nevýraznou. Chuť ozářeného máku byla nahořklá, výrazná, žluklá, oříšková, pálivá (Tabulka 122, graf 91).

5.4.1.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 123: Je mezi vzorky 15 a 16 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	3
ANO	8

8 hodnotitelů vnímalo rozdíly v celkové přijatelnosti chuti ozářeného a neozářeného máku. 3 hodnotitelé mezi vzorky neshledali žádný rozdíl.

Tabulka 124: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n_1	8
N_{15}	6
N_{16}	2

N = počet hodnotitelů

n_1 = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N_{15} = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N_{16} = počet hodnotitelů, kteří preferovali ošetřené vzorky

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n_1) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný je 11.

$N > n_{15}$

$N > n_{16}$

Rozdíl není možné považovat za průkazný

5.4.2. Hodnocení po 3 měsících skladování

5.4.2.1. Metoda senzoričského profilu

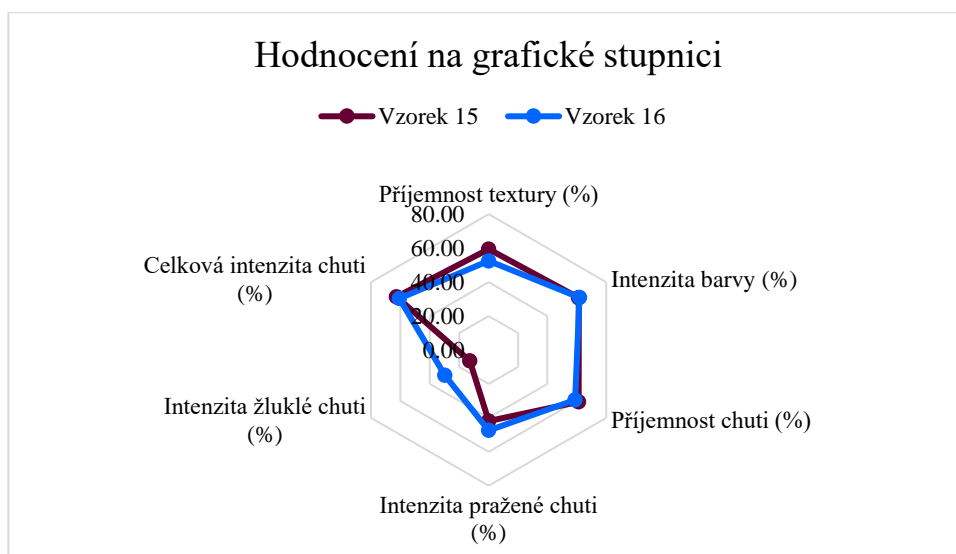
Tabulka 125: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

vzorek 15						
Deskriptory						
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	71	55	58	32	7	60
2	58	65	34	21	9	58
3	48	48	72	72	7	82
4	84	81	90	51	3	77
5	68	63	74	68	26	68
6	70	67	59	9	22	50
7	31	49	21	51	31	21
8	59	98	75	75	0	91
9	68	42	85	72	0	66
10	68	48	58	0	8	53
11	28	59	47	10	28	63
Průměr	59	61	61	42	13	63
Směrodatná odchylka	17	16	20	27	11	18

Tabulka 126: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 16						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	39	64	50	25	20	53
2	33	68	30	41	18	58
3	39	54	24	24	71	41
4	69	81	56	67	46	62
5	53	63	57	44	33	55
6	59	50	89	61	67	88
7	72	50	70	71	29	70
8	50	98	98	99	21	99
9	60	47	63	60	0	59
10	50	56	56	5	0	55
11	53	49	54	25	23	28
Průměr	52	62	59	47	30	61
Směrodatná odchylka	12	15	21	26	22	19

Graf 92: Hodnocení na grafické stupnici – srovnání ošetřeného a neošetřeného vzorku



Výsledky senzoričského profilu neošetřeného a ošetřeného máku skladovaného 3 měsíce jsou zaznamenány v tabulce 125 a 126. Srovnání neošetřeného a ošetřeného máku bylo provedeno pomocí grafu 92.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 127: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.987	1.092	1.068	1.108	4.067	1.131
F_{0.05} (10;10)	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}	F<F _{0.05}	F>F _{0.05}	F<F _{0.05}

2) $F < F_{0.05}$ – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 128: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Celková intenzita chuti
T	1.079	-0.066	0.258	-0.467	0.234
t_{0.05} (20)	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	$ t < t_{0.05} (20)$	$ t < t_{0.05} (20)$	$ t < t_{0.05} (20)$	$ t < t_{0.05} (20)$	$ t < t_{0.05} (20)$

3) $F > F_{0.05}$ – pokračování Welchovým testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 129: Vyhodnocení Welchova testu

	Intenzita žluklé chuti
T	-2.156
t_{0.05}(16)	2,131
Vyhodnocení Welchova testu	$ t > t_{0.05}(16)$

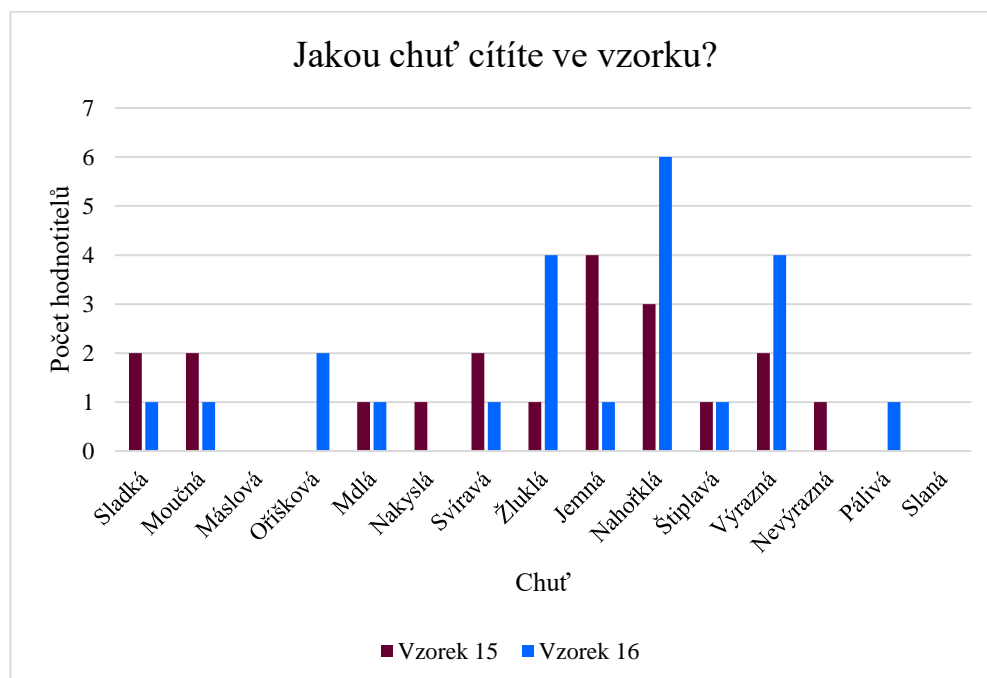
Bylo provedeno statistické vyhodnocení pomocí F-testu (tabulka 127) a dále pomocí dvouvýběrového t-testu (tabulka 128) a Welchova testu (tabulka 128). Na hladině významnosti 0,05 existují statisticky významné rozdíly pouze v intenzitě žluklé chuti. Vyšší intenzita žluklé chuti byla zaznamenána u vzorku ošetřeného mikrovlnným zářením.

5.4.2.2. Popisová metoda

Tabulka 130: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Sviravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 15	4	1	3	2	4	0	1	1	4	3	1	3	2	0	0
Vzorek 16	4	1	4	2	1	1	0	2	2	4	2	4	2	0	0

Graf 93: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Po 3 měsících skladování respondenti vyhodnotili chuť neošetřeného máku jako jemnou, nahořklou, svíravou, moučnou, sladkou. Ošetřené vzorky měly ve vyšší míře zastoupenou chuť nahořklou, výraznou, žluklou, oříškovou, pálivou (tabulka 130, graf 93).

5.4.2.3. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 131: Je mezi vzorky 15 a 16 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	2
ANO	9

Po třech měsících skladování 2 hodnotitelům připadaly vzorky ošetřeného a neošetřeného máku shodné, 9 hodnotitelů je označilo jako rozdílné (tabulka 131).

5.4.2.4. Párová preferenční zkouška

Tabulka 132: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n ₁	9
N ₁₅	4
N ₁₆	5

$$N > n_{15}$$

$$N > n_{16}$$

Rozdíl není možné považovat za průkazný.

5.4.3. Hodnocení po 6 měsících skladování

5.4.3.1. Metoda senzoričského profilu

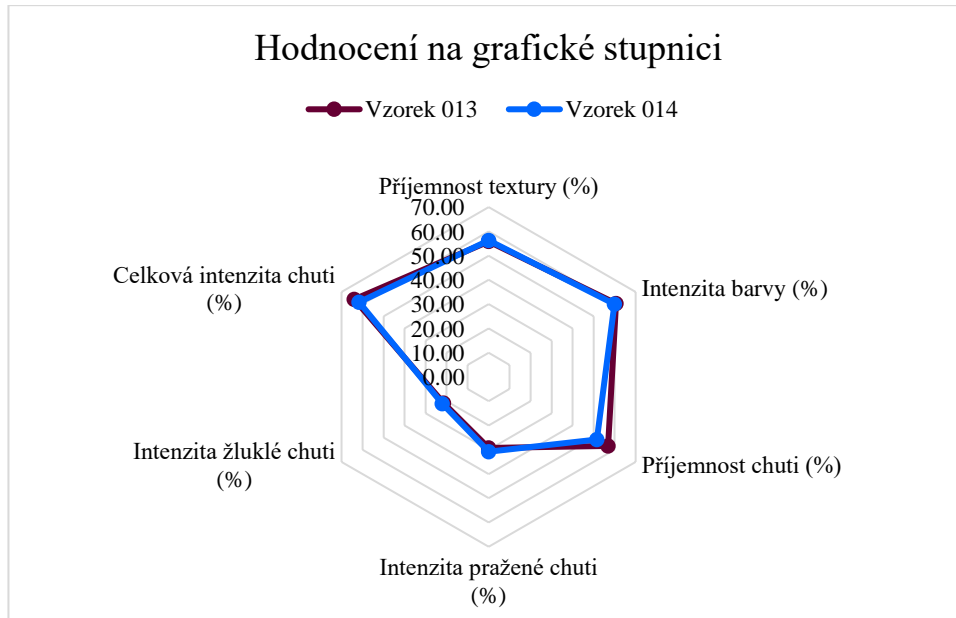
Tabulka 133: Hodnocení na grafické stupnici: vzorek bez ošetření

Vzorek 15						
	Deskriptory					
Hodnotitel	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	42	50	56	25	30	56
2	25	75	43	0	0	82
3	68	48	78	60	10	78
4	25	77	24	3	28	65
5	73	59	62	51	53	71
6	60	53	46	37	40	72
7	67	67	66	32	30	30
8	72	73	72	57	18	82
9	79	72	79	56	0	69
10	63	52	58	1	2	54
11	40	41	42	0	25	44
Průměr	56	61	57	29	21	64
Směrodatná odchylka	19	12	16	24	16	16

Tabulka 134: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek

Vzorek 16						
Hodnotitel	Deskriptory					
	Příjemnost textury (%)	Intenzita barvy (%)	Příjemnost chuti (%)	Intenzita pražené chuti (%)	Intenzita žluklé chuti (%)	Celková intenzita chuti (%)
1	74	57	53	20	24	52
2	23	75	47	12	0	82
3	50	50	15	15	72	73
4	77	70	77	26	2	78
5	51	60	48	67	52	53
6	71	53	75	39	28	88
7	70	51	49	27	26	25
8	60	77	64	73	10	82
9	60	61	50	31	4	52
10	48	60	51	28	7	52
11	35	45	38	1	17	41
Průměr	56	60	52	31	22	62
Směrodatná odchylka	16	10	16	21	21	19

Graf 94: Hodnocení na grafické stupnici: ošetřený vzorek



Výsledky senzoričského profilu máku skladovaného 6 měsíců jsou v tabulce 133 a 134 a srovnání neošetřeného a ošetřeného vzorku bylo provedeno pomocí grafu 94.

Statistické vyhodnocení

1) F-test

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování dvouvýběrovým t-testem

$H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \rightarrow$ pokračování Welchovým testem

Tabulka 135: Vyhodnocení F-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
F	1.315	1.474	1.010	1.286	1.696	1.496
F_{0.05(10;10)}	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Vyhodnocení F-testu	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}	F < F _{0.05}

2) $F < F_{0.05}$ – pokračování dvouvýběrovým t-testem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$H_0: \mu_1 < \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl

$H_0: \mu_1 > \mu_2 \rightarrow$ mezi vzorky existuje statisticky významný rozdíl

Tabulka 136: Vyhodnocení dvouvýběrového t-testu

	Příjemnost textury	Intenzita barvy	Příjemnost chuti	Intenzita pražené chuti	Intenzita žluklé chuti	Celková intenzita chuti
T	-0.058	0.148	0.738	-0.155	-0.064	0.290
t_{0.05(20)}	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086	2,086
Vyhodnocení t-testu	t < t _{0.05(20)}	t < t _{0.05(20)}	t < t _{0.05(20)}	t < t _{0.05(20)}	t < t _{0.05(20)}	t < t _{0.05(20)}

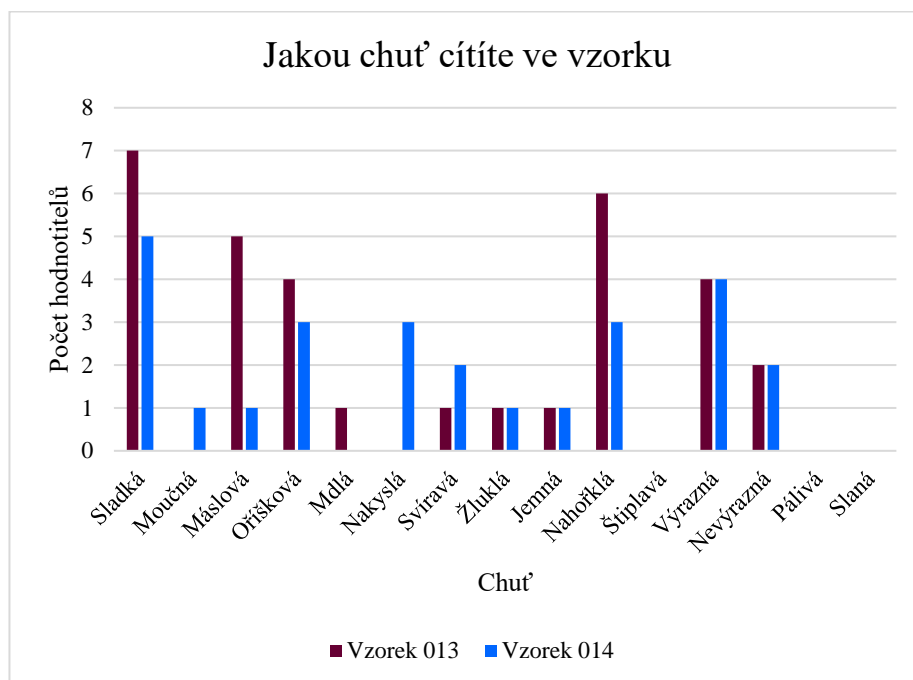
Statistické vyhodnocení rozdílu mezi neošetřeným a ošetřeným vzorkem máku skladovaném po dobu 6 měsíců je znázorněné v tabulce 135 a 136. Na hladině významnosti 0,05 nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly.

Popisová metoda (CATA)

Tabulka 137: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků

	Sladká	Moučná	Máslová	Oříšková	Mdlá	Nakyslá	Svíravá	Žluklá	Jemná	Nahořklá	Štiplavá	Výrazná	Nevýrazná	Pálivá	Slaná
Vzorek 013	7	0	5	4	1	0	1	1	1	6	0	4	2	0	0
Vzorek 014	5	1	1	3	0	3	2	1	1	3	0	4	2	0	0

Graf 95: Jakou chuť cítíte ve vzorku – srovnání vzorků



Výsledky popisové metody jsou zaznamenány v tabulce 137 a srovnání neošetřeného a ošetřeného vzorku je znázorněno grafem 95. Neošetřený vzorek byl charakteristický sladkou, máslovou, oříškovou, nahořklou, výraznou chutí. Ošetřený vzorek vykazoval vyšší míru nakyslé a svíravé chuti.

5.4.3.2. Párová rozdílová zkouška

Tabulka 138: Je mezi vzorky 15 a 16 rozdíl v celkové přijatelnosti chuti?

Odpověď	Počet hodnotitelů
NE	4
ANO	7

4 hodnotitelé nezaznamenali rozdíl mezi ozářeným a neozařeným vzorkem.

5.4.3.3. Párová preferenční zkouška

Tabulka 139: Který ze vzorků byl lepší?

N	11
n_1	7
N_{15}	2
N_{16}	5

N = počet hodnotitelů

n_1 = počet hodnotitelů, kteří zaznamenali mezi vzorky rozdíl.

N_{15} = počet hodnotitelů, kteří preferovali neošetřené vzorky

N_{16} = počet hodnotitelů, kteří preferovali ošetřené vzorky

Dle tabulky 14 minimální počet kladných odpovědí (n_1) pro 11 hodnotitelů, aby bylo možné rozdíl považovat za průkazný je 11.

$N > n_{15}$

$N > n_{16}$

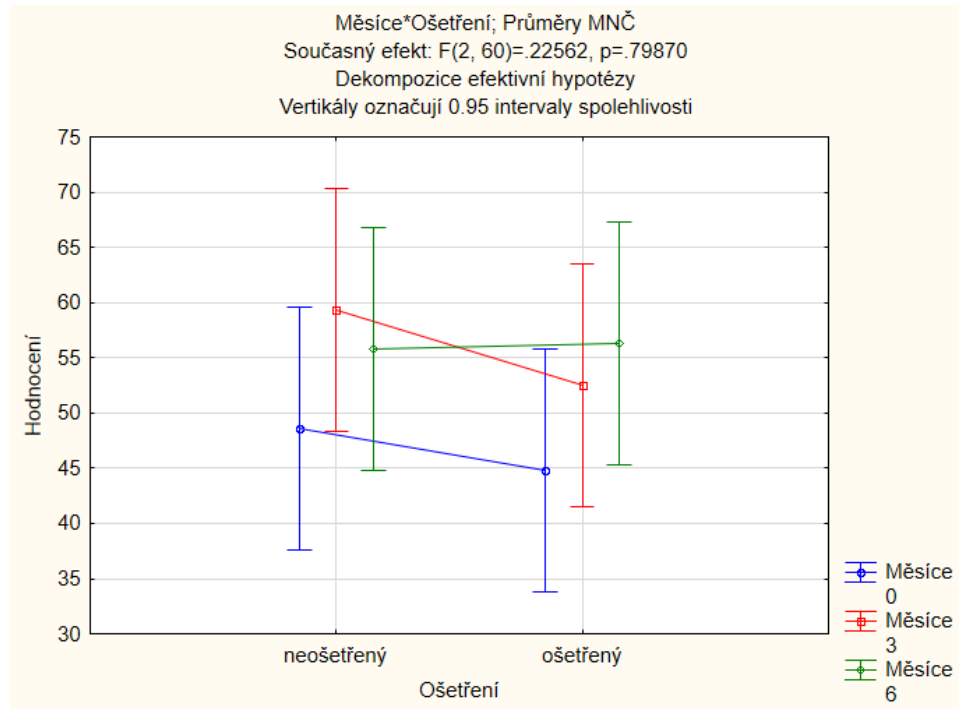
Rozdíl není možné považovat za průkazný

Příjemnost textury

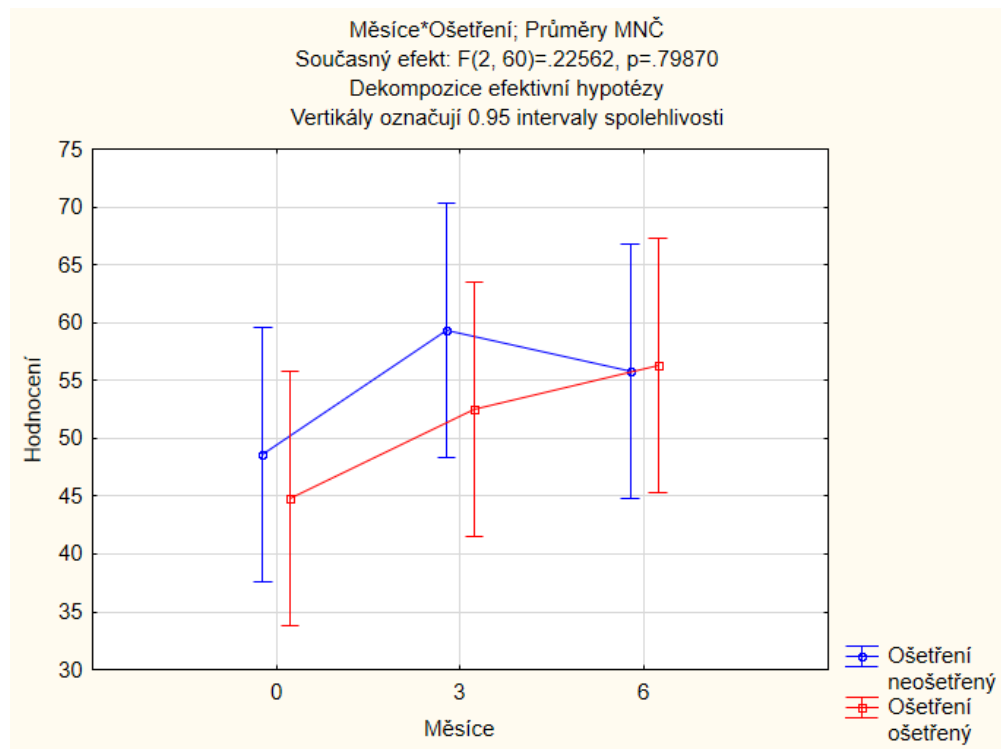
5.4.4. Celkové vyhodnocení sensorického profilu podzemnice olejné

5.4.4.1. Hodnocení příjemnosti textury máku

Graf 96: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

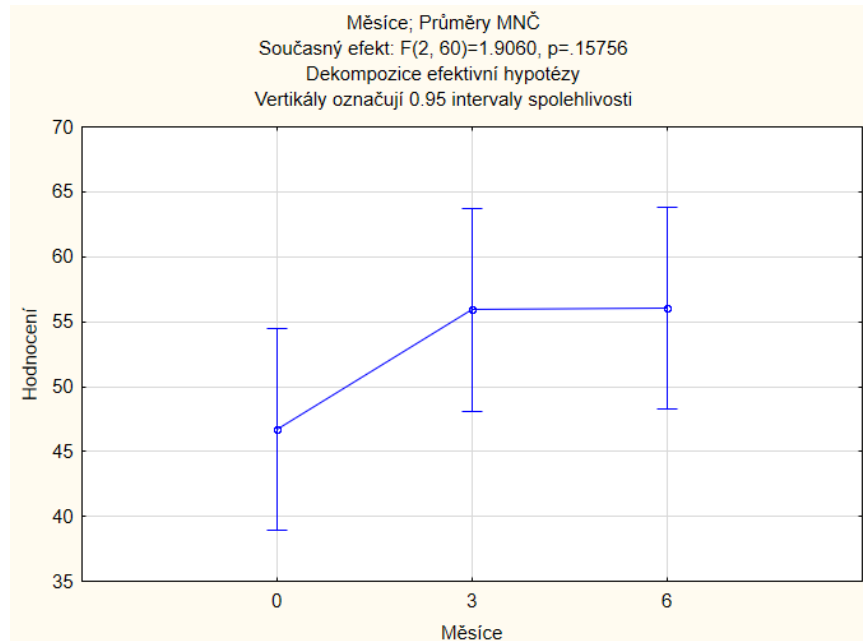


Graf 97: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti textury

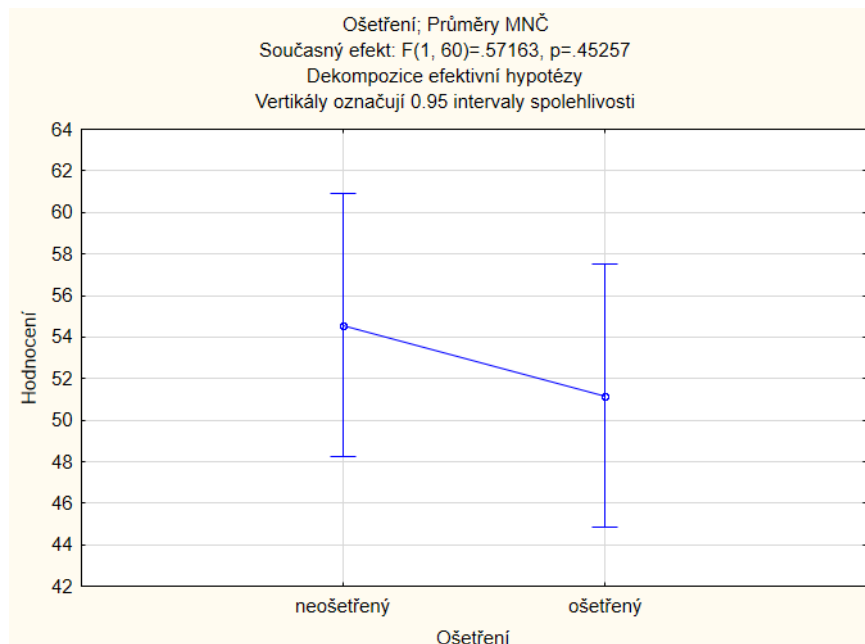


Vliv interakce nezávisle proměnných (způsobu ošetření a doby skladování) na závisle proměnnou (hodnocení příjemnosti textury) byl vyhodnocen pomocí grafu 96 a 97. Dle p-hodnoty nemá interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti textury.

Graf 98: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti textury



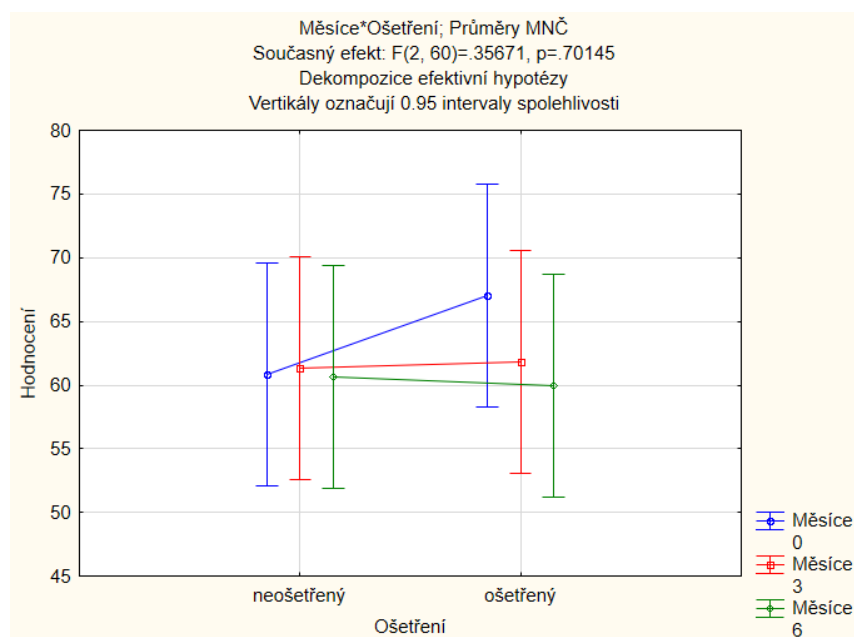
Graf 99: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti textury



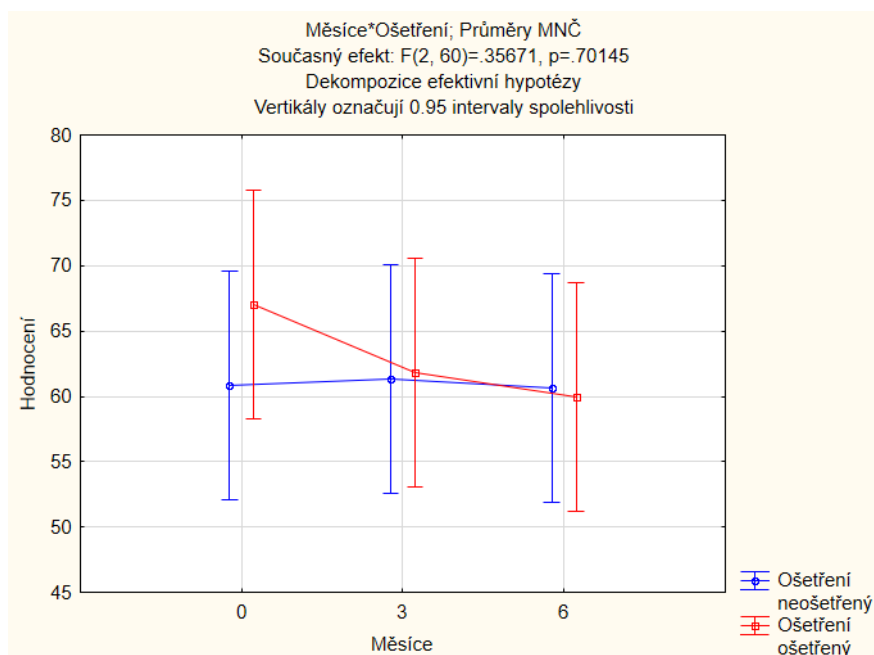
Graf 98 a 99 znázorňuje vliv jedné nezávisle proměnné na hodnocení příjemnosti textury máku. Dle p-hodnot nemá na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení příjemnosti textury ani jedna nezávisle proměnná.

5.4.4.2. Hodnocení intenzity barvy máku

Graf 100: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

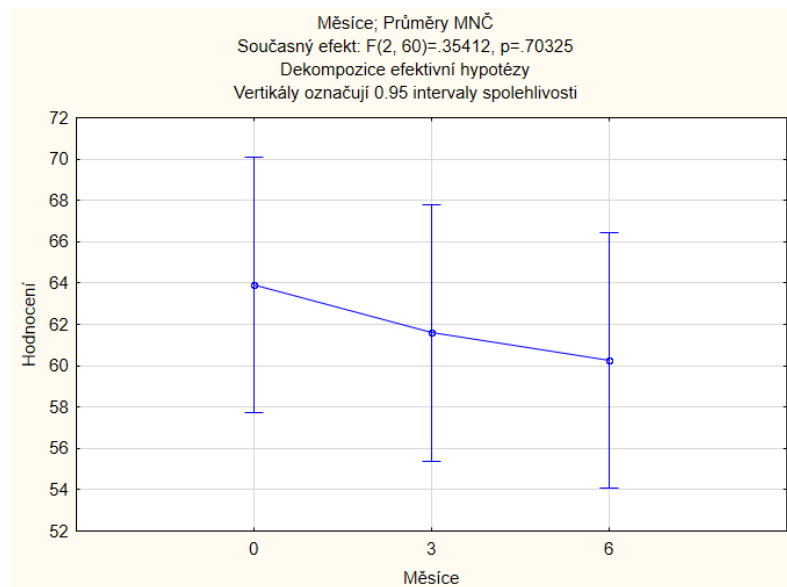


Graf 101: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy

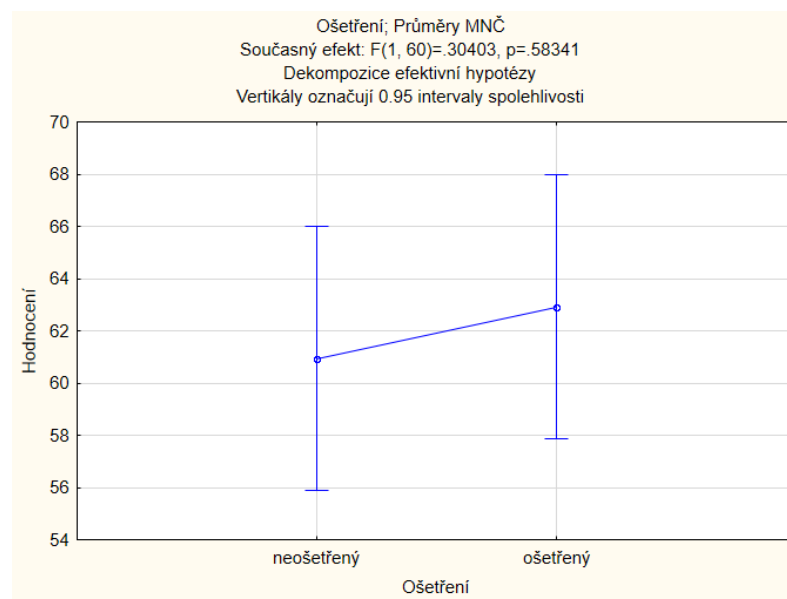


Graf 100 a 101 znázorňuje vliv interakce způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity barvy. Dle p-hodnoty nemají nezávisle proměnné na hodnocení intenzity barvy na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv.

Graf 102: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity barvy



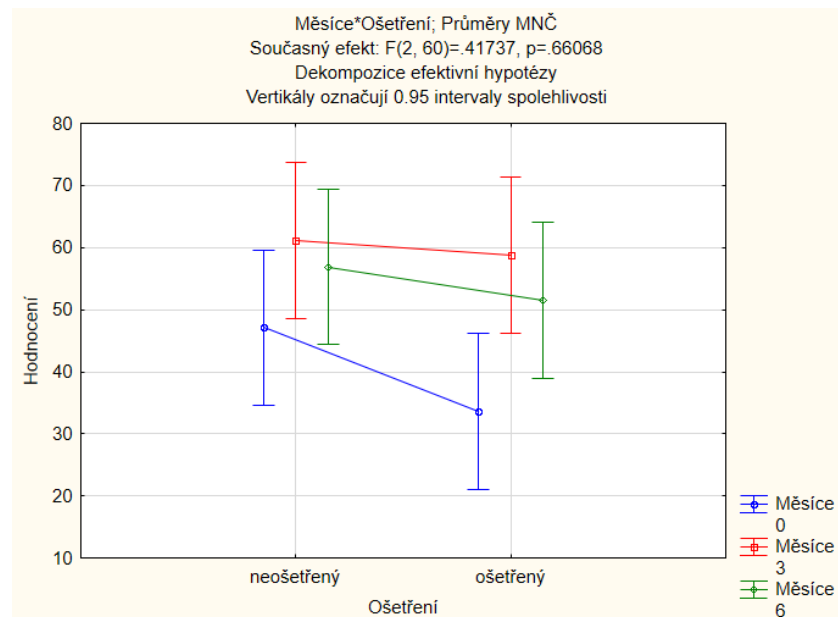
Graf 103: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity barvy



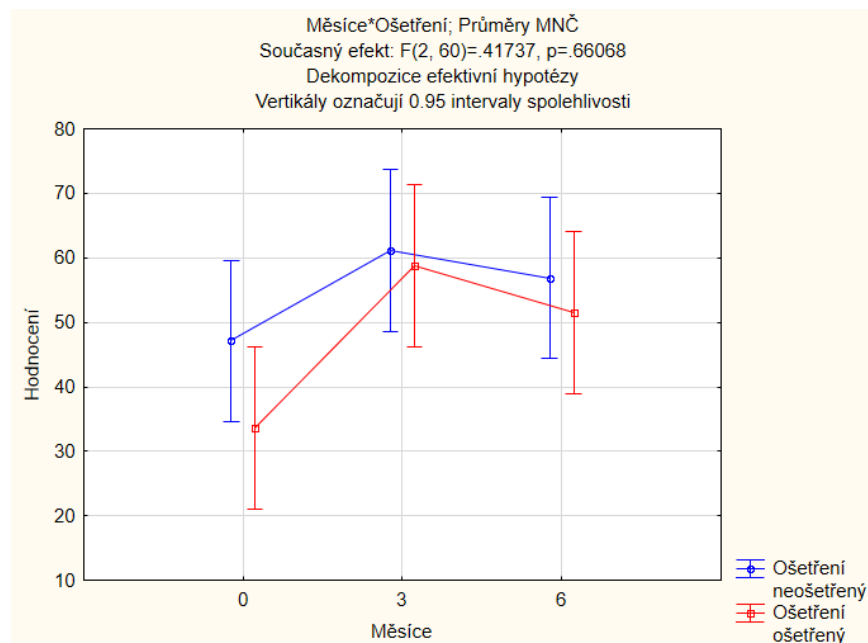
Dle p-hodnot z grafu 102 a 103 nemá na hladině významnosti 0,05 ani doba skladování ani způsob ošetření statisticky významný vliv.

5.4.4.3. Hodnocení příjemnosti chuti máku

Graf 104: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

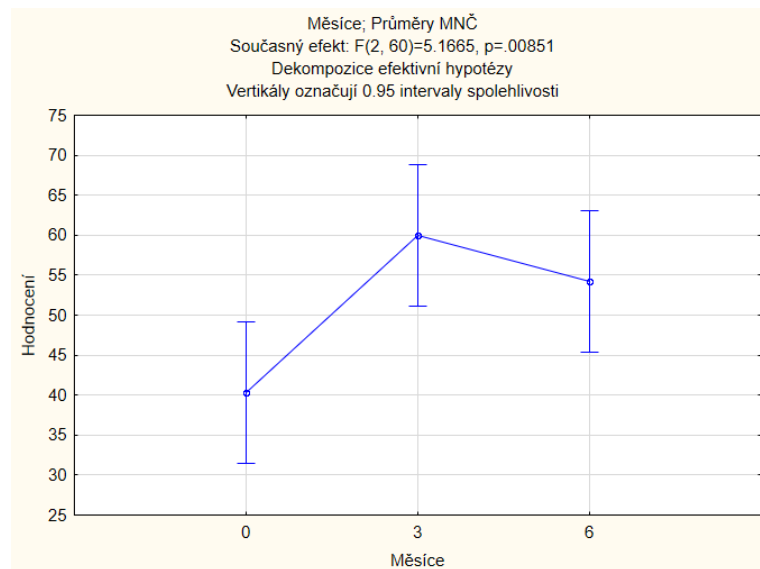


Graf 105: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti

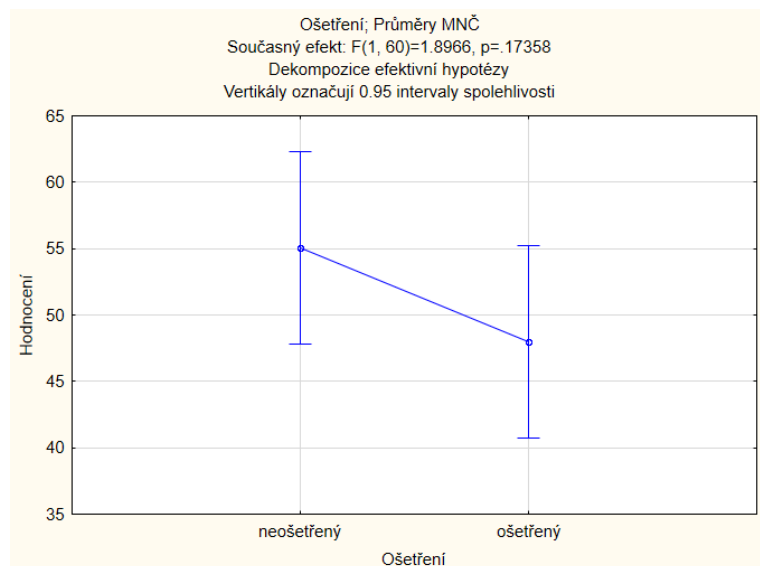


Na hodnocení příjemnosti chuti neměla interakce doby skladování a způsobu ošetření na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv (graf 104 a 105).

Graf 106: Vliv doby skladování na hodnocení příjemnosti chuti



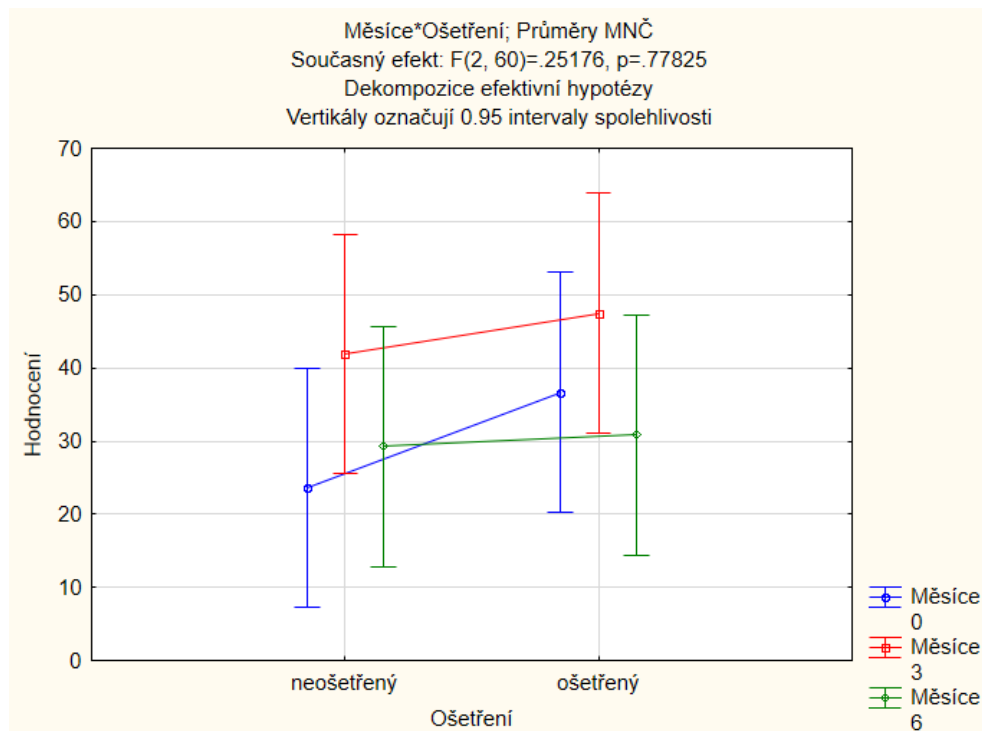
Graf 107: Vliv způsobu ošetření na hodnocení příjemnosti chuti



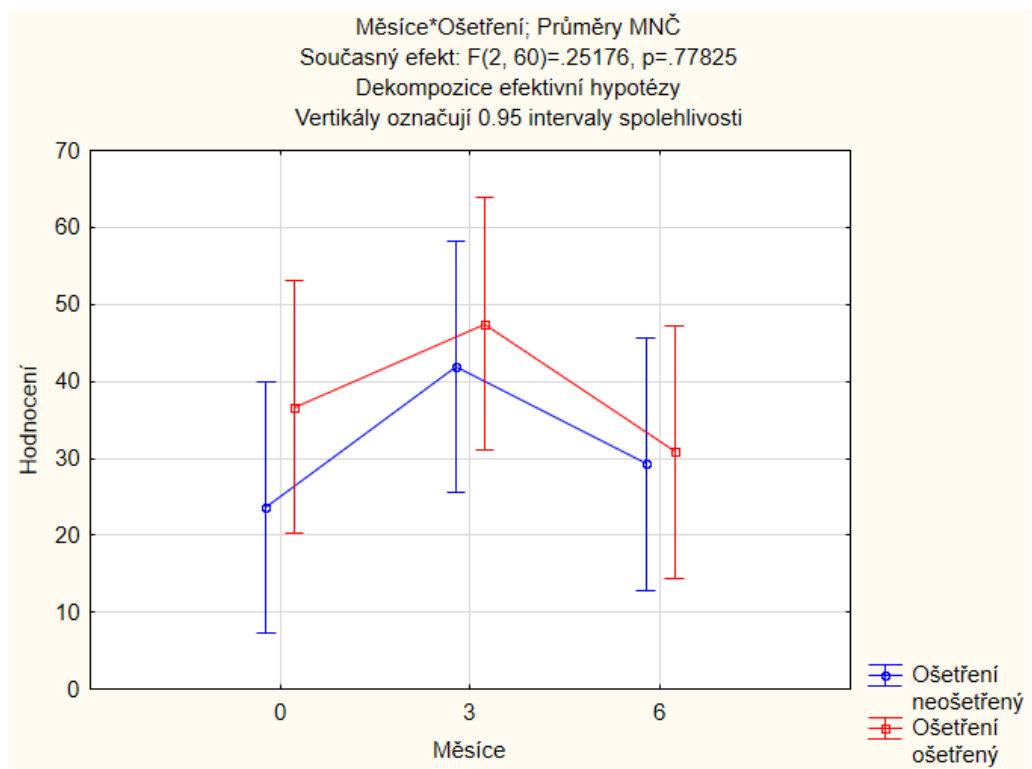
Z obou nezávisle proměnných měla na hodnocení příjemnosti chuti máku na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv doba skladování (graf 106), způsob ošetření na hodnocení příjemnosti chuti vliv neměl (graf 107).

5.4.4.4. Hodnocení intenzity pražené chuti máku

Graf 108: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti

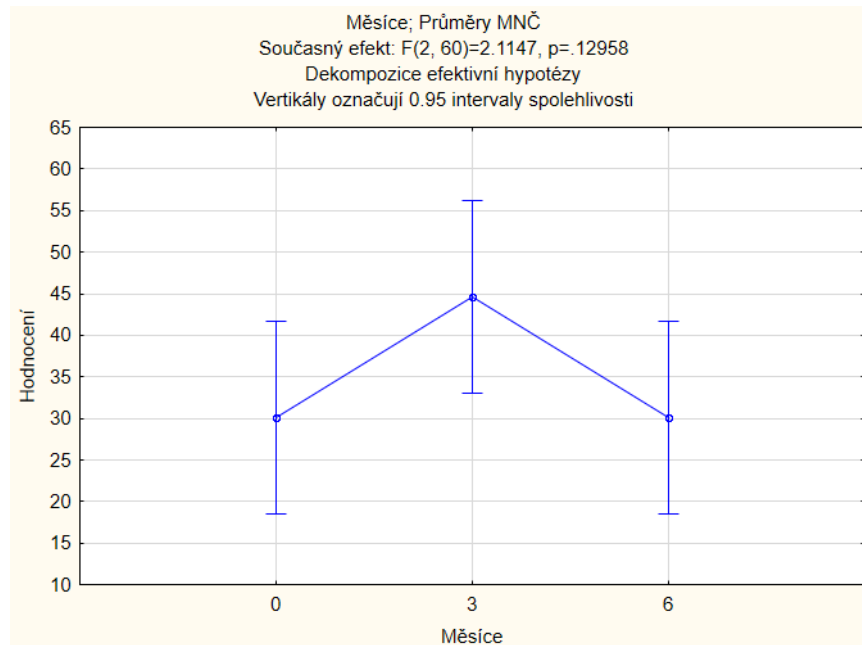


Graf 109: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



Vliv interakce nezávisle proměnných na závisle proměnnou byl vyhodnocen pomocí grafů 108 a 109. Dle p-hodnoty interakce nezávisle proměnných neměly na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity pražené chuti.

Graf 110: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



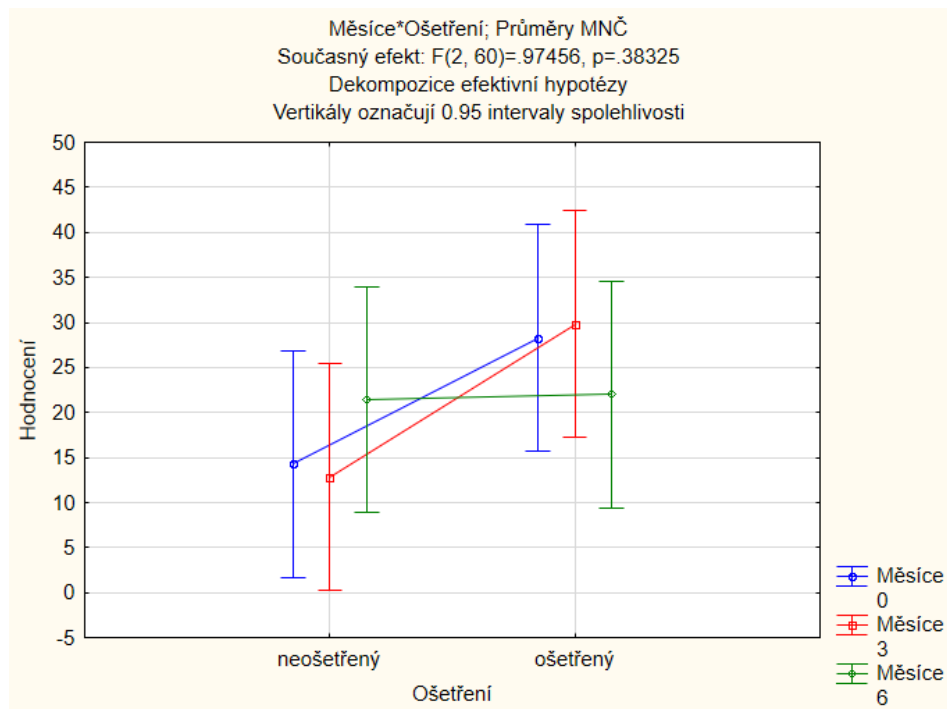
Graf 111: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity pražené chuti



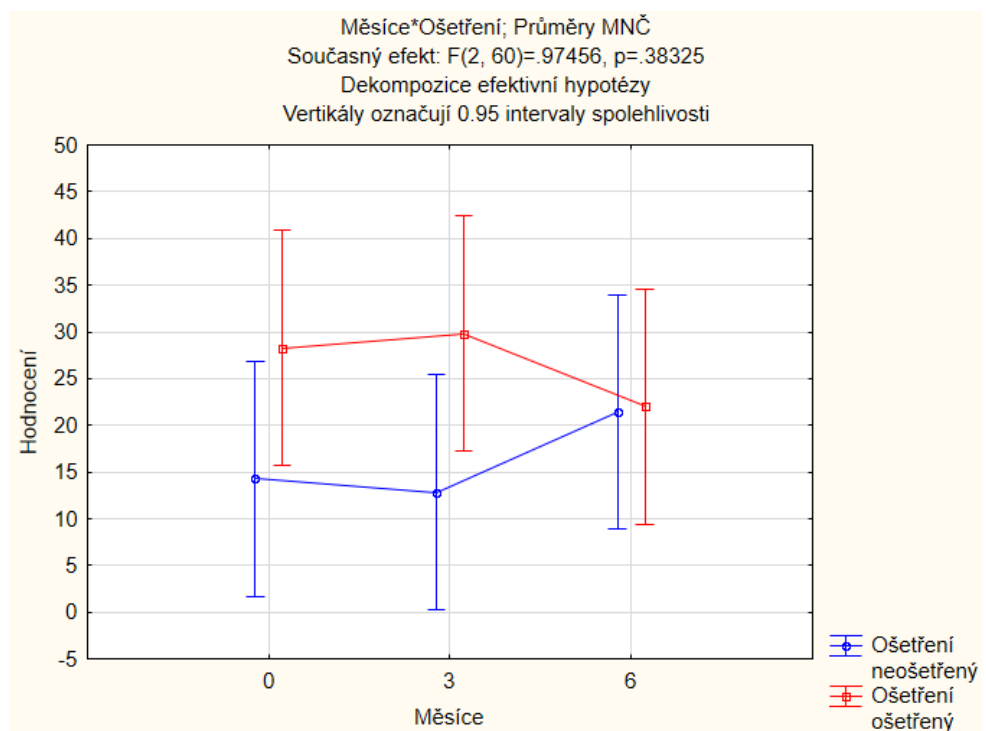
Ani jedna nezávisle proměnná neměla na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv na hodnocení intenzity pražené chuti.

5.4.4.5. Hodnocení intenzity žluklé chuti máku

Graf 112: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

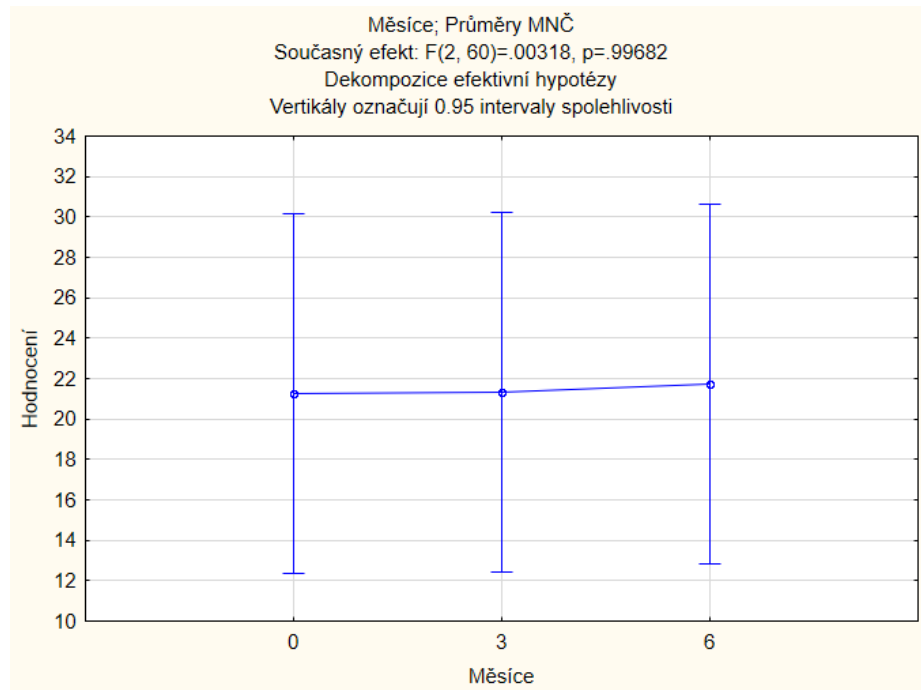


Graf 113: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti

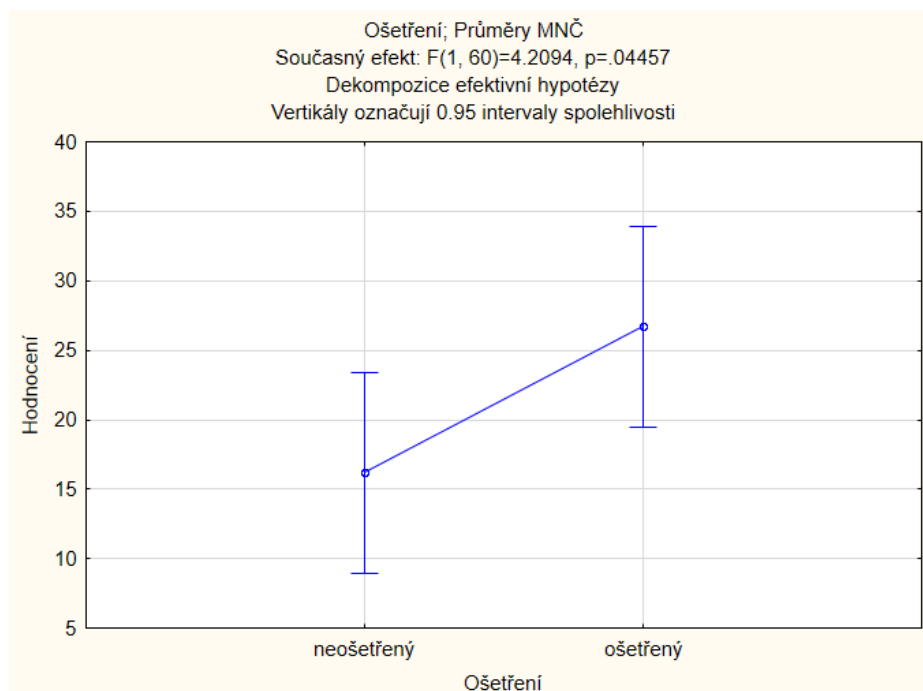


Grafy 112 a 113 znázorňují vliv interakce doby skladování a způsobu ošetření máku na hodnocení intenzity žluklé chuti. Dle p-hodnoty neměla interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 na hodnocení intenzity žluklé chuti statisticky významný vliv.

Graf 114: Vliv doby skladování na hodnocení intenzity žluklé chuti



Graf 115: Vliv způsobu ošetření na hodnocení intenzity žluklé chuti



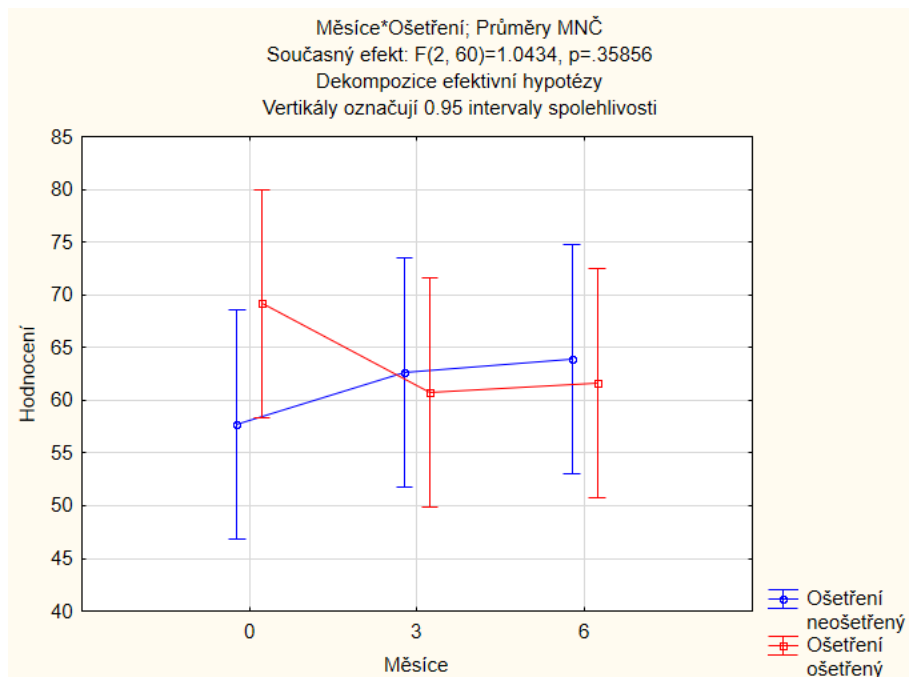
Na hodnocení intenzity žluklé chuti máku měl na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv způsob ošetření (graf 115), doba skladování neměla na hodnocení intenzity žluklé chuti statisticky významný vliv.

5.4.4.6. Hodnocení celkové intenzity chuti máku

Graf 116: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

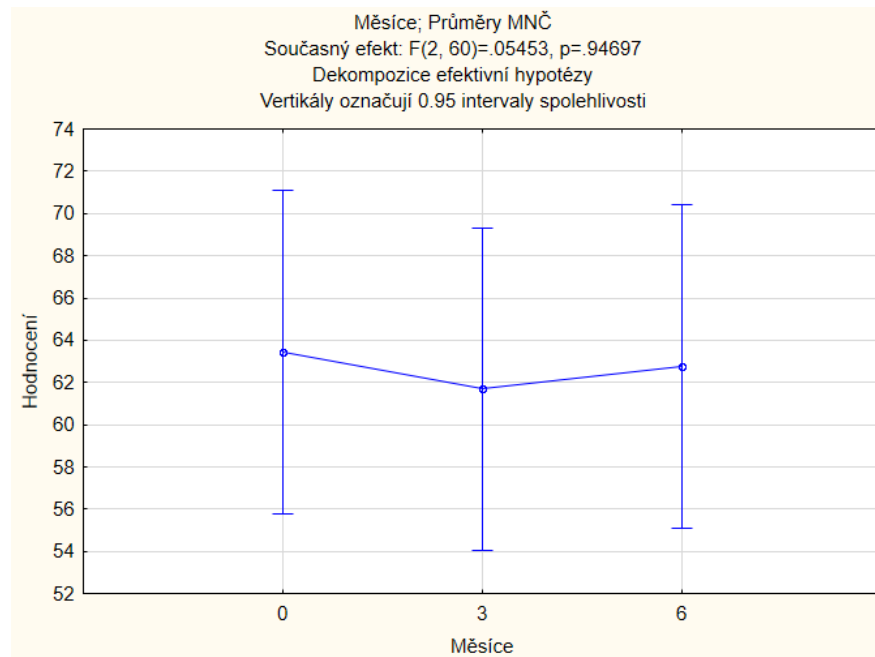


Graf 117: Vliv způsobu ošetření a doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti

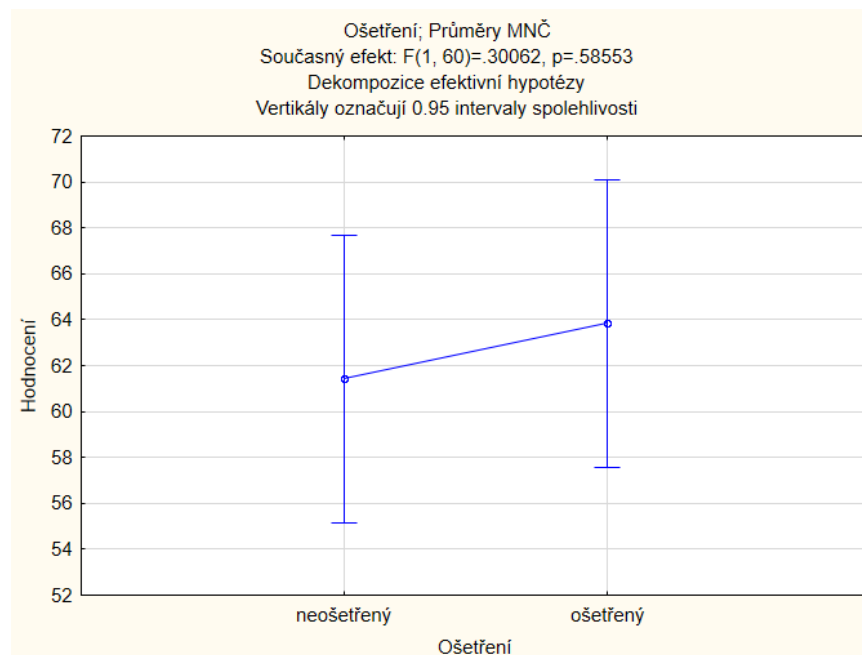


Graf 116 a 117 znázorňuje vliv interakce nezávisle proměnných – způsobu ošetření a doby skladování na závisle proměnné – hodnocení celkové intenzity chuti. Dle p-hodnoty nemá interakce nezávisle proměnných na hladině významnosti 0,05 na závisle proměnnou statisticky významný vliv.

Graf 118: Vliv doby skladování na hodnocení celkové intenzity chuti



Graf 119: Vliv způsobu ošetření na hodnocení celkové intenzity chuti



Ani jedna nezávisle proměnná nemá na hodnocení celkové intenzity chuti na hladině významnosti 0,05 statisticky významný vliv (graf 118 a 119)

6. Diskuze

Senzorická analýza vzorků probíhala v senzorické laboratoři, odpovídající ISO normě, aby se zamezilo veškerým negativním ovlivňujícím činitelům při hodnocení. Naměřené hodnoty však mohly být ovlivněny již při mikrovlnném ošetřování vzorků. Jednalo se pouze o laboratorní zařízení, které se kvůli způsobu, jakým je zakončen vlnovod, vyznačuje vytvářením teplejších pásů. Dohřevný tunel následně nebyl dost dlouhý na to, aby se teploty vyrovnaly. U reálného provozního zařízení, které má odpovídající délku se teploty srovnají už v mikrovlnné komoře a dohřevná zóna slouží již jen skutečně k udržení teploty. Dané zařízení bylo pouze experimentální. Po průchodu mikrovlnným přístrojem byla naměřena rozdílná teplota infrakamerou a vpichovým teploměrem, což bylo způsobeno povrchovou emisivitou, problémovým přenosem tepla špatně definovaným kontaktem, malým rozměrem samotné mikrovlnné komory a celkovou délkou zařízení.

První senzoricky hodnocenou komoditou byly vlašské ořechy. Pomocí metody senzorického profilu bylo zjištěno, že mezi neošetřenými vlašskými ořechy a vlašskými ořechy ošetřenými mikrovlnným zářením hodnocenými ihned po ošetření ani po 3 měsících skladování vzorků neexistují statisticky významné rozdíly. Výsledky metody senzorického profilu vlašských ořechů skladovaných 6 měsíců ukázaly, že existují významné rozdíly mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky v příjemnosti textury a příjemnosti chuti. Lepší příjemnost textury i chuti byla zjištěna u ozářených vlašských ořechů. Lepší příjemnost textury může souviset se sníženým obsahem vody ozářených vlašských ořechů a tím vyšší křupavostí a vyšší stabilitou ozářených vzorků, získanou během Maillardovy reakce (Kita et Figiel, 2007). Lepší příjemnost chuti byla pravděpodobně způsobena nižším obsahem tříslovin, který klesá s dobou mikrovlnného záření a s dobou skladování (Sze-Tao et al., 2001).

Typickou chutí vlašských ořechů hodnocených ve všech časech po ošetření mikrovlnným zářením byla chuť nahořklá. Za hořkou chuť vlašských ořechů jsou zodpovědné třísloviny. Dle Sze-Tao et al. (2001) se z vlašských ořechů za 1 minutu mikrovlnného záření ztratí přes 93 % tříslovin zodpovědných za hořkou chuť. Sze-Tao et al. (2001) také zjistili, že doba skladování má vliv na snížení obsahu tříslovin ve vlašských ořechích, konkrétně při skladování při teplotě 25 °C po dobu 21 dní se obsah tříslovin snížil o 20–40 %.

Popisovou metodou (CATA) pro potřeby diplomové práce bylo zjištěno, že velmi mírné snížení nahořklé chuti bylo zaznamenáno pouze u ošetřených vzorků, nahořklá chuť neošetřených vlašských ořechů zůstala po celou dobu skladování stejná. Výsledky diplomové práce tedy

neodpovídají výzkumu provedenému v roce 2001. To může být způsobeno malým počtem respondentů.

Pomocí programu STATISTICA bylo zjištěno, že interakce doby skladování a způsobu ošetření nemá významný vliv na vlastnosti chuti vlašských ořechů. Způsob ošetření má však významný vliv na příjemnost textury a chuti a doba skladování má vliv na intenzitu žluklé chuti vlašských ořechů. Intenzita žluklé chuti vlašských ořechů skladovaných 3 měsíce se oproti vzorkům hodnoceným ihned po ozáření zvýšila, což odpovídá již zjištěným výsledkům. Bylo vyzkoumáno, že oxidace je jednou z hlavních příčin zhoršené kvality olejů. Následkem je nežádoucí chuť potraviny a žluknutí tuků. Oxidační stabilita tuků závisí na složení mastných kyselin a triacylglycerolů, dále na obsahu minoritních složek s antioxidačními vlastnostmi. Při oxidaci struktura triglyceridů prochází změnami, které vedou ke vzniku nízkomolekulárních sloučenin s nízkou molekulovou hmotností, které způsobují nežádoucí příchutě (Ali et al., 2017). Nicméně po 6 měsících byla vyhodnocená intenzita žluklé chuti opět nižší, což poznatkům týkajícím se oxidace tuků neodpovídá. Pro přesnější sensorické vyhodnocení by bylo vhodné, aby se hodnocení zúčastnilo více respondentů a výsledky tak mohly být více vypovídající.

Druhou komoditou podrobenou sensorické analýze byly loupané mandle.

Metodou sensorického profilu bylo zjištěno, že existují významné rozdíly mezi jednotlivými vzorky mandlí hodnocenými ihned po ozáření pouze v intenzitě pražené chuti. Čím vyšší výkon byl při ošetření mandlí použit, tím vyšší míru pražené chuti mandle vykazovaly.

Výsledky lze objasnit tím, že během mikrovlnného ohřevu probíhá Maillardova reakce, jejíž produkty přispívají k pražené chuti a koncentrace těkavých látek v mandlích se zvyšuje. Výsledky jsou v souladu se studií provedenou Agilem a Barringerem (2012), ve které je zvyšující se intenzita pražené chuti též zmíněná.

Mezi žádnými dvěma vzorky mandlí skladovanými 3 měsíce neexistují významné rozdíly v žádné vlastnosti chuti.

Mezi mandlemi ozářenými různou intenzitou mikrovlnného záření, skladovanými 6 měsíců, existují významné rozdíly v příjemnosti chuti a intenzitě pražené chuti. Příjemnost chuti i intenzita pražené chuti se zvyšovaly se zvyšující se mírou výkonu mikrovlnného ošetření. Výsledky jsou v souladu s výzkumem provedeným Agilem a Barringerem (2012).

Agil a Berringer (2012) popsali, že během mikrovlnného ohřevu se zvyšuje obsah těkavých látek v mandlích. Vyšší obsah těkavých látek v mandlích pražených pomocí mikrovlnného záření je způsoben jak vnitřním, tak vnějším ohřevem, proto je obsah těkavých látek vyšší než při konvenčním ohřevu. Celková koncentrace těkavých látek vznikajících Maillardovou reakcí

je větší než celková koncentrace těkavých látek vznikajících během oxidace lipidů. Chuť pražených mandlí způsobují konkrétně pyraziny, benzylalkohol a benzaldehyd. Bylo zjištěno, že těkavé látky vznikající během Maillardovy reakce snižují oxidaci lipidů mandlí. Na rozdíl od pražených mandlí v neošetřených mandlích probíhala oxidace lipidů během skladování mnohem intenzivněji.

Výsledky sensorického hodnocení diplomové práce odpovídají již provedeným výzkumům. V neošetřených mandlích probíhala během skladování ve vysoké míře oxidace lipidů. Čím vyšší výkon byl pro ošetření mandlí použit, tím více produktů Maillardovy reakce a zároveň méně produktů oxidace lipidů mandle obsahovaly. Tím pádem byl rozdíl v příjemnosti chuti a pražené chuti statisticky významný.

V mandlích dominovala chuť oříšková. Ta je charakteristická i pro neošetřené mandle, ale při Maillardově reakci její intenzitu zvyšují pyraziny (Smith et al., 2014). Oříšková chuť mandlí hodnocených ihned po ozáření byla nejvyšší při generovaném výkonu mikrovlnného záření 2,4 kW, pak klesala, což bylo pravděpodobně způsobeno zvýšenou intenzitou výrazné chuti, která oříškovou chuť zamaskovala. U mandlí hodnocených po 3 měsících skladování pravděpodobně též výrazná chuť mandlí ošetřených nejvyšším výkonem mikrovlnného záření zamaskovala oříškovou chuť. U mandlí hodnocených po 6 měsících ale byla u nejvíce ošetřených vzorků nejvýraznější jak chuť oříšková, tak výrazná. To lze odůvodnit rozdílem v množství těkavých látek, který se během skladování projevil.

Byl vyhodnocen vliv interakce doby skladování a způsobu ošetření na hodnocení vlastností chuti mandlí. Interakce doby skladování a způsobu ošetření neměla statisticky významný vliv na žádnou vlastnost chuti. Doba skladování samostatně též neměla významný vliv na sensorické hodnocení mandlí, zatímco způsob ošetření měl statisticky významný vliv na příjemnost textury, chuti, intenzitu pražené chuti a celkovou intenzitu chuti. To lze vysvětlit tím, že změny během mikrovlnného ohřevu byly mnohem výraznější než změny během skladování mandlí.

Dále byla sensoricky hodnocená podzemnice olejná.

Mezi ozářenými a neozářenými vzorky podzemnice olejná existují statisticky významné rozdíly v intenzitě barvy, příjemnosti chuti, intenzitě pražené chuti, celkové intenzitě chuti a intenzitě žluklé chuti. U podzemnice olejná hodnocené po 3 měsících skladování byl významný rozdíl v příjemnosti textury, chuti a intenzitě pražené chuti a intenzitě žluklé chuti.

Lepší příjemnost textury, intenzita barvy, příjemnost chuti, intenzita pražené chuti a celková intenzita chuti byla zaznamenána u vzorku ošetřeného mikrovlnným zářením. Naopak neošetřené vzorky vykazovaly vyšší míru žluklé chuti.

Nejvýraznější rozdíly byly vyhodnoceny v podzemnici olejné skladované 6 měsíců. Ozářená a neozářená podzemnice olejná skladovaná 6 měsíců se lišila ve všech vlastnostech chuti. Příjemnost textury, intenzita barvy, příjemnost chuti, intenzita pražené chuti i celková intenzita chuti byly hodnoceny lépe u podzemnice olejné ošetřené mikrovlnným zářením. Intenzita žluklé chuti byla výraznější u neošetřeného vzorku.

Smith et al. (2014) uvádí význam těkavých látek vznikajících při mikrovlnném záření a zahřívání podzemnice olejné na její „flavor“. Největší aromatickou aktivitu ze všech těkavých látek měl methylmerkaptan – látka, která má silný dopad na aroma v pražené podzemnici olejné. Methylmerkaptan pochází z methioninu během Maillardovy reakce, významný je také vanilin, 2,3-butandion, butanal a sirovodík. Výsledky sensorického hodnocení diplomové práce potvrzují význam tepelné úpravy podzemnice olejné na její chuť i barvu. Neošetřená podzemnice olejná byla hodnocena negativně z důvodu jejího syrového stavu. Žluklá chuť, která byla výraznější u neozářené podzemnice olejné, je spojována s aldehydy s nízkou molekulovou hmotností jako je pentanal, hexanal, oktanal a nonanal, které vznikají při oxidaci lipidů v podzemnici olejné (Smith et al., 2014). Nejvýraznější rozdíly se projeví u podzemnice olejné skladované 6 měsíců, což odpovídá již vyzkoumaným poznatkům. Intenzita žluklé chuti souvisí s probíhající oxidací lipidů během skladování. Pozitivní vlastnosti chuti souvisejí se změnami při Maillardově reakci a s produkcí těkavých látek (Smith et al., 2014).

Žluklá chuť je spojována s aldehydy s nízkou molekulovou hmotností jako je pentanal, hexanal, oktanal a nonanal, které vznikají při oxidaci lipidů v podzemnici olejné a byla přítomna pouze u neozářené podzemnice olejné.

2,3-butandion a butanal jsou látky zodpovědné za máslovou chuť podzemnice olejné. U vzorků hodnocených ihned po ošetření byla máslová chuť cítit pouze u neošetřené podzemnice olejné. Po 3 a 6 měsících skladování již byla máslová chuť znatelnější u ošetřené podzemnice olejné. Tyto látky vznikají při hnědnutí ořechů Maillardovou reakcí nebo oxidací lipidů. V sensorické analýze diplomové práce neměla Maillardova reakce na vznik máslové chuti vliv. Projevila se pouze oxidace lipidů v průběhu skladování.

Nejvíce zastoupenou aromatickou látkou v pražené podzemnici olejné je 1-methyl-1H-pyrrol a 2,5-dimethylpyrazin, které se podílejí na sladké chuti (Lykomiros et al., 2016). Výsledky sensorického hodnocení odpovídají teoretickým poznatkům. Sladkou chuť vykazovala ve vyšší míře podzemnice olejná, která byla ošetřena mikrovlnným zářením.

Interakce doba skladování a způsobu ošetření neměla statisticky významný vliv na žádnou zjišťovanou sensorickou vlastnost. Doba skladování též neměla na rozdíl významný vliv na hodnocení žádné sensorické vlastnosti, ale způsob ošetření měl vliv na všechny zjišťované

vlastnosti. Z toho lze usoudit, že změny probíhající během mikrovlnného záření jsou výraznější než změny během skladování.

Poslední sensoricky hodnocenou komoditou byl mák. Z výsledků nelze vyvodit vliv mikrovlnného záření na sensorické vlastnosti máku. Neexistují literární zdroje pro porovnání. Fakt, že mezi vzorky nebyl vyhodnocen rozdíl může souviset s obtížnějším hodnocením máku a také s tím, že pro mnohé hodnotitele mohlo být nepříjemné konzumovat mák samotný. Výsledek může být zapříčiněn i složením máku. U máku byla zaznamenána nižší intenzita žluklé chuti než u hodnocených ořechů, což může souviset s vysokým obsahem tokoferolů v máku. Mák obsahuje vysoký obsah vitamínu E, fenolů a flavonoidů, které působí antioxidačně, což způsobuje vyšší stabilitu, a tudíž nedošlo k významné oxidaci u žádného vzorku máku a nevznikly tak mezi jednotlivými vzorky statisticky významné rozdíly (Montefusco et al., 2015).

7. Závěr

Hypotéza 1 byla potvrzena. Při ošetření potravin mikrovlnným zářením skutečně nedošlo ke zhoršení sensorické kvality ořechů a máku.

Hypotéza 2 byla vyvrácena. Mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky vlašských ořechů, mandlí a podzemnice olejné existuje statisticky průkazný rozdíl jak u vzorků hodnocených ihned po ošetření, tak u vzorků hodnocených po 3 měsících i po půl roce skladování. Ošetřené vzorky však byly ve vlastnostech sensorické jakosti vyhodnoceny jako přijatelnější. Mezi ošetřeným a neošetřeným mákem neexistují statisticky významné rozdíly. Při zhodnocení vlivu interakce dvou nezávisle proměnných (způsobu ošetření a doby skladování) na závisle proměnnou (sensorické hodnocení vzorků) však bylo zjištěno, že společně nemá interakce nezávisle proměnných na sensorické hodnocení statisticky významný vliv.

Práce přinesla poznatky, podle kterých má mikrovlnné záření pozitivní vliv nejen na hygienickou jakost, ale i na jakost sensorickou. Závěrem diplomové práce je doporučení využívání mikrovlnného záření výrobci potravin, protože dle výsledků práce má mikrovlnné ošetření pozitivní vliv na jejich sensorickou jakost.

8. Seznam literatury

Agila, A., Barringer, S. 2012. Effect of roasting conditions on color and volatile profile including HMF level in sweet almonds (*Prunus dulcis*). *Journal of food science*. 77(4).

Ahrens, S., Venkatachalam, M., Mistry, A. M., Lapsley, K., Sathe, S. K. 2005. Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. *Plant foods for human nutrition*. 60(3). 123-128.

Ali, M. A., Islam, M. A., Othman, N. H., Noor, A. M. 2017. Effect of heating on oxidation stability and fatty acid composition of microwave roasted groundnut seed oil. *Journal of food science and technology*. 54(13). 4335-4343.

Basaran, P., Akhan, Ü. 2010. Microwave irradiation of hazelnuts for the control of aflatoxin producing *Aspergillus parasiticus*. *Innovative food science & emerging technologies*. 11(1). 113-117.

Basha, S. M., Cherry, J. P. 1976. Composition, solubility, and gel electrophoretic properties of proteins isolated from Florunner (*Arachis hypogaea*) peanut seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*. 24(2). 359-365.

Boldor, D., Sanders, T.H. Simunovic, J. 2004. Dielectric properties of in-shell and shelled peanuts at microwave frequencies. *Transactions of the ASAE*, 47, 1159-1169.

Bozan, B., Temelli, F. 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*. 99(14). 6354-6359.

ČSN EN 13299. Senzorická analýza - Metodologie - Všeobecné pokyny pro vytvoření senzorického profilu. 2010. Český normalizační institut. Praha. 28 s.

ČSN EN ISO 5495. Senzorická analýza - Metodologie - Párová porovnávací zkouška. 2009. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. 24 s.

ČSN ISO 8587. Senzorická analýza – Metodologie - Pořadová zkouška. 1993. Český normalizační institut. Praha. 13 s.

ČSN EN ISO 8589. Senzorická analýza - Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. 2007. Český normalizační institut. Praha. 20 s.

Encyclopædia Britannica, inc. Magnetron [online]. Encyclopædia Britannica. The Editors of Encyclopædia Britannica. 7. dubna 2016 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z <<https://www.britannica.com/technology/magnetron>>.

Hong, S. M., Park, J. K., Lee, Y. O. 2004. Mechanisms of microwave irradiation involved in the destruction of fecal coliforms from biosolids. *Water Research*. 38(6). 1615-1625.

Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., Basak, T. 2013. Microwave food processing—A review. *Food Research International*. 52(1). 243-261.

Ingr, I., Pokorný J., Valentová H. 2007. Senzorická analýza potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. 180 s. ISBN: 978-80-7375-032-9.

Ježek, F., Saláková, A. 2012. Senzorická analýza potravin. VFU. Brno

Jittrepotch, N., Kongbangkerd, T., Rojsuntornkitti, K. 2010. Influence of microwave irradiation on lipid oxidation and acceptance in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *International Food Research Journal*. 17. 173-179.

Kester, D. E., Gradziel, T. M., Grasselly, C. 1991. Almonds (*Prunus*). Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. 290, 701-760.

Kita, A., Figiel, A. 2007. Effect of roasting on properties of walnuts. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(2 [A]). 89-94.

Lawless, H. T., Heymann, H. 2010. Data relationships and multivariate applications. Sensory evaluation of food. 433-449

Lykomitros, D., Fogliano, V., Capuano, E. 2016. Flavor of roasted peanuts (*Arachis hypogaea*)—Part II: Correlation of volatile compounds to sensory characteristics. *Food Research International*. 89. 870-881.

Matsui, K. N., Gut, J. A. W., De Oliveira, P. V., Tadini, C. C. 2008. Inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. *Journal of Food Engineering*. 88(2). 169-176.

Montefusco, A., Semitaio, G., Marrese, P. P., Iurlaro, A., De Caroli, M., Piro, G., Lenucci, M. S. 2015. Antioxidants in varieties of chicory (*Cichorium intybus* L.) and wild poppy (*Papaver rhoeas* L.) of southern Italy. *Journal of Chemistry*.

Obsil, T., PAVLICEK, Z. 1997. GLYKACE PROTEINU A FOSFOLIPIDU: MAILLARDOVA REAKCE IN VIVO. *Chemické listy*. 91(8). 558-569.

Pokorný, J., Valentová, H., Panovská, Z. 1999. *Sensorická analýza potravin*. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha. 95 s.

Pokorný, J., Valentová, H., Pudil, F. 1997. *Sensorická analýza potravin: Laboratorní cvičení*. VŠCHT. Praha. 62 s. ISBN 80-7080-287-2.

Raigar, R. K., Upadhyay, R., Mishra, H. N. 2017. Optimization of microwave roasting of peanuts and evaluation of its physicochemical and sensory attributes. *Journal of Food Science and Technology*. 54(7). 2145-2155.

ROmiLL, spol. s r.o., Představení firmy [online]. Brno. [cit. 2017-11-30]. Dostupné z <http://www.romill.cz/cz/predstaveni-firmy>

ROmiLL, spol. s r.o., Mikrovlny [online]. Brno. [cit. 2017-11-30]. Dostupné z <http://www.romill.cz/cz/mikrovlny>

ROmiLL, spol. s r.o., Druhy mikrovlnných zařízení [online]. Brno. [cit. 2017-11-30]. Dostupné z <http://www.romill.cz/cz/druhy-zarizeni>

- Sabudak, T. 2007. Fatty acid composition of seed and leaf oils of pumpkin, walnut, almond, maize, sunflower and melon. *Chemistry of Natural Compounds*. 43(4). 465-467.
- Savage, G. P., Keenan, J. I. 1994. The composition and nutritive value of groundnut kernels. In *The groundnut crop*. 173-213.
- Serowik, M., Figiel, A., Nejman, M., Pudlo, A., Chorazyk, D., Kopec, W., Rychlicka, J. 2018. Drying characteristics and properties of microwave – assisted spouted bed dried semi– refined carrageenan. *Journal of Food Engineering*. 221, 20-28.
- Schirack, A. V., Sanders, T. H., Sandeep, K. P. 2007. EFFECT OF PROCESSING PARAMETERS ON THE TEMPERATURE AND MOISTURE CONTENT OF MICROWAVE-BLANCHED PEANUTS. *Journal of food process engineering*. 30(2). 225-240.
- Smith, A. L., Barringer, S. A. 2014. Color and volatile analysis of peanuts roasted using oven and microwave technologies. *Journal of food science*. 79(10).
- Smith, A. L., Perry, J. J., Marshall, J. A., Yousef, A. E., Barringer, S. A. 2014. Oven, microwave, and combination roasting of peanuts: comparison of inactivation of salmonella surrogate *Enterococcus faecium*, color, volatiles, flavor, and lipid oxidation. *Journal of food science*. 79(8).
- Sze-Tao, K. W. C., Sathe, S. K. 2000. Walnuts (*Juglans regia* L): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(9). 1393-1401.
- Sze-Tao, K. W. C., Schrimpf, J. E., Teuber, S. S., Roux, K. H., Sathe, S. K. 2001. Effects of processing and storage on walnut (*Juglans regia* L) tannins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81(13). 1215-1222.
- Vackář, J., 1985. *Analýza a syntéza technologických procesů II*.

Van Boekel, M. A. J. S. 2006. Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology advances*. 24(2). 230-233.

Velíšek, J., Hajšová, J. 2009. *Chemie potravin I. OSSIS*. Tábor: 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.

Venkatachalam, M., Sathe, S. K. 2006. Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*. 54(13). 4705-4714.

Vrána, V. 2008. *Elektrické teplo*. VŠB-TU Ostrava, Fakulta Elektrotechniky A Informatiky, Katedra Elektrotech.

9. Seznam použitých zkratek a symbolů

CATA = vybírání z předtištěných variant (check-all-that-apply)

Q = teplo

m = hmotnost

c = měrná tepelná kapacita

Δv = rozdíl teplot

t = čas

τ = oteplovací časová konstanta

W_{el} = elektrické energie

U = napětí

i = proud

Hz = hertz

KTJ = kolonii tvořící jednotka

W = watt

H_0 = nulová hypotéza

10. Přílohy

Příloha 1: Formulář pro hodnocení vlašských ořechů

Příloha 2: Formulář pro hodnocení loupaných mandlí blanširovaných

Příloha 3: Formulář pro hodnocení podzemnice olejně

Příloha 4: Formulář pro hodnocení nemletého máku modrého