

# **Vývoj metody pro určení autenticity máku modrého stanovením jeho oxidační stability**

Bc. Zuzana Krejčová

---

Diplomová práce  
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zuzana KREJČOVÁ**  
Osobní číslo: **T10515**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vývoj metody pro určení autenticity máku modrého stanovením jeho oxidační stability.**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Historie máku modrého
2. Rancimat
3. Využití rancimatu ve firmě Alika a.s.

### II. Praktická část

1. Stanovení čerstvého 100% máku modrého v časové ose 0 – 30 dní od sklizně
2. Stanovení 100% máku modrého v časové ose 1 – 8 měsíců od sklizně
3. Stanovení máku modrého v procentuálních poměrech sklizně 2010 a 2011
4. Vyhodnocení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. VELÍŠEK, J. Chemie potravin 2. OSSIS, Tábor 1999
2. Metrohm Česká republika 2011. Metrohm [online]. 2011 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.metrohm.cz/products/Metrohm/rancimaty/743/index.html>
3. Copyright Profi Press s.r.o. Agroweb [online]. 1997 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: [http://www.agroweb.cz/Vyuziti-olejnin-pro-potravinarske-ucely\\_s44x8463.html](http://www.agroweb.cz/Vyuziti-olejnin-pro-potravinarske-ucely_s44x8463.html)
4. Copyright 2011 by IREKS GmbH. Ireks-enzyma [online]. 2011 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.ireks-enzyma.cz/Cesky.htm>
5. Metrohm AG 2010. Metrohm [online]. 2010 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.metrohm.com/com/index.html>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Kremlová**

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
ředitel ústavu

Přijmení a jméno: KREJČOVÁ ZUZANA

Obor: THEVP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 2.5.2012

Krejčová

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací.

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledek obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném unitním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Píseň, že odevzdaním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3.

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odporů-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na určení autenticity máku modrého stanovením hodnoty oxidační stability. Teoretická část popisuje vlastní mák a jeho historii, metodu rancimat a její využití ve firmě ALIKA a.s.

V praktické části je stanovení hodnoty oxidační stability máku modrého. Nejdříve stanovení ideální hodnoty stoprocentního čerstvého máku v rozmezí do 30 dní od sklizně, potom měření stárnutí v průběhu 8 měsíců a nakonec stanovení jeho autenticity pomocí záložního vzorku (sklizeň 2010) a následné míchání v procentuálních poměrech (čerstvý a starý mák).

Klíčová slova: Mák modrý, metoda Rancimat, oxidační stabilita

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with specification of authenticity of blue poppy seeds by value of oxidative stability. The theoretical part describes blue poppy seeds, its history, rancimat method and use of this method in ALIKA a.s.

The practical part defines value of oxidative stability of blue poppy seeds. Firstly, it defines ideal value of oxidative stability. This is measured 30 days after current crop. Then it is measuring ageing in 8 months. At last it defines authenticity by reserve sample (crop 2010) and samples made by mixing with blue poppy seeds from new crop - in percentage rates.

Keywords: blue poppy, Rancimat metod, oxidation stability

Ráda bych poděkovala za odborné vedení, cenné rady a připomínky vedoucí mé diplomové práce Ing. Janě Kremlové, firmě ALIKA a.s. za umožnění měření své diplomové práce a firmě XY, která se zabývá čištěním máku modrého.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE MÁKU MODRÉHO</b> .....	<b>12</b>
1.1 BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA .....	12
1.2 HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM .....	14
1.3 PĚSTOVÁNÍ MÁKU.....	14
1.3.1 Požadavky na světlo .....	14
1.3.2 Požadavky na teplo.....	15
1.3.3 Požadavky na vláhu.....	15
1.3.4 Požadavky na půdu.....	15
1.4 TECHNOLOGICKÉ PĚSTOVÁNÍ .....	15
1.4.1 Výživa a hnojení.....	15
1.4.2 Příprava půdy .....	15
1.4.3 Výsev.....	16
1.4.4 Ošetřování během vegetace.....	16
1.4.5 Ochrana proti chorobám a škůdcům.....	17
1.4.6 Sklizeň.....	17
1.4.7 Čištění.....	18
1.5 ŠKODLIVÉ DOPADY PĚSTOVÁNÍ MÁKU.....	21
1.5.1 Jedovatá rostlina .....	21
1.5.2 Mák a drogy .....	22
<b>2 RANCIMAT</b> .....	<b>23</b>
2.1 METODA RANCIMAT .....	23
2.2 METROHM 743 RANCIMAT .....	24
<b>3 VYUŽITÍ RANCIMATU VE FIRMĚ ALIKA A.S.</b> .....	<b>27</b>
3.1 SENZORICKÉ HODNOCENÍ UPRAŽENÝCH SUROVIN – POLOTOVARŮ .....	27
3.2 KONTROLA VÝROBY .....	27
3.3 DENNÍ KONTROLA KVALITY PRAŽÍCÍHO OLEJE.....	28
3.4 KONTROLA VLHKOSTI SUROVINY .....	28
3.5 OVĚŘENÍ DMT.....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE</b> .....	<b>32</b>
<b>5 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>33</b>
5.1 VZORKY .....	33
5.1.1 Příprava vzorků .....	34
5.2 MĚŘENÍ OXIDAČNÍ STABILITY METODOU RANCIMAT 743.....	39
5.2.1 Princip metody rancimat 743 .....	39
5.2.2 Instrumentace .....	39
5.2.3 Chemikálie .....	39
5.2.4 Pracovní postup .....	39
<b>6 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>42</b>



6.1	STANOVENÍ ČERSTVÉHO HODNOT RANCIMATU U 100% MÁKU MODRÉHO V ČASOVÉ OSE 0 – 30 DNÍ OD SKLIZNĚ .....	42
6.2	STANOVENÍ HODNOTY RANCIMATU U 100% MÁKU MODRÉHO V ČASOVÉ OSE 1 – 8 MĚSÍCŮ OD SKLIZNĚ .....	47
6.3	STANOVENÍ HODNOTY RANCIMATU U MÁKU MODRÉHO V PROCENTUÁLNÍCH POMĚRECH SKLIZNĚ 2010 A 2011 .....	49
<b>ZÁVĚR.....</b>		<b>56</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>59</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>60</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>		<b>61</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>62</b>

## ÚVOD

Pěstování máku v naší zemi má dlouholetou tradici. V současné době je na trhu mnoho firem a podniků, které se zabývají pěstováním, prodejem a dalšími operacemi s mákem. Na společnosti jsou kladeny velké nároky na kvalitu, ale také na nízké ceny.

Využití máku v potravinářství je velmi mnohostranné, například jako posypová ingredience v pekařství, náplň cukrářských výrobků a dnes velmi populární mák mletý 100% nebo s přídavkem cukru.

Cílem mé diplomové práce bylo stanovení optimální hodnoty oxidační stability vzorkováním a měřením vlastnoručně nasbíraného máku modrého, aby byla zaručena pravdivost měření. Postupně byly měřeny hodnoty stárnutí semen máku modrého danou metodou v průběhu 8 měsíců od data sklizně. Tyto hodnoty pak byly použity k vyhodnocení srovnávacích testů, kde byly namodelovány vzorky mícháním čerstvého a rok starého máku. K tomuto nešvaru bohužel dochází v obchodních případech, kdy prodejci deklarují čerstvý mák i u máků, které jsou smíchány z poslední a předposlední sklizně. Cílem mé diplomové práce bylo zjistit, zda metoda rancimat je vhodná a účinná při posuzování čerstvosti máku a vyloučení možnosti smíchání s mákem předchozí sklizně. Použití smíchaného máku ohrožuje hodnotu stanoveného data minimální trvanlivosti a může dojít k předčasné změně senzorických vlastností a žluknutí tuků v máku a tím k poškození spotřebitelů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE MÁKU MODRÉHO

Mák setý (*Papaver somniferum*) je stará kulturní rostlina, která se pěstovala v oblasti Středozevního moře již v 6. tisíciletí př.n.l. [4].

Původ není zcela jistý, má se ale za to, že vznikl z divokého máku štětinkatého, který roste ve Středozeví. Druhá teorie má za to, že se vyvinul jako samostatný druh již ve třetihorách. Jisté je, že mák byl pěstován na území Evropy již v mladší době kamenné, dokazují to nálezy semen na sídlištích z této doby např. ve Švýcarsku, severní Itálii, Francii, na jihu Německa. Z Evropy se mák šířil dál až na východ, kde jeho sláva stoupala ne pro jeho chutná semena, ale hlavně pro opium, které se získává z nezralých makovic [23].

V současnosti se mák pěstuje v mírných a subtropických pásmech téměř celého světa a využívá se hlavně jako potravina, k výrobě oleje a ve farmacii a lékařství [1].

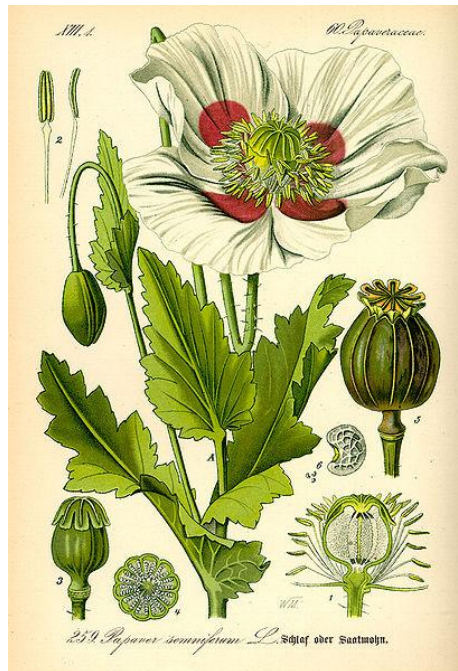
Latinské druhové jméno je odvozeno od slova somnus = spánek (rostlina, která přináší spánek) [1].

Taxonomické zařazení:

Říše:	rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše:	vyšší rostliny ( <i>Cormobionta</i> )
Oddělení:	krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída:	vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )
Řád:	pryskyřníkotvaré ( <i>Ranunculales</i> )
Čeleď:	makovité ( <i>Papaveraceae</i> )
Rod:	mák ( <i>Papaver</i> )

### 1.1 Biologická charakteristika

Mák setý je jednoletá rostlina, rod dvouděložných rostlin z čeledi makovitých (*Papaveraceae*), která zahrnuje více jak 100 druhů. Charakteristika rostliny: bylina s lodyhou 0,3 – 1,8 m vysokou, zubaté až vykrajované listy ohraničují stonek, květy jsou nejčastěji bílé barvy, plody mnohosemenné tobolky – makovice [4].

Obr. 1: *Papaver somniferum* [2]

Organoleptické vlastnosti	Semeno máku, s výjimkou odchylek musí být zdravé, vyzrálé a typickou barvou semen. Dále musí být bez živých škůdců v jakémkoliv stádiu jejich vývoje a bez cizích pachů
Fyzikální a chemické vlastnosti	Semeno máku musí odpovídat hodnotám jakostních ukazatelů uvedených v tabulce níže a požadavkům stanoveným v ČSN 469 2300-1
Skladování	Do 20°C, 70% relativní vlhkosti

Tab. 1: Požadavky komoditní vyhlášky [17]

Vlhkost a těkavé látky v hmotnostních %, nejvýše	10
Obsah tuku při 8% vlhkosti semene v hmotnostních %, nejméně	17
Semena prorostlá a mechanicky poškozená celkem v hmotnostních %, nejvýše	3

Tab. 2: Hodnoty jakostních ukazatelů [17]

## 1.2 Hospodářský význam

Významné jsou kulturní odrůdy máku setého, důležité olejniny a zdroj alkaloidů morfinového typu, ze kterých se vyrábějí léky. Pěstování je dobré zejména pro malé hospodářství. Důležité odrůdy pro hospodářství jsou:

- mák velký bílý (květ je bílý nebo červený, semena bílá)
- obyčejný pukavý, či hledík (květ je červený nebo modrofialový, semena modrá, která vypadávají ze zralých makovic) [7].

Kromě využití máku k přímé konzumaci se z něho vyrábí i olej, který se v některých zemích využívá jako náhražka dražšího olivového oleje. Pro potravinářské účely se lisuje za studena, naopak pro technické účely se lisuje za tepla (výroba fermeží, jádrového mýdla, olejových barev pro výtvarníky) [1].

Mák obsahuje 40 - 50% tuku, 15% proteinových látek a 20% klovatiny. Ze 100kg máku se vytěží až 40kg oleje [7].

## 1.3 Pěstování máku

Mák má v České republice dlouholetou tradici a je výhradně pěstován účelně, pouze občas roste planě. Stále se naskytují nové exportní možnosti, jelikož v mnoha zemích je jeho pěstování zakázáno, aby rostliny nemohly být zneužívány jako suroviny pro výrobu nelegálních omamných látek a drog. Zákonem o návykových látkách č. 167/1998 Sb. je stanovena ohlašovací povinnost osob pěstující mák a konopí na celkové ploše větší než 100m<sup>2</sup> [4].

Mák nemá zvláštní požadavky na prostředí, u nás se pěstuje hlavně v řepářských a bramborářských oblastech. Naopak velmi citlivý je na nevyrovnanost a odchylky v půdě, výživu a povětrnostní podmínky [18].

### 1.3.1 Požadavky na světlo

Na všech rostlinách se nedostatek světla projevuje celkovým oslabením, snížením výnosu semen a menším obsahem alkaloidů v tobočkách. Zvláště v období pomalého růstu může vážně ohrozit vitalitu vzešlých rostlin, což má za následek vytvářející se drobná semena a při velkém zastínění se nemusí semena vytvářet vůbec [4].

### 1.3.2 Požadavky na teplo

Teplota se během vegetace mění, je důležitým činitelem pro energii klíčení. Při teplotách kolem 10°C klíčí semena během 5 – 6 dnů, naopak při teplotách kolem 18°C - 20°C během 3 – 4 dnů, následné zvyšování teploty je pro klíčení semen zpomalující a při teplotách kolem 30°C klíčení semen ustává. Mák je možné vysévat i na podzim, jelikož rostliny hynou až při -6°C až -8°C [4].

### 1.3.3 Požadavky na vláhu

Na vláhu je mák velice náročný, ale pouze do doby rozkvetu, poté se nároky snižují. Celková spotřeba se mapuje kolem 250 – 350 l na m<sup>2</sup> [4].

### 1.3.4 Požadavky na půdu

Mák velmi citlivě reaguje na půdní nevyrovnanost i změny, které během vegetačního období nastávají vlivem agrotechniky, výživy a počasí. Proto je velmi důležité vybírat pečlivou a rovnoměrnou půdu [4].

## 1.4 Technologické pěstování

Pro pěstování máku je důležité, aby předplodina zajistila čistý pozemek bez plevelů, dobrou zásobu pohotových živin, nelze zasít po předplodině, která byla ošetřena herbicidy (je velmi citlivý). Takto nejvhodnější předplodinou pro mák jsou okopaniny, luskoviny a jeteloviny pěstované v hnojem ošetřené půdě [4].

### 1.4.1 Výživa a hnojení

Mák je velmi náročný na živiny. Při hnojení chlévským hnojem dochází i k záporným vlivům. Velká vrstva může vytvořit překážku a narušit tak přístup kapilární vody k semenům a tím zhoršit podmínky pro počáteční růst rostlin [4]. Při hnojení je důležité zachovávat poměrné zastoupení živin [5]. Jednostranná výživa dusíkem je velmi nebezpečná. Z toho důvodu při hnojení dusíkem se musí dbát na přesné dávkování. Nadlimitní dusík podporuje nežádoucí tvorbu většího počtu makovic na rostlině. Naopak správné dávkování dusíku s fosforem podporuje odolnost rostliny a zvyšuje se pevnost stonku [4].

### 1.4.2 Příprava půdy

Rozděluje se na podzimní a jarní přípravu, obě by měly být kvalitní a pečlivé. Podzimní příprava vyžaduje kvalitní hloubkovou orbu a ošetření proti plevelům. Doposud se neo-

svědčilo urovnávání povrchu před zimou. Jarní příprava zahrnuje důkladné urovnání půdy, aby při setí semena nemohla zapadnout do příliš velké hloubky [4].

### 1.4.3 Výsev

Při výsevu máku je důležité vhodně zvolit dobu setí, velikost výsevu a způsob setí.

Doba výsevu – je závislá hlavně na průběhu předjarního počasí, Vysévat by se mělo hned po přípravě pozemku do vyvrálé půdy, co nejdříve na jaře, nejpozději do konce dubna. V posledních letech se osvědčily také podzimní výsevy. Zdárné přezimování rostlin velmi ovlivňuje doba výsevu, bohužel pro nedostatek zkušeností nelze přesně určit vhodný termín [4].

Velikost výsevu – je taková, abychom dosáhli optimálního počtu pravidelně rozmístěných rostlin, v běžných poměrech se vysévá 1,2 – 1,5kg/ ha meziřádkové vzdálenosti 20 – 25 cm.

Způsob výsevu – K výsevu máku se používají univerzální secí stroje s úpravou na setí drobných semen a možností nízkého výsevu [4].



Obr. 2: Výsev máku secím strojem Focus TD [16]

### 1.4.4 Ošetřování během vegetace

Během vegetace je nutné věnovat pozornost selektivnímu ošetření osetých ploch použitím herbicidů, které jsou schopny zničit růst plevelů. Vysoké zamoření plevely bere rostlinám máku nutné světlo a potřebné živiny. Je vhodné i mechanické přetrhávání rostlinek, aby se docílilo optimálního rozložení počtu rostlin na oseté ploše [5].

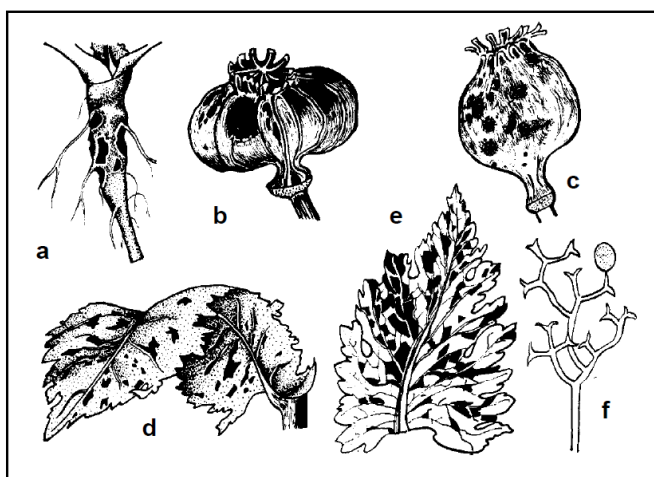


Chemická ochrana proti plevelům – chemická ochrana proti plevelům by se měla provádět již u předplodin, kdy je ochrana snazší. Pro mák nejsou speciální přípravky, proto se využívá přípravků pro jiné plodiny, ve snížených koncentracích [4].

#### 1.4.5 Ochrana proti chorobám a škůdcům

Nejvíce obávaná choroba máku, která ve velké míře snižuje výnosnost až o 80% je Helminthosporiíza máku. Projevuje se v podobě hnědých skvrn a modročerných proužků na stoncích. Makovice bývají menší, uvnitř jsou nevyvinutá semena vzájemně spojena. Ochranou je zdravé osivo [5].

Škůdci máku – Krytonosec kořenový, Krytonosec makovicový, Mšice maková [5].



Choroby škůdci máku:

- a – larvami poškozený kořen,
- b – deformovaná tobolka,
- c – požerky brouků na tobolce,
- d – plíseň peronospora maková na listu,
- e – helmintosporiíza máku,
- f - konidiofor s konidii

Obr. 3: Choroby, škůdci máku [15]

#### 1.4.6 Sklizeň

Sklizeň máku se provádí, pokud jsou semena dostatečně vyžralá a odolná proti poškození. Ihned po vysypání z makovic semena mění svoji barvu z tmavých na světlá. Nejvhodnější je sklízet v poledních hodinách [4].

Semena jsou vystavena nárazům a tlakům, mohou být velmi snadno poškozena, proto je potřeba sklízet semena plně vyžralá. Čím jsou semena vyžralější, tím jsou odolnější proti mechanickému poškození. I v tomto období jsou semena vlhká a jejich vlhkost se mění během dne, proto se provádí dosoušení směsi sklizené makoviny na 15% a semen na 8%. Provádí se pomocí malých ventilátorů [5].



Obr. 4: Sklizeň máku [16]



Obr. 5: Sklizeň máku [16]

#### 1.4.7 Čištění

Specializovaná zařízení a linky na čištění máku nabízí v České republice několik společností. Čistící linka se skládá z: příjmu máku s makovinou, separace makoviny, čištění máku. Mák společně s makovinou je nasypán do příjmového koše, odtud putuje dopravníky na separátor makoviny. Výsledkem je co nejdokonalější oddělení máku od makoviny. Makovina má stále větší uplatnění při výrobě pelet na vytápění, má velmi dobrou výhřevnost. Většina strojů je vybavena dvěma řadami sít nad sebou, které třídí vstupní materiál na tři frakce: prodejní makovina, neprodejní makovina a předčištěný mák. Předčištěný mák dále putuje na čističku drobných semen, kde se přesně třídí a čistí na sítích za pomoci vzduchu. Nakonec následuje pneumatický třídící stůl, který dokáže vytřídit materiály se stejnou velikostí zrna, ale s rozdílnou specifickou hmotností. A na konci se získá mák s čistotou 99,8% [14].



Obr. 6: Mák s příměsí makoviny, před začátkem čištění [3]



Obr. 7: Separace máku od makoviny [3]





Obr. 8: Mák po separaci makoviny [3]



Obr. 9: Síta na čištění předčištěného máku za pomoci vzduchu [3]



Obr. 10: Pneumatický čistící stůl – čištění materiálů se stejnou velikostí [3]

## 1.5 Škodlivé dopady pěstování máku

Mák modrý nedává pouze semena pro hospodářský význam, ale má i negativní dopad v podobě zneužití obsažených alkaloidů (morfin, kodein, thebain nebo papaverin) získaných z nezralých makovic. Jsou zneužívány k nezákonné výrobě drog a omamných látek [1].

### 1.5.1 Jedovatá rostlina

Stonek, listy, ale také nezralé makovice obsahují nebezpečné alkaloidy. Nejdůležitější a nejznámější je morfin, který působí na organismus analgeticky (snižuje práh bolesti) a narkoticky (vyvolává spánek a pocity slasti). Morfin se v lidském těle dobře a rychle vstřebává. Ovlivňuje centrální nervový systém, tlumí pocit bolesti, působí na svalová vlákna a také ovlivňuje dýchání.

V lékařství se využívá jako silné analgetikum, jeho používání má přísná a jasná pravidla. Už u zcela krátkodobého užívání může vznikat návyk (morfinismus), kdy působí stimulačně, navozuje příjemné psychické stavy a uživatele nutí k dalšímu a dalšímu užívání.

Při dlouhodobém užívání dochází k tělesným a duševním změnám, vyznačujících se podrážděností, neklidem, rozrušeností, depresivními stavy, úbytkem tělesné hmotnosti a hlavně únavou. Pro neléčené pacienty je velmi nepříznivá prognóza, která často končí smrtí sebevraždou nebo doprovodnými onemocněními [19].

Smrtečná dávka morfinu se udává v rozmezí 0,25 – 0,5 g, otrava se dostaví v rozmezí 30 až 60 minut od požití. Příznaky předávkování morfinem jsou různé, od pocitu tepla v obličeji až po rozšíření do oblasti hrudi a paží. Nastupuje stav opojení, následná ospalost, která přechází do bezvědomí a nastává smrt [21].

### 1.5.2 Mák a drogy

Opium je ztuhlá a usušená mléčná tekutina, které se sbírá z nařezaných nezralých makovic. Mléčná tekutina je šedavě – bílé barvy, po usušení se mění v hnědou. Následná droga heroin se získává z opia chemickou cestou [19].

Pro opium se mák pěstuje hlavně ve Východní Asii, Indii a Číně. Do Evropy se opium dováží hlavně z Asie [20]. Opium se užívá kouřením nebo požíváním, následný heroin z opia je nebezpečná a silně návyková látka, která se užívá hlavně nitrožilně. Její užívání vede až k sebevraždě [22].

Největším producentem opia je Afganistan i přes to, že se zde pěstování máku snížilo o 22%. Opium z Afghánistánu je určeno především pro evropský trh. Naopak největším producentem opia pro farmaceutické účely je Indie [13].

## 2 RANCIMAT

### 2.1 Metoda rancimat

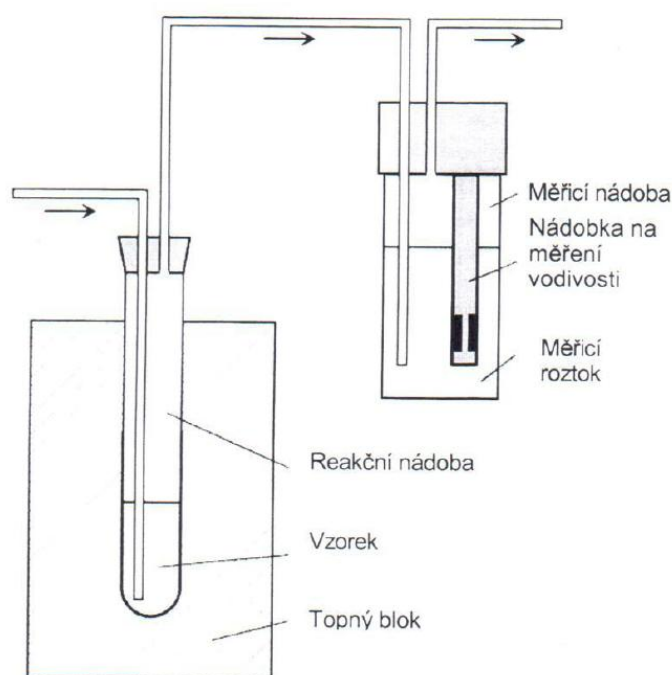
K nežádoucímu rozkladu rostlinných a živočišných tuků, který se dá od prvopočátku zjistit změnou organoleptických vlastností potraviny (vůně a chuti) dochází hlavně kvůli chemickým změnám působením vlivu atmosférického kyslíku. Tyto oxidační procesy, které za teploty kolem 20°C probíhají zvolna, se nazývají autooxidace. Začínají radikálovou reakcí na nenasycených mastných kyselinách a během vícestupňového procesu vznikají různé produkty rozkladu: peroxidy, alkoholy, aldehydy a karboxylové kyseliny [8].

Pro stanovení oxidační stability byla vybrána metoda Rancimat. Metoda je založena na urychlení procesu oxidace a tvoření těkavých látek, tím že vystaví vzorek zvýšeným teplotám se současným vháněním vzduchu. Čas, který je potřebný pro zkoušku, je obvykle několik hodin na místo týdnů či měsíců, metoda stimuluje zrychlený proces stárnutí [9].

Rancimat metoda měření oxidační stability umožňuje testovat účinnost antioxidantů, určit trvanlivost výrobku a test stability nových přísad [11].

Těkavé oxidační produkty (hlavně kyselina mravenčí) se proudem vzduchu převádějí do měřicí nádoby, kde se absorbují v měřicím roztoku – destilovaná voda. Pokud se kontinuálně zaznamenává vodivost měřicího roztoku, tak získáme oxidační křivku, jejíž inflexní bod se nazývá indukční doba (představuje dobrou charakteristickou hodnotu oxidační stability [8].

Tato metoda byla vyvinuta jako automatizovaná verze časově velice náročné a komplikované metody AOM (aktivní kyslíková metoda) ke zjišťování indukční doby tuků a olejů. Během let se tato metoda zaběhla a prosadila a nyní je součástí mnoha národních a mezinárodních norem a standardů [8].



Obr. 11: Schéma uspořádání měření [8]

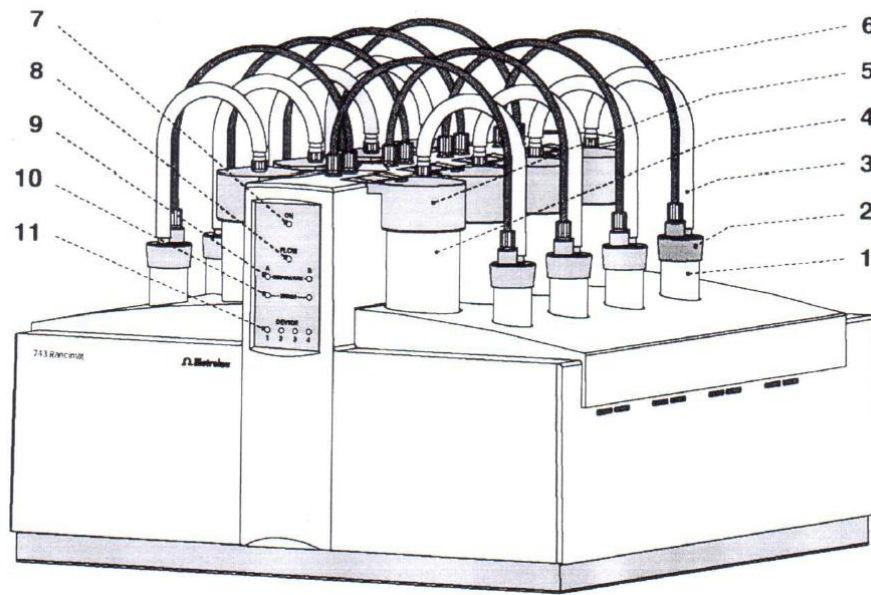
## 2.2 Metrohm 743 Rancimat

743 Rancimat je moderní, snadno použitelný a počítačem řízený přístroj pro analýzu oxidační stability tuků, olejů a jiných produktů, včetně biodieselu. Má osm pozic pro vzorky, dva samostatné vyhřívací bloky a je navržen tak, aby splňoval požadavky výzkumných i průmyslových laboratoří pracujících s velkým množstvím vzorků.

Použití pro:

- rostlinné tuky a oleje: sója, slunečnice, kukuřice, řepka, kokos, ořšky,
- živočišné tuky a oleje: máslo, rybí tuk, vepřové sádlo,
- výzkum antioxidantů,
- oxidativní stabilita bionafty,
- oxidační stabilita lehkých topných olejů s Cu katalyzátorem [8].





Obr. 12: Čelní strana přístroje Rancimat 743 [8]

1	Reakční nádoba	7	Kontrolka napájení
2	Kryt reakční nádoby	8	Kontrolka průtoku plynu
3	Propojovací trubka	9	Kontrola teploty
4	Měřicí nádoby	10	Kontrolka chyby
5	Kryt měřicí nádoby	11	Kontrolky přístrojů
6	Propojovací trubka		

Tab. 3: Vysvětlivky k čelní straně přístroje Rancimat 743 [8]

Vlastnosti:

Přístroj obsahuje 8 měřících pozic se dvěma rozdílnými teplotami pro analýzu více vzorků. Každý kanál má individuální start, který zajistí konzistentní výsledky. Jednorázové reakční nádoby k odstranění kontaminace. Kompletní softwarové (Windows) ovládání topení, výpočtů křivek, metod a kalkulací. Přístroj má jednoduché zpracování dat a analýzu vzorků pro jeden nebo více vzorků, databáze s tříděním, filtrováním a možností exportu dat. Automatizované a manuální vytváření křivek používající přímou a tangenciální metodu. Extrapolace teploty: převedení výsledků na jiné teploty, například teplotu skladování. Rancimat 743 software nám nabízí kompletní řízení a ukládání parametrů metod, včetně teploty,

času a průtoku vzduchu založené na operačním systému Windows. Velké množství dat vzorků může být automaticky uloženo a hodnoceno na základě vybraných vlastních nebo standardních vlastností. Zjištěné křivky a teploty zahrnují schopnost odhadnout životnost produktu [8].

### 3 VYUŽITÍ RANCIMATU VE FIRMĚ ALIKA A.S.

Ve firmě se během roku provádějí pravidelné kontroly jakosti surovin, polotovarů a výrobků. Mezi které patří:

#### 3.1 Senzorické hodnocení upražených surovin – polotovarů

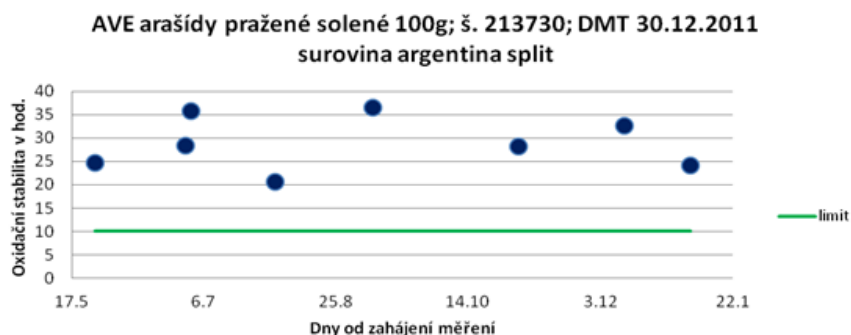
Hodnocení upražených surovin je prováděno týmem HACCP z každé pražící šarže. Hodnotí se vzhled, barva, chuť a vůně. Výsledky jsou zaznamenány a uchovány pro následné porovnávání s výsledky z rancimatu, které se provádí každý měsíc. Hodnotí se dle bodové stupnice 1 – 5 (1 – nejlepší, 5 – nejhorší).



Graf 1: Trend polotovaru v průběhu roku

#### 3.2 Kontrola výroby

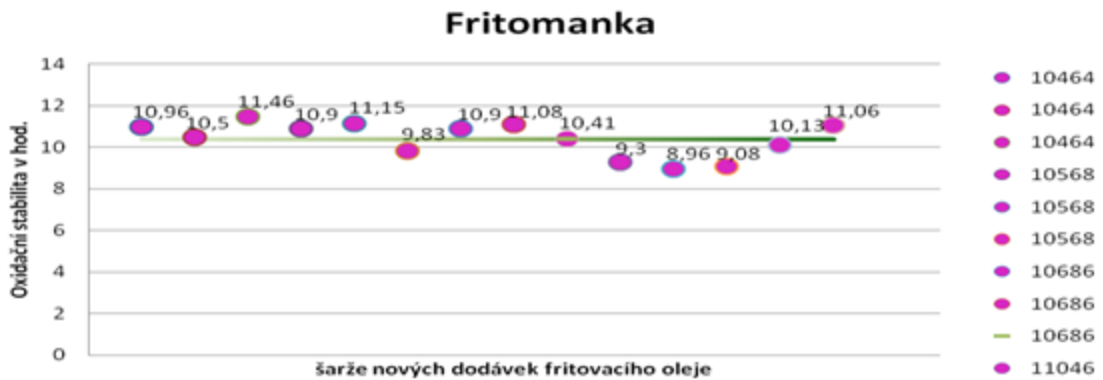
Opět je pravidelně prováděna týmem HACCP, kde je kontrolováno: obal, tisk, šarže, hmotnost, DMT, obsažená surovina, těsnost obalů, nastavení detektorů... Záznamy z těchto kontrol jsou evidovány a uchovávány pro případná dohledání. Každý výrobek a z každé šarže je uchováván pro následná dohledání, a také pro testování ověřování správnosti nastavení data minimální trvanlivosti po jeho uplynutí data minimální trvanlivosti.



Graf 2: Trend výrobku před koncem data minimální trvanlivosti

### 3.3 Denní kontrola kvality pražícího oleje

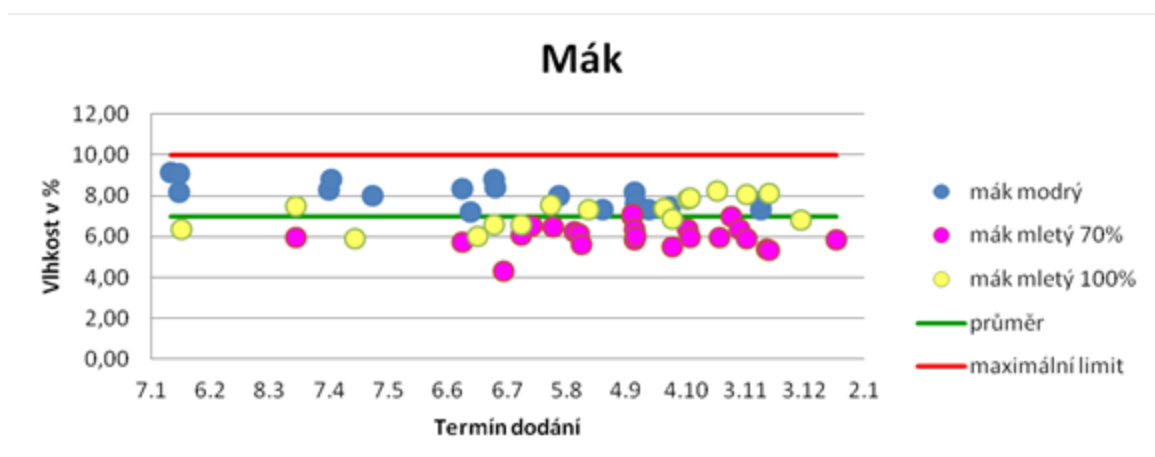
Prováděno oddělením jakosti a následně zaznamenáváno, kontrola se provádí v %TPM (polarita) měřicím přístrojem TESTO 265/270. Nově se začala namátkově kontrolovat i hodnota rancimatu u fritovacích olejů, jak u nových dodávek, tak i v průběhu pražení.



Graf 3: Trend pražících olejů pře uvedením do výroby

### 3.4 Kontrola vlhkosti suroviny

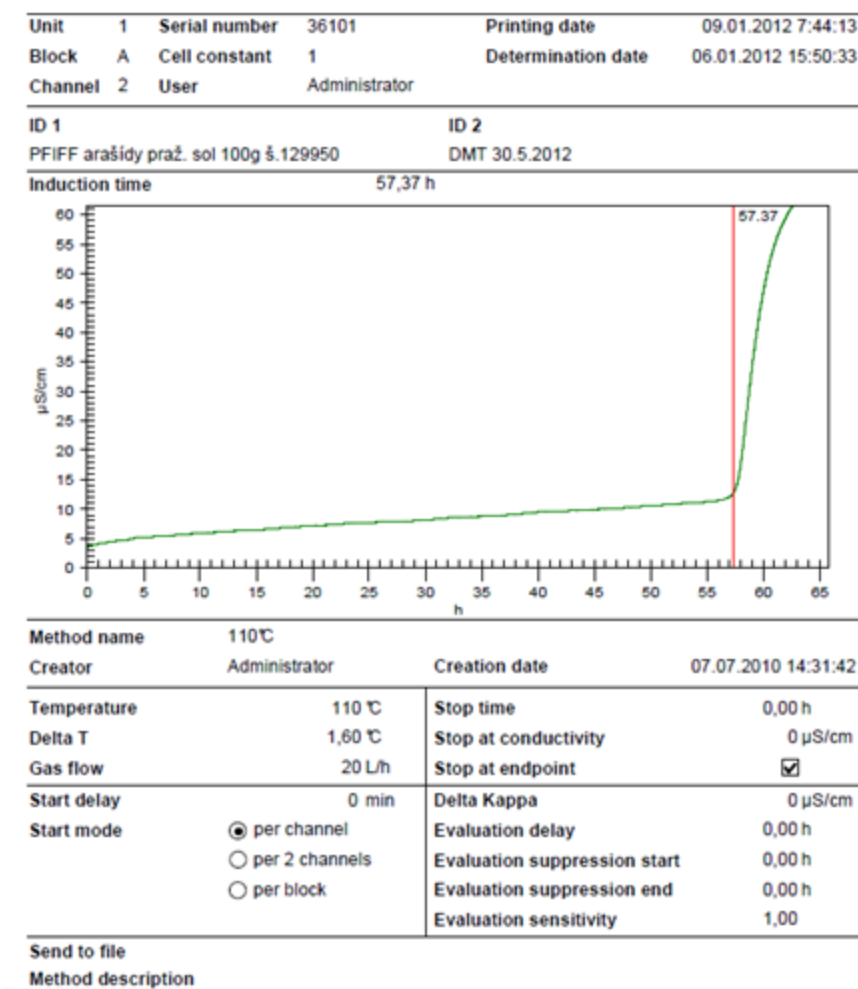
Kontrola je prováděna na vlhkostních vahách MX 50 a v sušárně. Na základě výsledků vlhkosti surovin se provádí měření na rancimatu, kdy se předpokládá, že vyšší vlhkost než stanovená optimální – blížíci se k hodnotě stanovené ČSN může negativně ovlivnit organoleptické vlastnosti v průběhu doby použitelnosti výrobku.



Graf 4: Trendů měření vlhkosti u máku

### 3.5 Ověření DMT

Oddělení jakosti se v roce 2011 zaměřilo také na ověření správného nastavení data minimální trvanlivosti (dále jen DMT) u jednotlivých výrobků. Mimo klasické metody – senzorické kontroly po uplynutí DMT, ověřovala u výrobků tzv. oxidační stabilitu na přístroji rancimat. Při této metodě je výrobek podroben působení teploty a proudu vzduchu a následně uvolněné nežádoucí zoxidované látky jsou zachyceny do destilované vody. Měří se vodivost této destilované vody až do okamžiku, kdy dojde k nadměrnému uvolnění nežádoucích látek a vodivost extrémně stoupne. Výsledná hodnota je uvedena v hodinách.



Graf 5: Výstup z měření arašídů PFIFF pražených solených 100g, surovina podzemnice olejná (arašídů) země původu Argentina.

Limitní hodnota (nejkratší čas) u pražených arašídů je dle předchozí spolupráce se zákazníky stanovena na minimální hodnotu 10 hodin při teplotě 110°C. Vzhledem k tomu, že limitní hodnota je smluvně daná pouze pro surovinu arašidy, musí oddělení jakosti nastavit optimální a limitní hodnoty z čerstvě nasbíraných a čerstvě upražených suchých skořápkových plodů, sušeného ovoce a semen a provádět postupná měření v průběhu data minimální trvanlivosti i v závislosti na změnách organoleptických vlastností sledovaných výrobků.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

V teoretické části diplomové práce bylo cílem:

- popsat historii máku modrého a s tím spojenou i jeho biologickou charakteristiku, technologické pěstování a význam
- popsat metodu Rancimat, kde se všude využívá
- zdokumentovat využití metody Rancimat ve firmě ALIKA a.s.

Cílem části praktické bylo:

- stanovení oxidační stability máku modrého ve třech druzích měření: u stoprocentně čerstvého máku, stárnutí máku v časové ose 1 – 8měsíců a u namodelovaných vzorků namíchaného máku v procentuálních poměrech s mákem z loňské sklizně
- výsledky následně zpracovat



## 5 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

Postupem času kyslík štěpí tuky (oxidace) a tvoří těkavé kyseliny, které mají vliv na konzistenci a chuť výrobku. Pro stanovení oxidační stability byla vybrána metoda Rancimat. Metoda je založena na urychlení procesu oxidace a tvoření těkavých látek, tím že vystaví vzorek zvýšeným teplotám se současným vhněním vzduchu. Čas, který je potřebný pro zkoušku, je obvykle několik hodin na místo týdnů či měsíců, metoda stimuluje zrychlený proces stárnutí [9].

Rancimat metoda měření oxidační stability umožňuje testovat účinnost antioxidantů, určit trvanlivost výrobku a test stability nových přísad [11].

### 5.1 Vzorky

Pro měření byly vlastnoručně nasbírány 2 druhy vzorků máku pro stanovení analýz, aby byla zaručena pravdivost stoprocentního, nenamíchaného máku. Vzorky po sběru byly označeny (A, B).

**Vzorek A** – místo sběru pole na kraji města Kostelec na Hané.

Město na břehu říčky Romže, v rovině o nadmořské výšce 241 m.n.m., 5 km severozápadně od Prostějova [15].

**Vzorek B** – místo sběru 1 km před vesnicí Brodek u Prostějova, směr Prostějov.

	Vzorek A	Vzorek B
Místo sběru	Kostelec na Hané	Brodek u Prostějov
Datum a čas sběru	17.8.2011, 14:30	17.8.2011, 18:00

Tab. 4: Místo a čas sběru vzorků

Podmínkou pro stanovení reprezentativních výsledků byl odběr vzorků uskutečněný v jeden den za stejných okolních podmínek a z několika míst jednoho pole.

Hned po sběru vzorků byly ručně a šetrně makovice rozříznuty a mák vysypán z makovic. Od každého druhu máku bylo odebráno 3 kg reprezentativního vzorku.

Doba mezi odběrem vzorků a následnou extrakcí byla maximálně 14 dnů. Po dobu 14 dnů byl mák skladován za podmínek do 20°C, relativní vlhkost 70% [17]. Následné analýzy byly provedeny během měsíce srpna a září, měření v časové ose po dobu 8 měsíců až do měsíce března. Analýza byla provedena v interní laboratoři firmy ALIKA a.s.

### 5.1.1 Příprava vzorků

Navážení 20g až 25 g potřebného materiálu na analytických vahách. Navážený materiál bylo potřeba pomlít na elektrickém mlýnku, aby se vyextrahovalo co největší množství oleje.

#### **Extrahování surového oleje – kontinuální metoda izolace tuků z potravinářských výrobků**

##### **Princip kontinuální metody k izolaci tuků**

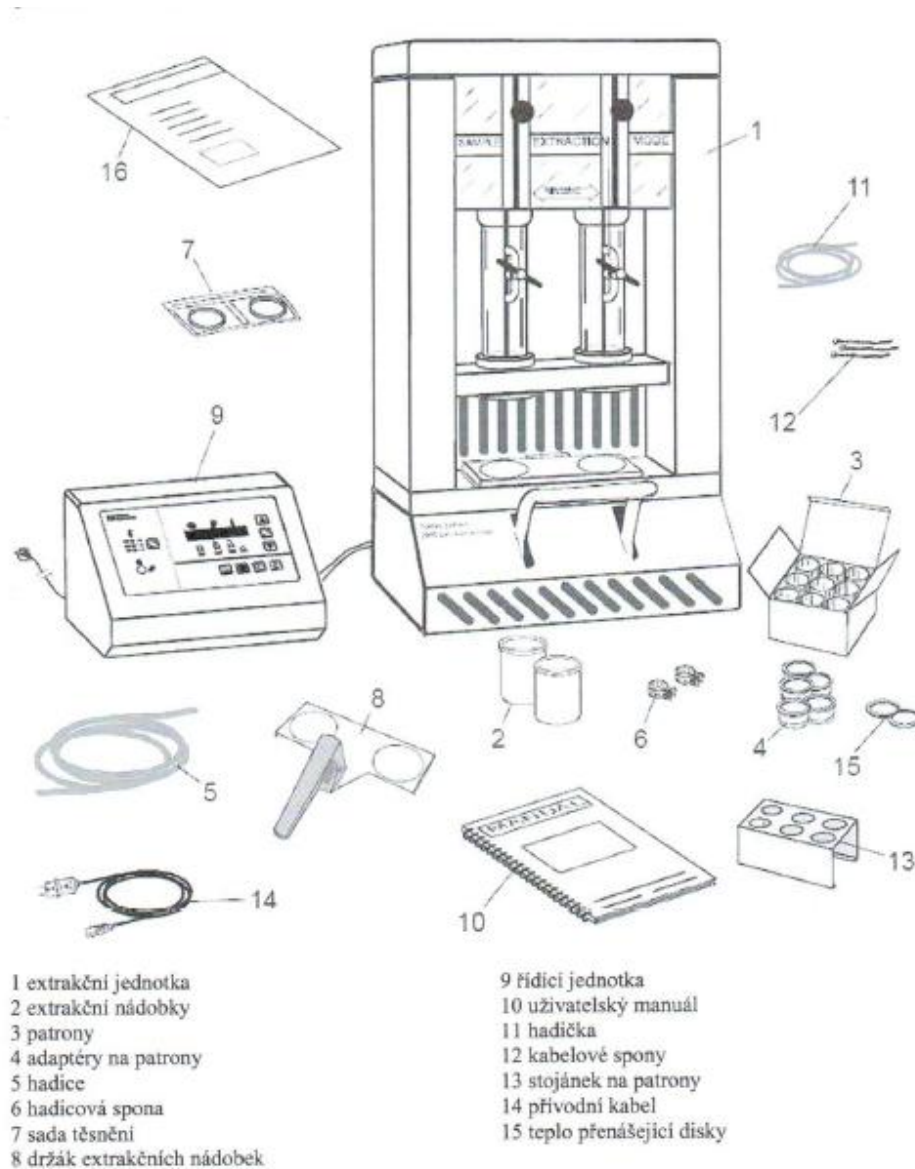
Extrakce se používá k izolování rozpustných látek (tuk, aditiva, pesticidy). Extrakce je založena na Soxhletově principu (viz obr. 12), vzhledem k jeho přesnosti a reprodukovatelnosti. Konvenční Soxhletova analýza zahrnuje nejenom jednotvárnost a náročnost na čas, ale může dojít i k explozi [12].

Proto přístroj Soxtec<sup>TM</sup> 2045 umožňuje ve srovnání se Soxhletovou analýzou mnohem jednodušší, rychlejší, ekonomičtější a hlavně bezpečnější analýzu. Při použití širokého okruhu rozpouštědel se stává přístroj velmi účinný pro analýzu rozpustných složek z takového materiálu, jako jsou potraviny, krmiva, půdy, chemické produkty a farmaceutické výrobky.

##### **Instrumentace**

- analytické váhy Kern
- odměrné baňky 50 ml
- extrakční nádoby
- držák extrakčních nádobek
- patrony
- stojánek na patrony
- Soxtec<sup>TM</sup> 2045 – složen z:
  - o Řídící jednotka

- Extrakční jednotka



Obr. 13: Schéma uspořádání přístroje Soxtec<sup>TM</sup> 2045 [12]

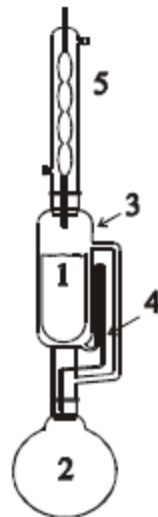
### Chemikálie

- rozpouštědlo Petrolether
- destilovaná voda

### Pracovní postup

Před začátkem samotné extrakce bylo potřeba: zapnout přívod vody, zapnout odvětrávání a zapnout hlavní vypínač řídicí jednotky. Na displeji se ukázal poslední nastavený program. Pro naše potřeby extrakce byl použit program č. 1. ( 135°C, 20 min, 40 min, 10min). Po rozemletí bylo naváženo 20 g vzorku máku s přesností na 2 desetinná místa. Navážený

vzorek byl kvantitativně převeden do extrakční patrony (1), která má kulatý tvar a oválné dno, zajištěné malou vrstvou vaty a vložené do střední části přístroje (3). Do varných kalíšků (2) bylo nalito 50ml rozpouštědla (petrolether) a přidány varné kuličky.

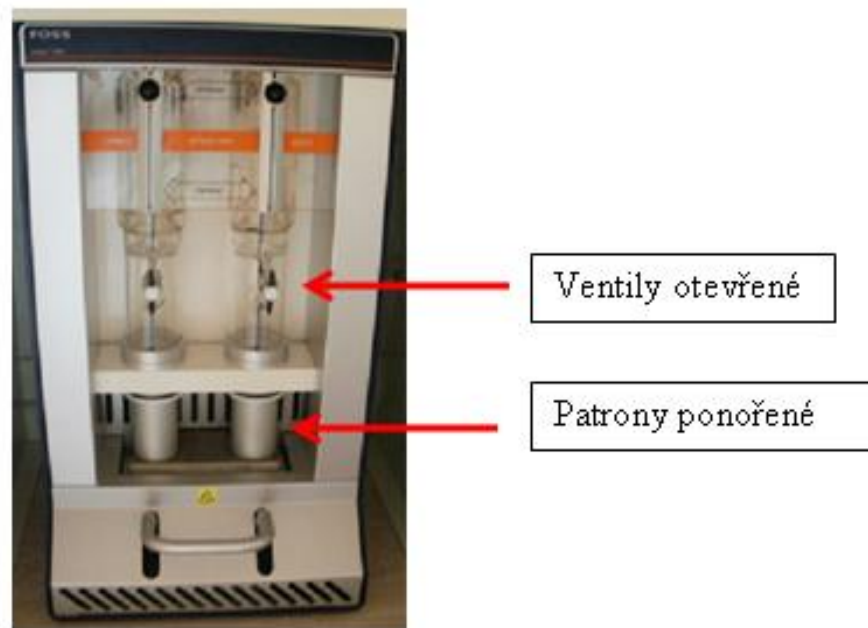


Obr. 14: Soxhletův extraktor [6]

Proces extrakce byl rozdělen do tří po sobě jdoucích fází:

- Vytvoření extrahovatelné formy – úprava vzorků

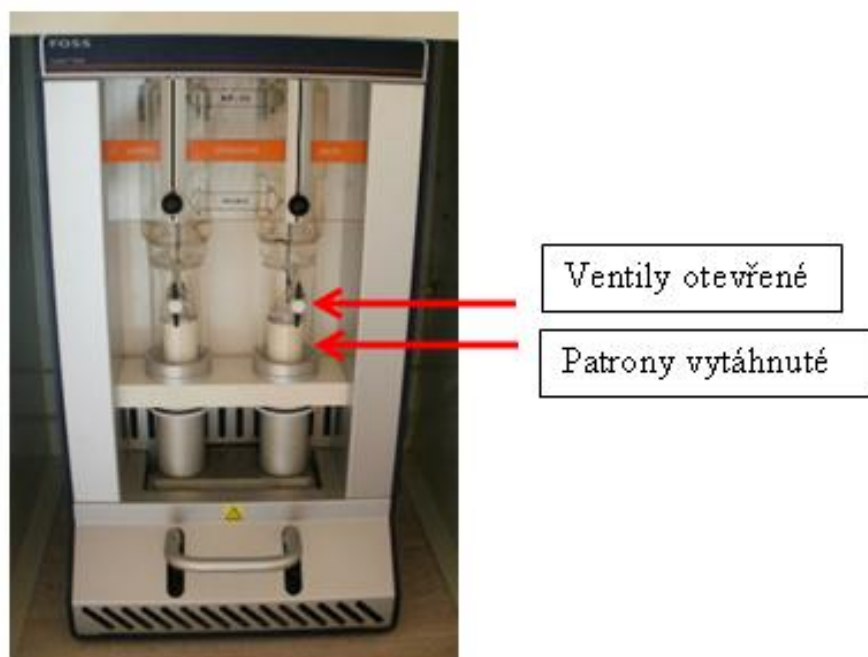
Patrona byla vložena do střední části přístroje, ponořena do varných kalíšků, ventily byly otevřeny, varné kalíšky s rozpouštědlem a varnými kuličkami byly zahřívány a páry rozpouštědla stoupaly kolem střední části do chladiče (5), kde kondenzovaly. Rozpouštědlo kapalo na vzorek, docházelo k promývání – rozpouštění většiny rozpustného materiálu ve vzorku. Střední část extraktoru se postupně plnila zkondenzovaným rozpouštědlem. Proces trval 20 minut.



Obr. 15: Extraktor – 1. fáze měření [10]

- Ustanovení rozdělovací rovnováhy – vlastní extrakce

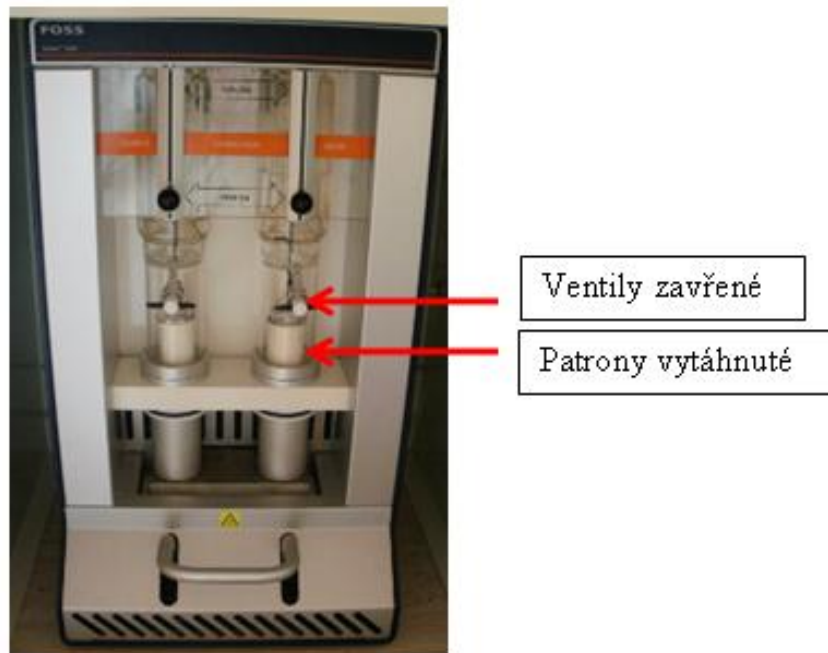
Po skončení první fáze (ozval se signál) bylo potřeba přepnout tlačítkem časovač a patrony zvednout do střední části, aby nebyly ponořeny ve varných kalíšcích s rozpouštědlem, ventily byly otevřené. Docházelo k prokapávání vzorku rozpouštědlem skapávajícím z chladiče. Proces trval 40 minut.



Obr. 16: Extraktor – 2. fáze měření [10]

- Izolace stanovené látky

V poslední fázi byly patrony ve střední části a ventily uzavřeny, po několika minutách byla většina rozpouštědla nashromážděna v chladíči – fáze regenerace rozpouštědla. Poslední zbytky rozpouštědla se odpařily po sepnutí stlačeného vzduchu na řídicí jednotce. Ve varných kalíškách byla získána izolovaná látka. Proces trval 10 minut.



Obr. 17: Extraktor – 3. fáze měření [10]

Po skončení extrakce v kalíškách zůstala izolovaná látka, která byla uchována pro navazující měření. Následně byly vyjmuty patrony, vysypány jejich obsahy a následně vyčištěny. Do čistých varných kalíšků bylo vypuštěno rozpouštědlo, které bylo v chladíči. Byl vypnut extraktometr, odsávání a přívod vody.

## **5.2 Měření oxidační stability metodou Rancimat 743**

### **5.2.1 Princip metody rancimat 743**

Metoda je založena na urychlení procesu oxidace a tvoření těkavých látek, tím že vystaví vzorek zvýšeným teplotám se současným vhněním vzduchu. Čas, který je potřebný pro zkoušku, je obvykle několik hodin na místo týdnů či měsíců, metoda stimuluje zrychlený proces stárnutí [9].

### **5.2.2 Instrumentace**

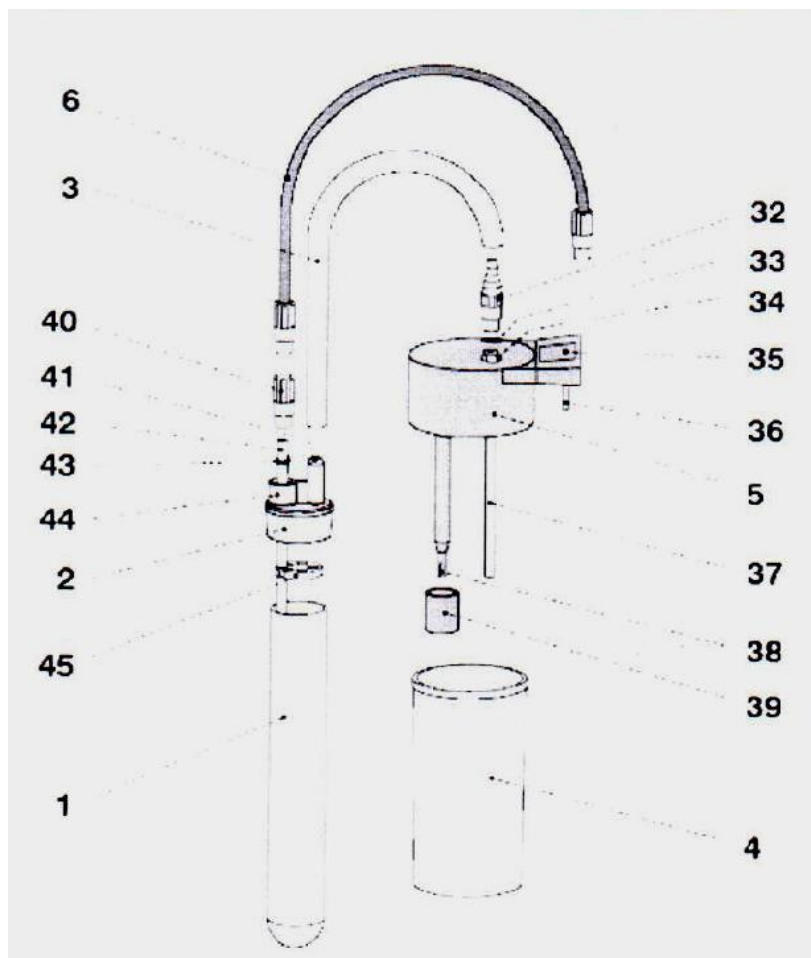
- analytické váhy Kern
- reakční nádoby
- Rancimat 743
- ultrazvuková čistička
- Sušárna Memmert

### **5.2.3 Chemikálie**

- destilovaná voda

### **5.2.4 Pracovní postup**

Před zahájením vyhodnocení vzorků je potřeba nastavit vybranou metodu, spustit topení a připravit si reakční a měřicí nádoby.



Obr. 18: Instalace reakční a měřicí nádoby [8]

1. Zapnutí přístroje – vypínačem napájení umístěným na zadní straně přístroje, po zapnutí se rozsvítí kontrolka napájení.
2. Zapnutí PC – zapnutí počítače a následně zapnutí programu Rancimat 743 – ikonka je přímo na ploše PC – do kolonky vepsat heslo alika
3. Vybrání metody "standard" - v otevřeném řídicím okně v poli METHOD se vybere metoda vyhodnocení DEFAULT (pokud se budou měřit jen 4 vzorky – blok A, pokud se bude měřit 8 vzorků, tak blok A i B)
4. Spuštění topení – kliknutím na tlačítko heat to – blok A i B se zapíná zvlášť, barva rámečku se změní na červenou, po nahřátí se rámeček změní na zelenou barvu a je možné začít měřit
5. Příprava měřicí nádoby
  - vyjmout použité měřicí nádoby a jejich kryty



- do všech vymytých měřících nádobek (4) nalít 60 ml destilované vody, zakrýt krytem (5) s připevněnou PTFE trubicí (37)
  - vložení měřící nádoby do jednoho z otvorů v přístroji a zástrčku (36) na krytu připojit k odpovídající zásuvce (30)
6. Příprava reakční nádoby
- do reakční nádoby (1) se odváží 3g vyextrahovaného oleje ze vzorku testovaného výrobku, polotovaru nebo suroviny
  - trubicí přívodu vzduchu (42) vložit do krytu reakční nádoby (2) a upevnit ji zašroubováním spojovacího šroubení (40)
  - na reakční nádobu (1) dát kryt reakční nádoby (2)
  - bílou propojovací trubicí (3) upevnit na spojku (41) krytu reakční nádoby (2)
  - připravenou reakční nádobu vložit do držáku nádob
7. Zadání identifikace vzorku – do příslušných polí se zadá identifikace vzorku
8. Spuštění vyhodnocení – pro zahájení vyhodnocení je potřeba v řídicím okně spustit tlačítko Start
9. Ukončení vyhodnocení – jakmile se v průběhu měření nalezne inflexní bod, vyhodnocení se samo ukončí, okno s křivkou zešedne a objeví se Finished
10. Čištění – po ukončení měření demontovat reakční měřící nádoby, veškeré nádoby pečlivě opláchnout a vložit do ultrazvukové čističky. Po ukončení čištění nádobí řádně vysušit v sušárně

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

V předchozí kapitole byla popsána metodika a přístrojové vybavení použité při jednotlivých analýzách. Tato část se bude zabývat nejen výčtem získaných výsledků, ale také interpretacemi závěrů, které z nich vyplývají.

### 6.1 Stanovení čerstvého hodnot rancimatu u 100% máku modrého v časové ose 0 – 30 dní od sklizně

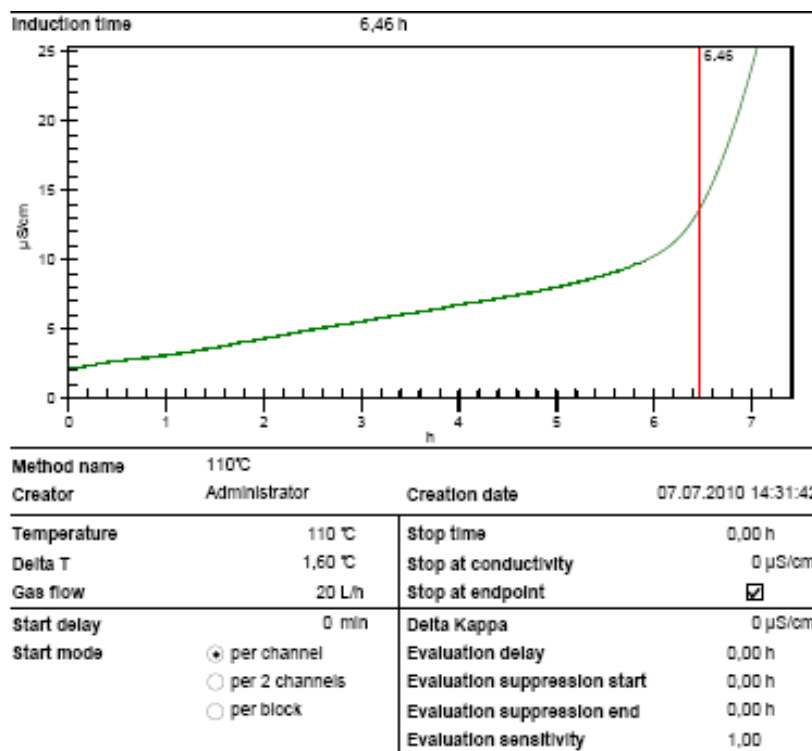
Metoda je založena na urychlení procesu oxidace a tvoření těkavých látek, tím že vystaví vzorek zvýšeným teplotám se současným vhněním vzduchu. Čas, který je potřebný pro zkoušku, je obvykle několik hodin namísto týdnů či měsíců, metoda stimuluje zrychlený proces stárnutí [9].

Těkavé oxidační produkty se proudem vzduchu převádějí do nádoby, kde absorbují v měřicím roztoku, kde se kontinuálně zaznamenává vodivost měřicího roztoku. Metody a postupy byly podrobně popsány v kapitole 4.

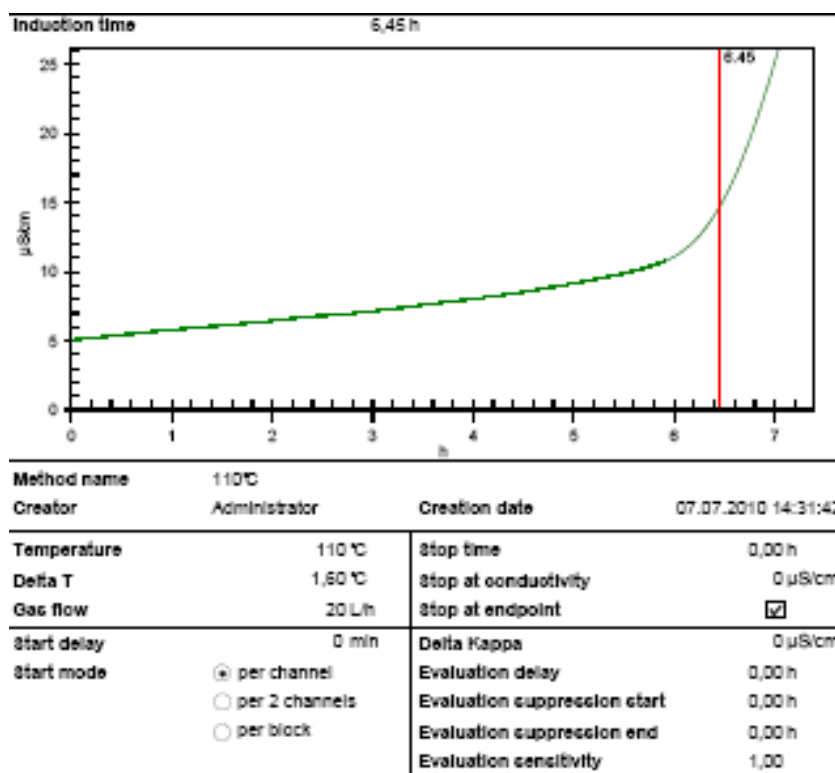
Pro stanovení optimální hodnoty byly připraveny a ihned po sklizni naměřeny vzorky máku A a B. Každý vzorek byl 3 - krát proměřen pro přesnost výsledků.

	Vzorek A	Vzorek B
	rancimat (hod)	rancimat (hod)
1. měření	6,46	7,42
2. měření	6,45	7,10
3. měření	6,50	7,56
Průměr	<b>6,47</b>	<b>7,36</b>
Vlhkost (%)	<b>6,44</b>	<b>5,92</b>

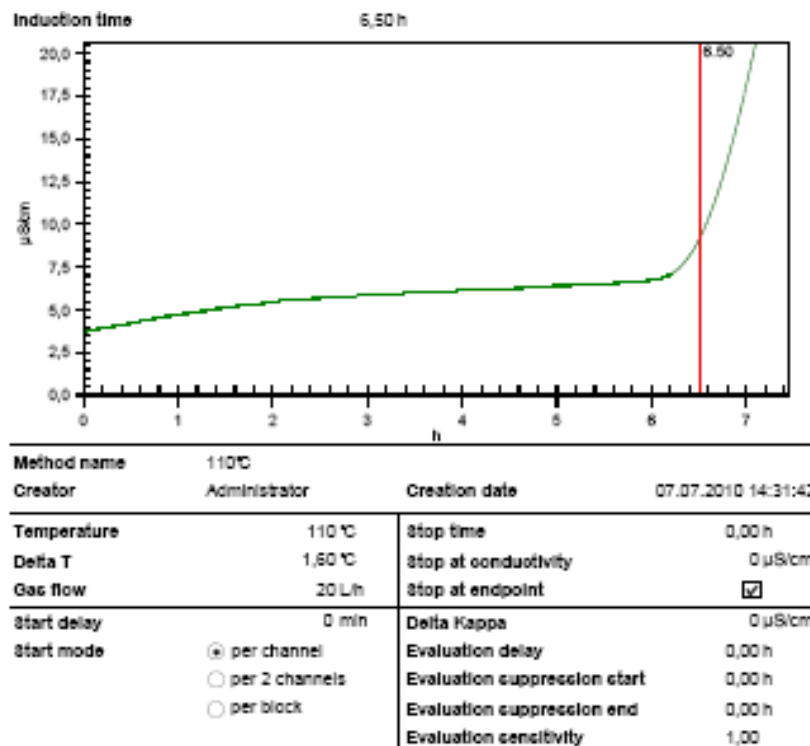
Tab. 5: Průměrné optimální hodnoty



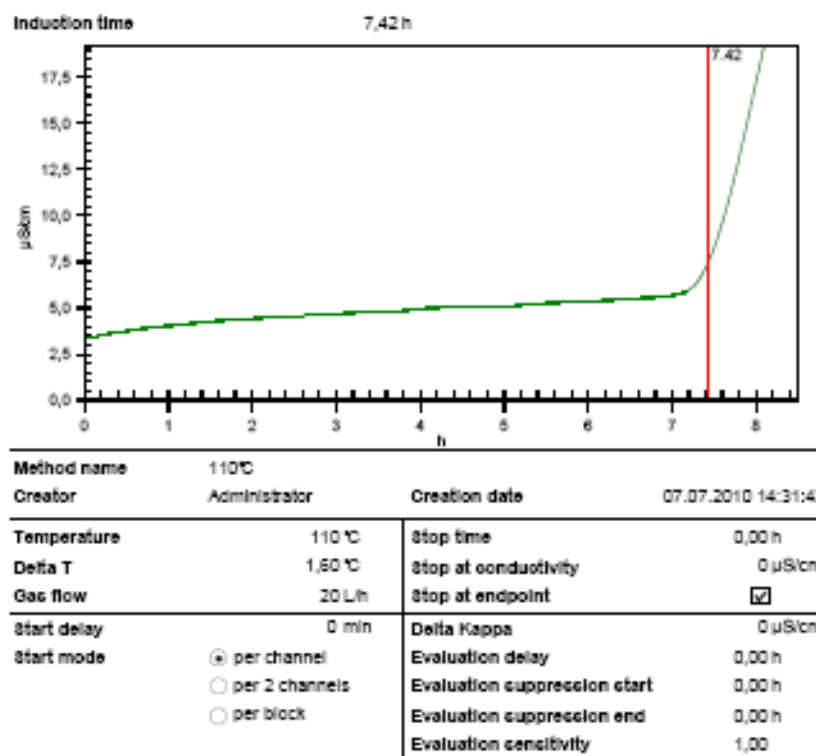
Graf 6: Výstup z měření Vzorek A – 1. měření



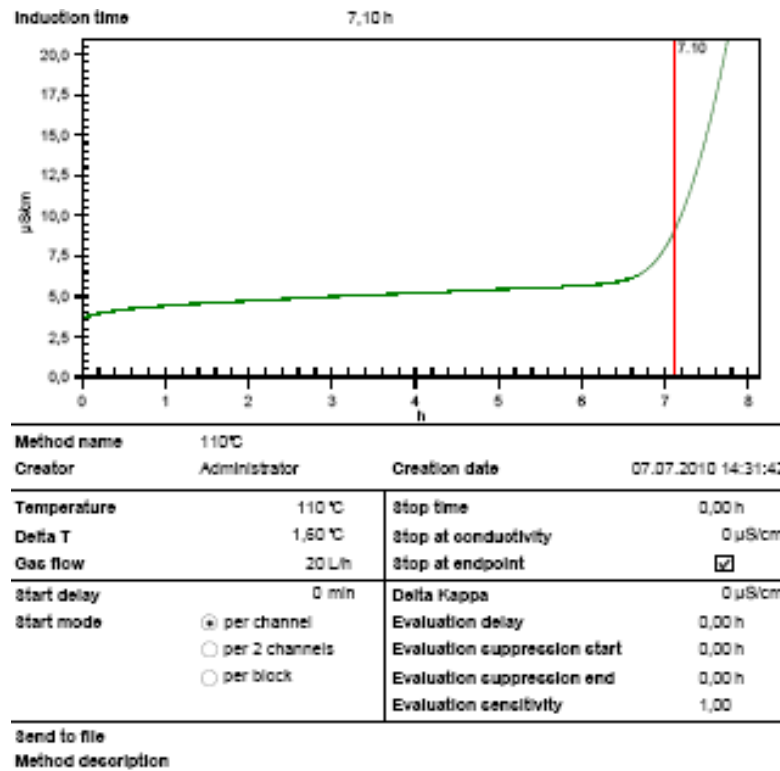
Graf 7: Výstup z měření Vzorek A – 2. měření



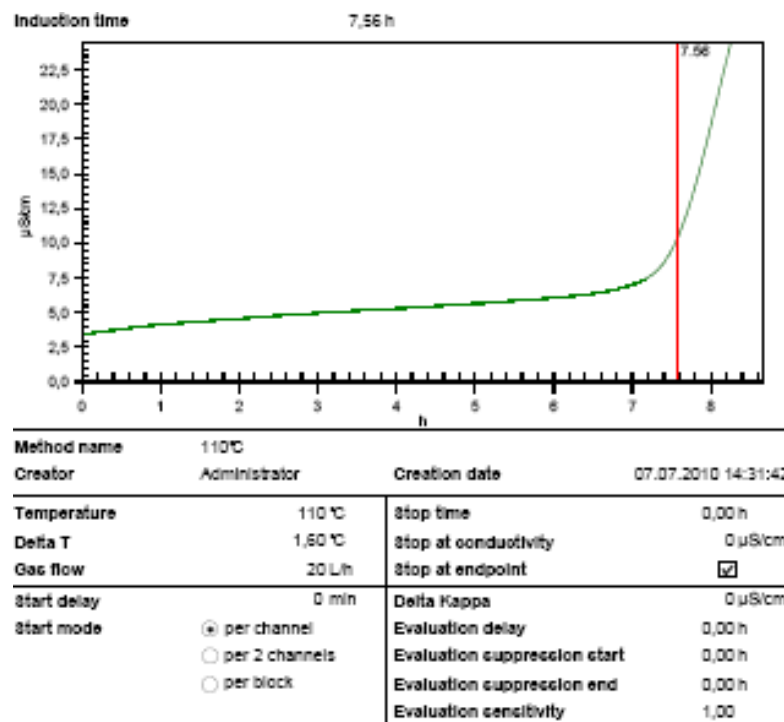
Graf 8: Výstup z měření Vzorek A – 3. měření



Graf 9: Výstup z měření Vzorek B – 1. měření



Graf 10: Výstup z měření Vzorek B – 2. měření



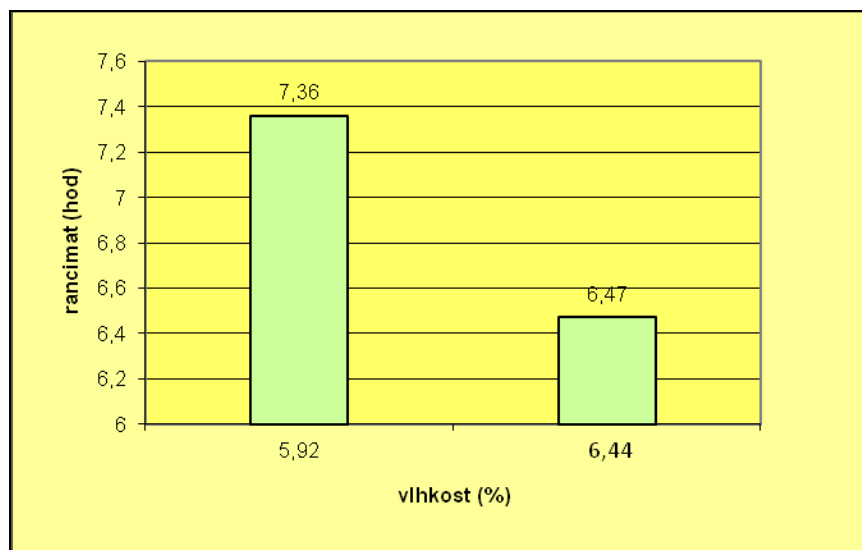
Graf 11: Výstup z měření Vzorek B – 3. měření

Z naměřených hodnot vyplývá nepřímá úměra závislosti výsledků rancimatu na odlišné hodnotě vlhkosti. Čím má mák nižší vlhkost, tím lepší výsledky vykazuje na rancimatu. Požadavky ČSN 469 2300-1 stanovují maximální hodnotu vlhkosti máku 10%. Lze předpokládat, že pokud se bude hodnota vlhkosti přibližovat maximálním povoleným hodnotám, bude hodnota rancimatu klesat (kratší časový úsek na grafu) a mák bude dříve žluknout a je nutné přistoupit k zkrácení doby minimální trvanlivosti výrobku nebo vrátit dávku máku k dosušení.

Proto interní hodnoty vlhkosti v systému HACCP společnosti ALIKA a.s. takto:

- optimální limit 5%
- akční limit 7%
- kritický limit 10%

Vzhledem k tomu, že se stanovené výsledky vlhkosti zkoumaného máku blížily optimálnímu limitu, lze výsledky rancimatu cca 6 – 7 hodin považovat za ideální stav.



Graf 12: Závislost rancimatu na vlhkosti

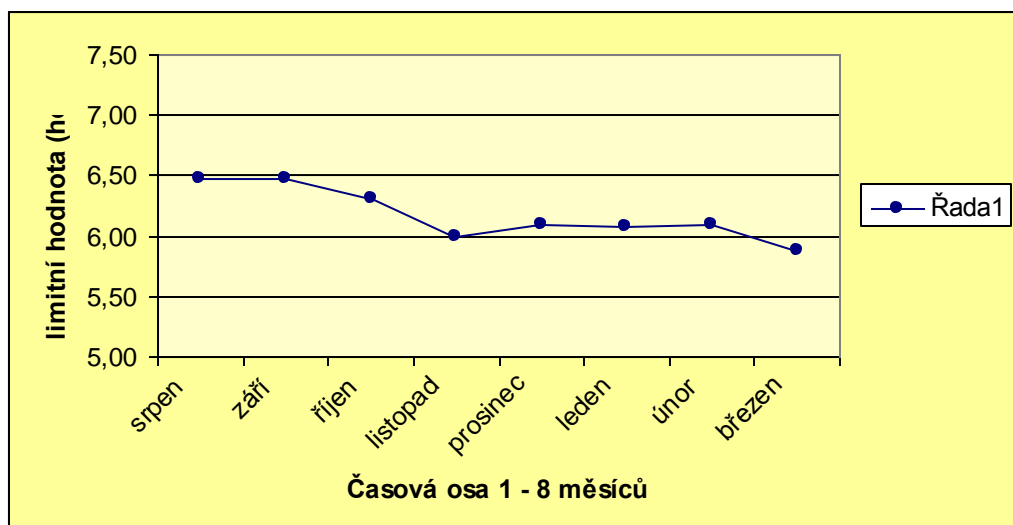
## 6.2 Stanovení hodnoty rancimatu u 100% máku modrého v časové ose 1 – 8 měsíců od sklizně

Pro stanovení hodnoty rancimatu byly připraveny a naměřeny v průběhu 8 měsíců vzorky máku A i B. Metody a postupy byly podrobně popsány v kapitole 4. Po celou dobu pokusu byly vzorky uchovávány v prachovnicích při teplotě okolí do 18°C a relativní vlhkosti vzduchu do 70%, aby se vyloučily vlivy okolní vlhkosti a žluknutí máku skladováním při nevhodné teplotě.

Každý druh vzorku byl 2 - krát proměřen pro přesnost výsledků, následně zapsán do tabulky průměr ze dvou měření.

Měsíc	Vzorek A
	rancimat (hod)
srpen	6,47
září	6,48
říjen	6,30
listopad	6,00
prosinec	6,10
leden	6,08
únor	6,10
březen	5,88

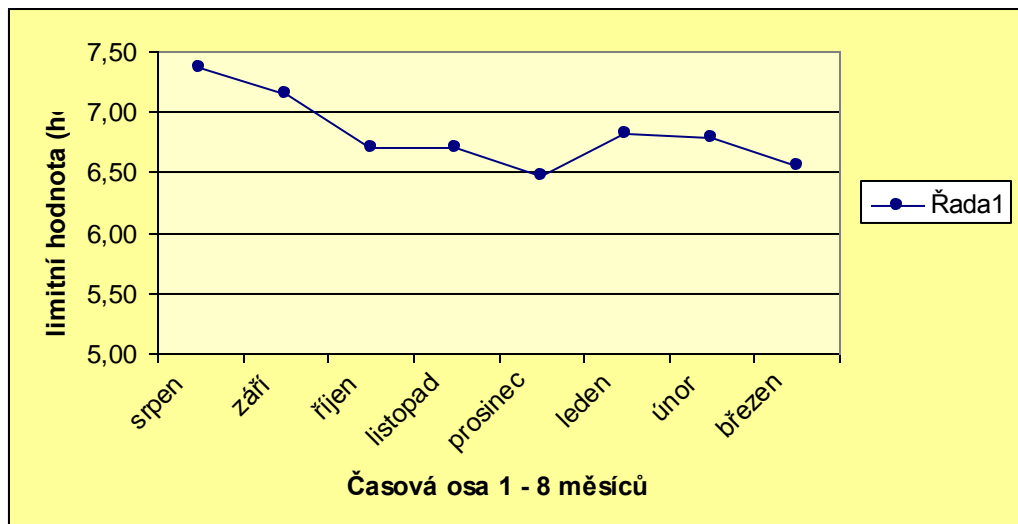
Tab. 6: Tabulka průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců



Graf 13: Graf průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců

Měsíc	Vzorek B
	rancimat (hod)
srpen	7,36
září	7,15
říjen	6,70
listopad	6,70
prosinec	6,48
leden	6,82
únor	6,78
březen	6,56

Tab. 7: Tabulka průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců



Graf 14: Graf průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců

Naměřené výsledky rancimatu v časové ose dokazují, že pokud je mák skladován za podmínek ČSN 469 2300-1 při teplotě okolí do 20°C a relativní vlhkosti vzduchu do 70%, tak projevuje známky stárnutí velmi pomalu. I během 8 měsíců skladování se hodnoty snížily pouze o 10 % u vzorku A a o 11% u vzorku B. Poslední hodnoty měřené v březnu se stále drží na hodnotách blízcích se ideálnímu stavu.

Bylo by vhodné v měření nadále pokračovat na období minimálně dalších 10 měsíců, kdy mák obvykle začíná měnit své sensorické vlastnosti.



### 6.3 Stanovení hodnoty rancimatu u máku modrého v procentuálních poměrech sklizně 2010 a 2011

Metody a postupy byly podrobně popsány v kapitole 4.

Pro stanovení měření na ověření autenticity máku byly připraveny vzorky v procentuálních poměrech podle tabulky 9. Vzorky A a B byly smíchány se vzorkem z loňské sklizně. Každý vzorek byl měřen pouze 1x, popřípadě při nesrovnalostech byl znovu přeměřen. Do pokusu byl použit záložní vzorek máku z archivního skladu, který byl již 2 měsíce po uplynutí doby minimální trvanlivosti výrobku. Sklad archivních vzorků úmyslně není temperován a je vystaven běžné teplotě, aby modeloval podmínky, za kterých jsou výrobky obvykle prodávány v tržní síti.

Vzorky byly připraveny mícháním čerstvého máku ze sledovaných oblastí sklizně s mákem po uplynutí DMT (prošlý mák) v předem stanovených poměrech, od 95% do 65%, kde většinový podíl tvořil čerstvý mák a v menších poměrech byl přidáván prošlý mák.

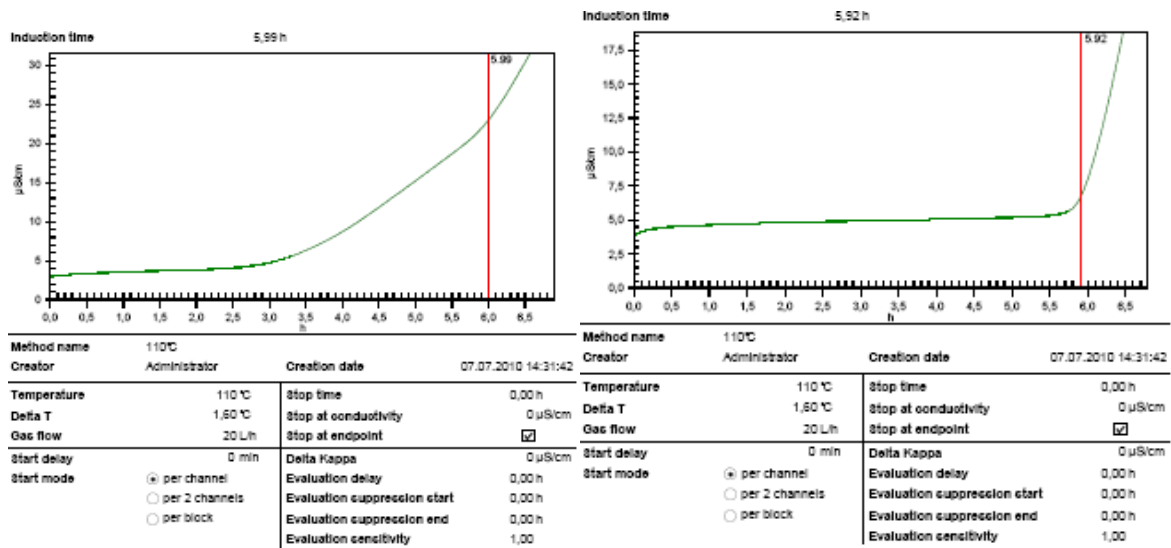
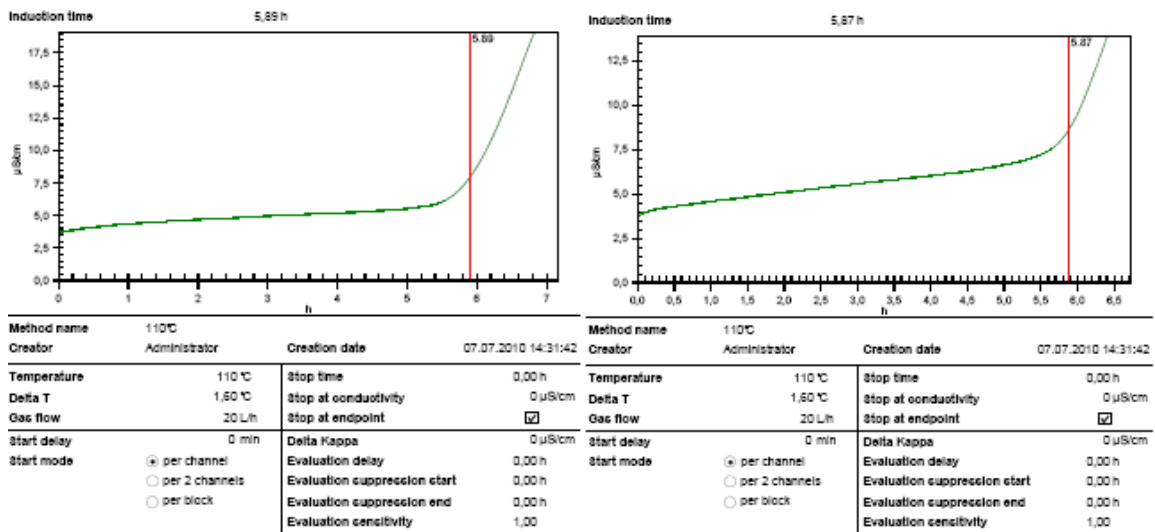
Další metodika měření byla prováděna za stejných podmínek jako u stejnorodého máku.

Vzorek máku z loňské sklizně	
vlhkost (%)	rancimat (hod)
8,29	2,14

Tab. 8: Výsledky sledovaných znaků u máku po uplynutí DMT (rok sklizně 2010)

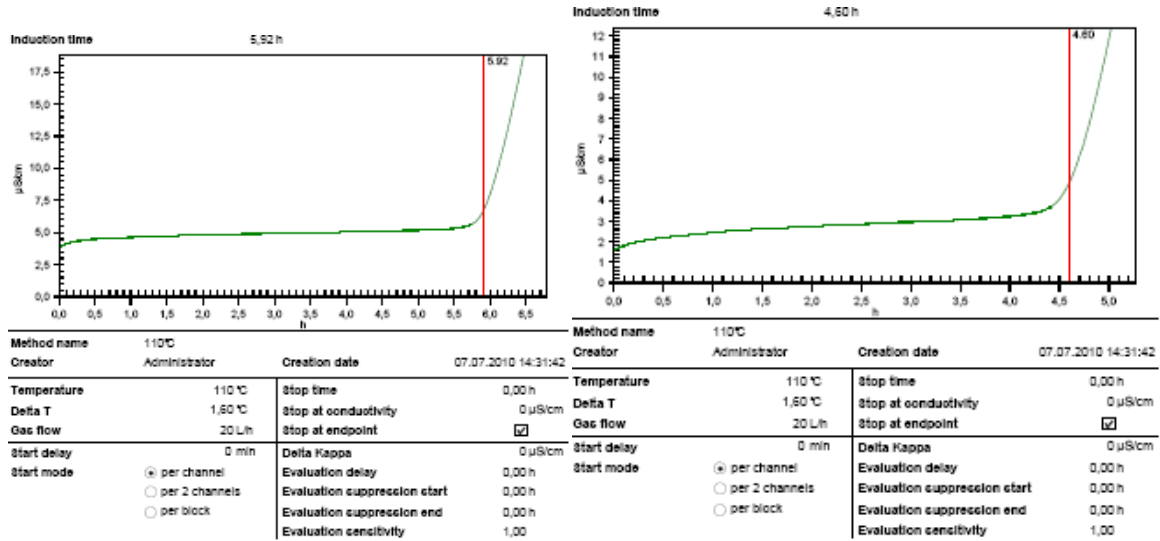
Vzorek A		
	vlhkost (%)	rancimat (hod)
100%	6,44	6,55
95%	6,47	5,89
90%	6,41	5,87
85%	6,33	5,99
80%	6,45	5,92
75%	6,43	5,92
70%	6,54	4,6
65%	6,74	4,02

Tab. 9: Závislost vlhkosti a rancimatu na proměnlivém poměru čerstvého a prošlého máku



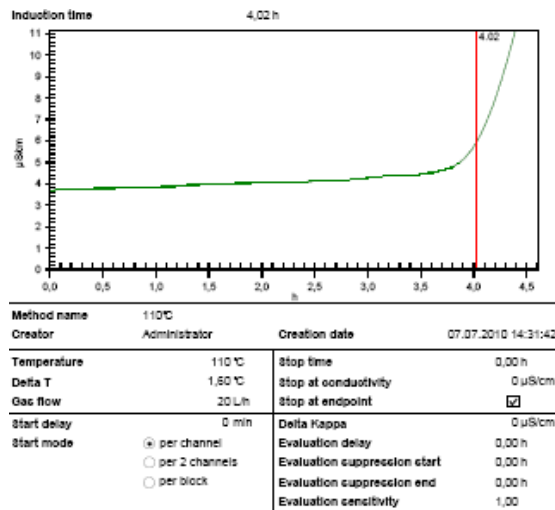
Graf 17: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 85%)

Graf 18: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 80%)

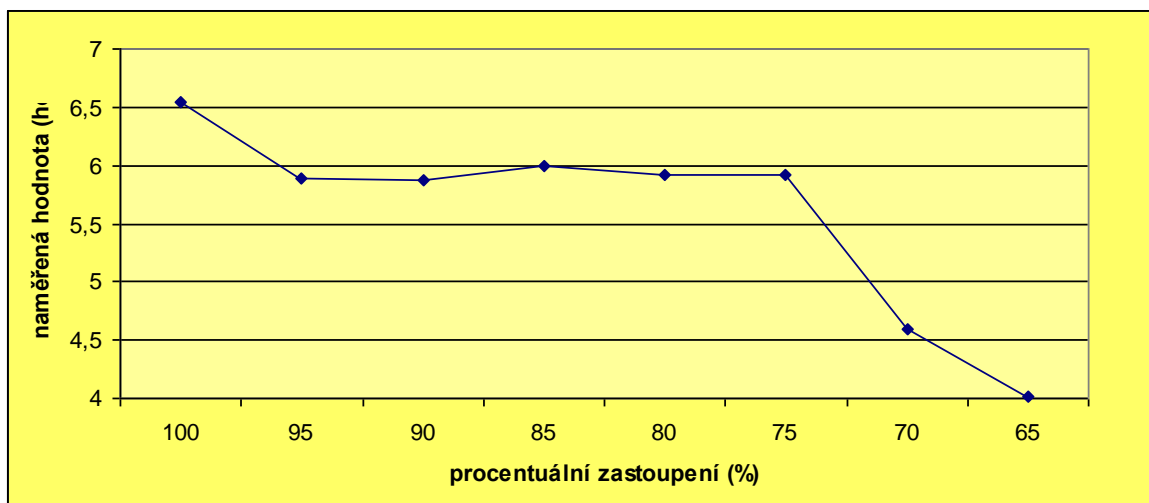


Graf 19: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 75%)

Graf 20: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 70%)



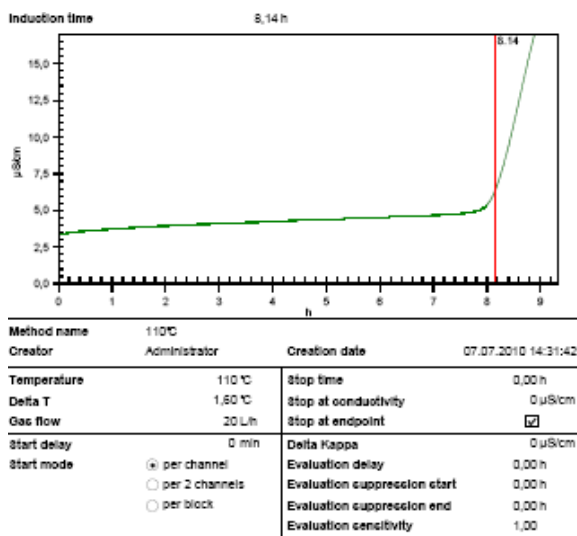
Graf 21: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 65%)



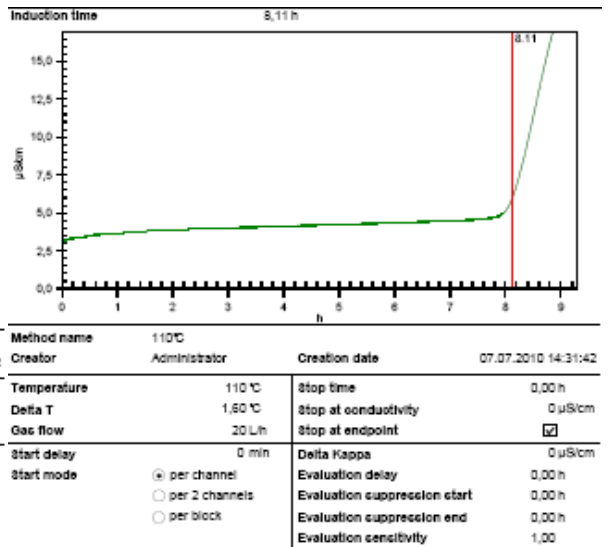
Graf 22: Závislost z rancimatu na procentuálním zastoupení čerstvého máku

	Vzorek B	
	vlhkost (%)	rancimat (hod)
100%	5,92	7,53
95%	6,13	8,14
90%	6,10	8,11
85%	6,01	7,56
80%	5,84	6,82
75%	5,79	5,87
70%	6,01	5,89
65%	6,14	5,63

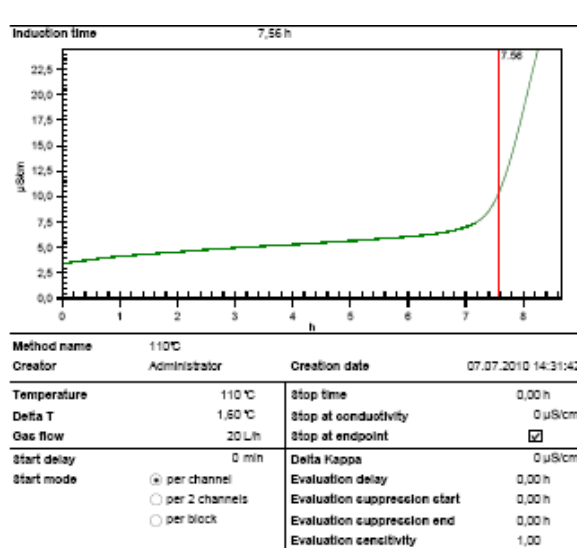
Tab. 10: Závislost vlhkosti a rancimatu na proměnlivém poměru čerstvého a pro-  
šlého máku



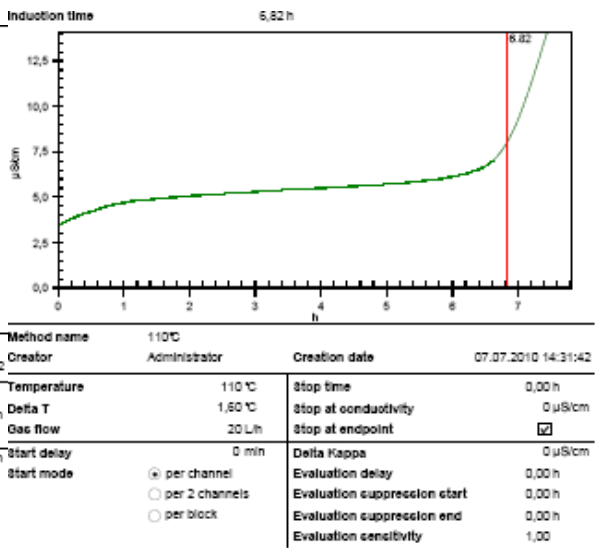
Graf 23: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 95%)



Graf 24: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 90%)

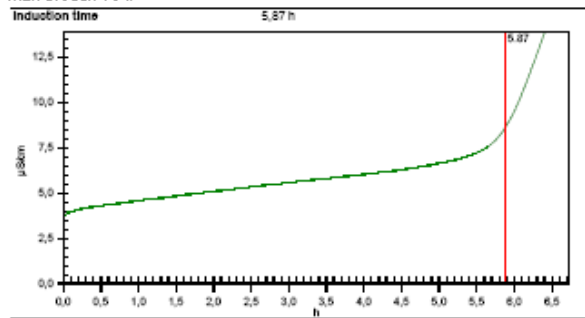


Graf 25: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 85%)



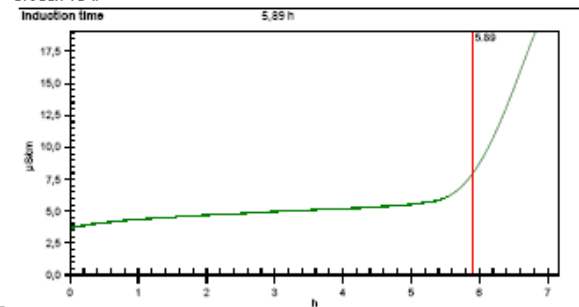
Graf 26: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 80%)

mák brodek 75 %



Method name	110°C		
Creator	Administrator	Creation date	07.07.2010 14:31:42
Temperature	110 °C	Stop time	0,00 h
Delta T	1,60 °C	Stop at conductivity	0 µS/cm
Gas flow	20 L/h	Stop at endpoint	<input checked="" type="checkbox"/>
Start delay	0 min	Delta Kappa	0 µS/cm
Start mode	<input checked="" type="radio"/> per channel <input type="radio"/> per 2 channels <input type="radio"/> per block	Evaluation delay	0,00 h
		Evaluation suppression start	0,00 h
		Evaluation suppression end	0,00 h
		Evaluation sensitivity	1,00

Brodek 70 %

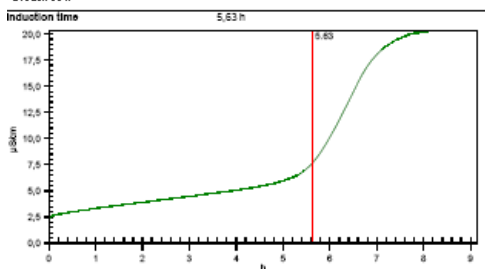


Method name	110°C		
Creator	Administrator	Creation date	07.07.2010 14:31:42
Temperature	110 °C	Stop time	0,00 h
Delta T	1,60 °C	Stop at conductivity	0 µS/cm
Gas flow	20 L/h	Stop at endpoint	<input checked="" type="checkbox"/>
Start delay	0 min	Delta Kappa	0 µS/cm
Start mode	<input checked="" type="radio"/> per channel <input type="radio"/> per 2 channels <input type="radio"/> per block	Evaluation delay	0,00 h
		Evaluation suppression start	0,00 h
		Evaluation suppression end	0,00 h
		Evaluation sensitivity	1,00

Graf 27: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 75%)

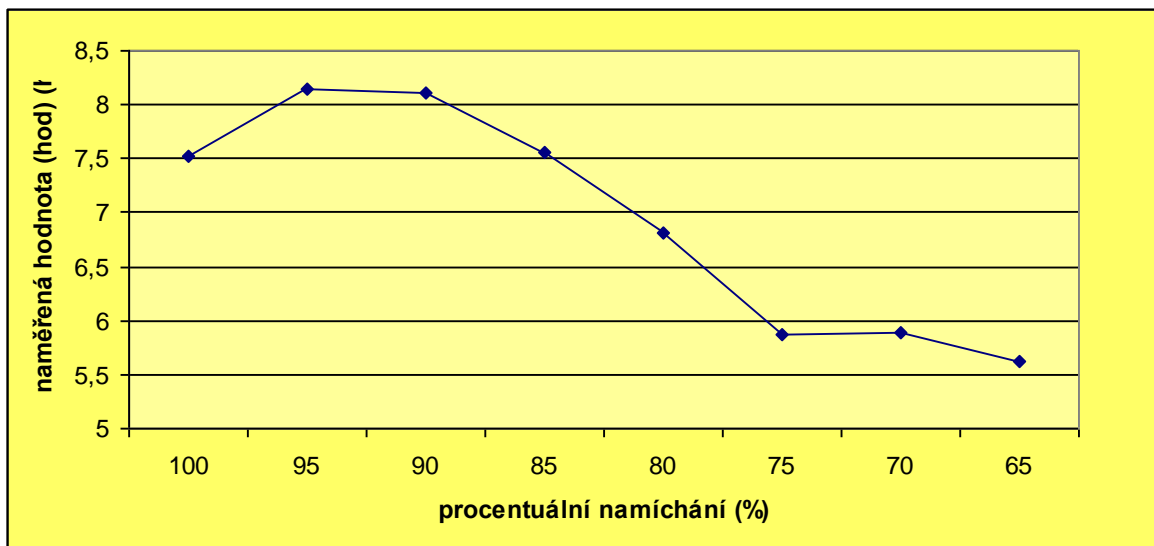
Graf 28: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 70%)

Brodek 65%



Method name	110°C		
Creator	Administrator	Creation date	07.07.2010 14:31:42
Temperature	110 °C	Stop time	0,00 h
Delta T	1,60 °C	Stop at conductivity	0 µS/cm
Gas flow	20 L/h	Stop at endpoint	<input checked="" type="checkbox"/>
Start delay	0 min	Delta Kappa	0 µS/cm
Start mode	<input checked="" type="radio"/> per channel <input type="radio"/> per 2 channels <input type="radio"/> per block	Evaluation delay	0,00 h
		Evaluation suppression start	0,00 h
		Evaluation suppression end	0,00 h
		Evaluation sensitivity	1,00

Graf 29: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 65%)



Graf 30 Závislost rancimatu na procentuálním zastoupení čerstvého máku

Provedená měření dokázala, že přimícháváním prošlého máku (starého cca 12 – 14 měsíců) do čerstvého máku se oxidační stabilita ovlivní okamžitě.

Z přiložených tabulek a grafů lze vysledovat, že při přimíchání cca 1 až 20% prošlého máku k čerstvému máku se hodnoty vlhkosti ani rancimatu nápadně nezmění. Pokud by byl možný srovnávací test, hodnoty by vyšly cca o 10% horší, ale stále v limitu ideálních hodnot. Dá se proto předpokládat, že při takto malé koncentraci prošlého máku v čerstvém máku není možné prokázat přimíchávání.

Při přimíchávání 21 – 35% prošlého máku k čerstvému máku se hodnoty vlhkosti také příliš nezmění, pohybují se stále v rozmezí mezi optimálním a akčním limitem. Naopak hodnoty rancimatu se prudce zhorší a lze předpokládat následné zhoršování výsledků rancimatu při dalším míchání, zhruba o každou půl hodiny při přidání dalších 10%.

Proto tam, kde senzoričné hodnocení vychází ještě velmi dobře, metoda rancimat je schopna poukázat na zhoršení oxidační stability.

## ZÁVĚR

Úkolem mé diplomové práce byl vývoj metody stanovení autenticity máku jeho oxidační stabilitou.

Původní myšlenkou zavedení metody bylo aplikovat poznatky z používání přístroje Rancimat na ověřování oxidační stability (zkráceného procesu stárnutí výrobku) u ořechů na mák modrý.

Tato metoda nebyla nikde výrobcem přístroje popsána a metodika a popsaná měření jsou výsledkem mé diplomové práce.

Měření potvrdila změnu oxidační stability (zkrácování počtu hodin) v průběhu stárnutí máku. Jeví se také jako vhodná pro ověřování autenticity máku s výjimkou malých koncentrací do 20%.

Na základě měření oxidační stability máku v mé diplomové práci byly ve společnosti ALIKA a.s. stanoveny tyto postupy:

- při hodnotě rancimatu 5 – 7 hodin – vykazuje mák optimální hodnoty a možná malá koncentrace přimíchání prošlého máku je zanedbatelná a mák je možný uvolnit do výrobního procesu s dobou minimální trvanlivosti 12 měsíců
- při hodnotě rancimatu 4 – 5 hodin – mák vykazuje hodnoty odpovídající cca polovině doby minimální trvanlivosti a je potřeba provést okamžitý dodavatelský audit se zaměřením na dosledovatelnost máku směrem k pěstiteli a na skladovací podmínky. Pokud se zjistí špatné skladovací podmínky je nutné zajistit časté kontroly u dodavatele. Pokud se zjistí míchání máku, je nutné navrhnout vyřazení dodavatele z portfolia dodavatelů. Na výrobek je možné dát dobu minimální trvanlivosti maximálně 6 měsíců.
- při hodnotách pod 3 hodiny – je nutné mák vrátit dodavateli a navrhnout vyřazení z portfolia dodavatelů.

Závěrem lze konstatovat, že metoda rancimat se osvědčila jako vhodná metoda nejen pro ověřování správnosti stanovení doby minimální trvanlivost, ale i jako vhodná metoda pro ověření autenticity máku modrého.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Papaver somniferum - mák setý. Herbář Wendys [online]. 2004 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://botanika.wendys.cz/kytky/K487.php>
- [2] Mák setý. Wikipedie - Otevřená encyklopedie [online]. 2002 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Mák\\_setý](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mák_setý)
- [3] Interní materiály firmy XY
- [4] Mák setý (Papaver somniferum). Zemědělská fakulta [online]. 2012 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Mak.htm>
- [5] Mák setý. AGROKROM [online]. 1998 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: [http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/radce\\_hospodare/radce\\_mak.pdf](http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/radce_hospodare/radce_mak.pdf)
- [6] Soxhletův extraktor. Písmák [online]. 1997 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www.pismak.cz/index.php?data=read&id=127634>
- [7] Mák. Leccos [online]. 2000 [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://leccos.com/index.php/clanky/mak>
- [8] Návod k použití Rancimat 743
- [9] Ocidační stabilizace: Metrohm 743 Rancimat. Metrohm [online]. 2011 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.metrohm.cz/products/Metrohm/rancimaty/743/index.html>
- [10] interní materiály ALIKA a.s.
- [11] HAMILTON, Edited by J.C. Allen and R.J. Rancidity in foods. 3rd ed. Gaithersburg, Md: Aspen, 1999. ISBN 08-342-1287-0.
- [12] Návod k použití Soxtec<sup>TM</sup> 2045
- [13] Mák setý. Květena ČR [online]. 2003 [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=228>
- [14] Technologie: Linky na čištění máku a drobných semen. JK Machinery [online]. 2007 [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: <http://www.jk-machinery.cz/99/linky-na-cistenimaku-osiv-a-drobnych-semen/>
- [15] KUČA, Karel. Města a městečka v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. 1. vyd. Praha: Libri, 1998, 952 s. Svět rostlin. ISBN 80-859-8315-X.
- [16] Bezorebne: News CZ » Výsev máku sečím strojem Focus TD. HORSCH Maschinen [online]. 2012 [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: [http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=872&action=news\\_cz](http://www.horsch.com/german/g-index.php?id=872&action=news_cz)

- [17] ČSN 46 2300-3. *OLEJNATÁ SEMENA*. Český normalizační institut: Český normalizační institut, Květen 1994
- [18] GROSSER, Wolfgang. *Květinová zahrada*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 80 s. Můj zahradní ráj. ISBN 80-247-1056-0.
- [19] NOVÁK, Jan. *Jedovaté rostliny kolem nás*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 176 s. Svět rostlin. ISBN 978-802-4715-490.
- [20] BOOTH, Martin. *Opium: a history*. 1st St. Martin's Griffin ed. New York: St. Martin's Griffin, 1999, 176 s. Svět rostlin. ISBN 9780312206673.
- [21] SANTELLA, Thomas M. *Opium: a history*. 1st St. Martin's Griffin ed. New York: Chelsea House, c2006, 119 s. Svět rostlin. ISBN 07-910-8547-3.
- [22] ŠEVELA, Kamil a Pavel ŠEVČÍK. *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně: a history*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011, 328 s. Svět rostlin. ISBN 978-802-4731-469.
- [23] ZOHARY, Daniel, Maria HOPF a Ehud WEISS. *Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 2012, 243 s. Svět rostlin. ISBN 01-995-4906-0.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN Československá norma

HACCP Systém analýzy rizik a stanovení kritických kontrolních bodů

DMT Datum minimální trvanlivosti

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: <i>Papaver somniferum</i> [2] .....	13
Obr. 2: Výsev máku secím strojem Focus TD [16] .....	16
Obr. 3: Choroby, škůdci máku [15] .....	17
Obr. 4: Sklizeň máku [16].....	18
Obr. 5: Sklizeň máku [16].....	18
Obr. 6: Mák s příměsí makoviny, před začátkem čištění [3] .....	19
Obr. 7: Separace máku od makoviny [3] .....	19
Obr. 8: Mák po separaci makoviny [3] .....	20
Obr. 9: Síta na čištění předčistěného máku za pomoci vzduchu [3] .....	20
Obr. 10: Pneumatický čistící stůl – čištění materiálů se stejnou velikostí [3] .....	21
Obr. 11: Schéma uspořádání měření [8] .....	24
Obr. 12: Čelní strana přístroje Rancimat 743 [8].....	25
Obr. 13: Schéma uspořádání přístroje Soxtec <sup>TM</sup> 2045 [12].....	35
Obr. 14: Soxhletův extraktor [6] .....	36
Obr. 15: Extraktor – 1. fáze měření [10].....	37
Obr. 16: Extraktor – 2. fáze měření [10].....	37
Obr. 17: Extraktor – 3. fáze měření [10].....	38
Obr. 18: Instalace reakční a měřicí nádoby [8] .....	40

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Trend polotovaru v průběhu roku.....	27
Graf 2: Trend výrobku před koncem data minimální trvanlivosti .....	27
Graf 3: Trend pražicích olejů pře uvedením do výroby.....	28
Graf 4: Trendů měření vlhkosti u máku.....	28
Graf 5: Výstup z měření arašídů PFIF pražených solených 100g, surovina podzemnice olejná (arašídý) země původu Argentina. ....	29
Graf 6: Výstup z měření Vzorek A – 1. měření.....	43
Graf 7: Výstup z měření Vzorek A – 2. měření.....	43
Graf 8: Výstup z měření Vzorek A – 3. měření.....	44
Graf 9: Výstup z měření Vzorek B – 1. měření .....	44
Graf 10: Výstup z měření Vzorek B – 2. měření .....	45
Graf 11: Výstup z měření Vzorek B – 3. měření .....	45
Graf 12: Závislost rancimatu na vlhkosti.....	46
Graf 13: Graf průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíc .....	47
Graf 14: Graf průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců .....	48
Graf 15: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 95%) .....	50
Graf 16: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 90%) .....	50
Graf 17: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 85%) .....	50
Graf 18: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 80%) .....	50
Graf 19: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 75%) .....	51
Graf 20: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 70%) .....	51
Graf 21: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 65%) .....	51
Graf 22: Závislost z rancimatu na procentuálním zastoupení čerstvého máku .....	52
Graf 23: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 95%) .....	53
Graf 24: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 90%) .....	53
Graf 25: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 85%) .....	53
Graf 26: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 80%) .....	53
Graf 27: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 75%) .....	54
Graf 28: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 70%) .....	54
Graf 29: Výstup z měření máku (procentuálním zastoupení čerstvého máku 65%) .....	54
Graf 30 Závislost rancimatu na procentuálním zastoupení čerstvého máku .....	55

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: Požadavky komoditní vyhlášky [17] .....	13
Tab. 2: Hodnoty jakostních ukazatelů [27] .....	13
Tab. 3: Vysvětlivky k čelní straně přístroje Rancimat 743 [8] .....	25
Tab. 4: Místo a čas sběru vzorků .....	33
Tab. 5: Průměrné optimální hodnoty .....	42
Tab. 6: Tabulka průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců.....	47
Tab. 7: Tabulka průběžných hodnot rancimatu v časové ose 1 – 8 měsíců.....	48
Tab. 8: Výsledky sledovaných znaků u máku po uplynutí DMT (rok sklizně 2010).....	49
Tab. 9: Závislost vlhkosti a rancimatu na proměnlivém poměru čerstvého a prošlého máku .....	49
Tab. 10: Závislost vlhkosti a rancimatu na proměnlivém poměru čerstvého a prošlého máku .....	52

