

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

VYUŽITIE ELEKTRICKÝCH VLASTNOSTÍ
PRI URČOVANÍ INÝCH CHARAKTERISTÍK
KVAPALNÝCH POTRAVÍN

Diplomová práca

Študijný program: poľnohospodárska technika
Študijný odbor: 4112800 poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko: Katedra fyziky
Školiteľ: Zuzana Hlaváčová, doc. RNDr. CSc.

V Nitre 2011

Michal Lendel, Bc.

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

**Technická fakulta
Katedra fyziky**

Akademický rok: 2009/10

ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE

Študent: **Bc. MICHAL LENDEL**

Študijný odbor: 5.2.46 poľnohospodárska a lesnícka technika

Študijný program: poľnohospodárska technika

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2008 Vám zadávam tému diplomovej práce:

Využitie elektrických vlastností pri určovaní iných charakteristík kvapalných potravín

Cieľ práce: V práci sa posúdi vhodnosť použitia elektrických vlastností niektorých kvapalných potravín na určovanie ich iných charakteristík. Experimentálne sa určí elektrická vodivosť kvapalných potravín v rôznych fázach ich spracovania.

Rámcová metodika práce:

Postup prác – urobiť literárnu rešerš dotýkajúcu sa elektrických vlastností kvapalných potravín. Spracovať prehľad meracích metód elektrických vlastností, prehľad využitia elektrických vlastností kvapalných potravín na určovanie iných charakteristík. Experimentálne merania elektrickej vodivosti kvapalných potravín (mlieko, víno, džús). Popis závislosti konduktivity od teploty a času dozrievania (víno).

Charakteristika prístrojového vybavenia – merania uskutočniť prístrojmi, ktoré sú k dispozícii na Katedre fyziky. Použiť prístupné programové vybavenie.

Charakteristika použitého materiálu – vzorky kvapalných potravín.

Rozsah grafických prác: 8 strán

Rozsah textovej časti: 40 strán

Literatúra:

1. STRATTON, J. A. 1991. Teorie elektromagnetického pole. Praha, 1991, 592 s.
2. TIRPÁK, A. 1999. Elektromagnetismus. Bratislava . Polygrafia SAV, 712 s.
3. BLAHOVEC, J. 1993. Zemědělské materiály. Praha : ČZU, 1993, 186 s.
4. články vo vedeckých časopisoch

Vedúci diplomovej práce: doc. RNDr. Zuzana Hlaváčová, CSc.

Konzultant diplomovej práce:

Dátum zadania diplomovej práce: december 2009

Harmonogram postupu prác:

- | | |
|-----------------------------------------------|---------------------|
| 1. Zadanie témy | 12. 2009 |
| 2. Štúdium literatúry | 12. 2009 – 4. 2010 |
| 3. Tvorba metodiky | 11. 2009 – 12. 2009 |
| 4. Experimentálne merania | 1. 2010 – 12. 2010 |
| 5. Spracovanie nameraných hodnôt a písanie DP | 1. 2011 – 4. 2011 |

Dátum odovzdania diplomovej práce:

apríl 2011

RNDr. Vlasta Vozárová, PhD.
vedúca katedry

prof. Ing. Vladimír Kročko, CSc.
dekan

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Bc. Michal Lendel vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Využitie elektrických vlastností pri určovaní iných charakteristík kvapalných potravín“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 10. apríla 2011

Bc. Michal Lendel

Pod'akovanie

Týmto chcem poďakovať doc. RNDr. Zuzane Hlaváčovej, CSc. za vedenie a pomoc pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

ABSTRAKT

Rastúca spotreba a produkcia potravín nevyhnutne smeruje k zavedeniu automatizovanej kontroly nezávadnosti a akosti. Kvapalné potraviny tvorí z veľkej časti voda, ktorej vlastnosti sú veľmi dobre vedecky preskúmané, čo nám umožňuje skúmanie zamerať na ostatné zložky kvapalných potravín, ktoré určujú ich vlastnosti, a ktoré môžeme podrobiť skúškam pre zodpovedanie vyhovujúcej alebo nevyhovujúcej kvality. Ak dokážeme takéto skúšky potravín efektívne zaviesť do priemyslu, výrazne tým zvýšime kvalitu potravín dostupných na trhu.

V práci sa rozoberajú vlastnosti kvapalín, ich fyzikálne a chemické vlastnosti, ktoré nám pomôžu získať prehľad o danej problematike. Samotné kvapalné potraviny sú analyzované do väčšej hĺbky a na konkrétnych produktoch (mlieko, džús, víno). V práci sme uviedli rozbor a možnosti využitia týchto vlastností. Na sledovanie zmien sme použili elektrickú vodivosť, ktorej zmena nám indikuje zmenu samotných vlastností kvapalných potravín.

Popísali sme podrobne vlastnosti mlieka, ktoré považujeme za nenahraditeľnú súčasť stravovania, jeho fyzikálne a chemické zloženie a jeho vodivostné vlastnosti. Ďalej sme uviedli vlastnosti vína a muštu v časovom intervale od zberu až po ustálenie jeho vlastností vo forme vína.

Merali sme závislosti konduktivity kvapalných potravín od teploty a tiež sme sledovali postupnú zmenu konduktivity a koncentrácie cukru v mušte počas kvasenia.

Kľúčové slová: akosť, konduktivita, kvapalné potraviny, mlieko, džús, víno

ABSTRACT

Growing consumption and production of food inevitably leads to the introduction of automated quality and safety control. Liquid food is largely composed of water, whose properties are very well scientifically examined, allowing us to focus on examining other components of liquid food that determine their properties, so that they can be subject to the tests stating whether their quality is satisfactory or unsatisfactory. If we can such food tests effectively introduce to the food industry, then we can significantly improve the quality of food available on the market.

The thesis discusses the properties of liquids and their physical and chemical properties that helps us gain insight into this issue. The actual liquid foods are analyzed in greater depth and the results are shown on concrete products (milk, juice, wine). In this thesis, we also mentioned the analysis and the potential use of these properties. To study the changes, we used the electrical conductivity, because the changes in it indicate a change in the very properties of the liquid food. We have described in detail the properties of milk, which we consider indispensable part of diet, as well as its physical and chemical composition and its conductivity properties. Furthermore, we reported properties of wine and must in the time period from harvesting to stabilization of its properties in the form of wine.

We measured the conductivity of the liquid foods, depending on temperature and we also observed the gradual change in the conductivity and sugar concentration in must during fermentation.

Keywords: quality, conductivity, liquid foods, milk, juice, wine

Obsah

Obsah	8
Zoznam skratiek a značiek	9
ÚVOD	11
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENIA PROBLEMATIKY DOMA A	12
V ZAHRANIČÍ.....	12
1.1 Základné pojmy z elektriny.....	12
1.2 Rozdelenie látok z hľadiska vodivosti	15
1.3 Elektrické vlastnosti organických látok	17
1.4 Štruktúra a vlastnosti kvapalín	17
1.5 Kvapalné potraviny	18
1.5.1 Voda.....	18
1.5.2 Džús	18
1.5.3 Mlieko	19
1.5.4 Víno.....	22
1.6 Využitie elektrických vlastností potravín.....	32
1.6.1 Meranie vlhkosti kvapalín.....	32
1.6.2 Rozdelenie metód.....	32
1.6.3 Vodivostné metódy	33
1.6.4 Elektrické vlastnosti mlieka	34
1.6.5 Ohmický ohrev.....	37
1.6.6 Stanovenie falšovania prírodného mlieka syntetickým mliekom pomocou AC vodičovných meraní	39
2 CIEĽ PRÁCE	41
3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA	42
3.1 Materiál	42
3.1.1 Džús	42
3.1.2 Mlieko	42
3.1.3 Mušt	43
3.2 Prístroje	43
3.2.1 Technické údaje GMH 3410	43
3.2.2 Technické údaje WINE tester 0 % – 36 %	44
3.3 Postup merania.....	44
4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA	46
4.1 Meranie vodivosti kvapalných potravín.....	46
5 ZÁVER	54
6 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	55

Zoznam skratiek a značiek

Značka	Názov	Jednotka
f	frekvencia	Hz
j	komplexná jednotka	
k	Boltzmannova konštanta	J.K ⁻¹
p	koncentrácia cukru	°Kl
r_m	polomer	m
t	čas	s
C	elektrická kapacita	F
E	povrchová energia	J
E_a	aktivačná energia vodivosti	J
F	сила	N
G	elektrická vodivosť	S
I	elektrický prúd	A
J_v	amplitúda prúdovej hustoty vodivostného prúdu	A.m ⁻²
J_p	amplitúda prúdovej hustoty posuvného prúdu	A.m ⁻²
K	konštanta	
Q	elektrický náboj	C
R	elektrický odpor	Ω
R_N	rezistivita	Ω.m
T	teplota	°C
U	elektrické napätie	V
Z	impedancia	Ω
\tilde{Z}	komplexná impedancia	Ω
X	reaktancia prvku	Ω
γ, σ	konduktivita	S.m ⁻¹
δ	stratový uhol dielektrika	rad
ε	permitivita	F.m ⁻¹
ε_0	permitivita vákua	F.m ⁻¹
ε_r	relatívna permitivita	
ρ	rezistivita	Ω.m
σ	povrchové napätie	N.m ⁻¹
σ_o	predexponenciálny faktor	S.m ⁻¹
φ	fáza komplexného čísla	

ÚVOD

V súčasnom období sa kladie veľký dôraz na nezávadnosť potravín, ich vyhovujúcu kvalitu. Dopyt po produktoch stúpa a na trh sa dostávajú výrobky, ktoré často nespĺňajú zákonom predpísané normy. Takéto výrobky musia byť odhalené a stiahnuté z predaja, preto treba hľadať automatizované riešenia kontroly potravín, ktoré tento proces urýchlia. Nemalú časť celkového objemu potravín tvoria kvapalné potraviny, či už nealkoholické, ako minerálne vody, džúsy, mliečne výrobky, alebo alkoholické ako pivo, víno, či liehoviny.

Na to, aby sme mohli takéto potraviny vystaviť meraniu, sa musíme najprv oboznámiť so všeobecnými vlastnosťami kvapalín, vlastnosťami jednotlivých zložiek kvapalných potravín a následne môžeme využiť ich charakteristické fyzikálne vlastnosti, ako napr. elektrickú vodivosť, ktoré nám môžu poukázať na odchýlku od štandardných hodnôt. Meraním elektrickej vodivosti, môžeme zistiť nezávadnosť potravín, ich akosť, ako aj prípadné falšovanie.

Ďalšie využitie elektrickej vodivosti nachádzame pri sledovaní vývinu alkoholového kvasenia v mušte, kde môžeme sledovať, či priebeh zodpovedá očakávaniu a prípadne zasiahnuť, ak zaznamenáme odchýlku.

Vlastnosti kvapalín a niektorých kvapalných potravín, ako aj spôsoby ich merania rozoberieme v nasledujúcej práci.

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENIA PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ

1.1 Základné pojmy z elektriny

Elektrický náboj – nahromadenie elektrónov na telese. Označuje sa Q a vyjadruje sa v coulomboch (C).

Elektrický prúd je usmernený kolektívny pohyb nosičov elektrického náboja, pričom nosičmi náboja môžu byť elektróny, menej často protóny, prípadne iné elementárne častice, alebo aj kladné, resp. záporné ióny, prípadne väčšie častice (Tirpák, 1999).

Označuje sa I , jednotkou je 1 ampér (A). Pre ustálené prúdy ho môžeme vypočítať zo vzťahu :

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

- kde Q je náboj a t čas.

Vo všeobecnom prípade pre prúd platí

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

Jednosmerný prúd je taký prúd, ktorý v čase nemení ani veľkosť, ani smer.

Striedavý prúd je prúd, ktorého veľkosť sa v čase mení s určitou periódou, pričom jeho stredná hodnota je nulová. Časový priebeh (tvar) prúdu môže byť ľubovoľný, najčastejšie sa môžeme stretnúť so sínusovým priebehom. Ďalšími typmi priebehu môžu byť pílovité, obdĺžnikové alebo ľubovoľné iné.

V praxi sa môžu vyskytovať prúdy, ktoré majú aj striedavú aj jednosmernú zložku.

Elektrické napätie vyjadruje rozdiel elektrického potenciálu dvoch bodov a predstavuje energiu potrebnú na premiestnenie elektrického náboja medzi týmito dvoma bodmi v určitom elektrickom poli.

Označuje sa U , jednotkou je 1V (volt). Vypočítať ho môžeme zo vzťahu :

$$U = RI \quad (3)$$

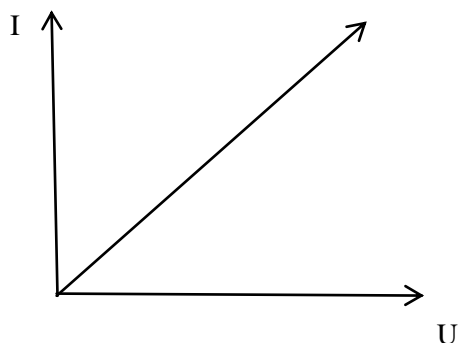
- kde je R je odpor a I prúd.

Elektrický odpor – je to podiel napätia a prúdu daný ohmovým zákonom (Mazáková, Csádrovej, 1977).

Označujeme ho R , jednotkou je 1Ω (ohm). Vypočítať ho môžeme zo vzťahu :

$$R = \frac{U}{I} \quad (4)$$

- kde U je napätie a I prúd. Závislosť napätia od prúdu pre nízke napätie môžeme vidieť na obr.1.



Obr.1: Voltampérová charakteristika závislosti napätia od prúdu

Ohmov zákon – vyjadruje vzťah medzi prúdom I pretekajúcim odporom a napätím U na jeho svorkách (Mazáková, Csádrovej, 1977).

$$I = \frac{U}{R} \quad (5)$$

Rezistivita – je to odpor vodiča jednotkovej dĺžky a jednotkového plochy prierezu. Je to materiálová konštanta, ktorá charakterizuje elektrickú vodivosť látky, označuje sa ρ .

Elektrická vodivosť je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje schopnosť vodiča viesť elektrický prúd. Je prevrátenou hodnotou elektrického odporu.

Elektrická vodivosť sa vo všeobecnosti udáva v jednotkách siemens (značka S) označuje sa G .

Konduktivita – je elektrická vodivosť vodiča jednotkovej dĺžky a jednotkovej dĺžky prierezu. Závisí od teploty a odporu.

Označuje sa γ , jednotkou je siemens na meter ($S \cdot m^{-1}$).

Impedancia je komplexná veličina popisujúca zdanlivý odpor materiálu a fázový posun napätia oproti prúdu pri prechode harmonického striedavého elektrického prúdu

danej frekvencie. Podobne ako elektrický odpor charakterizuje vlastnosti prvku pre jednosmerný prúd, impedancia charakterizuje vlastnosti prvku pre striedavý prúd. Impedancia je základná vlastnosť, ktorú potrebujeme vedieť pre analýzu striedavých elektrických obvodov.

Označujeme ju Z , jednotkou je jeden ohm (Ω).

Vypočítať ju môžeme podľa

$$\tilde{Z} = R + jX \quad (6)$$

kde R je odpor, X je reaktancia prvku a j komplexná jednotka.

Elektrická kapacita – veličina, ktorou sa udáva podiel elektrického náboja viazaného na vodičoch a napätie medzi nimi (Mazáková, Csádrovej, 1977).

Označujeme ju C , jednotkou je 1F (farad). Vypočítať ju môžeme zo vzťahu :

$$C = \frac{Q}{U} \quad (7)$$

- kde Q je náboj a U napätie.

Permitivita – popisuje izolačné vlastnosti dielektrika.

Označujeme ju ε , jednotkou je $1 \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$. Vypočítať ju môžeme zo vzťahu :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r \quad (8)$$

- kde ε_0 je permitivita vákua a ε_r je relatívna permitivita

Relatívna permitivita – je to podiel permitivity dielektrika k permitivite vákua alebo pomer kapacity kondenzátora s dielektrikom ku kapacite kondenzátora rovnakých rozmerov, pri ktorom je však medzi elektródami namiesto dielektrika vákuum (Mazáková, Csádrovej, 1977).

Je to vlastne látková konštanta, ktorá vyjadruje koľkokrát sa elektrická sila zmenší v prípade, že telesá s elektrickým nábojom sú namiesto vo vákuu umiestnené v látkovom prostredí.

Stratový uhol dielektrika – slúži na charakteristiku stratových vlastností látok. Stratový uhol δ sa definuje

$$\delta = \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (9)$$

- kde φ je fáza komplexného čísla. Tangens tohto uhla je daný podielom veľkosti amplitúd hustoty vodivého a posuvného prúdu alebo reálnej konduktivity σ a „konduktivity“ posuvného prúdu $\omega\varepsilon$ (Tirpák, 1999), teda

$$\tan \delta = \frac{J_v}{|V_p|} = \frac{\sigma}{\omega \varepsilon} \quad (10)$$

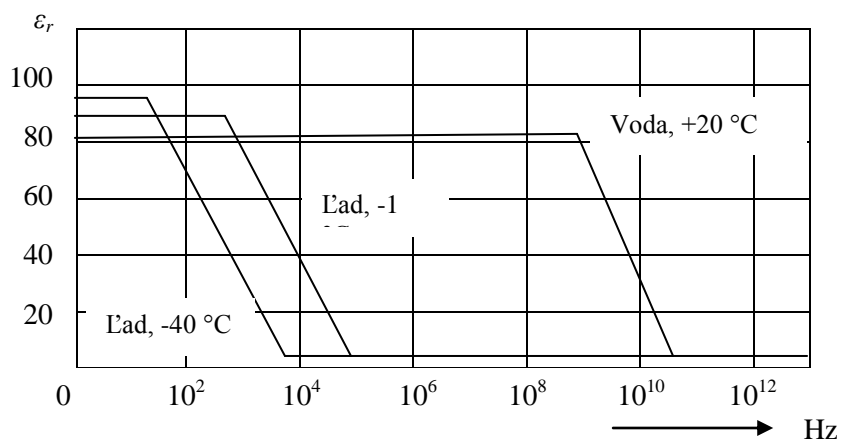
1.2 Rozdelenie látok z hľadiska vodivosti

Podľa vodivosti môžeme rozdeliť látky na vodivé a nevodivé, tzv. izolanty alebo tiež nazývané dielektriká a polovodiče. Nevodiče sú to látky, v ktorých sa náboje pod účinkom elektrických polí nemôžu pohybovať. Takýmito látkami sú mnohé prírodné materiály, rôzne minerály v kryštalickej a aj v amorfnej forme, ako napr. kremeň a jantár. Ďalej biologické materiály, ako napr. suché drevo, z plyných látok sú to napr. interné plyny a nakoniec látky, ktoré sú cieľenými produktmi ľudskej činnosti s dobre definovanou atómovou štruktúrou, ako napr. rozmanité organické aj neorganické umelé hmoty (Tirpák, 1999).

Dielektrická látka je systém nábojov, ktoré sú v zložitých atómových a molekulárnych väzbách. Elektrické pole bude na tieto väzby pôsobiť silami a bude nejakým spôsobom deformovať rovnovážnu konfiguráciu atómov. Ak je skúmanou látkou napr. interný plyn, čo je v podstate súbor navzájom takmer neintegrujúcich guľovo symetrických neutrálnych atómov, elektrické pole spôsobí, že sa ťažisko kladného jadra nepatrne posunie v smere poľa a ťažisko záporného elektrónového obalu proti smeru poľa. Z atómu, ktorý je bez vonkajšieho poľa neutrálny, vznikne takto dipól s nenulovým vonkajším elektrickým poľom. Vznik dipólu s neutrálneho guľovo-symetrického atómu v elektrickom poli nazývame elektrónovou polarizáciou atómu. Tento proces v celom elektrickom objeme nazývame elektrónová polarizácia látky (Tirpák, 1999).

Existujú však látky, v ktorých stavebné kamene sú z elektrického hľadiska dipóly aj bez prítomnosti elektrického poľa. Takouto látkou je napríklad destilovaná voda. Jej molekuly H_2O sú silné elektrické dipóly. Bez vonkajšieho elektrického poľa jednotlivé dipóly vody vykonávajú intenzívny chaotický tepelný pohyb, takže v každom bode objemu vody a v každom čase sa stredná hodnota elektrického poľa rovná nule a makroskopický objem vody sa javí elektricky neutrálny. Ak ampulku s vodou uložíme do elektrického poľa, jednotlivé dipóly majú tendenciu pod vplyvom točivého účinku poľa natočiť sa do smeru tohto poľa. Ak by medzi dipólmi nebolo tepelné pôsobenie, každý dipól by sa otočil do smeru vonkajšieho poľa a látka by bola ideálne polarizovaná – všetky dipóly by boli natočené rovnakým smerom. Takýto stav však pri izbovej teplote zďaleka nenastane a pole vnesie do tepelného chaosu dipólov len veľmi málo poriadku (Tirpák, 1999).

Pri praktickom využívaní dielektrík je dôležité, ako sa dielektriká správajú nie v konštantných, ale časovo premenlivých, napríklad striedavých (sínusovo sa meniacich) poliach. Schopnosť polarizácie je obmedzená relaxačnou dobou príslušnou istému druhu pohybu. Deformácia atómu, ktorá nastáva pri elektrónovej polarizácii, je proces, ktorý nastane za dobu rádovo 10^{-16} s. To znamená, že nepolárne látky sú schopné striedavým elektrickým poľom až do frekvencií 10^{16} Hz, teda od nulovej frekvencie statického poľa až po svetelné frekvencie elektromagnetického poľa. Iná je situácia u polárnych látok. Pohyblivosť dipólov alebo možnosť ich rotácie v látke závisí od mnohých faktorov, predovšetkým od teploty a tlaku. Tieto faktory ovplyvňujú vnútorné trenie v látke, ktoré bráni periodickému preklápaniu dipólov pod účinkom striedavého elektrického poľa. So zvyšovaním frekvencie táto schopnosť dipólov v klesá, až pri frekvencii úplne zanikne. Dipóly sa prestanú preklápať a v látke sa zachová iba elektrónová polarizácia, ktorá existuje samozrejme aj u polárnych látok, len je podstatne slabšia. Ako príklad možno uviesť pozorovanie frekvenčných závislostí permitivity pre polárne molekuly vody. Pri izbovej teplote a normálnom tlaku v statickom poli má voda medzi bežnými látkami jednu z najväčších relatívnych permitív, cca 81. Súvisí to s veľkým dipólovým momentom molekuly H_2O (Tirpák, 1999).



Obr. 2. Frekvenčné závislosti permitivity vody pri troch rôznych teplotách

Ak na vzorku vody začneme vplyvať striedavým poľom a začneme frekvenciu zvyšovať, zostane hodnota permitivity približne rovnaká až do frekvencie cca 10^9 Hz, teda do pásma, ktoré zvykneme nazývať mikrovlny. Pri ďalšom zvyšovaní frekvencie permitivita prudko klesá na hodnotu zodpovedajúcu elektrónovej polarizácii vody a zostáva konštantná až po svetelné frekvencie. Ale ak budeme merať permitivitu vody v tuhom stave, teda permitivitu ľadu, zistíme, že začiatočná permitivita začne klesať už pri frekvencii 10 Hz resp. 1000 Hz a potom zostáva konštantná. Na obr. 2 sú znázornené experimentálne

získané frekvenčné závislosti permitivity vody pri troch rôznych teplotách (voda +20 °C, ľad -1 °C, ľad -40 °C), ktoré potvrdzujú správnosť našich teoretických predstáv (Tirpák, 1999).

1.3 Elektrické vlastnosti organických látok

Pri prechode elektrického prúdu cez biologický materiál je potrebné uvážiť zmenu typu elektrickej vodivosti. Vo vnútri buniek existuje iónová vodivosť. V bunkových membránach sa elektrický prúd šíri ako posuvný, t.j. taký prúd ktorý je spôsobený zmenou elektrických polí a nie pohybom voľných nosičov náboja ako u prúdu vo vedení. Takýto posuvný elektrický prúd je príčinou magnetických polí spojených so zmenou premenlivých elektrických polí vo vákuu a dielektriku.. Po vložení dielektrika do vonkajšieho poľa vzniká v ňom polarizácia. Pri prechode jednosmerného elektrického prúdu biologickým materiálom môžeme uvažovať jeho tri zložky: vodivostná zložka, ktorá sa nemení v čase, absorpčná zložka, ktorá je spôsobená polarizačnými javmi a nabíjacia zložka, ktorú môžeme popísať ako prúd kondenzátora. Celkový prúd klesá s časom a jeho hodnota sa blíži k vodivostnej zložke. Pri prechode striedavého prúdu sa biologické materiály správajú ako impedancie (Hlaváčová, 2004).

1.4 Štruktúra a vlastnosti kvapalín

Štruktúra kvapalných látok je podobná štruktúre amorfných látok. Každá častica kvapaliny kmitá okolo istej rovnovážnej polohy a po veľmi krátkom čase (rádovo 1 ns) zaujme novú rovnovážnu polohu. Keď sa teplota kvapaliny zvyšuje, čas zotrvania molekuly v rovnovážnej polohe sa znižuje. V pevnej látke každá častica kmitá okolo istej rovnovážnej polohy, ktorú za dlhé obdobie (hoci aj tisíce rokov) nezmení.

Zmena rovnovážnych polôh molekúl kvapaliny nastáva v dôsledku náhodných zmien kinetickej energie molekúl. Molekula získava náhodnými zrážkami so susednými molekulami takú energiu, že sa dostane z vplyvu silového poľa susedných molekúl a zaujme novú rovnovážnu polohu (Babjak, 2004).

Kvapaliny sa na rozdiel od plynov vyznačujú malými vzájomnými vzdialenosťami medzi molekulami; tieto vzdialenosti sú približne rovnaké ako v pevných látkach, preto molekuly kvapaliny pôsobia na seba navzájom veľkými príťažlivými silami. Tieto sily majú vplyv na vlastnosti kvapaliny, najmä na vlastnosti jej povrchovej vrstvy (Babjak, 2004).

1.5 Kvapalné potraviny

1.5.1 Voda

Voda je najrozšírenejšou zlúčeninou v prírode a predstavuje neoddeliteľnú časť stavby rastlín a živočíchov. Zdroje pitnej vody odpovedajúcej akosti neustále ubúda. Obmedzené zdroje spodnej vody sa neustály rast spotrebnej pitnej pre priemyslové a komunálne účely majú za následok nutnosť využívať pre pitné účely aj vhodne upravenú vodu z povrchových zdrojov. Úprava vody sa vykonáva fyzikálnymi a chemickými postupmi, z ktorých najdôležitejšie sú predbežné čistenie a filtrácia, prevzdušňovanie, odkyselovanie a odstraňovanie železa a mangánu, dekarbonizácia a zmäkčovanie vody, zdravotné zabezpečenie vody, chlórovanie vody, ozonizácia vody, katadynácia vody, mikrobiálna filtrácia, dezinfekcia vody ultrafialovými lúčmi.

Rozpustnosť oxidu uhličitého vo vode alebo v ovocných šťavách závisí od niekoľkých faktorov, ktorých poznanie a vhodná aplikácia v praxi uľahčí cestu ku zvýšeniu akosti nealkoholických nápojov (Ginzburg, Savinová, 1989).

1.5.2 Džús

Hlavnou surovinou pre výrobu džúsov sú u nás jablká, menej hrozná, ríbezle, čerešne, višne atď. Používa sa drobnejšie ovocie s menšími vzhľadovými chybami. Kvalitné džúsy majú vhodne zladený pomer medzi cukrami, kyselinami a aromatickými látkami.

Ovocie sa triedi, perie v pračkách a drví. Hrozno farebných odrôd sa najprv zahrievajú na teplotu asi 75 °C na dobu (3 – 5) minút, aby sa získala intenzívnejšia farba muštu. Drť, ktorá vplyvom pomalého štiepenia pektínových látok uvoľňuje nedostatočne šťavu, sa pred lisovaním nechá odležať alebo sa napačuje, poprípade sa podrobí enzymatickej pektolýze. Odležaním drte sa podporí činnosť hydrolytických enzýmov štiepajúcich pektíny. Napačovaním sa umrtnia bunky a zlepšuje sa priestupnosť bunčných stien, pričom sa zároveň rozrušia pektínové látky. Vyťažiteľnosť surovej šťavy udáva tab. 1. Upravená drť sa lisuje a získaná šťava sa filtruje. Po filtrácii sa konzervuje sterilizáciou alebo sa zo šťavy pripravuje polotovar konzervovaný CO₂ alebo niekedy i SO₂. Prírodná jablčná šťava má

obsahovať aspoň 10 % rozpustenej sušiny, tvorenej z najväčšej časti jednoduchými cukrami. Kyslosť muštu sa pohybuje od 0,7 % do 1 % (Ginzburg, Savinová, 1989).

Tab. 1: Priemerná vyťažiteľnosť šťavy u jednotlivých druhov ovocia

Druh ovocia	Vyťažiteľnosť, %
Jablká	69
Maliny	75
Ostružiny	72
Čerešne, višne	75

1.5.3 Mlieko

Mlieko sa všeobecne definuje ako sekret mliečnej žľazy samíc cicavcov. Tieto sa v ňom nachádzajú v rôznych formách a rozličných množstvách, takže vytvárajú polydisperzný systém.

Priemerné zastúpenie hlavných zložiek v kravskom mlieku:

Voda (86 - 88) %, tuk (3 - 6) %, bielkoviny (3 - 4) %, laktóza (4,6 - 5) %, popoloviny (0,7 - 0,8) %.

Voda sa vyskytuje v mlieku prevažne vo voľnej forme. Malá časť vody je chemicky viazaná na mliečny cukor a časť je koloidne viazaná na mliečne bielkoviny.

Mliečny tuk je v mlieku rozptýlený vo forme tukových guľôčok priemernej veľkosti (2 - 4)μm. Tukové guľôčky sú v mlieku stabilizované povrchovou vrstvou, obalom, skladajúcou sa z viacerých častí. V tejto povrchovej vrstve sa nachádzajú napr. fosfolipidy, cholesterol, vitamín A, bielkoviny. Samotné jadro tukovej guľôčky tvoria acylglyceroly rôznych mastných kyselín, najmä kyseliny palmitovej a olejovej. Mliečny tuk sa pokladá za najvariabilnejšiu zložku sušiny mlieka. Jeho obsah závisí najmä od plemena a výživy dojnice (Čuboň a i., 2006).

V kravskom mlieku sa nachádzajú tri základné bielkovinové frakcie : kazeínová, laktoalbumínová a laktoglobulínová. Jednotlivé bielkoviny sa líšia zložením, stavbou ako i vlastnosťami, čo má praktické využitie pri výrobe niektorých mliečnych výrobkov. K mimoriadnym mliečnym bielkovinám sa radia napr. bielkoviny obalov tukových guľôčok, enzýmov a podobne (Čuboň a i., 2006).

Mliečne bielkoviny vzhľadom na zastúpenie esenciálnych aminokyselín sú dôležité vo výžive ľudí, z tohto dôvodu nadobúda obsah bielkovín v mlieku stále väčší význam.

Mliečny cukor – laktóza je redukujúci disacharid skladajúci sa z molekuly glukózy a galaktózy. Pri mliečnom kysnutí laktóza prechádza na kyselinu mliečnu, pri alkoholovom kvasení zasa na alkohol. Laktóza má značný výživový význam (Čuboň a i., 2006).

Mlieko je dobrým zdrojom vápnika, fosforu, draslíka, horčíka, sodíka, síry i ďalších stopových prvkov. Minerálne látky sa vyskytujú v mlieku v rozpustenej forme a koloidne viazané. Svojou prítomnosťou ovplyvňujú mnohé vlastnosti mlieka ako napr. tepelnú stabilitu, zrážaní, kyslosť, bod mrazu a podobne. Obsah minerálnych látok a laktózy v mlieku je pomerne stály (Čuboň a i., 2006).

V mlieku sa nachádzajú i ďalšie zložky. I keď sa vzhľadom na svoj obsah pokladajú len za doplnujúce, vypláva taktiež na vlastnosti mlieka a jeho výživovú hodnotu.

Z vitamínov rozpustných v tukoch sa v mlieku vyskytujú vitamíny A, D, E, K, F a karotenoidy. Vo väčšom množstve sú prítomné najmä vitamíny E a A.

Z vitamínov rozpustných vo vode sú zastúpené vitamíny skupiny B, vitamín H a C. Obsah vitamínov B –komplexu e v mlieku relatívne stabilný. Z hľadiska ľudskej potreby je mlieko dobrým zdrojom hlavne vitamínu B₂ (Čuboň a i., 2006).

Mlieko je zdrojom i niektorých zložených lipidov – najmä fosfolipidov/ kecitín, kefalín, sfyngomelín. Jeden liter mlieka obsahuje priemerne asi 0,3 g týchto látok. V najväčšom mlieka obsahuje priemerne asi 0,3 g týchto látok. V najväčšom množstve je prítomný lecitín, ktorému sa pripisuje schopnosť pôsobiť proti ukladaniu cholesterolu v cievach. Zo sterolov je v mlieku prítomný predovšetkým cholesterol.

Mlieko obsahuje ako natívne tak sekundárne enzýmy (Čuboň a i., 2006).

1.5.3.1 Vlastnosti kravského mlieka

K organoleptickým vlastnostiam mlieka patrí konzistencia, štruktúra, vôňa a chuť.

Farba:

Bielkokrémovú farbu a nepriehľadný vzhľad spôsobujú kazín, fosforečnan vápenatý ako i mliečny tuk

Konzistencia:

Takúto konzistenciu mlieka podmieňuje predovšetkým vysoký obsah vody v mlieku. Zmena v konzistencii môže nastať činnosťou mikroorganizmov alebo pri niektorých chorobách zvierat'a.

Štruktúra:

Mlieko má homogénnu, rovnorodú štruktúru, čo súvisí s jeho polydispersným charakterom. V tomto systéme sa tuk nachádza v emulznej fáze, bielkoviny v koloidnej fáze, laktóza a minerálne látky v molekulovej väze.

Vôňa:

Čerstvo nadojené mlieko nemá zvláštnu, výraznú vôňu, je však schopné pohlcovať nežiadúce pachy zo svojho okolia. Pachy vznikajú tiež vplyvom slnečného žiarenia, prítomnosťou Cu, Fe, činnosťou mikroorganizmov a podobne. Aromatické látky sa absorbujú predovšetkým na povrch tukových guľôčok.

Chuť:

Sladká chuť mlieka spôsobuje laktóza. Chuť mlieka môžu výrazne ovplyvňovať niektoré látky z krmiva, mikroorganizmy, choroby, dojnice a podobne.

Z fyzikálno-chemických vlastností sú z hľadiska hodnotenia nakupovaného mlieka sledované kyslosť mlieka, bod mrazu a hmotnosť.

Kyslosť mlieka:

Závisí od obsahu organických kyselín, najmä kyseliny mliečnej, minerálnych látok, fosforečnanov, citranov a bielkovín. Pri mlieku rozlišujeme aktívnu a titračnú kyslosť.

Aktívna kyslosť udáva koncentráciu vodíkových iónov. Vyjadruje sa ako záporný logaritmus koncentrácie vodíkových iónov v hodnotách pH. U čerstvo nadojeného mlieka sa tieto hodnoty pohybujú v rozpätí 6,3 - 6,7 (Čuboň a i., 2006).

Teplota tuhnutia (bod mrazu):

Táto vlastnosť mlieka je pomerne stála a pohybuje sa (od - 0,540 do - 0,570) °C. Súvisí so stálosťou osmotického tlaku mlieka. Na hodnotu osmotického tlaku má vplyv obsah rozpustných látok teda laktózy a elektrolytov. Stanovenie teploty tuhnutia sa využíva pri vyšetrovaní zvodnenia mlieka. Pridaním vody do mlieka sa jeho bod mrazu zvyšuje. Podobný vplyv sa zaznamenáva i pri prídavku čistiacich a dezinfekčných prostriedkov. Naopak zvyšovaním titračnej kyslosti sa bod mrazu mlieka znižuje.

Hustota:

Hustota mlieka sa v tabuľkách udáva pri teplote 20 °C vyjadrená v kg.m^{-3} , prípadne v g.cm^{-3} . Hustota zmiešaného mlieka sa pohybuje v rozpätí (1028 – 1032) kg.m^{-3} . Hustota mlieka závisí od obsahu jeho základných zložiek. Zvýšením obsahu tuku sa znižuje jeho hustota. Zložky beztukovej sušiny ju naopak zvyšujú. Zvýšená hustota je teda predbežným ukazovateľom odobratia tuku, prípadne pridania odstredeného mlieka. Znížená hustota pod 1028 kg.m^{-3} je predbežným ukazovateľom pridania vody do mlieka.

Ostatné fyzikálno-chemické vlastnosti sú zaujímavé hlavne z technologického hľadiska. Priemerné hodnoty niektorých fyzikálnych vlastností mlieka sú uvedené v tab. 2 (Čuboň a i., 2006).

Tab. 2: Fyzikálne vlastnosti kravského mlieka

Vlastnosti	Hodnota
Povrchové napätie pri 20 °C	$(45 - 48) \cdot 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}$
Konduktivita	$(0,40 - 0,52) \text{ S.m}^{-1}$
Oxidačno – redukčný potenciál	$(+ 0,20 - + 0,34) \text{ V}$
Refrakčná ml. séria pri 17,5 °C	Najmenej 38 d ponorného refraktora
Viskozita pri 20 °C	$(1,6 - 2,1) \text{ mPa.s}$
Hmotnostná tepelná kapacita	$3,987 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Teplota varu	100,2 °C

1.5.4 Víno

Víno je alkoholický nápoj, ktorý sa vyrába v týchto druhoch: víno prírodné (biele, ružové, červené), prírodné sladké, perlivé, šumivé, dezertné a dezertné víno korenené.

Prírodné víno je biele, vyrobené rýchlym lisovaním z modrých hroziem, pričom farba môže byť slabo naružovkastá. Často sa používa na výrobu šumivého vína. Víno prírodne sladké sa nesmie prisladzovať repkovým cukrom ani zosilňovať liehom. Dezertné vína, vyrábané z muštov s prísadou rafinovaného cukru, sa môžu zosilniť rafinovaným liehom alebo vínnym destilátom. Dezertné korenené vína obsahujú navyše macerát z korenia osobitnej vône a chuti (Ginzburg, Savinová, 1989).

Rast hrozna začína opelením kvietku a končí mäknutím bobúľ. V tomto období obsahuje hrozno malé množstvo cukru, pretože asimiláty sa koncentrujú do rastových vrcholov, kde sa spotrebujú na rast pletív. Tvorí sa soli kyseliny jablčnej a vínnej. Dozrievanie začína mäknutím bobúľ a zväčšovaním ich objemu. Bobule sa stávajú priesvitnejšie, zvyšuje sa obsah cukru, pričom ich denný prírastok môže byť na konci dozrievania 0,5 % – 1 %. V počiatočnom období tvorby bobúľ prevláda glukóza (75 %), ktorá sa postupne

vyrovnáva s prírastkom fruktózy. Množstvo kyseliny jablčnej a vínnej sa od maxima ku konci rastovej fázy neustále znižuje. Kyselina vínna sa viaže ako vínan draselný, pričom menej aktívna kyselina jablčná sa dýchaním okysličuje na CO₂ a vodu. Pomer medzi oboma kyselinami býva u dobrých ročníkov vyrovnaný, u zlých ročníkov pri nedostatočnom vyzretí prevažuje kyselina jablčná (Ginzburg, Savinová, 1989).

1.5.4.1 Zloženie muštu

Mušť je roztok vody a rôznych pevných a kvapalných prírodných látok.

Voda

Tvorí (70 – 80) % muštu. Jej obsah je ovplyvňovaný odrodou, vinohradníckym ročníkom, technológiou získania muštu. Obsah vody možno upraviť – znížiť odparovaním a vymrazovaním.

Sacharidy

Tvorí sa v zelených častiach rastlín, najmä v listoch asimiláciou (glukóza, fruktóza, inertný cukor, sacharóza). V bobuliach hrozna sú kumulované v množstve (16 – 25) %, v cibébach i viac (až 40 %). Najväčší podiel majú glukóza a fruktóza. Hrozno väčšiny odrôd *Vitis vinifera* neobsahuje sacharózu, niektoré odrody maximálne (1 – 3) g.l⁻¹ šťavy (Hronský, 2006).

Kyseliny

Organické kyseliny sú dôležitou zložkou hroznového muštu. Ich obsah závisí od zrelosti hrozna, odrody a ročníka a pohybuje sa od 2 do 20 g.l⁻¹.

-kyselina vínna

Je najdôležitejšou kyselinou v mušte i vo víne. Nachádza sa vo všetkých orgánoch viniča, v ktorých viaže draslík a vo forme solí sa transformuje do plodov. Kyselina vínna sa tvorí do skončenia fázy dozrievania hrozna. Časť voľnej kyseliny vínnej sa viaže vo forme vínanu draselného (vínneho kameňa). Na rozpustnosť vínanov vplýva teplota a alkoholové kvasenie. Táto kyselina ovplyvňuje aj chuť vína.

-kyselina jablčná

Je druhou najvýznamnejšou kyselinou v mušte. Je menej stála ako kyselina vínna, pretože málo odolná proti kyslíku pri vyššej teplote. Obsah kyselín v hrozne a v mušte i z neho

vyrobeného vína je závislý od počasia. V horších ročníkoch obsah v hrozne, mušte i víne je viac kyselín.

-kyselina citrónová

Sa nachádza už v nezrelých bobuliach a zretím hrozna sa jej obsah nemení.

-kyselina glykolová

Je prítomná hlavne v nezrelých bobuliach. Oxidáciou sa mení na kyselinu šťaveľovú.

-kyselina šťaveľová

Sa nachádza hlavne v bobuliach v podobe vápenatej soli. Mušt obsahuje menej kyseliny šťaveľovej ako bobule hrozna.

Triesloviny a fenoly

Majú veľký význam pri vytváraní chuti, farby a charakteru vína. Ich chemické zloženie je veľmi rozmanité. Podľa účinku a chemických vlastností na chuť vína ich môžeme rozdeliť na: kyseliny fenolové, flavoly, antokyanidy a taníny-triesloviny (Hronský, 2006).

Dusíkaté látky

Dusíkaté látky sa podieľajú na vytváraní charakteru hrozna, muštu i vína. Niektoré dusíkaté látky pri kvasení muštu potrebujú kvasinky na stavbu svojho tela a životný metabolizmus. Dusíkaté látky sa v mušte nachádzajú ako proteidy, albumózy, peptony, polypeptidy, aminokyseliny, amidy a organický dusík, ktorý je viazaný vo forme amónnych solí. Množstvo dusíkatých látok v mušte a vo víne je závislé od viacerých podmienok – pôdy, odrody, hnojenia, technológie výroby hrozna a jeho spracovania na mušt. V hrozne býva (600 – 2400) mg.kg⁻¹ a v mušte (200 – 1400) mg.kg⁻¹ dusíkatých látok.

Pektínové látky

V nezrelom hrozne sa vyskytuje protopektín, ktorý sa dozrievaním hrozna účinkom kyselín a enzýmu pektázy mení na pektín. V mušte sa nachádza (1 – 2) g.l⁻¹. Pektínové látky pôsobia v mušte i vo víne ako ochranné koloidy a znemožňujú tak ošetrovanie vína. Dôsledkom vyššieho obsahu pektínov v hrozne je nižšia výťažnosť muštu. Pridaním pektolitickeho prípravku do pomletého rmutu dochádza k rozrušeniu prítomných pektínov a tým podstatnému zvýšeniu výlisnosti muštu a rýchlosti lisovania.

Enzýmy

Sú biologické katalyzátory vytvárané živou bunkou, ktoré urýchľujú lebo spomaľujú niektoré reakcie prebiehajúce v mušte a vo víne. K pozitívne pôsobiacim enzýmom patrí napr. invertáza, ktorá štiepi sacharózu na glukózu a fruktózu. Negatívne pôsobí polyfenoloxidáza, ktorý zapríčiňuje hnednutie vína (Hronský, 2006).

Vitamíny v mušte

Čerstvé hrozno obsahuje vitamíny najmä skupiny B. Pri spracovaní prechádzajú do muštu lisovaním no značná časť ich zostáva v šupke bobúľ a výliskoch. Najdôležitejšie vitamíny pri výrobe vína sú: vitamín C, B2, B6, tiamín B1, kobalamíny, bioflavonoidy, kyselina nokotínová a nikotínamid (Hronský, 2006).

Minerálne látky v mušte

Do muštu a vína sa dostávajú z pôdy cez hrozno a z nádob pri manipulácii s hroznom, muštom a vínom. Minerálne látky sa stanovujú ako popol a vyskytujú sa v množstve (3 – 5) g.l⁻¹. Najviac sú zastúpené draslík, horčík, vápnik, sodík, bór, chlór a železo. V množstve menej ako 1 mg.l⁻¹ sú zastúpené titán, vanádium, stroncium, molybdén, bárium, kobalt, kadmium, nikel, chróm i ďalšie. Minerálne látky pôsobia pri biochemických a fyzikálno-chemických procesoch ako stopové prvky. Počas kvasenia a čistenia vína sa ich časť vyzráža, takže obsah minerálnych látok vo víne je podstatne nižší ako v pôvodnom mušte (Hronský, 2006).

Tuky, vosky, oleje

Hlavným zdrojom olejov sú semená – obsahujú (4 – 20) % olejov, menej tukové osrtené bobúľ voskom. Množstvo vosku v hrozne je (16 – 90) mg v 100 kg hrozna. Šetrným drvením a lisovaním hrozna možno obsah tukových zložiek znížiť na minimum. Obsah tuku vo víne je väčší ako v mušte, pretože sa v ňom zvyšuje v dôsledku prítomnosti kvasiniek – ich telo obsahuje až 7 % tuku. Tuky v mušte a vo víne tvoria najmä glyceridy kyselín olejovej, maslovej, palmitová, stearovej (Hronský, 2006).

1.5.4.2 Alkoholové kvasenie muštu

Kvasenie hroznového muštu je zložitý mikrobiologicko-biochemický proces, v ktorom sa formuje kvalita dorábaného hroznového vína. Hroznový cukor prítomný v hroznovej šťave (mušte) predstavuje nutričnú látku pre mnohé mikroorganizmy, najmä pre kvasinky, v menšej miere pre baktérie. Mikroorganizmy v procese svojho metabolizmu premieňajú mušty na víno. Znalosti o priebehu alkoholového kvasenia a jeho produktov sú veľmi staré. Poznanie podmienok, príčin a výsledkov biochemických reakcií sú predmetom výskumu dodnes (Hronský, 2006).

Technologické etapy alkoholového kvasenia muštu

Kvasenie muštu súvisí s rastom a rozmnožovaním kvasiniek. Z technologického hľadiska má kvasenie hroznového muštu tri časti. Začiatok kvasenia (prvá etapa) je charakterizovaný pozvoľným rozmnožovaním mikroorganizmov. Nasledujúce búrlivé kvasenie (druhá etapa) tzv. exponenciálna, čiže logaritmická fáza, súvisí s exponenciálnou fázou rastu kvasiniek a vyznačuje sa tvorbou hlavných produktov alkoholového kvasenia – etanolu a oxidu uhličitého. Vznikajúca energia kvasiaci mušt značne zohrieva. Treťou etapou procesu je dokvášanie, ktoré súvisí so stacionárnou fázou (fáza pokoja rastu kvasiniek). V tejto fáze je rast buniek spomalený, počet novovytvorených buniek sa približne rovná súčtu odumierajúcich buniek. Toto obdobie môže trvať aj niekoľko týždňov (Hronský, 2006).

Fyzikálne zmeny pri kvasení

Znižovanie hustoty. Hustota hroznového muštu je $(1,00 - 1,50) \text{ g.cm}^{-3}$, čo závisí od klimatických, agrobiologických podmienok a vlastností odrody. V priebehu fermentačného deja vznikajúci alkohol svojou hustotou $0,793 \text{ g.cm}^{-3}$ podstatne znižuje hustotu média (hustota cukru je $1,613 \text{ g.cm}^{-3}$). Suché vína obsahujú spravidla viac alkoholu a ich hustota býva po $1,00 \text{ g.cm}^{-3}$. Hustota extraktívnych, červených, polosladkých a sladkých vín je vždy vyššia ako $1,00 \text{ g.cm}^{-3}$ (Hronský, 2006).

Vznik tepla pri kvasení

Teplota muštu a jej zvyšovanie počas anaeróbnej glykolýzy závisí od mnohých činiteľov. Optimálna teplota pre kvasinky v priebehu kvasenia je v rozpätí $(22 - 25) ^\circ\text{C}$. Najvyššia teplota je vo fáze búrlivého kvasenia. Pri zvýšenej teplote nad 30°C je aktuálne nebezpečenstvo kontaminácie octovými baktériami a tiež straty buketných látok i etanolu (Hronský, 2006).

Objemové zmeny pri kvasení

Objemové zmeny v kvasiacom mušte sú spôsobené hlavne zmenou hustoty pri premene muštu na víno a kontrakciou po zmiešaní vody s tvoriacim sa alkoholom. Objem vzniknutého etanolu je menší ako objem kvasených cukrov v mušte. Predstavujú až 1,5 % pôvodného objemu. Podstatne vyššie sú však objemové zmeny spôsobené vyparovaním. V závislosti od veľkosti a konštrukčného materiálu kvasnej nádoby, relatívnej vlhkosti vzduchu v kvasných a ležiackych priestoroch i veku vína sa môže odpariť $(0,5 - 4) \%$ objemu hroznového vína (Hronský, 2006).

Procesy pri zretí vína

Obdobie medzi ukončením alkoholového kvasenia a stočením vína z kvasničných kalov nazývame obdobie tvorby hroznového vína. K tomuto obdobiu patrí proces odbúravania

kyselín (zmeny režimu kyselín, odbúravanie kyselín vplyvom baktérií a vyzrážanie vínneho kameňa) a proces samočistenia vína. Proces samočistenia vína je charakterizovaný sedimentáciou zhlukov molekúl opačného náboja. Vína sa formujú vplyvom zmien mnohých zlúčenín, ktorých zastúpenie ovplyvňuje charakter, stabilitu a senzorické vlastnosti nápoja. V tvoriacom sa mladom víne dochádza k vypadávaniu zlúčenín, čím sa víno ochudobňuje o významné dietetické zložky (bielkoviny, soli organických kyselín). Obdobie po stočení vína z kalov je obdobie zretia vína. Procesy pri tvorbe a zretí vína sú sprevádzané chemickými, biochemickými a fyzikálnymi zmenami. Tieto zmeny majú vplyv na vytváranie chuti, buketu a celkového charakteru vína. Významný vplyv na zretie vína má kyslík, ktorého úloha je mnohostranná a nezastupiteľná (Hronský, 2006).

1.5.4.3 Požiadavky na kvalitu vína

Senzorická analýza vína je hodnotenie jeho kvality zmyslovými orgánmi, ktoré pri odbornom hodnotení kvality hroznového vína sú zapojené takmer všetky. Stupeň zrelosti, sviežosť vína, jeho odrodový charakter a harmóniu, pachute a príchute vína možno spoľahlivo klasifikovať len metódou senzorickej analýzy.

Posudzovanie vína zrakom, čuchom a chuťou je nenahraditeľnou činnosťou hodnotenia jeho kvality. Pri posudzovaní vína používame zmysly v poradí, zrak, čuch a chuť (Hronský, 2006).

Posudzovanie vína zrakom

Zrakom možno veľmi rýchlo posúdiť farbu, čírosť, resp. zákal, ale aj veľkosť a množstvo bubliniek oxidu uhličitého pri perlivých nápojoch.

Čírosť vína

Víno môže byť iskrivé, čisté, číre, ľahko zakalené, zakalené alebo veľmi zakalené. Iskrivé čisté je len vtedy, keď sa svetelný lúč neláme na jemných kalových časticách. Inde je len číre. Mierne zakalené víno na svetle opalizuje. Dobré víno by malo byť čisté a táto čírosť by mala byť stála. Čírosť, priehľadnosť a lesk sú synonymá v bielom a ružovom víne. V červenom víne by sa mohlo stať, že číre víno už nie je priehľadné podľa stupňa darebnej intenzity.

Farba vína

Podľa farby zistujeme spôsob výroby, zdravotný stav, pôvod suroviny, vek vína i spôsob jeho uskladňovania. Intenzita farby poskytuje predstavu o plnosti vína. Farba alebo odtieň

odzrkadľujú stupeň vývinu vína. Odtiene farby závisia od odrody viniča, z ktorej sa víno vyrobilo, ako aj od dĺžky fermentácie a od kyslosti, nízke pH oživuje červenú farbu. dôležitá je aj jasnosť. Mladé víno je jasnejšie ako staré. Vo všeobecnosti pochádzajú bledšie vína z chladnejších, tmavšie z teplejších oblastí. Výnimku tvoria veľmi sladké vína, zjavne z hrozna napadnutého ušľachtilou hnilobou a vína, ktoré zreli v dubových sudoch – tie majú sýtejšiu farbu. Farba červeného vína na rozdiel od bieleho vekom bledne. Čím hnejší a bledší je okraj, tým zrelšie je víno. Farebná škála ružového vína graduje od bledoružového odtieňa až po čerešňovú červenú, ktorá je už prakticky v oblasti farebnej charakterizácie červeného vína.

Fluidita

Charakterizuje viskozitu, ktorú pozorujeme, keď otočíme pohár: predstava, „slzných kvapiek“ alebo „nôh vína“. Prítomnosť slzných kvapiek závisí od povrchového napätia medzi kvapalinou a sklom pohára. Ak sa vytvoria výrazné stopy, víno má vysoký obsah alkoholu alebo cukru, prípadne oboch (Hronský, 2006).

Posudzovanie vína čuchom

Nos predstavuje najcitlivejší orgán, ktorý pri hodnotení vína používame. Na snímanie vône hroznových vín je vhodná teplota (6 - 18) °C. Vôňa vína nám umožňuje zistiť kultivarový charakter, stupeň vyzretia a zdravotný stav vína. Vôňou určujeme aj pôvod a vek vína (Hronský, 2006).

Posudzovanie vína chuťou

Je rozhodujúcim zmyslom, ktorý podáva o hodnotenom víne záverečný posudok. Chuťové pocity pri hodnotení vína charakterizujú jeho vek, zdravotný stav, obsah extraktu, cukru, kyselín, CO₂, ale i trieslovín a obsah etanolu. Pri chuťovom posúdení sa zameriavame najmä na plnosť, množstvo alkoholu a kyselín. Pri červených vínach sa posudzujú aj triesloviny.

Plnosť vína

Je vyjadrená množstvom extraktu, ktorú posudzujeme podľa chuťového vnemu. Čím je dlhší chuťový vnem, tým plnšie je víno a naopak. Intenzita chuti a trvácnosť chuti odzrkadľujú kvalitu vína. Podľa množstva extraktu môže byť víno veľmi plné – ťažké (extraktívne), plné, málo plné a prázdne. Z hľadiska obsahu alkoholu môže byť víno ťažké – alkoholické, stredne ťažké a ľahké – málo alkoholické. Podľa obsahu kyselín môže byť víno veľmi kyslé – tvrdé, kyslé, jemné, málo kyslé – mäkké až mdlej, fádnej chuti.

Pri posudzovaní veku možno kategorizovať víno na mladé, nevyzreté, vyzreté, stanúce, prestarnuté a staré. Vzájomný pomer alkoholu a kyselín udáva harmonickosť vína. Červené víno môže byť podľa obsahu trieslovín veľmi trpké (adstringentné), trpké, trpkasté a bez trieslovín. Chuť avizuje aj chyby, choroby a iné nedostatky vína. Chuťové pocity vyjadrujeme priliehavými termínmi víno cudzím nádychom, s nečistou vôňou po sírovodíku, po plesni, myšine, naoctované víno a pod (Hronský, 2006).

1.5.4.4 Mikroorganizmy vo vinárstve

V hrozne, mušte a víne obsiahnuté látky (najmä cukry) sú zdrojom výživy pre mnohé mikroorganizmy. Pri výrobe vína majú mimoriadny význam kvasinky a kvasinkové mikroorganizmy, grampozitívne mliečne baktérie a niektoré druhy hýfovitých húb. Z vinárskeho hľadiska sú najdôležitejšie kvasinky (Hronský, 2006).

Kvasinky

Kvasinky predstavujú veľkú skupinu jednobunkových húb taxonomicky heterogénnych. Neobsahujú chlorofyl a preto v nich neprebíha fotosyntéza. Zdroj uhlíka využívajú ako živočíchy. Z praktického hľadiska sa rozdeľujú na dve základné skupiny – kvasinky tvoriace spóry (sporogénne) a kvasinky netvoriace spóry (asporogénne). Väčšina kvasiniek sa rozmnožuje pučaním, niektoré delením.

Názov kvasinky dostali pre schopnosť väčšiny z nich skvasovať sacharidy na etanol a oxid uhličitý. V potravinárskej mikrobiológii, t.j. aj vo vinárstve sa s nimi stretávame ako s užitočnými alebo škodlivými mikroorganizmami. Vo vinárstve sú kvasinky pôvodcami alkoholového kvasenia a preto majú z mikroorganizmov dominantný význam.

Mikroflóra muštu závisí vo veľkej miere od druhového spektra kvasiniek nachádzajúcich sa na strapcoch hrozna, najmä bobuliach. Druhové spektrum mikroorganizmov relatívne vo veľkej miere závisí od zdravotného stavu hrozna – mušty z hrozna napadnutého chorobami alebo z nahnitých bobúľ obsahujú na rozdiel od muštu zo zdravého hrozna väčšie množstvo populácii baktérii a plesní, ktoré často prevyšujú počet kvasiniek.

Vplyv prostredia na kvasinky

Alkoholové kvasenie sa skladá z reťaze enzýmových reakcií. Podmienky, za ktorých kvasenie muštu nastáva pôsobia priamo alebo nepriamo na enzýmy, ovplyvňujúce

reprodukcii kvasiniek v dôsledku ovplyvnenia syntézy enzýmov. Najdôležitejšie činitele z hľadiska metabolizmu kvasiniek rozdeľujeme na fyzikálne, chemické a biologické (Hronský, 2006).

Fyzikálne činitele

Teplota

Rozmnožovanie a fermentačná aktivita vínnych kvasiniek sa prejavuje len v určitom rozpätí teplôt. Najvýraznejšie rozmnožovanie vínnych kvasiniek možno zaznamenať v intervale teplôt (20 – 30)°C. Najnižšia teplota, pri ktorej sú kvasinky ešte schopné reprodukcie je blízko 0 °C a najvyššia asi pri 40 °C.

Koncentrácia cukru

Pri pokusoch s kvasením muštov s rozlične sa zvyšujúcimi koncentraciami cukru selektovanými vínnymi kvasinkami sa zistilo, že pri vyšších koncentráciách cukru sa kvasenie spomaľuje a aj dosiahnutá koncentrácia alkoholu je nižšia. Pri cukornatosti (28 – 30) % kvasenie vždy riadne začne, ale po dosiahnutí (5 – 8) % objemu alkoholu sa intenzita kvasenia zníži až úplne zastaví (Hronský, 2006).

Chemické činitele

pH

Kvasinky sú schopné rozmnožovať sa v širokom rozmedzí pH. Najaktívnejší rast je medzi pH 4,0 – 6,0. Kvasinky sú acidorezistentné a tolerujú až hodnoty pH 2,5. Hodnota pH muštu sa pohybuje okolo 3,0 – 3,6, čo sú hodnoty pod optimom rastu.

Redoxný potenciál rH

Je meradlom stupňa oxidácie a redukcie vo víne. Optimálny rozsah pre činnosť kvasiniek je rH 10,0 – 27,5. Pri nižšom rH ako 10, kvasinky odumierajú v dôsledku nedostatku kyslíka, nad hodnotou rH 27,5 pôsobí naopak kyslík už toxicky. Nakoľko kvasný proces je redukčným procesom, počas kvasenia a rozmnožovania kvasiniek sa hodnota redoxného

potenciálu znižuje. Neželateľné zvyšovanie rH možno tmiť prídavkom SO₂ a uskladnením vín v chladnom prostredí.

Kyslík

Kvasinky sú fakultatívne anaeróbne organizmy, to znamená, že sa môžu vyvíjať za prítomnosti i bez prítomnosti kyslíka. Bunky pri anaeróbnom kvasení odbúravajú cukry, pričom bunka získa pomerne málo energie. Za aeróbnych podmienok kvasenia, keď bunka dýcha, je produkcia energie podstatne vyššia. Ak majú kvasinky v mušte k dispozícii dostatok kyslíka, potom sú schopní miesto kvasenia dýchať, čím sa rozhodujúcim spôsobom zlepši ich energetická situácia, rozmnožovacia schopnosť, syntéza esenciálnych látok a s tým spojené podmienky pre pučanie. Vetraná kultúra kvasiniek rastie všeobecne intenzívnejšie a rýchlejšie ako nevetraná. Za striktne anaeróbnych podmienok je rýchlosť rastu malá a reprodukcia buniek sa obmedzuje len na 4 až 5 generácií. Už malé množstvo kyslíka spôsobuje podstatné zvýšenie nárastu biomasy. Stimulačný účinok kyslíka sa prejavuje len do určitej hladiny a závisí aj od odstraňovania CO₂ vznikajúceho kvasením, ktorý pôsobí inhibične na rast kvasiniek. V začiatkovej aeróbnej fáze fermentácie využívajú kvasinky kyslík na dosiahnutie dostatočného pomnoženia svojej populácie. Výsledkom prevzdušnenia je potom aj zvýšenie kvasnej intenzity, teda urýchlenie priebehu kvasenia i dokvasenia.

Oxid uhličitý

Vzniká kvasením a v mušte a mladom víne sa rozpúšťa v obmedzenej miere. S vodou reaguje za vzniku kyseliny uhličitej, ktorá je dôsledkom malej disociácie slabou kyselinou. Ak sa CO₂ rýchlo neuvolní, nastáva čiastočné zastavenie rozmnožovania a kvasnej aktivity kvasiniek (Hronský, 2006).

Biologické činitele

Na hrozne i v kvasiacom mušte sa nachádza pomerne široké spektrum mikroflóry, pričom jednotlivé druhy sú zastúpené v rôznom počte. Prítomné druhy sa navzájom ovplyvňujú rôznou intenzitou, napr. spotrebovaním živín, vylučovaním rôznych metabolizmov. Počas teplej, slnečnej, málo daždivej jesene dochádza k prezrievaniu zdravých zrelých bobúľ hrozna a tvoria sa hrozienka, prípadne vplyvom ušľachtilej plesne sivej cibéby. Hýfy huby prenikajú cez šupku do vnútra bobule – dochádza k odparovaniu vody z bobúľ a hubu metabolizmom vyvoláva značne zmeny v chemickom zložení šťavy bobúľ. Za nepriaznivého počasia spôsobuje plesň sivá tzv. zhubnú hnilobu a do narušených bobúľ sa dostávajú aj octové baktérie, ktoré znižujú kvalitu muštu tvorbou nežiaducich látok.

Druhové spektrum a početné zastúpenie jednotlivých druhov mikroflóry na bobuliach výrazne ovplyvňuje spontánne kvasenie získaného muštu. Medzi jednotlivými druhmi kvasiniek i v rámci druhov (t.j. medzi kmeňmi) sú rozdiely z hľadiska fyziologických, biochemických, resp. vinársko-technologických vlastností, čo sa tiež prejavuje na kvalite tvoriaceho sa vína (Hronský, 2006).

1.6 Využitie elektrických vlastností potravín

Elektrické vlastnosti biologických materiálov sa využívajú v mnohých oblastiach ľudskej činnosti. Napríklad uvedené vlastnosti sa využívajú pri určovaní vlhkosti potravín, pri určovaní klíčivosti zŕn a semien, pri zisťovaní mrazuvzdornosti zŕn, semien a rastlín, pri zisťovaní úrovne hladín kvapalín a sypkých materiálov, pri zisťovaní kvality a zloženia potravín, prítomnosti choroboplodných mikroorganizmov, zrelosti ovocia a v mnohých iných prípadoch. Najväčšie uplatnenie získali pri určovaní vlhkosti, čo je spôsobené špecifickými elektrickými vlastnosťami vody (Fexa, Široký 1983).

1.6.1 Meranie vlhkosti kvapalín

V materiáloch sa voda môže nachádzať ako voda viazaná a voda voľná. Voľnou vodou sa tu rozumie tá časť vlhkosti, ktorá má vlastnosti destilovanej. Tiež tu má toto rozdelenie zásadný význam pre správny výber typu vlhkomeru (napr. sorpčný vlhkomer so senzorom s Al_2O_3 meria za normálnych podmienok iba vodu rozpustenú viazanú) (Fexa, Široký 1983).

1.6.2 Rozdelenie metód

Vodivostné metódy. Meria sa elektrická vodivosť v závislosti od obsahu vody. Metódy sú jednoduché a dajú sa použiť pre materiály, ktoré neobsahujú príliš mnoho solí (iónová vodivosť).

Dielektrické metódy. Meria sa reálna, poprípade aj imaginárna zložka komplexnej permitivity v závislosti od obsahu vody. Tieto metódy sú vhodné pre väčšinu materiálov a sú veľmi rozšírené.

Rádiometrické metódy. Meria sa absorpcia žiarenia β alebo γ alebo spomalenie či rozptyl neutrónov, a to hlavne vo veľkých množstvách materiálov v kontajneroch, na skládkach a podobne. Zmeria sa integrálna hodnota vlhkosti. Metódy sú vhodné pre sypké, veľkoobjemové materiály. Je nutná ochrana pred žiarením.

Metóda nukleárnej magnetickej rezonancie. Meria sa absorpcia vysokofrekvenčnej energie pod vplyvom magnetického poľa. Jednúčelové prístroje sú pre značné náklady vzácnosťou. Metóda je vhodná pre biologické materiály, rozlišuje voľnú a viazanú vodu.

Absorpcia a odraz infračerveného žiarenia. Meraním odrazu infračerveného žiarenia sa dá zisťovať povrchová vlhkosť skoro pre všetky druhy materiálov. Pre svoju selektivitu a citlivosť je táto metóda veľmi obľúbená.

Chemické metódy. Využíva sa chemická reakcia vody obsiahnutej v materiáli, s niektorými špecifickými činidlami. Najznámejšia a veľmi používaná metóda je titrácia podľa K. Fishera.

Extrakčná metóda. Voda sa extrahuje z materiálu do vhodného rozpúšťadla a v ňom sa stanoví titráciou alebo inou metódou. Stanovuje sa tak hlavne vlhkosť pôd.

Azeotropická destilácia. Voda sa oddestiluje s organickým rozpúšťadlom do kalibrovannej nádoby. Metóda ma použitie hlavne v petrochémii.

Ultrazvukové metódy. Meria sa zmena rýchlosti šírenia ultrazvuku v závislosti od obsahu vody. Zatiaľ sa tieto metódy používajú hlavné v potravinárskom priemysle pri stanovení koncentrácie sirupu.

Gravimetrická metóda. Voda sa odstráni zo vzorky sušením za stanovených podmienok a jej množstvo sa zisťuje podľa úbytku hmotnosti po sušení alebo sa odstránená voda určí titračne. Tiež sa dá voda obsiahnutá v materiáli uvoľniť žihaním v prúde suchého vzduchu a zachytiť ju v trubici naplnenej chloristanom horečnatým chloridom vápenatým alebo oxidom fosforečným a azbestu. Metóda je základom mnohých normovaných postupov pre stanovenie vlhkosti materiálu a slúži tiež ku kalibrácii iných metód (Fexa, Široký, 1983).

1.6.3 Vodivostné metódy

Zmena obsahu vody prítomnej v materiáli sa prejavuje zmenou jeho elektrického odporu. Odpor sa pritom mení o niekoľko rádov. Typická hodnota elektrického odporu suchého materiálu je $10^8 \Omega \cdot m$ až $10^{13} \Omega \cdot m$ a pôsobením vlhkosti môže klesnúť až na $10^{-4} \Omega \cdot m$. Pre porovnanie odpor čistej vody je rádovo $10^5 \Omega \cdot m$ pri teplote $20^\circ C$. Táto veľká zmena odporu je spôsobená prítomnosťou látok iontového charakteru v materiáli, ktorý pôsobením vody disociuje. Vlhké materiály preto nemožno považovať za jednoduchú zmes suchého materiálu a vody – vždy sa musí prihliadať k spôsobu väzby vody na materiál.

Keď sa na elektródy, medzi ktorými je umiestnený vlhký materiál, vloží napätie, začne materiálom prechádzať prúd, ktorý však nie je stály, časom sa znižuje. Príčinou je polarizácia elektród. Vplyvom elektromagnetických dejov prebiehajúcich na povrchu elektród sa totiž vytvorí elektrochemický článok, ktorý je polarizovaný proti vloženému napätiu. Tento jav sa uplatňuje predovšetkým pri väčších vlhkostiach a rastie tiež s rastúcim napätím a hustotou prúdu. Obmedzenie polarizácie sa dosiahne použitím striedavého napätia, tým menej sa uplatňuje polarizácia. Meranie odporu potom prechádza na meranie impedancie reálneho kondenzátoru. Pri vodivostných metódach meracia frekvencia nepresahuje 1 000 Hz.

Pri mnohých látkach je elektrický odpor vnútornej časti iný ako odpor pri povrchu. Pretože odpor vnútornej časti materiálu lepšie charakterizuje celkovú vlhkosť, je potrebné usporiadať meranie tak, aby sa vplyv povrchovej vodivosti čo najviac potlačil.

Senzory vlhkomeru majú rôzne tvary podľa druhu meraného materiálu. V najjednoduchšom prípade sú to dve ihlové elektródy, ktoré sa zavádzajú do meraného materiálu. Elektródy musia byť konštruované tak, aby vzdialenosť medzi nimi zostávala za všetkých okolností konštantná; držiak elektród musí byť z dobrého izolačného materiálu. Podľa druhu materiálu a jeho vlhkosti sa volí vzdialenosť medzi elektródami, poprípade sa použije viacej elektród spojených paralelne.

Vlhkomery popisovaného typu je treba pre daný materiál a rozsah vlhkosti dopredu nakalibrovať. Pri výrobe sa kalibrujú väčšinou pre celú skupinu materiálov a užívateľ so môže potom podľa potreby okalibrovať stupnicu pre iný materiál. Pri kalibrácii je dôležité aby vlhkosť bola v materiáli rovnomerne rozložená (Fexa, Široký, 1983).

1.6.4 Elektrické vlastnosti mlieka

Pri meraní elektrickej vodivosti mlieka (G) je nutné odseparovať práve zmeny permitivity vrstvy mlieka medzi elektródami v dôsledku polarizácie. Bolo zistené, že chyba pri stanovení konduktivity mlieka v dôsledku polarizácie mlieka ($\Delta\gamma$) závisí od frekvencií meracieho prúdu (f) podľa vzťahu :

$$\Delta\gamma = \frac{K}{f_i^2} \quad (11)$$

kde K je konštanta. Meranie konduktivity môžeme uskutočniť tak, že meriame hodnoty konduktivity γ ($S.m^{-1}$) v závislosti na frekvencie f (niekoľko hodín $\gamma(f)$) a potom pomocou uvedeného vzťahu hľadáme hodnotu $\gamma(\infty)$, čo je hodnota konduktivity, neovplyvnená

polarizáciou mlieka. Ďalej môžeme merať pri tak vysokých frekvenciách, že chyba $\Delta\gamma$ je menšia ako ostatné chyby merania a dá sa do nich zahrnúť. Prevrátená hodnota konduktivity je rezistivita ρ :

$$\rho = \frac{1}{\gamma} \quad (12)$$

Pri stanovení konduktivity sa obyčajne používajú ponorné sondy do mlieka, skladajúce sa z dvoch platinových elektród justovaných navzájom do tuhej konfigurácie, aby sa zachovali konštantné rozmery doštičiek (hlavne vzájomná vzdialenosť). Sonda býva zapojená do niektorého štandardného mostíka pre meranie odporu. Použitý mostík a zdroj prúdu určujú dosiahnuteľnú presnosť merania. Vlastná meracia sonda, skladajúca sa obvykle z platinových elektród, sa ciachuje 0,1 N roztokom KCl, ktorý má tabuľkovú konduktivitu pri teplote 20 °C $\gamma_N = 1,119 \text{ S.m}^{-1}$. Konštanta sondy C sa pre dané usporiadanie vypočíta nasledujúcim spôsobom:

$$C = R_N \gamma_N = 1,119 R_N \text{ , (m}^{-1}\text{)} \quad (13)$$

kde R_N je rezistivita pri ponorení sondy do uvedeného ciachovacieho roztoku. Konduktivitu mlieka γ_M vypočítame podľa vzťahu :

$$\gamma_M = \frac{C}{R_M} = \frac{R_N \gamma_N}{R_M} = 1,119 \cdot \frac{R_N}{R_M} \text{ , (S.m}^{-1}\text{)} \quad (14)$$

Pri meraní konduktivity mlieka je potrebné, aby vzorkou pretekal veľmi malý prúd (rádovo 10^{-6} A), ktorý neovplyvňuje skúmanú vzorku mlieka pri krátkodobom meraní (Janál, 1985).

Pri mastitídach nadobúda mlieko, v dôsledku porušenia rovnováhy medzi minerálnymi látkami a laktózou, slanú chuť. Takéto mlieko má zmenenú i konzistenciu (hustejšie, vločkovité) a obyčajne i farbu (žltá, červená). Mastitídy dojníc sú zložité ochorenia majúce rozličné príčiny a príznaky, rôzny stupeň intenzity, rôzne dlhé trvanie a rozličný výsledný efekt a negatívne ovplyvňujú kvalitu a produkciu mlieka. Pretože ovplyvňujú aj konduktivitu mlieka, môže sa táto metóda využiť pri ich včasnom diagnostikovaní (Janál, 1985).

1.6.4.1 Vplyv zloženia na elektrickú vodivosť mlieka

Merania elektrickej vodivosti boli použité hlavne v potravinárskom priemysle, napríklad pre detekciu kontaminácie vo vode, a na sledovanie mikrobiologického rastu a metabolickej aktivity. Vodivosť mlieka a mliečnych výrobkov bola skúmaná viac ako 40 rokov, aby hodnoty tuku, vody a obsahu bielkovín boli adekvátne a mohla sa detekovať mastitída. Mlieko má vodivé vlastnosti z dôvodu existencie nabitých zlúčenín, ako sú soli. Rozdelenie frakcie solí medzi rozpustnými a koloidnými fázami má významný vplyv na celkovej vodivosti mlieka. Vodivosť môže ovplyvniť mnoho faktorov, ako fáza laktácie, sezónny rok a krmivá hovädzieho dobytku.

Elektrické vlastnosti materiálu reprezentujú jeho schopnosť viesť elektrický prúd (Carcia, et al. 1995; Curda, Plockova, 1995). Rezistivita, σ , meraná v jednotkách Siemens na meter ($S.m^{-1}$), je charakteristická pre všetky materiály, a pohybuje v rozmedzí od asi $10^7 S.m^{-1}$ pre vysoko vodivé materiály ako kovy, približne po $10^{-18} S.m^{-1}$ pre dobrý izolant, ako je kremeň. Vodivosť vodných roztokov sa nachádza medzi týmito dvoma extrémami (Mabrook, Petty, 2003).

1.6.4.2 Dielektrické štúdium mlieka pre frekvencie medzi 1 GHz a 20 GHz

Reakcia látok na elektromagnetické žiarenie je komplexná a závisí od mnohých parametroch, vrátane teploty, skupenstva a chemického zloženia materiálu. Rozsah mikrovln (frekvencia medzi 0,5 GHz a 300 GHz) je čoraz viac využívaný v oblastiach základných aplikácií vo fyzike a v chémii. Mikrovlny sa tiež uplatňujú vo všeobecnej aj praktickej liečbe a charakteristike potravín. Taktiež sa používajú pri pasterizácii a varení potravín, typicky pri frekvencii 0,915 GHz a 2,450 GHz (Herve et al., 1998; Wang et al., 2003).

Existuje tiež veľa dokladovaných správ o výskumoch, kde pri používaní mikrovlnných rúr sa mení charakterizujúca kvalita rôznych potravín, vrátane zistenia obsahu solí (Kent, Anderson, 1996; Shiinoki et al., 1998), zvýšenie obsahu vody spracovaného mäsa (Kent, Anderson, 1996, Kent et al., 2001), a možnú detekciu baktérií v mlieku (Váczy, Semberg, 2003). Použitie mikrovln na potraviny, je atraktívne, pretože je vysoká rýchlosť pracovania a merania, jednoduché použitie, a skutočnosť, že sa potenciálne môže používať na potraviny v opticky nepriehľadných uzavretých nádobách. Do dnes bolo najviac skúmané žiarenie s frekvenciou menšou ako 10 GHz, čiastočne z dôvodu nedostatku zdroja s vyššou frekvenciou.

Naše laboratórium v Barcelonskej univerzite tradične venuje mikrovlnám v štúdiách magnetických materiálov, a má prístroje schopné merať dielektrické vlastnosti materiálov v širokom rozsahu frekvencií (Amigó et al. 2003a, 2003b). Vzhľadom k možným hodnotám mikrovln v oblastiach mimo nášho vlastného bezprostredného vedeckého záujmu, a našou zodpovednosťou voči širšej komunite, ktorá v konečnom dôsledku podporuje nás, rozhodli sme sa vyčleniť nejaký čas nástrojom pre štúdium otázok bezprostredného praktického významu.

V tejto štúdií sa zistilo, že komplexná permitivita trvanlivého mlieka (od 1 do 20 GHz) je primerane dobre opísaná funkciou zloženou zo Debyeovho vzťahu s ďalšou iónovou vodivosťou. Znamená to v podstate, že vody v perturbancií vyplývajúce z biologickej a iónovej zložky. V priebehu kazenia sa mlieka, sa spektrum zobrazuje komplexne, ale subtilná evolúcia až po čas, pravdepodobne v dôsledku chemických aj fyzických zmien vo vzorkách. Odchýlky sú viditeľné hoci sú citlivé na prítomnosť rôznych skupín biologických zložiek (Tukov, sacharidov a bielkovín, a iónových zlúčenín) umožňujúce rýchle stanovenie relatívnej koncentrácie týchto druhov materiálov. To môže byť užitočné ak treba sledovať povrchovo obsah veľkého množstva niektorých potravín v reálnom čase. Chýba ostrá štruktúra, preto tieto spektrá nedovoľujú identifikáciu chemických látok (Kitchin et al. 1981), teda systém je kalibrovaný na monitorovanie obsahu určitej potraviny. Nemusia odhaliť nečakané prítomnosti úplne cudzích materiálov. Takéto hladké spektrálne tvary však môžu byť dobre charakterizované s mnohými menej frekvenčnými postupmi ako 191 použitých v tejto štúdií, požaduje sa zjednodušenie prístroja (Nunes, Bohigas, Tejada, 2005).

1.6.5 Ohmický ohrev

Elektrické vlastnosti potravín majú dôležitú úlohu pri tepelnom spracovaní potravín napr. pri elektrickom ohreve. Priamy ohmický ohrev sa často využíva aj pri sterilizácii potravín. Kontinuálny priamy ohmický ohrev sa využíva v rozdielnych priemyselných odvetviach a je výhodný aj pre technológie potravinárskeho priemyslu, najmä v sterilizačných výrobných linkách. Princíp ohrevu je založený na objemovom zdroji tepla, ktorý je vytvorený prietokom striedavého elektrického prúdu vyhrievanou kvapalinou alebo iným spracovávaným materiálom. Základnou výhodou je rovnomernejší ohrev kvapalín alebo častíc suspendovaných v kvapalinách ako pri použití klasických metód nepriameho ohrevu. Tým je možné zlepšiť pomer medzi požadovanými účinkami sterilizácie (inaktivácia mikroorganizmov) a neželateľnými pochodmi, ktoré znižujú

kvalitu spracovávanej potraviny. Na to slúžia zariadenia ako kontinuálny sterilizátor APV. Ten pozostáva z nehrdzavejúcej oceľovej trubice potiahnutej elektrickým izolantom a z kruhových elektród (napájaných trojfázovým striedavým zdrojom s frekvenciou 50 Hz, ktorý je pripojený na konce trubice). Experimentálne zariadenie je vybavené štyrmi snímačmi konduktivity (na prívodnej trubici, na spodku ohrievacej nádoby a dva snímače sú vo výstupnej trubici). Takto je možné vyhodnotiť intenzitu pričného prietoku využitím reakcie pri sledovaní zmeny konduktivity snímačom po okamžitej injekcii slaného roztoku do prívodnej trubice. Pritom je potrebné poznať závislosť konduktivity zohrievanej látky od teploty.

Typickými materiálmi zohrievanými v ohmických sterilizátoroch sú nerovnorodé a vysoko neneutronovské látky. Prehriatie spracovaného materiálu v najbližšom okolí elektród je vážny problém obzvlášť pre homogénne kvapaliny, pretože pri nehomogénnych látkach obsahujúcich relatívne veľké kusy sušiny sa prejavuje obyčajne samočistiaci efekt (Sastry, 1992).

Martin a i. (1997) popísali spracovanie odstredeného mlieka pomocou impulzného elektrického poľa, pričom sa pri 15 °C inaktivovala *Escherichia coli* (ďalej *E. coli*). Inaktivácia vyhovovala Hulshegerovmu modelu kinetiky prvého rádu pre intenzitu elektrického poľa a počet impulzov, pričom odstredenú mlieko bolo spracovávané v komore staticky alebo pri kontinuálnom prietoku. Pri kontinuálnom prietoku systém PEF (pulsed electric field - impulzné elektrické pole) vyradil viac mikroorganizmov než pri statickom spracovaní. Inaktivácia *E. coli* narastala s rastúcou dĺžkou trvania impulzu. V odstredenom mlieku bola inaktivácia limitovaná pre jeho nízku rezistivitu a prítomnosť bielkovín.

1.6.5.1 Elektrická vodivosť časticových - zmesí tekutín v ohmickom ohreve

Ohmický ohrev je moderná metóda tepelného spracovania, pri ktorej je teplo vnútorne vytvárané v potravinách tým, že cezeň prechádza striedavo elektrický prúd. Ohmický ohrev môže objemovo hriať celého množstva potravinového systému, čo vedie k rýchlejšiemu ohrevu, lepšej kvalite a nižšej spotrebe energie než konvenčné tepelné spracovanie. Pre vysokoteplotnú krátku (HTST) sterilizáciu, najmä systém ohmického ohrevu umožňuje spracovať veľké množstvo pevných častíc ponorených do kvapaliny potravín, ktoré je nie je možné ošetriť v konvenčných tepelných výmenníkoch. Preto, ohmické vykurovanie nepovažujeme za potenciálnu alternatívu ku konvenčnému

tepelnému spracovaniu - dvojfázové potravinové systémy , pretože to môže spracovať pevné častice rýchlejšie ako kvapalné (Sastry, Palaniappan, 1992; Zareifard et al. 2003; Tulsian et al. 2008). Okrem toho je relatívne menej ťažké vyčistiť ohmický ohrievač než tradičné výmenníky tepla v dôsledku zníženia znečistenia výrobku pri ohreve (jedlo - kontaktná plocha)

Chen, a Doona (2004) použili softvér FEMLAB pre vytvorenie matematického modelu pre statický ohmický ohrev častíc tekutých potravín, ktorý bol overený pomocou magnetickej rezonancie (MRI), teplotné mapovanie. Používanie vyššie opísaného modelu je dosť nepohodlné, pretože zahŕňa veľmi komplikované matematické alebo numerické výpočty, a obsahujú niekoľko parametrov, ktoré je ťažké určiť experimentálne. Zareifard et al. (2003) pozorovali účinky koncentrácie častíc, veľkosť a umiestnenie na ES a teplotné správanie počas ohmického ohrevu systémov dvojfázových potravín. Nedávno, nasledovali experimentálny výskum a Salengke, Sastry (2007a) k štúdiu ohmického ohrevu správania sa pevnej látky v kvapalnej zmesi, Salengke, Sastry (2007b) simulovaného ohrevu potravinovej zmesi pre horšie scenáre. Boli vykonávané parametrické analýzy ohmického ohrevu zaradenia častíc vnútri buď statických alebo zmiešaných tekutín. Všeobecne platí, že len málo údajov bolo k dispozícii na celkové vlastnosti ES heterogénnych dvojfázových potravín. Znalosť hodnoty ES multifázy potravinového systému ako celku, a jeho zložiek je zásadným faktorom pri navrhovaní úspešného ohmického ohrevu (Zhu et al., 2009).

1.6.6 Stanovenie falšovania prírodného mlieka syntetickým mliekom pomocou AC vodivostných meraní

Táto štúdia bola vykonaná, pretože v poslednom čase sa objavujú obavy z falšovania prírodného mlieka syntetickým mliekom. Syntetické mlieko sa pripravuje z emulgačných rastlinných olejov so zodpovedajúcim množstvom pracieho prostriedku a močoviny. Vzorky prírodného mlieka a umelého mlieka boli analyzované metódou elektrickej admitancie spektroskopie. Merania pri 100 kHz a 8 °C ukazujú štatisticky významný rozdiel medzi vodivosťou (G).

Mlieko je základnou nutričnou potravinou pre dojčatá rovnako ako aj pre dospelých. Falšovanie prírodného mlieka chemicky syntetizovanou mliečnou tekutinou (syntetické mlieko) vzbudzuje vážne obavy. Mliekarenský priemysel vykonáva rôzne kontroly ktoré bežne zahŕňajú stanovenie tuku a sušiny pomocou chemickej alebo fyzikálnej analýzy. (Dekan, 1985; Fox, 1992). Avšak, väčšina z týchto meraní sú drahé a časovo náročné. Syntetické mlieko je vynikajúci imitácia prírodného mlieka. Mliečny tuk

je napodobnený s rastlinným olejom, dusík v mlieku je napodobený močovinou, a sú pridané detergenty aby bolo spenené.

Táto zmes je tak odborne pripravená, že jej špecifická hmotnosť je rovnaká ako prírodné kravské mlieko. Táto zmes je potom zmiešaná s prírodným mliekom v rôznom pomere. Takéto mlieko prináša väčší zisk. Indická rada medicínskeho výskumu (ICMR) vo svojej správe uviedla, že pančované položky sú karcinogénne a môžu viesť k postupnému zhoršeniu zdravia človeka.

Elektrické vlastnosti potravinárskych výrobkov, napr. mäso, mlieko, ovocie, a ich výrobky, najmä šťavy, pyré a dužinaté šťavy závisia na ich chemickom zložení, parametroch meracieho prúdu a experimentálnych podmienok. Ak budeme predpokladať, že experiment sa vykonáva za jasne vymedzených podmienok a za konštantných meracích parametrov, potom elektrické vlastnosti týchto produktov budú závisieť najmä od typu a obsahu jednotlivých zložiek, vrátane obsah vody a minerálnych látok (solí) a stupeň ich disociácie (Żywica et al. 2005; Sadat et al. 2005).

2 CIEĽ PRÁCE

V práci sa bude skúmať možnosť využitia elektrických vlastností kvapalných potravín (mušt a víno ...) na určovanie iných charakteristík a posúdi sa vhodnosť týchto vlastností. Uvedú sa charakteristiky niektorých kvapalných potravinárskych materiálov. Spracuje sa prehľad meracích metód vlhkosti kvapalín, prehľad využitia elektrických vlastností kvapalných potravín na určovanie ich vlhkosti a na zisťovanie falšovania mlieka. Experimentálne sa zistia hodnoty konduktivity vína, mlieka a džúsu v závislosti od teploty. Počas procesu kvasenia muštu sa namerajú hodnoty elektrickej vodivosti a koncentrácie cukru.

3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

Pri spracovaní literárneho prehľadu sa bude vychádzať z odbornej literatúry ako aj z článkov na internete alebo vo vedeckých a v odborných časopisoch. Tematicky sa výber zameria na získanie prehľadu o jednotlivých typoch kvapalných potravín, ďalej bude urobený prehľad elektrických veličín, uvedú sa niektoré vlastnosti kvapalín a využitie elektrických vlastností pri hodnotení kvapalných potravín.

Budú uskutočnené predbežné merania konduktivity vybraných kvapalných potravín pomocou konduktometra.

3.1 Materiál

3.1.1 Džús

Hlavnou surovinou pre výrobu džúsov sú u nás jablká, menej hrozná, ríbezle, čerešne, višne atď. Používa sa drobnejšie ovocie s menšími vzhľadovými chybami. Kvalitné džúsy majú vhodne zladený pomer medzi cukrami, kyselinami a aromatickými látkami.

Zeus multivitamínový džús (1 liter) - podiel ovocnej šťavy min. 13 % a zeleninovej drene min. 7 %. Zloženie: voda, glukózový sirup, jablková šťava z koncentrátu, karotková dreň, jablková dreň, ananášová šťava z koncentrátu, citrónová šťava z koncentrátu, regulátor kyslosti: kyselina citrónová, viacdruhová ovocná šťava z koncentrátu (maracuja, mango, banán, ananás, pomaranč, citrón), zmes vitamínov, prírodná a prírodne identická aróma, náhradné sladidlá: cyklamát sodný, aspartám, acesulfám K, sacharinát sodný, farbivá: beta-apo-8-karotenol, beta-karotén, amoniakovo-sulfitový karamel. Obsahuje zdroj fenylalanínu. Pasterizované.

3.1.2 Mlieko

Zloženie kravského mlieka

Mlieko sa všeobecne definuje ako sekrét mliečnej žľazy samíc cicavcov.

Priemerné zastúpenie hlavných zložiek v kravskom mlieku :

Voda (86 - 88) %, tuk (3 - 6) %, bielkoviny (3 - 4) %, laktóza (4,6 - 5) %, popoloviny (0,7 - 0,8) %.

3.1.3 Mušt

Mušt je roztok vody a rôznych pevných a kvapalných prírodných látok. Hlavnou zložkou muštu je voda, tvorí až 80 %. Ďalšími zložkami sú sacharidy, kyseliny (vínna, jablčná, citrónová, glykolová, šťaveľová a iné), triesloviny a fenoly, dusíkaté látky (podieľajú sa na vytváraní charakteru vína), pektínové látky, enzýmy a vitamíny (najmä C, B2, B6, tiamín B1), tuky (telo kvasiniek obsahuje až 7 % tuku).

3.2 Prístroje

Meranie sa uskutoční konduktometrom - GMH 3410.

3.2.1 Technické údaje GMH 3410

Meraná veličina	Zobrazovací rozsah	Rozlíšenie
Vodivosť	0,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ – 200,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,1 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
	0,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ – 2000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
	0,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ – 20,00 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,01 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$
	0,0 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ – 200,0 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,1 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$
Teplota	- 5,0 °C – + 100,0 °C	0,1 °C
Presnosť pri menovitej teplote		
Vodivosť (± 3 číslice)	$\pm 0,5\%$ z meranej hodnoty $\pm 0,5\%$ Full scale	
Teplota	$\pm 0,3$ K	
Korekcia článku	0,8 cm^{-1} – 1,2 cm^{-1}	
Teplotná kompenzácia	nelineárna teplotná kompenzácia podľa normy EN 27888 (DIN 38404) referenčná teplota 25 °C	
Pracovná teplota		
- prístroj	0 °C - + 50 °C	
- Sonda	-5 °C – 80 °C (krátkodobo do 100 °C)	
Relatívna vlhkosť	0 % - + 95 % relatívnej vlhkosti (neorosiť)	
Rozhranie	3,5 mm konektor galvanicky oddelený konvertor GR3100 priamo na rozhraní RS232 počítača	
Napájanie	9V - batéria, typ IEC 6F22 (súčasť dodávky) prípadne zo sieťového zdroja cez konektor na puzdre prístroja, napätím	

	10,5 V – 12 V DC (odporučený sieťový napájací zdroj : GNG 10/3000)
Display	2 štvormiestne LCD (12,4 mm a 7 mm vysoké)
Merací článok	Dve vodivé elektródy s integrovaným senzorom Materiál elektródy: špeciálne upravený grafit

3.2.2 Technické údaje WINE tester 0 % – 36 %

Meraná veličina	Zobrazovací rozsah	Rozlíšenie
Koncentrácia cukru	10 °ČNM – 37 °ČNM	0,5 °ČNM
	0 °Kl – 30 °Kl	0,5 °Kl
	0 °Bx – 36 °Bx	0,5 °Bx
	0 °Oe – 150 °Oe	2 °Oe

°ČNM (Československý Normalizovaný Muštomer) – hmotnosť cukru (v kg) v 100 l muštu

°Kl (Klosterneubuk)– hmotnosť cukru (v kg) v 100 kg muštu

°Bx (Brix)– hmotnostné percentá cukrového roztoku vo vode

°Oe (Oechsle)– hustota muštu v g/l znížená o 1 000 g/l

Pracovná teplota

10 °C – 30 °C

3.3 Postup merania

Do kadičky nalejeme meranú kvapalinu v takom množstve, aby bola sonda konduktometra ponorená do predpísanej hĺbky. Pre daný typ sondy je hĺbka ponorenia od 30 mm do 110 mm.

A) Mlieko a džús

Pri zisťovaní závislosti konduktivity od teploty zohrejeme kvapalinu v kadičke na variči na 40 °C, potom umiestnime sondu do kvapaliny tak, aby sa koniec sondy nedotýkal dna nádoby. Sonda by sa mohla poškodiť vysokou teplotou. Pri chladnutí kvapaliny

odčítame z konduktometra vodivosť pri príslušných teplotách po 2 °C v intervale (40 – 22) °C. Následne zapíšeme hodnoty do tabuľky a zostrojíme graf.

B) Mušt a víno

Aby sme zistili zmenu konduktivity a koncentrácie cukru v mušte v závislosti od času, meranie uskutočňujeme v pravidelných jednodňových intervaloch. Sondu konduktometra ponoríme do nádoby s meranou kvapalinou v predpísanej hĺbke ponoru. Hodnotu odčítame. Pre zistenie koncentrácie cukru odoberieme malú vzorku, veľkosti kvapky, a túto naniesieme na refraktometer. Odčítame a zapíšeme hodnotu. Meranie zopakujeme ešte jedenkrát pre zistenie odchýlky. Obe merania zopakujeme každý deň po dobu 26 dní, aby sme objektívne zistili, kedy sa hodnoty ustália.

Pre určenie teplotnej závislosti konduktivity vína postupujeme podobne ako v prípade A) s tým rozdielom, že teplota sa bude pohybovať v intervale (10 – 22) °C. Pri vyšších teplotách sa poškodzujú vínne kvasinky.

Musia sa dodržať nasledujúce zásady :

- hĺbka ponorenia sondy do meranej kvapaliny musí byť minimálne 30 mm, pri trvalej prevádzke sa odporúča hĺbka 110 mm,
- sonda môže byť uchovávaná vo vode alebo na suchu. Pri striedaní kvapalín s výrazne rozdielnou konduktivitou, je nutné sondu dôkladne opláchnuť a oklepať,
- sonda nesmie nikdy prísť do styku s látkami odpudzujúcimi vodu ako sú oleje alebo silikóny,
- pri meraní roztoku s veľmi malou konduktivitou je nutné zaistiť dostatočné prúdenie kvapaliny okolo meracieho pólu sondy.

4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

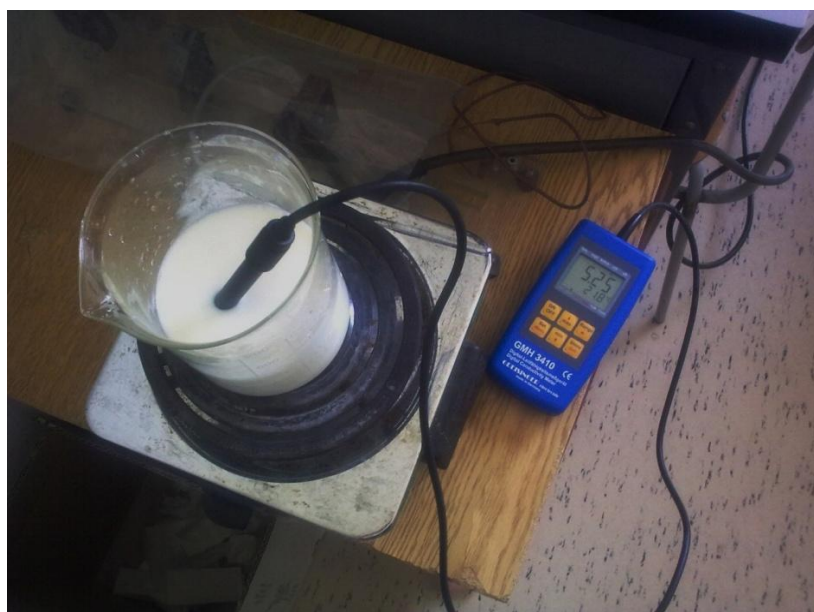
4.1 Meranie vodivosti kvapalných potravín

Na meranie konduktivity materiálov sa môže využiť viacero metód. Pri našich meraniach sme použili konduktometer GMH 3410, ktorý sa nachádza na obr. 3. Jeho technické údaje sú uvedené v kapitole 3.2.1.



Obr. 3: Konduktometer

Meranie vodivosti mlieka môžeme vidieť na obr. 4.



Obr. 4: Meranie vodivosti mlieka

Na meranie koncentrácie cukru sme použili refraktometer WINE tester, ktorý môžeme vidieť na obr. 5. Jeho technické údaje sú uvedené v kapitole 3.2.1.



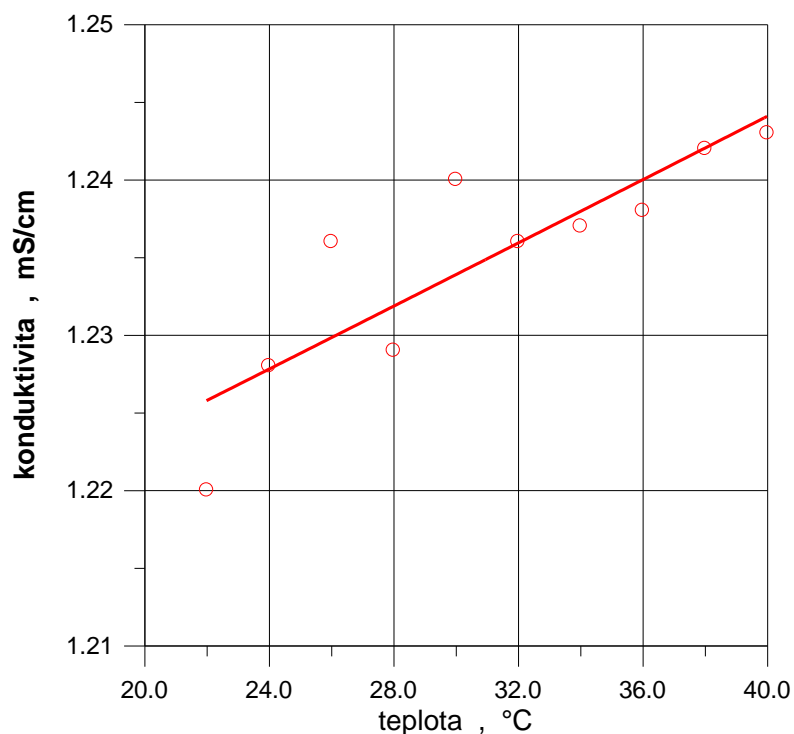
Obr. 5: Refraktometer WINE tester

Postup merania je popísaný v kapitole 3.3. V tab. 3 sú uvedené namerané hodnoty konduktivity džúsu.

Tab. 3: Namerané hodnoty pre džús

Číslo m.	Teplota, °C	σ , mS.cm ⁻¹
1	40	1,243
2	38	1,242
3	36	1,238
4	34	1,237
5	32	1,236
6	30	1,240
7	28	1,229
8	26	1,236
9	24	1,228
10	22	1,220

Na obr. 6 sa nachádza graficky spracovaná závislosť konduktivity džúsu od teploty.



Obr. 6: Závislosť konduktivity džúsu od teploty

Konduktivita džúsu rastie s teplotou. Nárast môžeme aproximovať exponenciálnou regresnou rovnicou, kde referenčná hodnota konduktivity a koeficient determinácie je:

$$\sigma_0 = 1,203\ 75\ \text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}, k = 0,000\ 823\ 526, t_0 = 1\ ^\circ\text{C}, R^2 = 0,733\ 684.$$

Priebeh závislostí môžeme popísať regresnou rovnicou v tvare exponenciálnej rastúcej funkcie

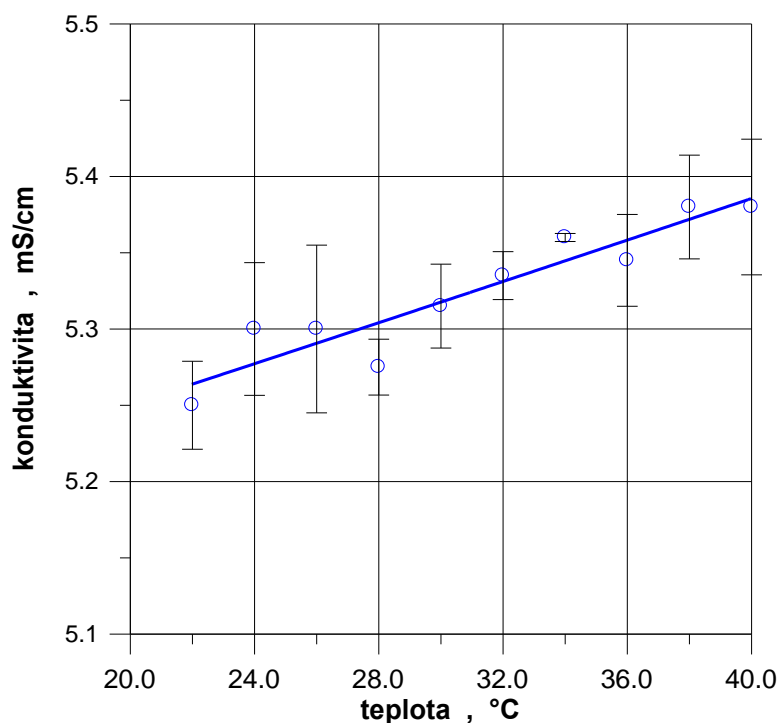
$$\sigma = \sigma_0 e^{k \frac{t}{t_0}} \quad (15)$$

V tab. 4 sú uvedené hodnoty konduktivity mlieka pri teplotách (40 až 22) °C. Pri každej teplote sa uskutočnili dve merania, z ktorých sa vypočítal aritmetický priemer a pravdepodobná neistota.

Tab. 4: Namerané hodnoty pre mlieko

Číslo m.	Teplota, °C	σ_1 , mS.cm ⁻¹	σ_2 , mS.cm ⁻¹	$\bar{\sigma}$, mS.cm ⁻¹	\mathcal{G} , mS.cm ⁻¹
1	40	5,32	5,44	5,38	0,04452
2	38	5,36	5,40	5,38	0,03405
3	36	5,32	5,37	5,34	0,03012
4	34	5,36	5,36	5,36	0,00262
5	32	5,31	5,36	5,34	0,01571
6	30	5,26	5,37	5,32	0,02750
7	28	5,25	5,30	5,28	0,01833
8	26	5,23	5,46	5,3	0,05500
9	24	5,44	5,26	5,3	0,04347
10	22	5,30	5,28	5,25	0,02881

Na obr. 7 je graficky znázornená závislosť konduktivity mlieka od teploty, konkrétne aritmetický priemer dvoch meraní. Znáznomená sú aj pravdepodobné neistoty pre jednotlivé namerané hodnoty. Relatívna neistota merania dosiahla najviac 1,04 %.



Obr. 7: Závislosť konduktivity mlieka od teploty

Konduktivita mlieka taktiež rastie súčasne s teplotou v uvedenom teplotnom intervale.

I v tomto prípade môžeme priebeh závislostí popísať regresnou rovnicou (viď. vzorec 16),

kde koeficienty regresnej rovnice dosahujú hodnoty:

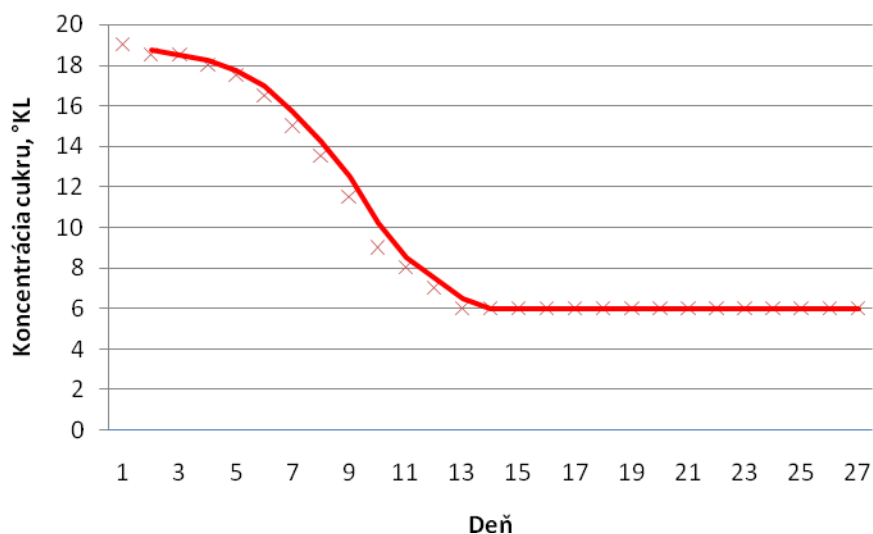
referenčná hodnota konduktivity je $\sigma_0 = 5,118\ 36\ \text{mS.cm}^{-1}$, $k = 0,001\ 269\ 69$, $t_0 = 1\ ^\circ\text{C}$,

koeficient determinácie ma vysokú hodnotu $R^2 = 0,873\ 242$.

Tab. 6: Meranie meniacich sa vlastností muštu

deň	dátum	Konc. cukru, °KL		$\sigma_1, \text{mS.cm}^{-1}$	$\sigma_2, \text{mS.cm}^{-1}$	$\sigma, \text{mS.cm}^{-1}$	$\vartheta, \text{mS.cm}^{-1}$
		p_1	p_2				
1	13.9.2010	19	19	2,325	2,335	2,330	0,00417
2	14.9.2010	18,5	18,5	2,437	2,443	2,440	0,0025
3	15.9.2010	18,5	18,5	2,391	2,389	2,390	0,00083
4	16.9.2010	18	18	2,400	2,400	2,400	0,00
5	17.9.2010	17,5	17,5	2,412	2,408	2,410	0,00167
6	18.9.2010	16,5	16,5	2,387	2,373	2,380	0,00583
7	19.9.2010	15	15	2,305	2,315	2,310	0,00417
8	20.9.2010	13,5	13,5	2,171	2,169	2,170	0,00083
9	21.9.2010	11,5	11,5	2,113	2,127	2,120	0,00583
10	22.9.2010	9	9	2,040	2,040	2,040	0,00
11	23.9.2010	8	8	1,945	1,949	1,947	0,00167
12	24.9.2010	7	7	1,891	1,899	1,895	0,00333
13	25.9.2010	6	6	1,835	1,837	1,836	0,00083
14	26.9.2010	6	6	1,802	1,798	1,800	0,00167
15	27.9.2010	6	6	1,733	1,743	1,738	0,00417
16	28.9.2010	6	6	1,689	1,687	1,688	0,00083
17	29.9.2010	6	6	1,664	1,702	1,683	0,01583
18	30.9.2010	6	6	1,630	1,646	1,638	0,00667
19	1.10.2010	6	6	1,619	1,611	1,615	0,00333
20	2.10.2010	6	6	1,614	1,614	1,614	0,00
21	3.10.2010	6	6	1,613	1,615	1,614	0,00083
22	4.10.2010	6	6	1,588	1,572	1,580	0,00667
23	5.10.2010	6	6	1,602	1,606	1,604	0,00167
24	6.10.2010	6	6	1,581	1,583	1,582	0,00083
25	7.10.2010	6	6	1,599	1,601	1,600	0,00083
26	8.10.2010	6	6	1,583	1,599	1,591	0,00667

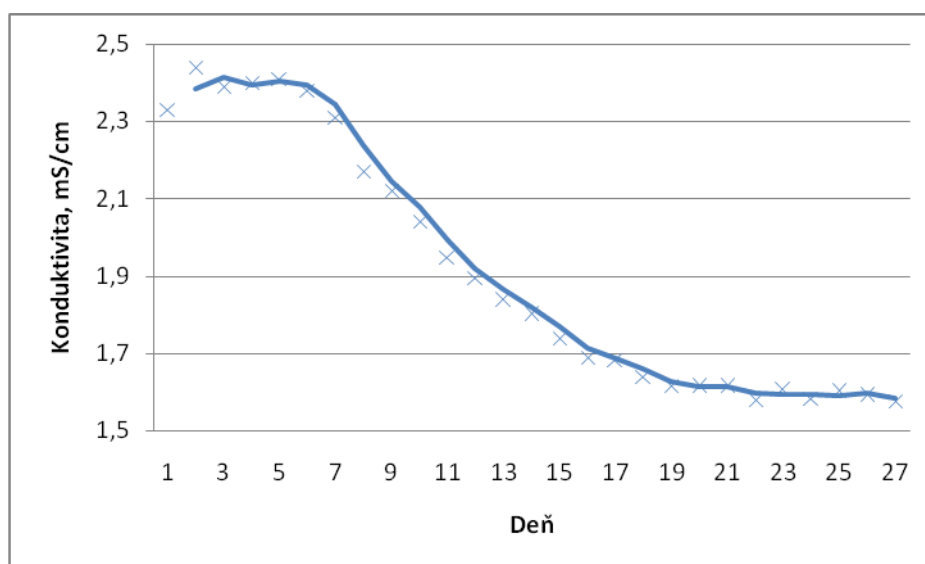
Na obr. 9 je graficky znázornený priebeh zmeny koncentrácie cukru v mušte počas 27 dní. Ustálila sa už po 14. dňoch.



Obr. 9: Priebeh zmeny koncentrácie cukru v mušte

Na 115. deň sa uskutočnilo kontrolné meranie, ktoré potvrdilo hodnotu 6 °KL, čo poukazuje na ustálenie tejto hodnoty.

Na obr. 10 je graficky znázornený priebeh zmeny konduktivity muštu počas 27 dní. Konduktivita sa prevažne ustálila počas 21. dňa.



Obr. 10: Priebeh zmeny konduktivity muštu

Na 115. deň sa uskutočnilo kontrolné meranie, ktoré potvrdilo hodnotu 1,53 mS.cm⁻¹. To znamená, že vodivosť sa po 27. dni takmer nemenila.

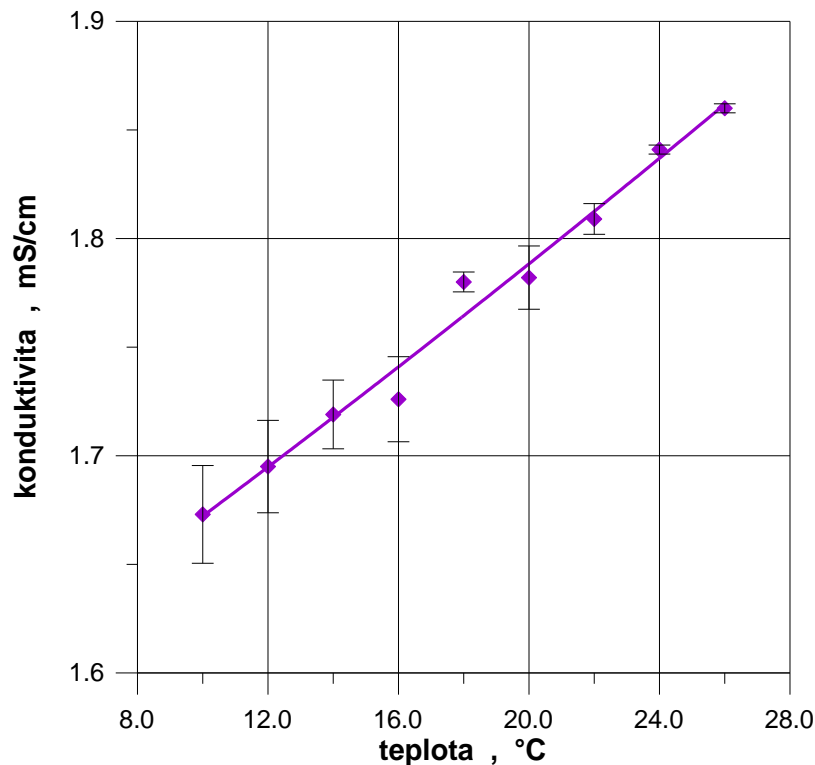
Hroznový cukor prítomný v hroznovej šťave (mušte) predstavuje nutričnú látku pre mnohé mikroorganizmy, najmä pre kvasinky, v menšej miere pre baktérie. Mikroorganizmy v procese svojho metabolizmu premieňajú mušty na víno (Hronský, 2006).

Kvasenie muštu súvisí s rastom a rozmnožovaním kvasiniek. Z technologického hľadiska má kvasenie hroznového muštu tri časti. Začiatok kvasenia (prvá etapa) je charakterizovaný pozvoľným rozmnožovaním mikroorganizmov. Nasledujúce búrlivé kvasenie (druhá etapa) tzv. exponenciálna, čiže logaritmická fáza, súvisí s exponenciálnou fázou rastu kvasiniek a vyznačuje sa tvorbou hlavných produktov alkoholového kvasenia – etanolu a oxidu uhličitého. Vznikajúca energia kvasiaci mušt značne zohrieva. Treťou etapou procesu je dokvášanie, ktoré súvisí so stacionárnou fázou (fáza pokoja rastu kvasiniek). V tejto fáze je rast buniek spomalený, počet novovytvorených buniek sa približne rovná súčtu odumierajúcich buniek. Toto obdobie môže trvať aj niekoľko týždňov (Hronský, 2006).

Tab. 5: Namerané hodnoty konduktivity vína

Číslo merania	teplota, °C	σ_1 , mS.cm ⁻¹	σ_2 , mS.cm ⁻¹	$\bar{\sigma}$, mS.cm ⁻¹	ϑ , mS.cm ⁻¹
1	10	1,700	1,646	1,673	0,02250
2	12	1,720	1,669	1,695	0,02125
3	14	1,738	1,700	1,719	0,01583
4	16	1,749	1,702	1,726	0,01958
5	18	1,774	1,785	1,780	0,00458
6	20	1,764	1,799	1,782	0,01458
7	22	1,800	1,817	1,809	0,00708
8	24	1,838	1,843	1,841	0,00208
9	26	1,862	1,857	1,860	0,00208
10	28	1,853	1,865	1,859	0,00500
11	30	1,850	1,864	1,857	0,00583

Na obr. 8 je graficky znázornená závislosť konduktivity vína od teploty, konkrétne aritmetický priemer dvoch meraní.



Obr. 8: Závislosť konduktivity vína od teploty

Konduktivita vína taktiež rastie súčasne s teplotou v uvedenom teplotnom intervale.

I v tomto prípade môžeme priebeh závislostí popísať regresnou rovnicou (rovnicu 15), kde koeficienty regresnej rovnice dosahujú hodnoty:

referenčná hodnota konduktivity je $\sigma_0 = 1,563\ 12\ 36\ \text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, $k = 0,006\ 714\ 2$, $t_0 = 1\ ^\circ\text{C}$, koeficient determinácie ma vysokú hodnotu $R^2 = 0,984\ 267$. Pravdepodobné neistoty dosahujú nízke hodnoty, maximálna relatívna neistota je 1,34 %

Teplotná závislosť konduktivity pre všetky tri skúmané kvapaliny potvrdila teoretické predpoklady a je v dobrom súlade s Arrheniovou rovnicou. Konduktivita organických látok, v ktorých nie sú excitácie vodivostných elektrónov spôsobované svetlom, závisí od teploty podľa Arrheniovoho exponenciálneho vzťahu (Hlaváčová, 2009):

$$\sigma = \sigma_0 e^{\frac{E_a}{kT}} \quad (16)$$

kde: σ_0 – predexponenciálny faktor ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$), E_a – aktivačná energia vodivosti (J), k – Boltzmannova konštanta ($\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$), T – termodynamická teplota.

Pri vyššej teplote sa ióny vo vzorkách pohybujú rýchlejšie, a preto je konduktivita v elektrolytoch, ktorými sú obe kvapalné potraviny, vyššia.

5 ZÁVER

Kvapalné potraviny tvoria neoddeliteľnú súčasť stravovania ľudí na celom svete. Medzi najdôležitejšie patria voda, mlieko, džúsy ale i alkoholické nápoje. Mlieko tvorí dôležitú zložku celkovej konzumácie, obzvlášť detí, pre ktoré je neoceniteľným zdrojom vápnika. Tieto potraviny je nutné kontrolovať z hľadiska zdravotnej nezávadnosti a kvality, ktorú určujú normy, v ktorých sú uvedené presné hodnoty a postupy merania fyzikálnych vlastností týchto potravín. Medzi ne patria aj elektrické vlastnosti.

V úvode práce je spracovaná literárna štúdia použitia elektrických vlastností kvapalných potravín (mlieko, víno, ...). Cieľom práce bolo experimentálne overenie teoretických poznatkov. Uviedli sa charakteristiky niektorých kvapalných potravín. V práci sa nachádza prehľad meracích metód vlhkosti kvapalín, prehľad využitia elektrických vlastností kvapalných potravín pri meraní vlhkosti, pri zisťovaní choroboplodných zárodkov v mlieku a pri sterilizácii potravín. Experimentálne sa zistili hodnoty konduktivity mlieka a džúsu v závislosti od teploty a priebeh konduktivity pri alkoholovom kvasení muštu. Konduktivita kvapalných potravín stúpa v nami zvolenom rozsahu teplôt exponenciálne s teplotou, čo je v dobrom súlade s Arrheniovou rovnicou. Pre obe kvapalné potraviny môžeme priebeh závislosti popísať regresnou rovnicou v tvare exponenciálnej rastúcej funkcie (15). Teplotná závislosť konduktivity pre obe skúmané kvapaliny potvrdila teoretické predpoklady, je v dobrom súlade s Arrheniovou rovnicou pre organické látky (16). Pri vyššej teplote sa ióny vo vzorkách pohybujú rýchlejšie, a preto je konduktivita v elektrolytoch, ktorými sú obe kvapalné potraviny, vyššia.

Pri kvasení muštu konduktivita klesala, čo odôvodňujeme postupným poklesom množstva cukru v mušte. Pri porovnaní časových priebehov koncentrácie cukru (Obr. 9) a konduktivity (Obr. 10), môžeme konštatovať, že sú podobné. Je teda možné predpokladať, že medzi poklesom cukru a poklesom konduktivity v dozrievajúcom mušte existuje korelácia.

V práci sme uviedli prehľad najrozšírenejších kvapalných potravín a možnosť využitia ich elektrických vlastností pri kontrole kvality a nezávadnosti pomocou súčasných technológií.

6 POUŽITÁ LITERATÚRA

- BABJAK, V. 2004. *Štruktúra a vlastnosti kvapalín* [online]. Dostupné na internete: <<http://www.glsfyzika.szm.sk/>> [cit. 2008-11-10].
- ČEPIČKA, J. – FORMAN, L. 1990. *Kvasní výroba*. Praha : Inštitút výchovy a vzdelávania MZ ČR, 1990, ISBN 80-7105-011-3.
- ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. – MICHALCOVÁ, A. 2006. *Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu*. Nitra : SPU, 2006. 164 s.
- DUDÁŠ, F. a i. 1981. *Skladování a zpracování rostlinných produktů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1981. 384 s.
- FEXA, J. – ŠIROKÝ, K. 1983. *Měření vlhkosti*. Praha : Vydavatelství technické a ekonomickej literatury, 1983. 262 s., DT 533.275.
- GINZBURG, A. S. – SAVINOVÁ, I. M. 1989. *Vlastnosti potravinářských výrobků pro sdílení vody*. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1989. 328 s.
- GRIEGOR, G. – HOLEC, J. 1990. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava : Príroda, 1990. 397 s.
- HLAVÁČOVÁ, Z. 2004. Využitie elektrických vlastností materiálov. In Zborník z konferencie Výskumné a edukačné aktivity na katedrách fyziky technických univerzít na Slovensku, september 2004, Bratislava, 1. vyd., Bratislava : StF STU, s. 52-56. ISBN 80-227-2112-3.
- HLAVÁČOVÁ, Z. 2009. Electrical Properties Utilization at Other Characteristic of Loose Materials Determination. In *Journal on processing and energy in agriculture*, 13, 2009(3), p. 207-210, ISSN 1450-5029.
- HOUŠKA, M. 1991. *Mléko, mléčné výrobky a polotovary*. Praha : VÚPP, 1991. 198 s.
- HRONSKÝ, Š. a i. 2006. *Vinárstvo*. Nitra : SPU, 2006. 128 s. ISBN 80-8069-774-4.
- HRUDKOVÁ, A. – MARKVART, J. 1989. *Nealkoholické nápoje*. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989. 560 s.
- JANÁL, R. 1985. Fyzikální vlastnosti zemědělských materiálů se zaměřením na konduktivitu jako jeden z parametrů výzkumu a aplikace zemědělské techniky v zemědělských soustavách : autoreferát doktorskej dizertačnej práce. Praha : VŠZ, 1985. 38 s.
- MABROOK, M.F. – PETTY M.C. 2003. Effect of composition on the electrical conductance of milk. In *Journal of Food Engineering*, 60, 2003, p. 321 – 325.

- MARTIN, O. et al. 1997 Inactivation of Escherichia coli in skim milk by high intensity pulsed electric fields. In *Journal of Food Process Engineering*, 20, 1997(4), p. 317-336
- MAZÁKOVÁ, Š. – CSÁDEROVEJ, Ľ. 1977. *Náučný slovník elektrotechnický – I Teoretická elektrotechnika*. Bratislava : Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1977. 450 s. 308251.
- NUNES, A. C. et al. 2005. Dielectric study of milk for frequencies between 1 and 20 GHz. In *Journal of Food Engineering*, 76, 2005, p. 250 – 255.
- SADAT, A. et al. 2005. Determining the adulteration of natural milk with synthetic milk using ac conductance measurement. In *Journal of Food Engineering*, 77, 2005, p. 472 – 477.
- SASTRY, K. S. 1992. A Model for Heating of Liquid-Particle Mixtures in a Continuous Flow Ohmic Heater. In *Journal of Food Process Engineering*, 1992(15), p. 263-278
- TIRPÁK, A. 1999. *Elektromagnetizmus*. Bratislava : Polygrafia SAV, 1999. 710 s. ISBN 80-88780-26-8.
- ZHU, S. M. et al. 2009, Electrical Conductivity of Particle-Fluid Mixtures in Ohmic Heating: Measurement and Simulation. *Food Research International*, 2010. p. 1 – 27.