

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality a bezpečnosti potravin**



**Rheologické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků  
z kozího mléka**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Dominika Ziková**

**Obor studia: Kvalita a zpracování zemědělských produktů**

**Vedoucí práce: Ing. Veronika Legarová, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Rheologické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků z kozího mléka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. července 2020

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi byli nápomocni při zpracování diplomové práce. Paní Ing. Veronice Legarové, Ph.D. za vedení této diplomové práce, cenné rady a pomoc během celého zpracování diplomové práce. Paní Ing. Lucii Rysové za pomoc v laboratoři, dále všem, kteří se podíleli na senzorickém hodnocení vyrobených kozích jogurtů. V neposlední řadě také rodině za jejich trpělivost a podporu.

# Rheologické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků z kozího mléka

## Souhrn

Diplomová práce se zabývala výrobou jogurtů z kozího mléka s 5 % aditiv a různými kulturami, s cílem zlepšit sensorické a fyzikální vlastnosti, konkrétně viskozitu. V poslední době došlo k vývoji výrobků nejen z kozího mléka, a to kvůli značnému nárůstu alergií v populaci, ale také zdravému životnímu stylu. Cílem byla tedy výroba kozích jogurtů s vhodnými aditivami a následné hodnocení sensorických a rheologických vlastností. Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část popisuje dojná plemena koz, kozí mléko a jeho složení, dále fyzikálně-chemické vlastnosti kozího mléka, výrobu jogurtů a rheologické vlastnosti. Praktická část popisuje materiál, tedy mléka a aditiva (mandlová, kokosová a quinoa mouka a chia semínka) a metodiku. V metodice je popsána výroba jogurtů a následné měření pomocí viskozimetru, hustoměru, stanovení titrační kyselosti a pH. Dále je zde popsán průběh sensorického hodnocení připravených vzorků jogurtů s oběma kulturami (CHR Hansen a Laktoflora) a 5 % aditiv.

Měření viskozity byly prokázány rozdíly mezi čistými jogurty a jogurty s aditivami, a to ve zvýšení viskozity. Nejvyšší hodnoty viskozity byly prokázány u jogurtů s kokosovou moukou a kulturou Laktoflora (8,316 Pas) a mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen (8,088 Pas). Statisticky byl potvrzen rozdíl ve viskozitě mezi jogurty s kokosovou moukou a chia semínky a čistými kozími jogurty.

V rámci sensorického hodnocení jogurtů s přidáním aditiv se prokázaly jako celkově nejlépe hodnoceny jogurty s chia semínky (58,2 %), z hlediska viskozity byly kladně hodnoceny jogurty s kokosovou moukou a kulturou Laktoflora (74,1 %) a jogurty s chia semínky a kulturou CHR Hansen (63,1 %). Přičemž byla potvrzena hypotéza, že přísady některých aditiv (mandlové, kokosové mouky a chia semínek) měly vliv na zvýšení viskozity u kozích jogurtů, spolu se zlepšením sensorických vlastností.

Při měření hustoty nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi jogurty s použitím různých kultur, zato byly prokázány rozdíly mezi kulturami při stanovení pH, kdy se hodnoty u kultury CHR Hansen pohybovaly v rozmezí 3,71-3,88 a u kultury Laktoflora 3,42-3,79, z daných hodnot vyplývá, že jogurty s kulturou Laktoflora byly o něco kyslejší.

**Klíčová slova:** fermentované mléčné výrobky, jogurt, kozí mléko, rheologie, senzorická analýza

# Rheological properties of fermented dairy products from goat milk

## Summary

The thesis dealt with the production of goat's milk yoghurt with 5 % additives and different cultures, with the aim of improving sensory and physical properties, namely viscosity. Recently, products have evolved not only from goat's milk, due to a significant increase in allergies in the population, but also to a healthy lifestyle. The aim was therefore the production of goat yoghurts with appropriate additives and subsequent evaluation of sensory and rheological properties. The work was divided into theoretical and practical parts.

The theoretical part describes dairy breeds of goats, goat's milk and its composition, as well as physico-chemical properties of goat's milk and yogurt production and rheological properties. The practical part describes the material, milk and additives (almond, coconut and quinoa flour and chia seeds) and methodology. The methodology describes the production of yogurts and subsequent measurements using a viscometer, density meter, determination of titration acidity and pH. It is also described here the course of sensory evaluation of prepared samples of yogurts with both cultures (CHR Hansen and Laktoflora) and 5 % additives

By measuring viscosity, differences between pure yoghurts and yoghurts with additives have been demonstrated in increasing viscosity. The highest viscosity values were demonstrated for yoghurts with coconut flour and Lactoflora culture (8.316 Pas) and almond flour and CHR Hansen culture (8.088 Pas). Statistically, the difference in viscosity between yoghurts with coconut flour and chia seeds and pure goat yoghurts was confirmed.

In the sensory evaluation of yoghurts with additives, yoghurt with chia seeds (58.2 %) was shown to be the best overall, with yoghurts with coconut flour and Laktoflora culture (74.1 %) and yoghurts with chia seeds and CHR Hansen culture (63.1 %). The hypothesis was confirmed that the additions of certain additives (almond, coconut flour and chia seeds) had an effect on increasing viscosity in goat yoghurts, along with improved sensory properties.

When measuring density, no differences were found between yoghurts using different cultures, but differences between cultures in the determination of pH were demonstrated, with values for CHR Hansen ranging from 3.71-3.88 and 3.42-3.79 for Laktoflora, which indicated that yoghurts with Lactoflora culture were slightly more acidic.

**Keywords:** fermented dairy products, yoghurt, goat milk, rheology, sensorical analysis

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Dojná plemena koz.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>Kozí mléko.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Fermentované mléčné výrobky.....</b>	<b>14</b>
3.3.1	Jogurt.....	14
3.3.1.1	Výroba jogurtu.....	15
<b>3.4</b>	<b>Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka.....</b>	<b>17</b>
3.4.1	Hustota.....	18
3.4.2	Viskozita.....	18
3.4.3	Kyselost.....	20
3.4.3.1	Aktivní kyselost.....	20
3.4.3.2	Titrační kyselost.....	20
<b>3.5</b>	<b>Rheologické vlastnosti.....</b>	<b>21</b>
3.5.1	Rheologie.....	21
3.5.2	Newtonské kapaliny.....	23
3.5.3	Nenewtonské kapaliny.....	23
<b>4</b>	<b>Materiál a metodika.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Materiál.....</b>	<b>25</b>
4.1.1	Kozí mléko.....	25
4.1.2	Jogurtové kultury.....	26
4.1.3	Použitá aditiva.....	27
4.1.4	Přístroje.....	28
4.1.4.1	Viskozimetr.....	28
4.1.4.2	Digitální hustoměr.....	29
4.1.4.3	pH metr.....	30

<b>4.2</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>30</b>
4.2.1	Výroba jogurtů.....	30
4.2.2	Měření viskozity.....	31
4.2.3	Měření hustoty.....	31
4.2.4	Stanovení aktivní kyselosti.....	31
4.2.5	Stanovení titrační kyselosti.....	31
4.2.6	Senzorické hodnocení.....	32
4.2.7	Statistické zpracování výsledků.....	33
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Viskozita jogurtů.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>Stanovení hustoty jogurtů.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3</b>	<b>Stanovení titrační kyselosti a pH jogurtů.....</b>	<b>42</b>
<b>5.4</b>	<b>Senzorické hodnocení jogurtů.....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1</b>	<b>Viskozita.....</b>	<b>52</b>
<b>6.2</b>	<b>Hustota.....</b>	<b>53</b>
<b>6.3</b>	<b>Senzorická analýza.....</b>	<b>53</b>
<b>6.4</b>	<b>Titrační kyselost.....</b>	<b>53</b>
<b>6.5</b>	<b>Aktivní kyselost.....</b>	<b>54</b>
<b>6.6</b>	<b>Kozí jogurty s přísadami aditiv .....</b>	<b>54</b>
6.6.1	Mandlová a kokosová mouka .....	55
6.6.2	Quinoa mouka.....	55
6.6.3	Chia semínka.....	57
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy.....</b>	<b>I</b>



## Úvod

Mléko je komplexní koloidní disperzí, fyzikální a fyzikálně-chemické vlastnosti mléka jsou závislé na vnitřních a vnějších faktorech (Snášelová et al. 2009). Je důležitou složkou jídelníčku každého člověka, zejména svým obsahem vitamínů, minerálních látek, bílkovin a tuků. Je zdrojem energie, kterou poskytuje převážně z tuků a cukrů. Mimo to, se mléko podílí na některých fyziologických funkcích, jako na obranné funkci, trávení a také obsahuje růstové faktory a hormony (Navrátilová et al. 2012).

Mléko spolu s výrobky z něj jsou velice perspektivní komoditou, jejichž spotřeba se zvyšuje i navzdory období ekonomické krize (Navrátilová et al. 2012). V dnešní době celosvětová produkce jiného mléka než kravského dosahuje 133 milionů tun ročně, což činí přes 17 % celkové produkce mléka, přičemž 13,5 % je produkce mléka kozího (Ranadheera et al. 2018).

V potravinářství, v mlékárenském odvětví neustále dochází k nárůstu studií, jejichž cílem je zlepšení kvality produktů, získávání znalostí o jednotlivých složkách a jejich vliv na texturu, chemické složení, smyslové a rheologické vlastnosti (Chandrapala & Zisu 2016). Rheologie znázorňuje vlastnosti pevných a kapalných potravin. Rheologie potravin se zabývá deformací a tokem potravinářských materiálů (Rao 1999). Zvyšujícími se požadavky na zdravější stravování, došlo ke vzniku výrobků z ovčího a kozího mléka, které jsou mimo jiné i dobrou alternativou v případě alergie na mléčnou bílkovinu (Caboni et al. 2019). Právě kvůli hypoalergenním vlastnostem kozího mléka se široce používá při výrobě fermentovaných a jiných mléčných výrobků (Costa et al. 2014). Jogurty se vyrábějí fermentací, jež je doprovázena kyselým srážením díky produkci kyselin bakteriemi mléčného kvašení, jenž způsobují destabilizaci kaseinu, který následně agreguje (McMahon et al. 1984). Určení profilu jogurtů analýzou za pomoci rotačního viskozimetru se stala velmi hodnotným nástrojem (Gassem & Frank 1991).

V rámci ČR se na spotřebě mléka a mléčných výrobků nejvíce podílí kravské (97 %), dále pak ovčí a kozí mléko (Navrátilová et al. 2012).

## **2 Vědecká hypotéza a cíl práce**

### **Hypotéza:**

Přidáním vhodných aditiv při výrobě fermentovaných mléčných výrobků dojde ke zlepšení jak rheologických, tak sensorických vlastností.

### **Cíl:**

Cílem práce je laboratorní příprava fermentovaných mléčných výrobků s přidavkem vhodných aditiv (kokosová mouka, mandlová mouka a jiné). Dále změřit vybrané rheologické vlastnosti (viskozita, hustota) a posoudit pomocí metod sensorické analýzy organoleptické vlastnosti (konzistence) těchto výrobků.

### 3 Literární řešerše

Mléko je definováno jako emulze tuku ve vodě (Lopez 2011). Na globální produkci mléka se podílí především pět druhů zvířat, a to: krávy, buvoli, kozy, ovce a velbloudi (Barlowska et al. 2011). Jedná se o variabilní biologickou kapalinu, jejíž fyzikální a chemické vlastnosti se odvíjí od řady faktorů. Znalost těchto vlastností je v mlékařském průmyslu důležitá, neboť ovlivňuje míchání, sterilační procesy, homogenizaci a proudění tekutin. Měření fyzikálních a chemických vlastností se využívá k určení koncentrace složek mléka nebo k posouzení kvality mléčných výrobků. Mléko je dynamický systém, a to z důvodu nestability jeho struktury, jako membrán tukových globulí, různé rozpustnosti složek, teploty, pH, přítomnosti enzymů, růst mikroorganismů a další (Fox et al. 2016).

#### 3.1 Dojná plemena koz

Chov koz se neustále zvyšuje (Dvorský 2011), stoupající trend chovu koz u nás i celosvětově je významný kvůli zájmu o kozí mléko, jenž je dobrou alternativou kravského mléka a je dieteticky vhodné (Fantová et al. 2000). V České republice bylo v roce 2018 celkem přes 30 000 koz (Bucek et al. 2018). Produkce kozího a ovčího mléka hraje velkou roli v oblasti Středomoří, a to především kvůli tradici, ale i komercializaci výrobků, a sice 12 % u kozího a 3 % u ovčího mléka z celkové produkce mléka (Pandya & Ghodke 2007).

Nejvyžívanějšími plemeny koz v České republice pro mléčnou užitkovost jsou koza bílá krátkosrstá a koza hnědá krátkosrstá (Dvorský 2011). Dojivost kozy bílé krátkosrsté činí průměr 750 kg mléka a obsahuje 3,7 % tuku a 2,7 % bílkovin (Staněk 2009). U kozy hnědé krátkosrsté je dojivost průměrně 800 kg. Obsah tuku v mléce je asi 3,6 % a bílkovin 2,7 % (Staněk 2009).

#### 3.2 Kozí mléko

V tabulce 2 je uvedeno složení kozího mléka, které ovlivňují různé faktory, jako například krmení a životní prostředí. Existují značné rozdíly ve fyzikálně-chemických vlastnostech mezi ovčím, kravským a kozím mlékem. Chemické složení mléka, a to především obsah sušiny, se nejvíce podílí na sensorické přijatelnosti jogurtu (Aswal et al. 2012). Kozí mléko má vyšší zásaditost a vyšší neutralizační kapacitu (Haenlein 2004).

V kozím mléce se obsah laktózy pohybuje od 4,1-4,8 % (Fantová et al. 2000). Laktóza má velký význam při výrobě mléčných výrobků, především při výrobě fermentovaných mléčných výrobků prostřednictvím mléčného kvašení (Šustová & Sýkora 2013).

Kozí a kravské mléko jsou si podobné v množství bílkovin, liší se však v jejich složení (Fantová et al. 2000). Bílkoviny kozího mléka jsou stravitelnější, a tím se aminokyseliny absorbují rychleji než z kravského mléka (Park 2009). Bílkoviny v kozím mléce jsou tvořeny šesti frakcemi, čtyři jsou kaseinové a dvě syrovátkové (Solaiman 2010). V případě kozího mléka závisí na genetickém polymorfismu  $\alpha S_1$  kaseinu (Raynal-Ljutovac 2008). Pokud jde o zastoupení jednotlivých kaseinů, tak kravské i kozí mléko má obdobný poměr  $\kappa$ -kaseinu, a to 10-24 % a  $\alpha S_2$ -kaseinu 5-19 %. Na druhou stranu se kozí mléko liší v obsahu  $\beta$ -kaseinu, jehož zastoupení je 42-64 % a v obsahu  $\alpha S_1$  kaseinu 4-26 % (Law & Tziboula 1992). Kozí mléko tedy obsahuje méně  $\alpha S_1$  kaseinu než mléka jiných přežvýkavců (Doan 2019), zároveň jde právě o tuto bílkovinnou frakci, na níž bývají časté alergie (Solaiman 2010). V kozím mléce se vyskytuje 17-22 % syrovátkových bílkovin, hlavně  $\alpha$ -laktalbumin a  $\beta$ -laktoglobulin, minoritně pak imunoglobuliny, albumin a proteoso-peptony (Park et al. 2007).

Tuky kozího mléka tvoří jednu z klíčových složek, pokud jde o jeho senzoričké a fyzikální vlastnosti (Amigo & Fontecha 2011). Hlavní charakteristikou mléčného tuku u menších přežvýkavců je vysoký obsah krátkých a středních řetězců mastných kyselin, zejména v kozím mléčném tuku, jenž má nejméně dvojnásobek  $C_6$ - $C_{10}$  mastných kyselin oproti tuku kravského mléka, tedy 8 % mastných kyselin v kravském mléce, 12 % v ovčím mléce a 16 % v kozím mléce (Chilliard et al. 2006). Naopak tuk kozího mléka postrádá aglutinin, který se podílí na agregaci tukových kuliček u kravského mléka, což způsobí, že se při ochlazení kozího mléka neshlukují (Amigo & Fontecha 2011). Další charakteristikou mléčného tuku malých přežvýkavců je velikost globule. Z některých studií vyplynulo, že v mléce menších přežvýkavců se nachází větší počet malých kuliček, což podporuje hypotézu, že kozí mléčný tuk je stravitelnější a přístupný lipolytickým enzymům (Solaiman 2010). Velikost tukové kuličky u koz je menší než 3  $\mu$ m (Fantová et al. 2000). Rozdíl ve velikosti tukové kuličky ku kravskému mléku poskytuje jemnější texturu kozích výrobků, ačkoliv se kvůli tomu hůře stlouká máslo (Silanikove et al. 2010). Více než 75 % tuku kozího mléka obsahuje pět mastných kyselin, jde o kyselinu kaprinovou ( $C_{10:0}$ ), myristovou ( $C_{14:0}$ ), palmitovou ( $C_{16:0}$ ), stearovou ( $C_{18:0}$ ) a olejovou ( $C_{18:1}$ ), jak je uvedeno v tabulce 1 (Park et al. 2007). Ovčí a kozí mléko obsahuje vyšší koncentraci  $\alpha$ -linolenové kyseliny ve srovnání s kravským mlékem (Markiewicz-Keszyccka et al. 2013), v kozím mléce je také větší výskyt konjugované linolové kyseliny (Solaiman 2010). Obsah mononenasyčených mastných kyselin (MUFA) je obdobný u

kozího, ovčího i kravského mléka, 20-35 %. Z MUFA je kyselina olejová nejzastoupenější v mléce savců, u kravského mléka 24 % a u kozího průměrně 18 %.

Kozí mléko se vyznačuje vysokým obsahem chloridu a draslíku. V kozím mléce je tak celkově vyšší obsah vápníku, draslíku, hořčíku, fosforu a chloru. U vápníku je podstatná forma, v jaké se vyskytuje v mléce, tedy u kozího mléka je průměrně 68 % v koloidní formě a 11 % v iontové formě (Fantová et al. 2000).

Obsah železa se uvádí v podobném množství, jak v kravském, tak v kozím mléce, avšak vyšší obsah je v ovčím mléce (Gudguen 1997).

Kozí a ovčí mléko je bohatší na obsah vitamínu A oproti kravskému mléku (Park et al. 2007). Ovšem kozí mléko obsahuje méně vitamínu  $B_{12}$  a kyseliny listové než kravské mléko (Barlowska et al. 2011, Bernacka 2011).

Dále kozí mléko spolu s ovčím obsahují více niacinu než kravské mléko (Navrátilová et al. 2012), nicméně celkově je v kozím a kravském mléce nižší obsah vitamínu  $B_6$  a D (Solaiman 2010).

Ze sensorického hlediska mají výrobky z kozího mléka silnější aroma (Verruck et al. 2019). Jak bylo uvedeno ve studii Park (2010), tak nejdůležitějším ukazatelem jakosti kozího mléka se stalo právě přijatelné aroma a chuť. Dle studie Slačanac et al. (2010) se typická chuť kozího mléka během fermentace stává méně nápadná, naopak jeho výživová hodnota je vyšší. Další důležitou sensorickou charakteristikou kozího mléka je barva, jenž je křídově bílá, což je způsobeno nepřítomností  $\beta$ -karotenu (Muelas et al. 2017). Právě bílá barva kozího mléka byla ve studii Vargas et al. (2008) hodnocena pozitivně. Ve stejné studii byl kozí jogurt také hodnocen jako více kyselý s netypickou chutí, což je vysvětleno větším obsahem krátkých řetězců mastných kyselin, jak již bylo zmíněno výše. Kvůli charakteristickému aromatu a chuti kozího mléka bylo navrženo několik možností na jeho úpravu a vyšší přijatelnost ze strany spotřebitelů, například přidavek cukru a příchuti, dále různých ovocných sirupů nebo pro zlepšení konzistence přídavky sušeného odstředěného mléka (Božanić et al. 1998).

**Tabulka 1:** Obsah mastných kyselin v kozím mléce

Zkratka	Triviální název	Obsah v %
C4:0	Máselná	1,28
C6:0	Kapronová	5,18
C8:0	Kaprylová	5,53
C10:0	Kaprinová	14,57
C14:0	Myristová	11,69
C16:0	Palmitová	21,65
C18:0	Stearová	7,84
C18:1	Olejová	18,28

Zdroj: Alonso et al. 1999, Strzałkowska et al. 2009

**Tabulka 2:** Složení kozího, ovčího a kravského mléka

Obsah v %	Kozí mléko	Ovčí mléko	Kravské mléko
Voda	87,8	80,1	87,7
Sušina	12,2	19,9	12,3
Bílkoviny	3,5	6,2	3,3
Tuk	3,8	7,9	3,6
Laktóza	4,1	4,9	4,6
Popel	0,8	0,9	0,7

Zdroj: Park et al. 2007

### 3.3 Fermentované mléčné výrobky

Jsou charakterizovány kvašením, které probíhá v mléce, jehož výsledkem je přeměna laktózy na kyselinu mléčnou (Lee & Lucey 2010). Mléčné kvašení je hlavním procesem při výrobě fermentovaných mléčných výrobků, ačkoliv doba výroby a vlastnosti finálního produktu závisí na aktivitě a vlastnostech počáteční kultury (Routray & Mishra 2011). I když jsou tradiční výrobky připravované z kravského mléka, kvůli alergiím a cenové dostupnosti došlo k vývoji těchto výrobků s využitím kozího mléka, což vedlo k diverzifikaci trhu (Masamba & Ali 2013).

#### 3.3.2 Jogurt

Jogurt je definován jako fermentovaný mléčný výrobek, připravený fermentací mléka, a to pomocí bakterií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, přičemž dochází k přeměně laktózy na kyselinu mléčnou (FAO/WHO 1997). Jogurtu dodávají typickou chuť aromatické látky, jako acetaldehyd, které produkují oba druhy bakterií. Bakterie

mléčného kvašení mohou zvýšit celkový obsah acetaldehydu a přispět ke konečné chuti jogurtu (Ekinci & Gurel 2008). Bylo zjištěno, že koncentrované mléčné výrobky se chovají pseudoplasticky (Morison et al. 2013).

Vyrobít jogurt z kozího mléka s odpovídající konzistencí, jakou má jogurt z kravského mléka je velmi obtížné, a to z důvodu rozdílného obsahu kaseinu a jeho složení (And & Guo 2006). Mezi nejběžnější metody používané pro zlepšení textury nebo konzistence patří zvýšení sušiny v mléce a přidání stabilizátorů, jako například pektinu (Wang et al. 2012). Další alternativou je přidání inulinu či jiného typu vlákniny (Buriti et al. 2014).

Studie Kullisaar et al. (2003) zjistila antioxidační a antiaterogenní účinky u fermentovaných výrobků z kozího mléka.

Kvalita jogurtu je určována pomocí textury, náchylnosti k syneresi a mikrostruktúře. Textura je termín, který zahrnuje fyzikální vlastnosti daného produktu, například přilnavost a pružnost. Tyto vlastnosti jsou hodnoceny lidskými smysly (Domagala et al. 2007). Textura je tak jedním ze základních ukazatelů kvality fermentovaných mléčných výrobků.

Hodnota pH hotového jogurtu se pohybuje okolo 4-4,1 (Aswal et al. 2012). Nežádoucím jevem u jogurtů jsou texturové vady, jako zrnitost nebo drsnost, spotřebitelé preferují produkty s hladkou, jemnou a jednotnou texturou (Küçükçetin et al. 2011). V dnešní době se nejčastěji konzumuje jogurt ve formě set-yoghurt, avšak stále je oblíbený i polotekutý stirred-yoghurt (Griffiths 2010). Schopnost tvorby koagulátu je také důležitou vlastností jogurtů set-type. Tvorba koagulátu závisí na několika proměnných, jako je obsah sušiny, pH mléka nebo koncentrace tuků (Patel & Roy 2015).

#### **3.4.2.1 Výroba jogurtu**

Schéma výroby jogurtů ukazuje obrázek 1. Mezi hlavní techniky výroby jogurtů patří homogenizace, pasterizace a chlazení (Routray & Mishra 2011). Prvním krokem procesu výroby je základní ošetření mléka, následuje standardizace, při níž dochází k úpravě mléka na požadovanou tučnost a obsah sušiny. Pro přípravu mléka s požadovanou tučností se využívá přídavek smetany či odstředěného mléka, u tukuprosté sušiny přídavek sušeného odstředěného mléka či například syrovátky. Důležité je zvýšení sušiny na 14 %, z důvodu vytvoření pevného jogurtového koagula.

Následuje homogenizace, jejímž úkolem je zabránit vystávání tuku na povrchu (Griffiths 2010). Dalším krokem je tepelné ošetření, jenž představuje důležitou roli v procesu výroby z hlediska devitalizace patogenních mikroorganismů, snižování počtů jiných mikroorganismů a samozřejmě také inaktivace enzymů (Routray & Mishra 2011). Během

výroby jogurtů se mléko pasterizuje při 95 °C po dobu 20 sekund (Mistry 2001, Vlková et al. 2009). Také se používá UHT záhřev, jehož výsledkem je pevnější konzistence jogurtu a eliminuje se uvolňování syrovátky (Griffiths 2010). Následujícím krokem je ochlazení na 42-45 °C a zaočkování 1-2 % jogurtové kultury, jenž obsahuje *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* (Vlková et al. 2009). U výroby jogurtů z kozího mléka je mléko tepelně ošetřeno krátkodobou pasterizací za stálého míchání, aby došlo k rovnoměrnému rozprostření tepla a zvýšení odpařování, poté se mléko umístí do termostatu při 43 °C (Posecion et al. 2005). Vlivem nižší termostability, a tudíž vyšší citlivosti na záhřev mléka, se u kozího mléka volí šetrnější způsoby pasterace.

Konzistence fermentovaných mléčných výrobků přímo závisí na stupni tukuprosté sušiny. Obsah tukuprosté sušiny je v jogurtu nejméně 8,25 % (Routray & Mishra 2011). Pro zlepšení textury jogurtů z kozího mléka byly některé studie zaměřeny na zvýšení mléčné sušiny nebo přidání sušeného mléka či syrovátky (Herrero & Requena 2005) nebo také použití odlišných startovacích kultur (Domagala 2005). V mlékárenském průmyslu je typické časté používání škrobu nebo modifikovaného škrobu kvůli vlastnostem stabilizace a emulgate (Rezaei et al. 2015).

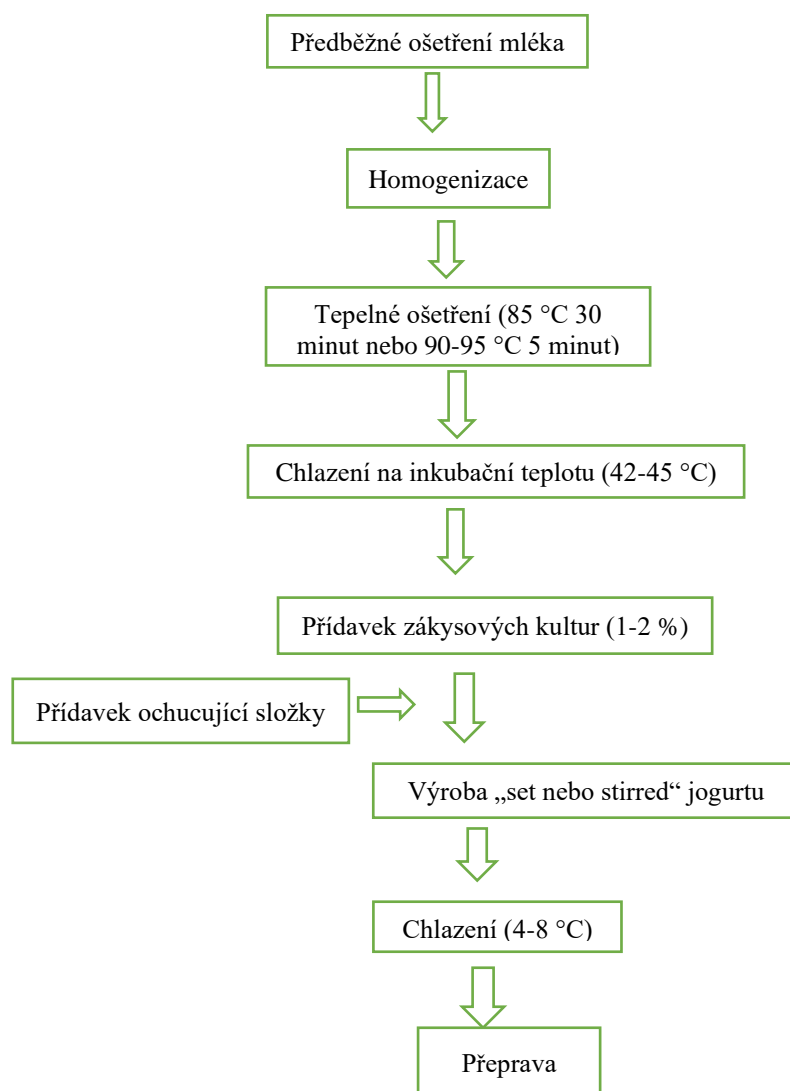
Mezi hlavní faktory podílející se na bílkovinné matici jogurtu patří tepelné ošetření, obsah bílkovin, stabilizátory a přítomnost mléčného tuku (Lucey 2004). Během výroby fermentovaných výrobků z kozího mléka, například tedy jogurtů, se vyskytuje problém v podobě polotekutého kolagua (Herrero & Requena 2005).

Obecně se aroma a chuť jogurtu a jiných mléčných výrobků liší, a to na základě mléka, druhu kultury, obsahu mléčného tuku a tukuprosté sušiny, fermentace a také teploty (Routray & Mishra 2011). Studie Routray & Mishra (2011) uvedla, že prvotní obsah acetaldehydu a diacetylu byl vyšší u kozího mléka než u kravského.

Kozí mléko se využívá především pro výrobu sýrů, avšak menší množství jako UHT mléko a na výrobu jogurtů (Pirisi et al. 2007). Hlavně jogurty z kozího mléka se považují za důležitou potravinu v lidské výživě, pro svou vysokou nutriční hodnotu, snadné vstřebávání komponent, antioxidační a antialergické vlastnosti (Medina & Nunez 2004). Pasterizované mléko je velmi dobře snášeno kojenci se zažívacími nebo dýchacími potížemi (Bano et al. 2011).



**Obrázek 1:** Obecný systém moderní výroby jogurtů



Routray & Mishra 2011, Mistry 2001

### 3.4 Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka

Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka jsou v úzké souvislosti se složením mléka. Znalosti o složení a fyzikálně-chemických vlastnostech kozího a ovčího mléka jsou nezbytné pro rozvoj a uvádění produktů z kozího a ovčího mléka na trh (Park et al. 2007).

### 3.4.1 Hustota

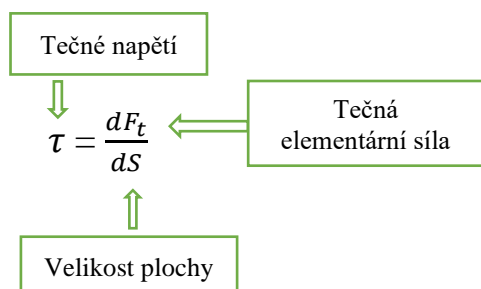
Hustota,  $\rho_{20}$  je fyzikální veličina a definuje se jako hmotnost na jednotku objemu, vyjadřuje se v  $\text{kg/m}^3$  nebo také v  $\text{g/cm}^3$  (Snášelová & Buchvaldková 2003). Hustota koziho mléka se podobá kravskému mléku, ovšem je nižší než u ovčího mléka (Haenlein & Wendorff 2006). Hustota kravského mléka v ČR je 1,028-1,032  $\text{g/cm}^3$ . Při měření hustoty se nepřímo měří koncentrace celkové sušiny, což slouží ke zjištění, zda je mléko falšované vodou (Snášelová et al. 2009). Na hustotě se podílí mnoho faktorů, a sice zdravotní stav, stádium laktace a další. Na druhé straně se na ní nepodílí homogenizace, sterilace ani pasterace (Snášelová & Buchvaldková 2003).

Výsledná hustota je dána hustotou tří hlavních složek: vody, tukuprosté sušiny a tuku, přičemž při změně jedné z uvedených složek dojde ke změně hustoty mléka (Snášelová & Buchvaldková 2003). Hustota je ovlivněna obsahem hlavních složek, tedy laktózou, bílkovinami a tukem. Hustotu snižuje vyšší obsah tuku, naopak bílkoviny, laktóza a minerální látky zvyšují hustotu. Hustota tuku souvisí s poměrem tuhého a kapalného tuku (Snášelová et al. 2009). Kromě složení mléka ji ovlivňuje i teplota, kdy při rostoucí teplotě hustota klesá (Navrátilová et al. 2012).

### 3.4.2 Viskozita

Vnitřní tření, k němuž dochází mezi jednotlivými pohybovými vrstvami je analogické smykovému tření mezi pevnými tělesy. Důsledkem toho se při vnitřním tření přeměňuje kinematická energie na teplo. V kapalině vzniká tečné napětí mezi po sobě se posouvajícími vrstvami. Je to právě tečné napětí, které zabraňuje kapalině téct. Viskozitou se tak vyjadřuje, jak se kapalina brání pohybu (Zhang & Cremer 2006).

Tečné napětí je definováno jako podíl tečné elementární síly a velikosti plochy, jehož výsledkem je posouvání částic v kapalině (Holubová 2014).



Dle Newtonova zákona o viskozitě existuje přímá úměrnost mezi smykovým napětím a gradientem rychlosti (Igathinathane et al. 2007). Viskozitu lze charakterizovat dynamickou a kinematickou viskozitou.

Dynamická viskozita ( $\eta$ ) se vztahuje k vnitřnímu tření kapalin. Jednotkou dynamické viskozity je  $\text{Nsm}^{-2}$  (Newton sekunda na metr čtvereční) nebo  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  (Pascal·sekunda) (Spreer 1998). Jedná se o fyzikální veličinu, kdy kapalina klade odpor vlastnímu toku. Dynamická viskozita závisí na teplotě a méně na tlaku. Vyšší teplota snižuje dynamickou viskozitu (Holubová 2014).

Kinematická viskozita ( $\nu$ ) je definovaná jako poměr dynamické viskozity a hustoty, uvádí se v jednotkách  $\text{m}^2/\text{s}$  (metr čtvereční za sekundu), proto lze v případě znalosti hustoty vypočítat kinematickou viskozitu z dynamické a naopak. Je ovlivněna teplotou a tlakem, klesá s rostoucí teplotou a zvyšuje se s rostoucím tlakem (Igathinathane et al. 2007). Používá se v případě popisování dějů, jenž závisí na viskozitě a hustotě, při popisování hydrodynamiky kapalin (Holubová 2014).

Mléko se většinou chová jako newtonská kapalina, což značí, že smykové napětí je přiměřené smykové rychlosti (Walstra et al. 1999, Park 2007). Pro zlepšení textury jogurtů jsou využívány přídatky sušiny, stabilizátorů, například pektinu a želatiny (Lucey & Singh 1997).

Viskozitu v mléce ovlivňuje obsah a také koncentrace bílkovin, tuků, teplota, pH a stáří mléka (Park 2007). Při mírném poklesu pH mléka se snižuje viskozita, ovšem při vyšším poklesu pH se zvýší hodnoty dynamické viskozity vlivem agregace kaseinu (Walstra et al. 1999). Viskozita mléka není téměř vůbec ovlivněna homogenizací na rozdíl od smetany (Park 2007).

Při měření viskozity, v níž byl sledován vliv mléka na rheologické vlastnosti jogurtů během procesu gelace, bylo prokázáno, že podobné hodnoty mělo ovčí, kozí a kravské mléko. Rozdíly ve viskozitě mezi druhy byly důsledkem rozdílu celkového obsahu sušiny, což mělo vliv na pevnost jogurtu (Jumah et al. 2001). Například ovčí mléko má vyšší viskozitu, relativní hustotu, titrační kyselost, ale nižší bod mrznutí než kravské mléko (Haenlein & Wendorff 2017). Kozí mléko má nižší viskozitu než ovčí, což bylo výsledkem při srovnání kravského, kozího a ovčího mléka, přitom nejvyšší viskozity dosáhlo mléko ovčí (Mahmood & Usman 2010). Viskozitu lze měřit pomocí rotačního viskozimetru či průtokového viskozimetru (Holubová 2014).

### 3.4.3 Kyselost

Rozeznáváme titrační a aktivní kyselost mléka. V případě aktivní kyselosti jde o měření pH pomocí pH metru. Titrační kyselost se stanovuje metodou podle Soxhlet-Henkela (Tratnik et al. 2006). Mléko má jako každá fyziologická tekutina tlumivou-pufrační schopnost, je tak schopné vyrovnávat změny pH (Navrátilová et al. 2012). Rozměry této hodnoty závisí na určitých faktorech, jako jsou anorganické fosfáty, citráty a mléčné bílkoviny. Pufrační kapacita v mléčných výrobcích je dána součtem každé pufrační kapacity skupin kyselin a zásad (Salaün et al. 2005). Pufrační schopnost mají fosfáty, soli kyseliny mléčné, uhličitany, citráty a proteiny. Kravské mléko má maximální vyrovnávací schopnost při pH 5,3. Velký význam má stanovení pH v mlékárenském průmyslu, využívá se také při zjišťování mastitidy (Navrátilová et al. 2012).

#### 3.4.3.1 Aktivní kyselost (pH)

Aktivní kyselost neboli pH vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů. Je klíčovým faktorem při výrobě a zrání tvarohů a sýrů. Hodnota pH syrového kravského mléka při 25 °C se pohybuje v rozmezí 6,5-6,7, se střední hodnotou pH 6,6. V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty pH kravského, kozího a ovčího mléka. Hodnota pH kolostra je 6,0. Hodnota pH se zvyšuje s rostoucí teplotou (Navrátilová et al. 2012). Na začátku laktace může hodnota pH přesahovat 7,0, pH se zvyšuje i v případě mastitidy. Hodnoty pH mléka ovlivňují enzymatické reakce a agregaci, při snížení pH se sníží koloidní stabilita mléka (De Marchi et al. 2009). Ke změně pH dochází v mlékárenském průmyslu například při přípravě kyselého kaseinu, jogurtu a sýrů. Pufrační kapacitu také ovlivňuje mnoho faktorů, jako plemeno, zdravotní stav a laktace. Změny pufrační kapacity souvisí se změnami složení mléka (Salaün et al. 2005).

#### 3.4.3.2 Titrační kyselost

Jde o pufrační kapacitu mléka mezi pH 6,6, tedy vlastním pH a pH 8,3, bodem ekvivalence fenolftaleinu (Navrátilová et al. 2012). Stanovení se provádí titrací roztokem NaOH s fenolftaleinem jako indikátorem. Výsledky byly historicky uváděny v Soxhlet-Henkelových stupnicích (°SH), ovšem dle soustavy SI by se měly uvádět v  $\text{mmol.l}^{-1}$  (Kouřimská 2007). U čerstvého směsného mléka je titrační kyselost okolo 7 (Gajdůšek 2003). Ovlivňuje ji stádium laktace, stáří a zdravotní stav dojnice, porušení mléka vodou a další faktory. Využití je v mlékárenském průmyslu, ať už pro kontrolu čerstvosti mléka či technologii výroby fermentovaných mléčných výrobků. U ovčího mléka je vyšší titrační kyselost dána

větším obsahem bílkovin, tedy 8-12,5 °SH (Navrátilová et al. 2012). Hodnoty titrační kyselosti kozího, kravského a ovčího mléka jsou uvedeny v tabulce 3.

**Tabulka 3:** Fyzikálně-chemické vlastnosti kozího, kravského a ovčího mléka

	Kozí	Kravské	Ovčí
<b>Titrační kyselost °SH</b>	6,20-7,20	6,2-7,8	8-12,5
<b>Aktivní kyselost pH</b>	6,57-7	6,5-6,7	6,3-6,8
<b>Viskozita mPa.s</b>	2,12	1,7	2,48

Zdroj: Park 2007, Navrátilová et al. 2012, Klimešová et al. 2015

### 3.5 Rheologické vlastnosti

Rheologie se týká toku a deformace jak pevných, tak kapalných látek (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas 2005). Uplatňuje se v oblasti přijatelnosti potravin, stejně tak zpracování potravin a jejich manipulaci (Barbosa-Cánovas et al. 1996). Rheologické vlastnosti jsou charakterizovány třemi veličinami: rychlostí smykové deformace, smykovým napětím a časem (Lucero et al. 1995).

#### 3.5.1 Rheologie

Rheologie je vědním oborem týkajícím se studie vnitřní reakce látek na působení vnějších sil. Rheologické vlastnosti jsou stanoveny měřením působení vnějších sil a deformací v závislosti na čase (Arana 2012). Existují dva způsoby, jak lze vyjádřit viskozitu: kinematická nebo dynamická viskozita, jež jsou popsány v kapitole 3.4.2 (Olabi & Grunwald 2007).

Deformace a napětí, dvě podstatné fyzikální proměnné, které je důležité brát v potaz, když dochází k deformaci materiálu kvůli působení sil. Napětí je míra vnitřních rozložení sil, vztažená na jednotku plochy (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas 2005).

Vyjádření tokových vlastností tekutin lze pomocí rheologických stavových rovnic, které určují vztah mezi deformačním smykovým napětím ( $\tau$ ) a deformací kapalin. Graficky se znázorňují pomocí tokové křivky, viz obrázek 2 (Holubová 2014). Rheologie udává vlastnosti pevných i kapalných potravin, kdy textura je spojená s pevnými potravinami a viskozita s těmi kapalnými (Tunick 2000).

Rheologie kapalných mléčných výrobků se tak měří pomocí viskozimetru, zatímco pevné mléčné výrobky jsou stanoveny díky texturometru (Park 2007). Nicméně jsou to právě přístroje, které mohou rheologické vlastnosti ovlivnit. U jednotlivých přístrojů se mohou výsledky lišit (Bourne 2002).

Rheologické měření jogurtu je vyznačeno různými nenewtonskými efekty, jako viskoelasticita, časová závislost a smykové napětí (Guggisberg et al. 2007). Mikrostruktura, textura a rheologie jsou důležitými vlastnostmi jogurtů z důvodu zpracování, využitelnosti živin a funkčních vlastností produktu (Day 2014). Mikrostruktura jogurtů charakterizuje uspořádání bílkovin, tuků a zbylých složek v trojrozměrné gelové síti, vytvořené během kvašení (Nguyen et al. 2013).

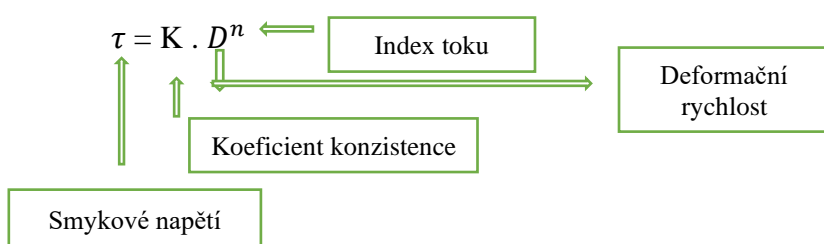
Vnímání textury je vztaženo k dispozici, uspořádání a interakci mezi částicemi potravinářského výrobku, a to v době, kdy je výrobek zatěžován.

Rheologie je důležitá pro: kontrolu jakosti složek a hotových výrobků, charakterizace a vývoj nových produktů, pro přijatelnost spotřebitelů a objasnění struktury a vztahu mezi strukturou a texturními vlastnostmi (Vélez-Ruiz et al. 1997)

U mléčných výrobků bylo zjištěno kapalně, pevně a vazoelastické chování. Mléko se za normálních podmínek chová jako newtonská tekutina (Park 2007), ale koncentrované mléko se chová jako nenewtonská tekutina. Tekutiny, které splňují Newtonův vztah, jsou definovány jako newtonské kapaliny, zatímco, ty kapaliny, které se neřídí tímto lineárním vztahem jsou definovány jako nenewtonské kapaliny.

Většina nenewtonských potravin má jak pružné, tak viskózní vlastnosti, což je označeno jako viskoelasticita. Viskoelastický materiál se může chovat lineárně i nelineárně. Lineární viskoelastický materiál má vlastnosti závislé jen na čase, zatímco nelineární viskoelastický materiál má mechanické vlastnosti závislé na čase a velikosti napětí (Vélez-Ruiz 1997).

Látky postrádající plastickou a elastickou deformaci mají vztah mezi smykovým napětím a deformační rychlostí vyjádřen pomocí modelu Ostwald de Waele:



<b>Newtonské kapaliny</b>	$k = \eta$ a $n = 1$
<b>Pseudoplastické látky</b>	$0 < n < 1$
<b>Dilatantní látky</b>	$n > 1$

(Příhoda & Houška 2013).

Jak newtonské, tak neneutonské kapaliny se charakterizují koeficientem konzistence ( $k$ ), mezi tekutosti ( $\tau_0$ ) a indexem toku ( $n$ ) (Alcantara & Vanin 1995).

### 3.5.2 Newtonské kapaliny

Newtonská kapalina dodržuje Newtonův zákon. Newtonův zákon viskozity se stanovuje jako vztah mezi napětím a rychlostí deformace, přímou úměrou. V oblasti laminárního proudění se tedy newtonské kapaliny řídí Newtonovým zákonem, přičemž je dynamická viskozita konstantní, jde většinou o nízkomolekulární látky (Holubová 2014). V případě newtonských kapalin nedochází ke změně dynamické viskozity v závislosti na tečném napětí. Viskozita závisí na teplotě a tlaku (George & Qureshi 2013). Viskozita newtonských a neneutonských kapalin odpovídá rovnovážnému a nerovnovážnému stavu. Většina tekutin, které zahrnují vodu a oleje se řídí Newtonovým zákonem (Igathinathane et al. 2007).

### 3.5.3 Neneutonské kapaliny

Jsou to kapaliny, jenž se neřídí Newtonovým zákonem, jejich viskozita závisí na gradientu rychlosti (George & Qureshi 2013). Viskozita se u takových tekutin nazývá zdánlivou. U neneutonských tekutin je závislost dynamické viskozity na tečném napětí a rychlostním spádu (Holubová 2014). Popisování jejich viskozity se vyjadřuje spojitou funkcí smykové rychlosti nebo smykového napětí. Mezi neneutonské kapaliny se řadí zubní pasta, barva, tuk a také jogurt (Denn 2004). Dle průběhu závislosti gradientu rychlosti na tečném napětí se rozlišují určité typy neneutonských tekutin (Wilkens et al. 2005):

#### **Neneutonské kapaliny na čase závislé, kde je viskozita závislá na čase**

- Tixotropní  
U nichž viskozita s časem klesá a tyto tekutiny tak s časem řídnu (Holubová 2014).
- Reopektické (reopexní)  
U těchto kapalin viskozita s časem roste, s časem tedy dojde k houstnutí. Jejich výskyt není častý, jde například o sádru (Holubová 2014).

#### **Neneutonské kapaliny, které nejsou závislé na čase, avšak závisí na teplotě**

- Pseudoplastické  
Jde o kapaliny, u nichž dochází ke zmenšování zdánlivé viskozity vlivem rostoucího gradientu rychlosti. Rozlišují se dvě podskupiny, a sice právě pseudoplastické kapaliny a strukturně viskózní kapaliny. Z technického hlediska

jde o přínosnou vlastnost, neboť zjednodušuje míchání a tok kapalin potrubím (Holubová 2014).

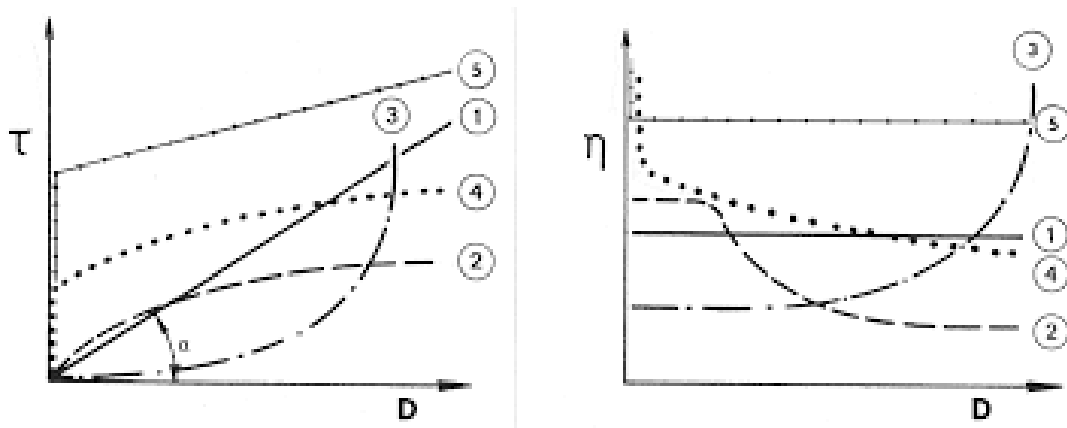
- Dilatantní

Jedná se o tekutiny, u nichž roste zdánlivá viskozita při růstu gradientu rychlosti. Takové chování je však méně časté, vyskytuje se u některých vysoce koncentrovaných suspenzí.

- Binghamská

Jde o tekutiny, u nichž dochází k toku až poté, co překročí dané prahové smykové napětí, tzv. mez toku. Jde například o kašovitě suspenze, vápna (Holubová 2014).

**Obrázek 2:** Tokové a viskózní charakteristiky neneutonských kapalin



Zdroj: Holubová 2014

1-newtonská kapalina, 2-strukturně viskózní kapalina, 3-dilatantní tekutina,  
4-plastická kapalina, 5-binghamská kapalina



## 4 Materiál a metodika

Praktická část byla věnována vlastní výrobě jogurtů z kozího mléka s použitím vybraných aditiv, kterými byla kokosová mouka, mandlová mouka, quinoa mouka a chia semínka v poměru 5 % se dvěma různými kulturami, s cílem zlepšit viskozitu výsledných výrobků. Kromě viskozity byla měřena u jednotlivých vzorků i hustota, dále byla stanovena titrační kyselost a pH.

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Kozí mléko

Na obrázku 3 je uvedeno použité kozí pasterované mléko, které bylo zakoupeno v prodejně Delmart. Složení kozího mléka uvádí tabulka 4. Celkem se použilo 11 litrů kozího mléka. Nejprve se pracovalo s 5,5 litry pro výrobu jogurtů s jogurtovou kulturou CHR Hansen s přísadkou 5 % aditiv, a následně s dalšími 5,5 litry mléka s jogurtovou kulturou Laktoflora a poměrem 5 % aditiv.

**Obrázek 3:** Kozí mléko



**Tabulka 4:** Složení koziho mléka

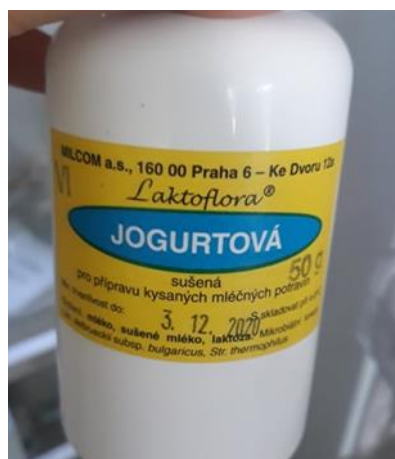
Výživové údaje na 100 ml	
Energetická hodnota	239kJ/57kcal
Tuky	3,40 g
z toho nasycené mastné kyseliny	2,60 g
Sacharidy	3,30 g
z toho cukry	3,00 g
Bílkoviny	3,30 g
Sůl	0,30 g

#### 4.1.2 Jogurtové kultury

Hlavním účelem použití mlékařských kultur je technologická funkce, změna senzoryckých vlastností mléka a prodloužení trvanlivost (Milcom 2010). Byly použity dvě jogurtové kultury:

- Sušená jogurtová kultura Laktoflora viz obrázek 4
- Lyofilizovaná jogurtová kultura CHR Hansen YF-L812 ve formě granulí viz obrázek 5

**Obrázek 4:** Sušená jogurtová kultura Laktoflora



**Obrázek 5:** Lyofilizovaná jogurtová kultura CHR Hansen



#### **4.1.3 Použitá aditiva**

Potravinářské přídatné látky jsou chemické látky, přidávané do výrobků s dosažením technologického cíle, tyto látky hrají hlavní roli v potravinářském průmyslu, z důvodu, že činí výrobky přitažlivější, zvyšují jejich stabilitu a bezpečnost (Faustino et al. 2019). Během posledních několika let se začaly využívat rostlinné potravinářské přídatné látky pro jejich příznivé technologické, nutriční a zdravotně přínosné vlastnosti (Joung et al. 2016).

##### Použitá aditiva:

Všechna aditiva byla zakoupena v e-shopu zdravevne.cz, o hmotnosti jednotlivých aditiv 1 kg. Množství aditiv bylo přepočítáno dle množství použitého koziho mléka. Jejich přídatky do mléka byly v poměru 5 %.

- 1) **Mandlová mouka**
- 2) **Kokosová mouka**
- 3) **Quinoa mouka**
- 4) **Chia semínka**

## 4.1.4 Přístroje

V praktické části byl pro měření fyzikálních vlastností použit viskozimetr, hustoměr a pH metr.

### 4.1.4.1 Viskozimetr

Při daném experimentu byl pro měření viskozity použit Thermo Scientific HAAKE Viscotester řady E, viz obrázek 6. Používají se pro měření relativní viskozity i srovnávací měření. Měří tak odpor testované látky vůči pohybu daného vřetena, přičemž je výsledkem krouticí moment.

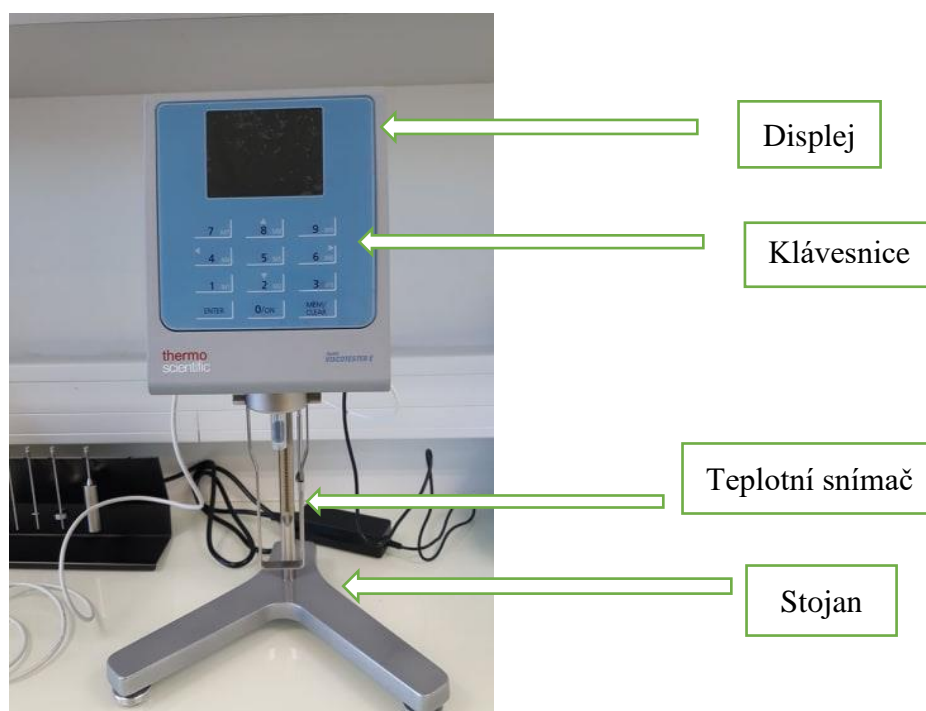
Viskozimetr byl dodán s kufříkem obsahujícím stojan a sadu vřeten.

Má následující parametry:

- Digitální displej s parametry viskozity, % krouticího momentu, teplota, typ vřetena, otáčky, vyšší viskozitní limit
- V případě kritických podmínkách měření viditelný a akustický signál
- Kalibrace viskozity a teploty
- 10 uživatelských jazyků
- Reprodukovatelnost 0,2 % (Pragolab 2020)
- Rychlost otáčení 0,01–200 min<sup>-1</sup> v 54 stupních
- Teplota do 150 °C
- Objem vzorku přibližně 600 ml
- Viscotester E, verze L-rozsah 15-6 000 000 mPas
- Viscotester E, verze R-rozsah 10-40 000 000 mPas

U daného modelu je obousměrné USB rozhraní pro automatické měření s plnou kontrolou z počítače. Díky programu RheoWin je možnost prostřednictvím počítače řídit měření, tato data je možné v počítači zpracovat či archivovat. Přístroj je dodáván v kufříku, jehož součástí je stativ, teplotní snímač a rotační vřetena vyfocena na obrázku 7 (Thermo Fisher Scientific 2020).

**Obrázek 6:** Viskozimetr Thermo Scientific HAAKE Viscotester řady E



**Obrázek 7:** Vřetena L1, L2, L3, L4

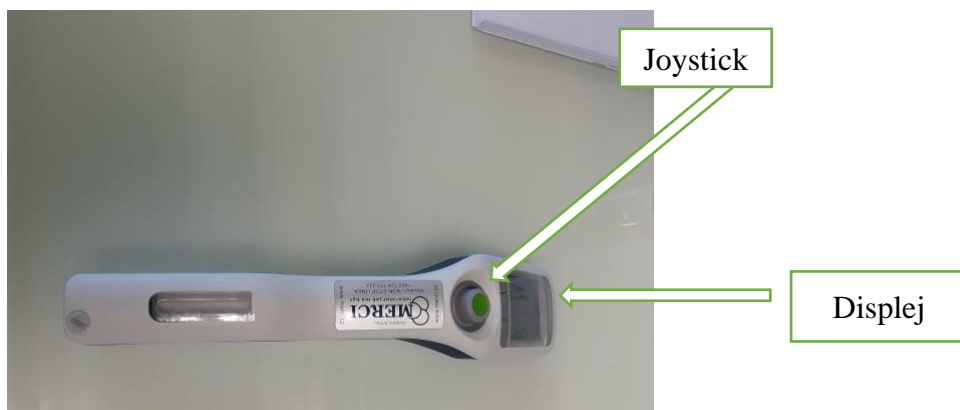


#### 4.1.4.2 Digitální hustoměr

Hustota byla měřena pomocí hustoměru METTLER TOLEDO Density2GO, viz obrázek 8. Ovládání hustoměru je jednoduché, měření lze provádět jednou rukou, a to ať v laboratoři či terénu. Samotné měření začíná zapnutím hustoměru. Vzorek je nasáván pomocí měřící trubičky prostřednictvím joysticku směrem vzhůru, čímž se získají výsledky na barevném displeji téměř okamžitě. Poté se vzorek vytlačí z hustoměru ovládnutím tlačítka směrem dolů. Přesnost měření hustoty je tedy až  $\pm 0,001 \text{ g/cm}^3$  a teploty  $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hustoměr uloží v paměti až 1100 výsledků, spolu s popisem vzorku, teplotním koeficientem, datem a časem odběru. Rozsah

měření je  $0,000-3,000 \text{ g/cm}^3$ , je schopen měřit vzorky v rozsahu teploty  $0-50 \text{ °C}$ . Umožňuje i uživatelské nastavení limitů měření (Verkon 2020).

**Obrázek 8:** Hustoměr METTLER TOLEDO Density2GO



#### 4.1.4.3 pH metr

Pro měření aktivní kyselosti byl použit pH metr, který byl předem nakalibrován na pH 4 a 7, viz kapitola 4.2.4.

### 4.2 Metodika

#### 4.2.1 Výroba jogurtů

K výrobě jogurtů bylo použito pasterované kozí mléko. Všechny jogurty byly vyrobeny stejným postupem. Nejdříve bylo odměřeno 600 ml mléka, které bylo zahřáto na  $43 \text{ °C}$ , poté byly přidány jogurtové kultury a následoval přídavek aditiv (jednotlivých mouk a chia semínek), a to v poměru 5 %, jak je uvedeno v tabulce 5. Vše se řádně promíchalo a nalilo do kádinek. Kádinky pro sensorické hodnocení byly popsány zkratkami, aby byla zachována objektivita. Fermentace proběhla při teplotě  $43 \text{ °C}$ , která je pro termofilní bakterie optimální (Codinã et al. 2016), a to po dobu 6 hodin.

**Tabulka 5:** Poměry jednotlivých aditiv

	<b>Kokosová mouka</b>	<b>Mandlová mouka</b>	<b>Quinoa mouka</b>	<b>Chia semínka</b>
<b>Jogurtová kultura Laktoflora</b>	5 % (50 g)	5 % (50 g)	5 % (50 g)	5 % (50 g)
<b>Jogurtová kultura CHR Hansen</b>	5 % (50 g)	5 % (50 g)	5 % (50 g)	5 % (50 g)

#### **4.2.2 Měření viskozity**

S použitím viskozimetru popsaného v kapitole **4.1.4.1** byla měřena viskozita všech vzorků jogurtů ve dvou opakování. Měření proběhlo při nastavení těchto parametrů pro všechny vzorky stejně:

- 70 otáček za minutu
- Rotor L4
- Vloženo teplotní čidlo

#### **4.2.3 Měření hustoty**

Hustota byla již popsána v kapitole **3.4.1**. Měření hustoty bylo provedeno u každého vzorku ve dvou opakování, přičemž mezi jednotlivými vzorky bylo provedeno čišění hustoměru. Výsledky byly zobrazeny na displeji v  $g/cm^3$ .

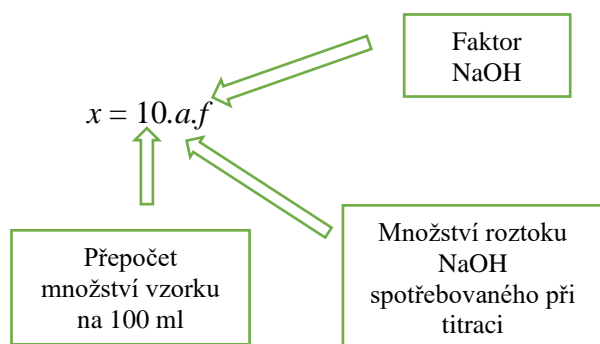
#### **4.2.4 Stanovení aktivní kyselosti**

Aktivní kyselost byla popsána v kapitole **3.4.3.1**. Stanovení aktivní kyselosti u kysaných mléčných výrobků se měří pH metrem a výsledek je uváděn v hodnotách pH (Kouřimská 2007). Nejprve se provede kalibrace, a to puřrem s pH 4 a následně s pH 7 pro hodnoty pH menší než 7. Aktivní kyselost se stanoví pomocí elektrody, jenž je ponořena do vzorku, když se již hodnota nemění, tak se na displeji odečte pH vzorku (Šustová 2015).

#### **4.2.5 Stanovení titrační kyselosti**

Stanovení titrační kyselosti bylo popsáno v kapitole **3.4.3.2**. Titrační kyselost byla stanovena metodou dle Soxhlet-Henkela (ČSN 57 0530 1972). Pro stanovení titrační kyselosti jogurtu bylo použito 10 g z každého vzorku jogurtu a následně se ke vzorku přidalo 10 ml vody. Stanovení titrační kyselosti bylo provedeno ve dvou opakování.

Poté se vypočítala kyselost pro získání hodnot ve stupních Soxhlet-Henkela na 100 g vzorku (Kouřimská 2007).



#### 4.2.6 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení vyrobených jogurtů proběhlo v jeden den, a to prostřednictvím nestruturovaných grafických stupnic, cílem bylo porovnat senzorické vlastnosti jogurtů vyrobených s kulturou CHR Hansen s přidavkem 5 % aditiv a jogurtů vyrobených s kulturou Laktoflora s přidavkem 5 % aditiv, viz tabulka 6. Toto hodnocení proběhlo na České zemědělské univerzitě panelem 10 proškolených hodnotitelů z katedry Kvality a bezpečnosti potravin. Hodnocení probíhalo v senzorické laboratoři dané katedry. Na obrázku 9 je znázorněn průběh senzorického hodnocení jogurtů.

Při hodnocení jogurtů s 5 % aditiv bylo hodnotitelům předloženo 8 vzorků jogurtů s kulturou CHR Hansen a 8 vzorků jogurtů s kulturou Laktoflora, jogurty byly vyndány z lednice hodinu před vlastním hodnocení, aby došlo k rozvinutí senzoricky aktivních látek.

**Obrázek 9:** Senzorické hodnocení připravených jogurtů





**Tabulka 6:** Senzorické hodnocení připravených jogurtů s 5 % aditiv

Senzorické hodnocení	5 % Mandlové mouky + CHR Hansen	5 % Kokosové mouky + CHR Hansen	5 % Quinoa mouky + CHR Hansen	5 % Chia semínek+ CHR
	5 % Mandlové mouky + Laktoflora	5 % Kokosové mouky + Laktoflora	5 % Quinoa mouky + Laktoflora	Hansen 5 % Chia semínek + Laktoflora

Dotazník pro hodnotitele zahrnoval následující vybrané hedonické deskriptory (viz příloha 9):

- 1) **Vzhled** – u vzhledu se hodnotil
  - a. Celkový vzhled
- 2) **Vůně** – u vůně byla hodnocena
  - a. Příjemnost vůně
- 3) **Konzistence** – u konzistence se hodnotily dílčí deskriptory
  - a. Příjemnost konzistence
  - b. Viskozita
- 4) **Chuť** – u chuti byly hodnoceny dílčí deskriptory
  - a. Celková příjemnost chuti
  - b. Intenzita koží chuti
- 5) **Intenzita dílčích chutí**-zde se hodnotily deskriptory
  - a. Celková intenzita pachutí
- 6) **Celkové hodnocení jogurtu**

#### 4.2.7 Statistické zpracování výsledků

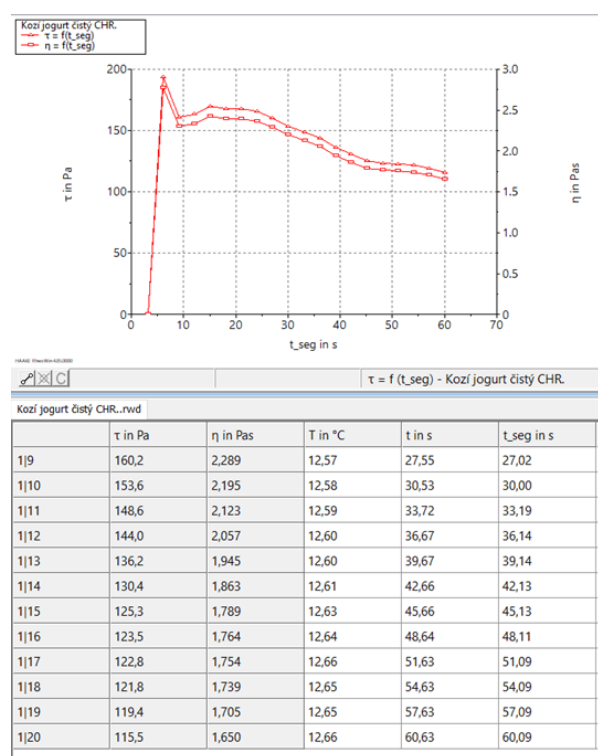
Pro vyhodnocení výsledků byl použit Microsoft Excel, software Statistica CZ verze 12. Při statistickém vyhodnocení průkaznosti rozdílů byly nejprve použity normální pravděpodobnostní grafy a poté buď neparametrická anova či Tukeyův HSD test. Výsledné hodnoty byly vyhodnoceny a zpracovány do tabulek. Grafy zpracované na základě dat z dotazníků byly vytvořeny v excelu.

## 5 Výsledky

### 5.1 Viskozita jogurtů

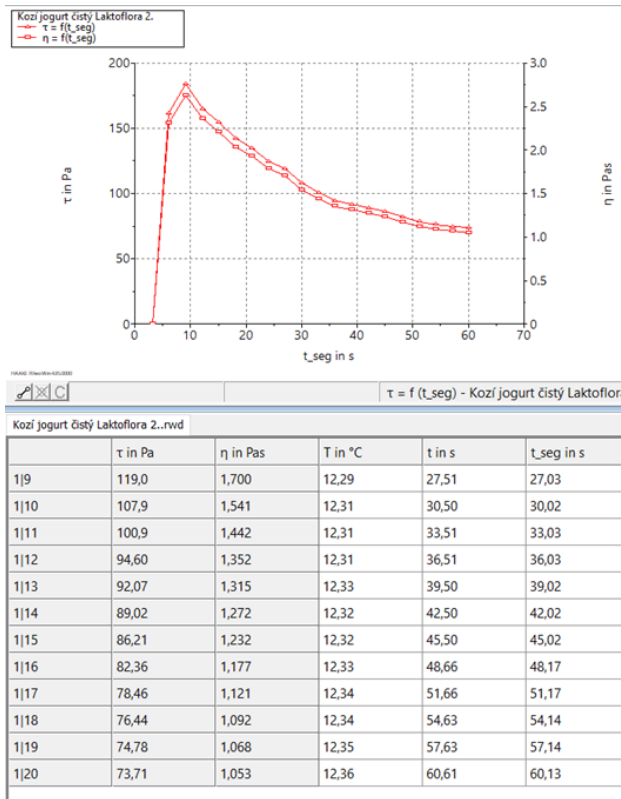
Výsledné grafy s tabulkou byly získány z programu HAAKE RheoWin Data Manager. Tabulka uvádí hodnoty dynamické viskozity v Pas, čas ve vteřinách a teplotu ve °C. Ve všech případech došlo k poklesu viskozity s časem. Bylo potvrzeno, že u všech jogurtů šlo o nenewtonské, pseudoplastické tekutiny. Viskozita byla určena pomocí dvou měření, zde jsou grafy s tabulkami reprezentující průměrné hodnoty měření viskozity totožných jogurtů.

**Obrázek 10:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity u kozího jogurtu čistého s kulturou CHR Hansen

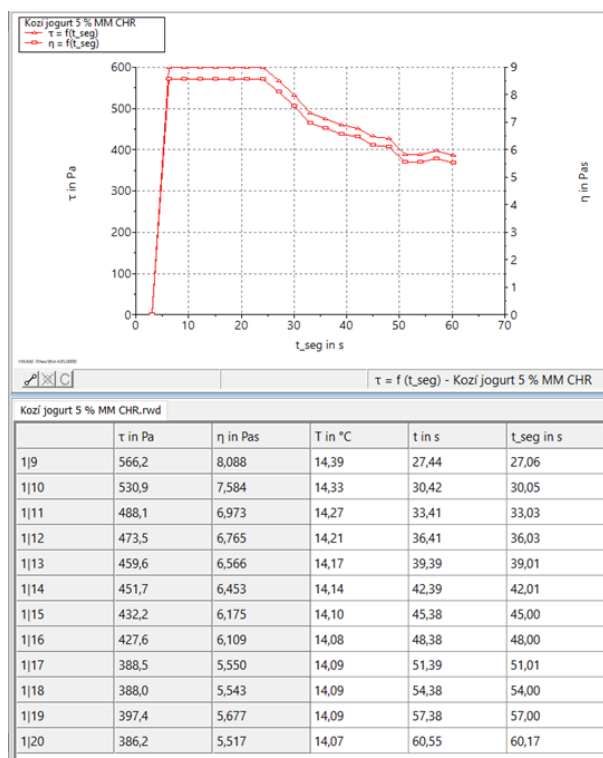


Na následujících grafech a tabulkách je uvedeno měření viskozity u čistých kozích jogurtů s použitím kultury CHR Hansen a Laktoflora v průběhu jedné minuty a při teplotě cca 12 °C. Na obrázku 10, který ukazuje hodnoty dynamické viskozity u čistého kozího jogurtu s kulturou CHR Hansen je patrná hodnota viskozity 2,289 Pas v čase 27 vteřin, přičemž docházelo k poklesu viskozity až na hodnotu 1,650 Pas v 60té vteřině. Oproti tomu, jak lze vidět na obrázku 11 u stejného jogurtu, ovšem s kulturou Laktoflora byla hodnota viskozity 1,700 Pas ve 27mé vteřině a došlo ke snížení této hodnoty až na 1,053 Pas v 60té vteřině. Hodnoty dynamické viskozity tak byly o něco vyšší u jogurtů s kulturou CHR Hansen. U čistých jogurtů byl zřejmý rozdíl v dynamické viskozitě v rámci odlišných kultur.

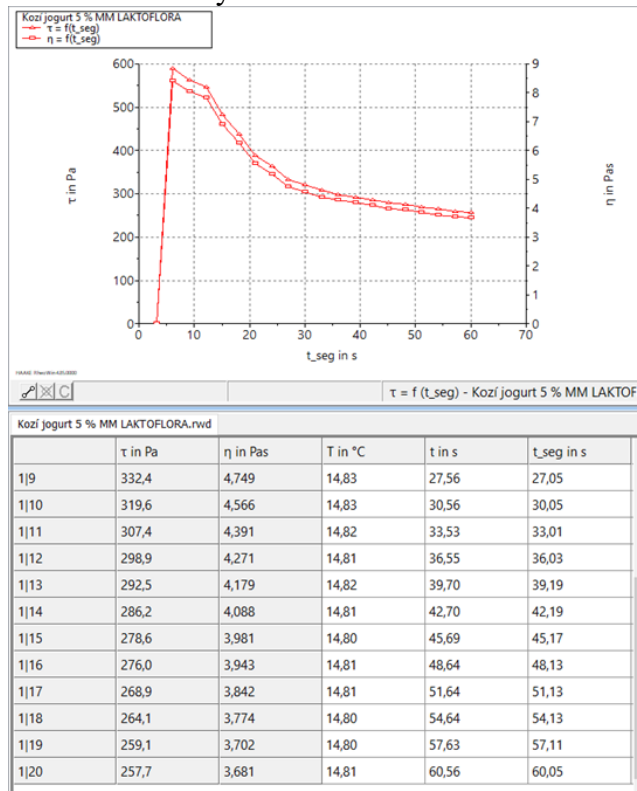
**Obrázek 11:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity u koziho jogurtu čistého s kulturou Laktoflora



**Obrázek 12:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity u koziho jogurtu s 5 % mandlové mouky a kulturou CHR Hansen



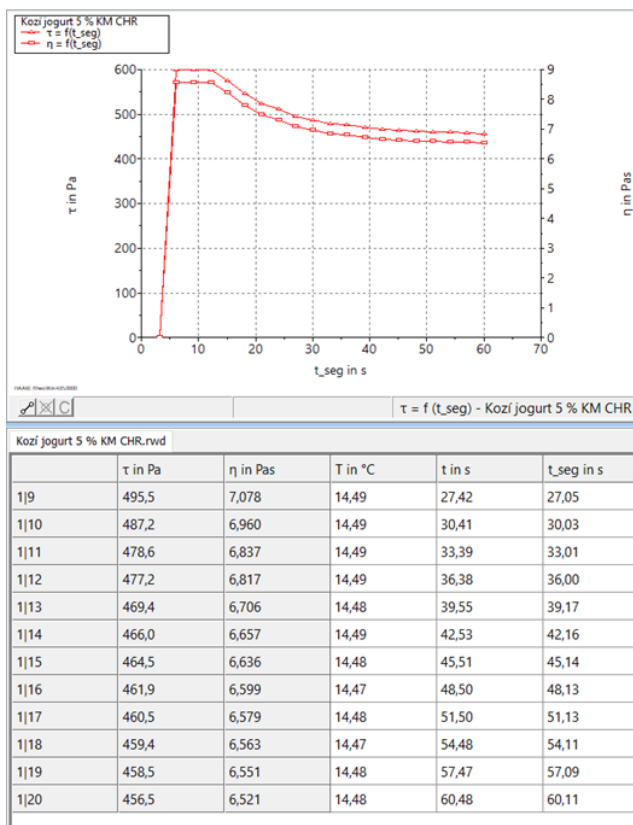
**Obrázek 13:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity koziho jogurtu s 5 % mandlové mouky a kulturou Laktoflora



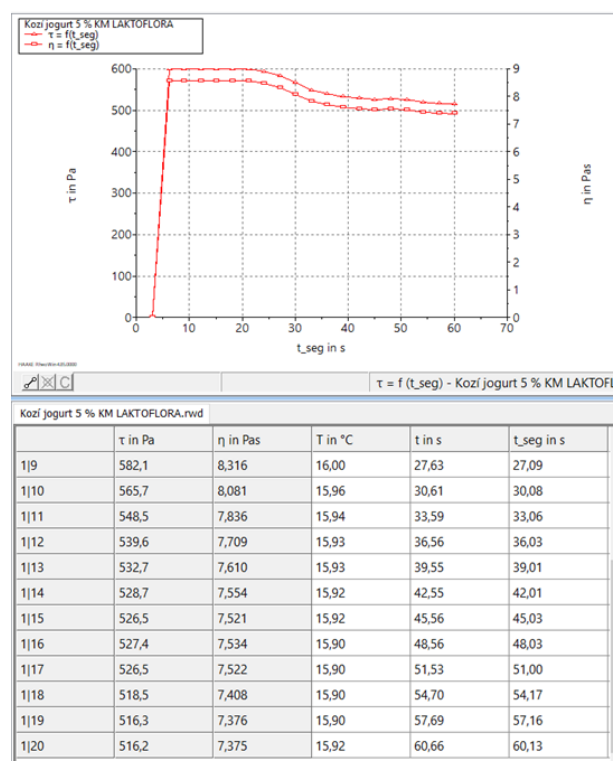
Dané dva obrázky 12 a 13 ukazují hodnoty viskozity u kozích jogurtů s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen a Laktoflora při cca 14 °C. Na obrázku 12 je zaznamenána

hodnota dynamické viskozity u jogurtu s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen 8,088 Pas v čase 27 vteřin, přičemž došlo k poklesu hodnoty až na 5,517 Pas v 60té vteřině. U jogurtu s kulturou Laktoflora byla hodnota 4,749 Pas ve 27mé vteřině a také došlo k poklesu až na 3,681 Pas v 60té vteřině. U měření jogurtů s kulturou Laktoflora byly hodnoty viskozity nižší než při použití kultury CHR Hansen, je tedy viditelný rozdíl v hodnotách dynamické viskozity u jogurtů s mandlovou moukou a odlišnou kulturou.

**Obrázek 14:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity kozího jogurtu s 5 % kokosové mouky a kulturou CHR Hansen

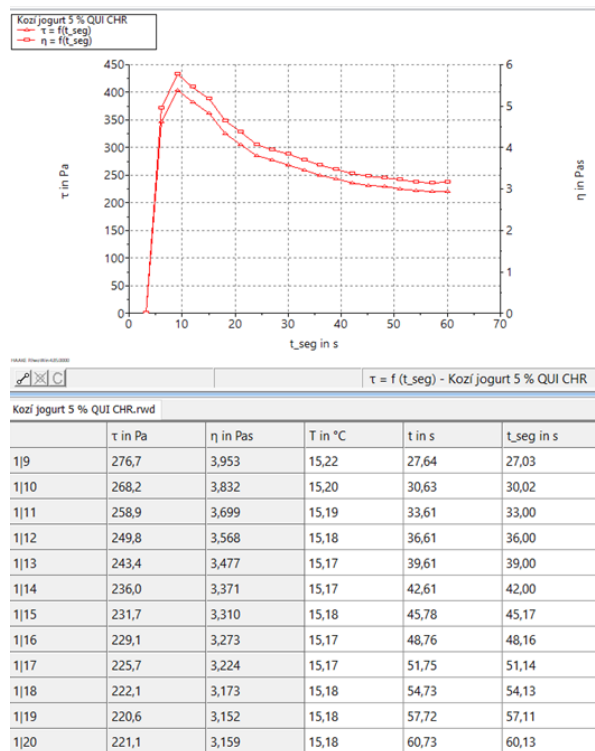


**Obrázek 15:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity koziho jogurtu s 5 % kokosové mouky a kulturou Laktoflora

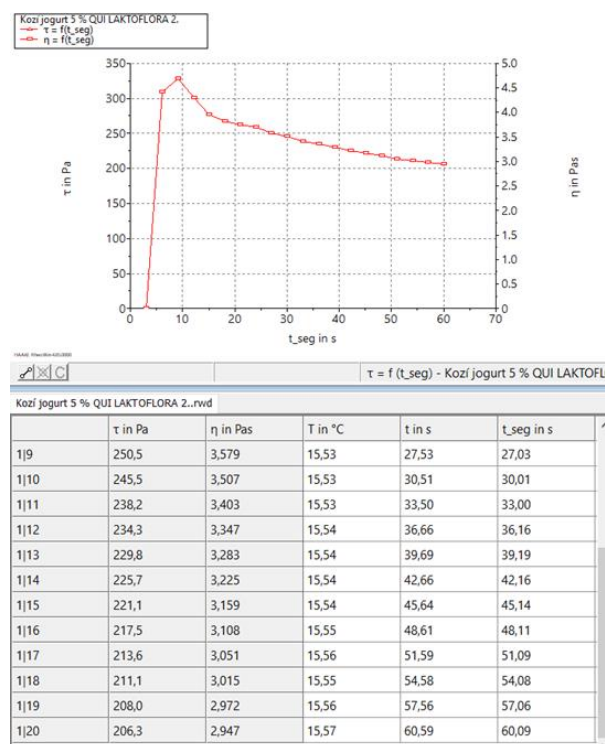


Na obrázcích 14 a 15 jsou uvedeny hodnoty dynamické viskozity u jogurtů s kokosovou moukou a rozdílnými kulturami. Měření viskozity u koziho jogurtů s kokosovou moukou a kulturou CHR Hansen probíhalo při teplotě 14 °C a s kulturou Laktoflora při teplotě 15 °C. U jogurtu s kulturou CHR Hansen jsou zaznamenány hodnoty 7,078 Pas ve 27. vteřině a 6,521 Pas v 60. vteřině, což značí pokles viskozity. Hodnoty u jogurtu s Laktoflorou byly o něco vyšší, tedy 8,316 Pas ve 27. vteřině a 7,375 Pas v 60. vteřině. Byly tedy zaznamenány vyšší hodnoty viskozity u jogurtů s kulturou Laktoflora v porovnání s kulturou CHR Hansen, což potvrzuje rozdíl v hodnotách viskozity mezi kulturami CHR Hansen a Laktoflora.

**Obrázek 16:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity koziho jogurtu s 5 % quinoa mouky a kulturou CHR Hansen

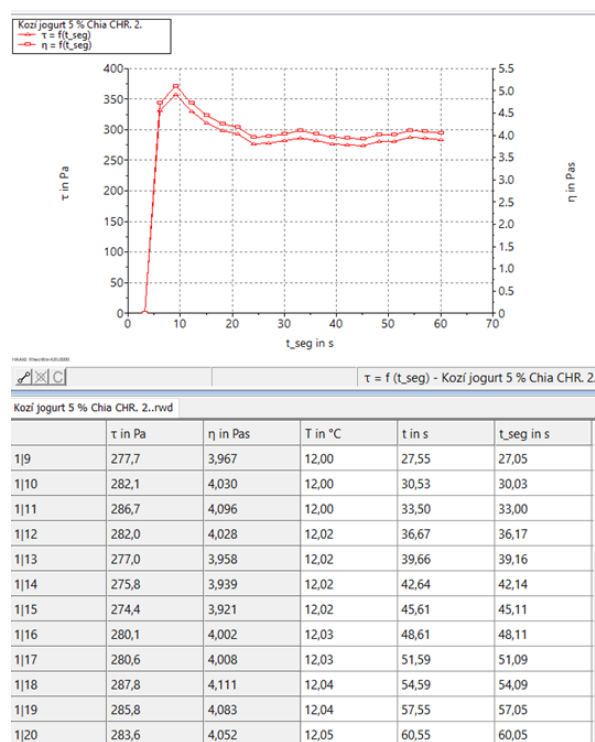


**Obrázek 17:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity koziho jogurtu s 5 % quinoa mouky a kulturou Laktoflora



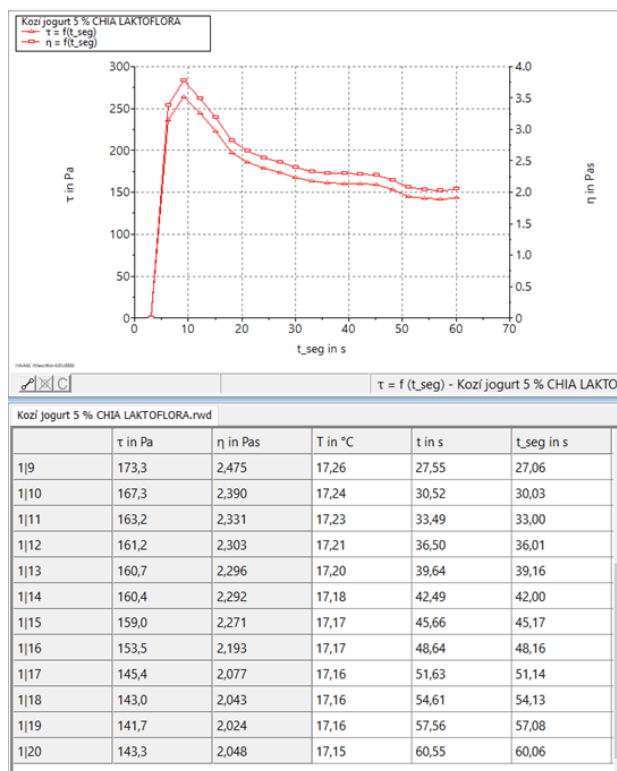
Na výše uvedených obrázcích 16 a 17 jsou znázorněny hodnoty dynamické viskozity u jogurtů s quinoa moukou a rozdílnými kulturami, které byly naměřeny při teplotě 15 °C. Na obrázku 16 je uvedena hodnota ve 27mé vteřině 3,953 Pas, přičemž došlo ke snížení viskozity na 3,159 Pas v 60té vteřině. U jogurtů s kulturou Laktoflora byly hodnoty viskozity nižší, jak ukazuje obrázek 17, kde je patrná hodnota 3,579 Pas ve 27mé vteřině a 2,947 v 60té vteřině. Z daných obrázků vyplývá, že jogurt s 5 % quinoa mouky a kulturou CHR Hansen měl o něco vyšší viskozitu. Lze tedy potvrdit rozdíl ve viskozitě stejných jogurtů s quinoa moukou a s použitím různých kultur při stejné teplotě cca 15 °C.

**Obrázek 18:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity kozího jogurtu s 5 % chia semínek a kulturou CHR Hansen





**Obrázek 19:** Grafické znázornění průběhu dynamické viskozity koziho jogurtu s 5 % chia semínek a kulturou Laktoflora



Na obrázcích 18 a 19 jsou uvedeny hodnoty viskozity u jogurtů s chia semínky a odlišnými kulturami při teplotě 12 °C u jogurtů s kulturou CHR Hansen a 17 °C s kulturou Laktoflora. Z obrázku 18 vyplývá, že hodnota viskozity ve 27mé vteřině je 3,967 Pas a v 60té vteřině se zvýšila na 4,052 Pas, což mohlo být ovlivněno právě přítomností chia semínek. Nicméně hodnota u jogurtu s kulturou CHR Hansen byla ve 27mé vteřině vyšší než v případě kultury Laktoflora, jak ukazuje obrázek 19, kde hodnota viskozity ve 27mé vteřině dosahuje 2,475 Pas. Lze tedy pozorovat rozdíl mezi hodnotami dynamické viskozity u jogurtů s chia semínky a odlišnými kulturami. Ovšem jak je zřejmé, tak měření probíhalo při teplotě 17 °C u kultury Laktoflora, tedy o vyšší teplotě než u jogurtu předešlého, tudíž i vyšší teplota mohla mít vliv na nižší hodnoty viskozity.

## 5.2 Stanovení hustoty jogurtů

**Tabulka 7:** Vysvětlivky popisu vzorků

1a – mandlová mouka + CHR Hansen	2a – kokosová mouka + CHR Hansen	3a – quinoa mouka +CHR Hansen	4a – chia semínka + CHR Hansen	5a – čistý jogurt + CHR Hansen
1b – mandlová mouka + Laktoflora	2b – kokosová mouka + Laktoflora	3b – quinoa mouka + Laktoflora	4b – chia semínka + Laktoflora	5b – čistý jogurt + Laktoflora

Následující tabulka 8 ukazuje naměřené hodnoty hustoty u jednotlivých jogurtů, vysvětlivky k popisu jednotlivých vzorků uvádí tabulka 7.

**Tabulka 8:** Hodnoty hustoty kozích jogurtů

Vzorek	Hustota ( $\text{g/cm}^3$ )	Teplota při hustotě ( $^{\circ}\text{C}$ )
1a	1,039	18
1a	1,036	19
1b	1,035	18,8
1b	1,032	18,5
2a	1,043	19
2a	1,041	19,2
2b	1,042	19,3
2b	1,043	18,7
3a	1,031	19,2
3a	1,032	19
3b	1,034	18,1
3b	1,034	18
4a	-	-
4a	-	-
4b	-	-
4b	-	-
5a	1,032	18,9
5a	1,033	19,4
5b	1,031	18,2
5b	1,031	17,2

U jogurtů s přidavkem chia semínek nebylo možné provést měření hustoty, a to z důvodu rizika poškození hustoměru.

Nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými kulturami. U jogurtů s oběma kulturami se hodnoty pohybovaly od 1,031-1,043  $\text{g/cm}^3$ . Nejvyšší hodnoty v rámci jogurtů s aditivy byly naměřeny u jogurtů s kokosovou moukou a nejnižší u jogurtů s quinoa a mandlovou moukou.

### 5.3 Stanovení titrační kyselosti a pH jogurtů

V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty naměřené při stanovení titrační kyselosti a následném měření pH.

Je patrné, že mezi jednotlivými kulturami byly značné rozdíly. Hodnoty  $^{\circ}\text{SH}$  se u jogurtů s kulturou CHR Hansen pohybovaly od 24-43  $^{\circ}\text{SH}$  na rozdíl od kultury Laktoflora,

kde se hodnoty pohybovaly od 25,4-49,71 °SH. Nejvyšší hodnoty °SH byly zjištěny u jogurtu s kokosovou moukou a kulturou Laktoflora a nejnižší u jogurtu s chia semínky a kulturou CHR Hansen. Hodnoty pH u kultury CHR Hansen byly v rozmezí 3,71-3,88 a u kultury Laktoflora 3,42-3,79, což značí, že jogurty s Laktoflorou byly kyselejší. Nejvyšší hodnoty pH byly u jogurtů s kokosovou moukou a kulturou CHR Hansen a nejnižší u jogurtů s chia semínky a kulturou Laktoflora.

**Tabulka 9:** Hodnoty °SH a pH kozích jogurtů

Vzorek	°SH	pH
1a	35,36	3,79
1a	37,27	3,8
1b	41,1	3,73
1b	44,3	3,62
2a	39,18	3,86
2a	38,21	<b>3,88</b>
2b	<b>49,71</b>	3,56
2b	48,74	3,58
3a	<b>43</b>	3,76
3a	42,25	3,73
3b	35,41	3,65
3b	34	3,66
4a	<b>24</b>	<b>3,71</b>
4a	26,35	3,72
4b	<b>25,4</b>	<b>3,42</b>
4b	28,3	3,44
5a	29,62	3,8
5a	28,45	3,81
5b	30,58	3,78
5b	31,42	<b>3,79</b>

#### 5.4 Senzorické hodnocení jogurtů

Při senzorickém hodnocení se vycházelo z dotazníku, kde se pomocí pravítka měřily vzdálenosti zapsaných hodnot, které byly následně interpretovány do %. Tímto způsobem se vyhodnotil každý z dotazníků.

Výsledky, získané ze senzorického hodnocení byly dále zpracovány pomocí programu Statistica 12, s cílem zjistit statisticky významné rozdíly v jednotlivých deskriptorech mezi jednotlivými vzorky. Porovnávaly se tak rozdíly mezi deskriptory v rámci kozích jogurtů vyrobených s různými kulturami a rozdílnými aditivami. Vysvětlivky jednotlivých vzorků viz tabulka 8 v kapitole 5.2. Tabulky obsahující statistické vyhodnocení jsou součástí

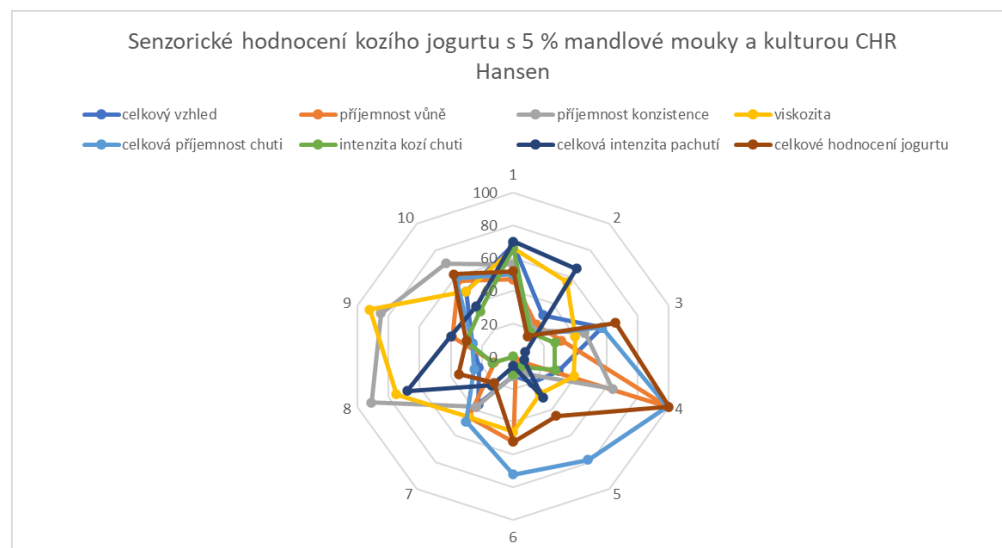
samostatných příloh 1-8. V tabulce 10 jsou uvedeny průměrné hodnoty v %, které byly využity při porovnávání předem stanovených deskriptorů u jogurtů.

**Tabulka 10:** Průměrné hodnoty jednotlivých deskriptorů u jogurtů v %

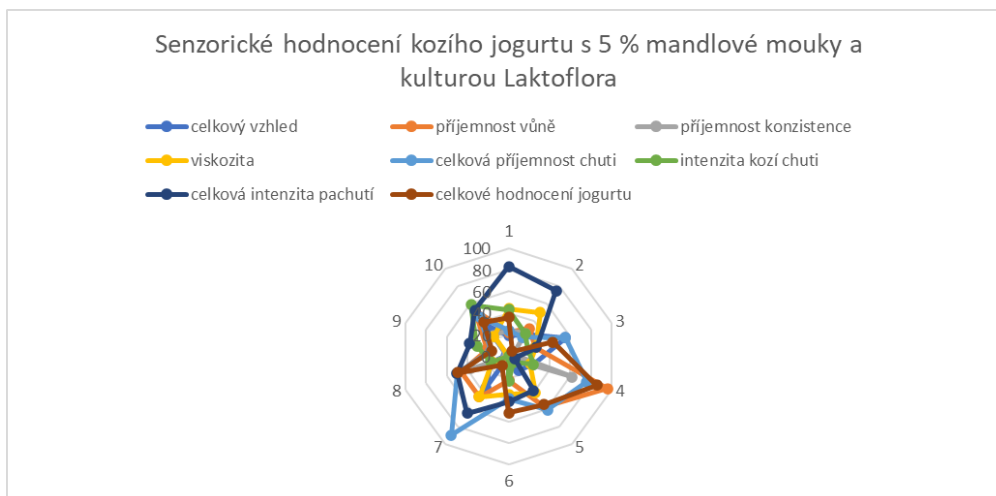
Deskriptor	MM+C HR(1a)	MM+ LAK( 1b)	KM+C HR(2a)	KM+ LAK( 2b)	QUI+ CHR( 3a)	QUI+L AKT(3 b)	CHI+C HR(4a)	CHI+ LAK T(4b)	ČIS+ CHR( 5a)	ČIS+LA KTO(5b)
<b>Vzhled</b>	34,5	23	79,9	76,6	22,4	29,8	69,2	67	89,8	86,4
<b>Vůně</b>	41	42,1	71	70,6	34	32,7	63,5	57,9	74,1	73,2
<b>Konzistence</b>	45,7	18,8	67,1	63,3	36,7	42,6	57,7	50,6	73,6	65,5
<b>Viskozita</b>	53,7	30,3	62,3	74,1	45,9	49,9	63,1	62,4	31,7	29,6
<b>Chuť</b>	51,7	47,9	46,8	49,3	13,4	31	43,8	53,3	71,2	75,2
<b>Kozí chuť</b>	23,4	24,5	34,7	27,5	21,5	21,8	50,1	37	71,7	46,4
<b>Pachutě</b>	34,1	43,5	41,8	44,7	67,7	63,9	38,2	32,1	25,5	22,6
<b>Celkové hodnocení</b>	46,7	39,2	49,9	51,6	21,8	28,8	58,2	58,1	80,6	71,7

### Srovnání sensorického hodnocení kozích jogurtů s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen (jogurt 1a) a Laktoflora (jogurt 1b) s ostatními kozími jogurty

**Graf 1:** Sensorické vyhodnocení kozího jogurtu s 5 % mandlové mouky a kulturou CHR Hansen (1a)



**Graf 2:** Kozí jogurt s 5 % mandlové mouky a kulturou Laktoflora (1b)

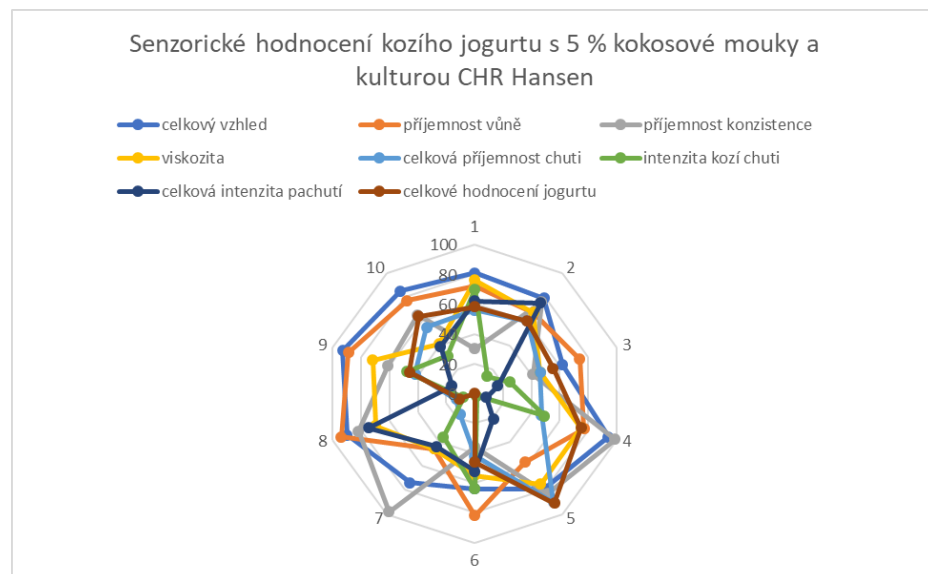


Na grafu 1 a 2 jsou uvedeny výsledky senzoričného hodnocení jogurtů s mandlovou moukou. U kozího jogurtu s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen byla pozitivně hodnocena viskozita (53,7 %), konzistence (45,7 %) a celkové hodnocení jogurtu (46,7 %), zároveň i kozí chuť (23,4 %), která nebyla nijak výrazná, přičemž byl potvrzen statistický rozdíl v intenzitě kozí chuti daného vzorku s čistým jogurtem se stejnou kulturou ( $p = 0,005402$ ).

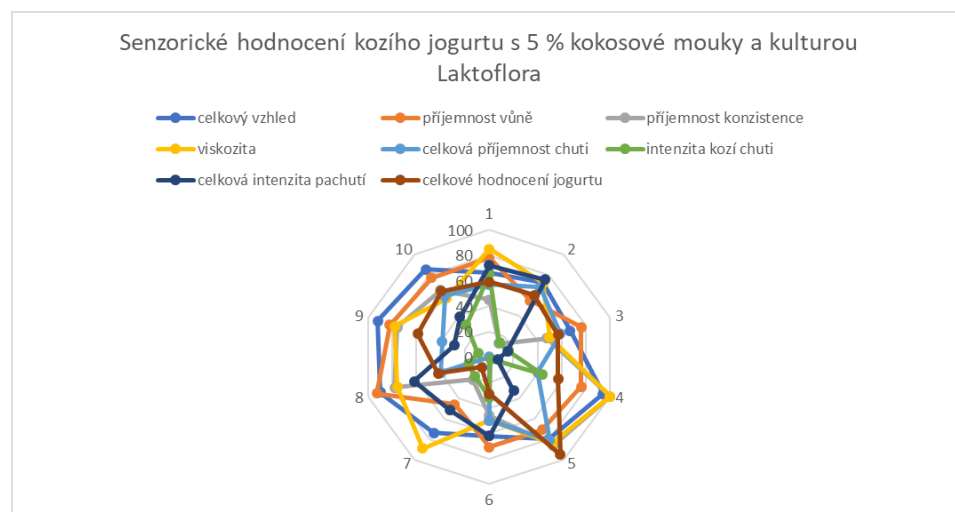
U kultury Laktoflora byly naopak viskozita (30,3 %) a konzistence (18,8 %) hodnoceny negativně. Statisticky významný rozdíl byl potvrzen z hlediska příjemnosti konzistence mezi vzorky 1b a 2a ( $p = 0,009005$ ), 1b a 2b ( $p = 0,020998$ ), 1b a 5a ( $p = 0,000793$ ) a 1b a 5b ( $p = 0,018160$ ), statisticky významné rozdíly byly potvrzeny díky nižší hodnotě „p“, na základě vzájemného porovnání s hodnotou hladiny významnosti  $\alpha (= 0,05)$ . V rámci viskozity byly také potvrzeny rozdíly mezi vzorky 1b a 2a ( $p = 0,003025$ ), 1b a 2b ( $p = 0,000165$ ), 1b a 4a ( $p = 0,002134$ ) a 1b a 4b ( $p = 0,002896$ ). Ovšem kladně byla hodnocena u jogurtu 1b celková příjemnost chuti (47,9 %) a intenzita kozí chuti (24,5 %), kde byl potvrzen statistický rozdíl se vzorkem čistého jogurtu s kulturou CHR Hansen ( $p = 0,007152$ ). Nicméně statistický rozdíl nebyl prokázán mezi danými vzorky a ostatními jogurty z hlediska příjemnosti vůně a intenzity pachutí.

## Srovnání sensorického hodnocení kozích jogurtů s kokosovou moukou a kulturou CHR Hansen (jogurt 2a) a Laktoflora (jogurt 2b) s ostatními kozími jogurty

**Graf 3:** Kozí jogurt s kokosovou moukou a kulturou CHR Hansen (2a)



**Graf 4:** Kozí jogurt s kokosovou moukou a kulturou Laktoflora (2b)

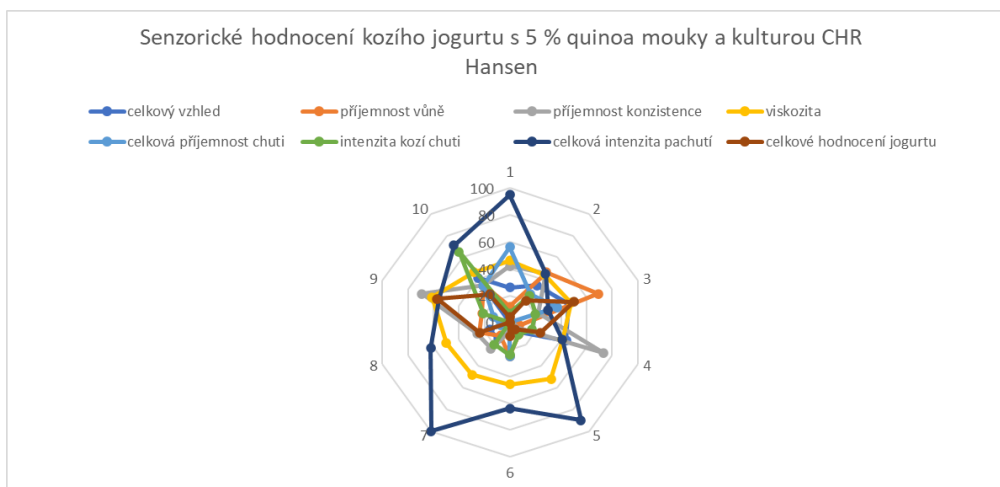


Grafy 3 a 4 znázorňují sensorické hodnocení jogurtů s kokosovou moukou a odlišnými kulturami. Při použití kultury CHR Hansen a Laktoflora, vyplynulo, že jogurty byly hodnoceny kladně z hlediska celkového vzhledu (2a-79,9 %, 2b-76,6 %), vůně (2a-71 %, 2b-70,6 %), konzistence (2a-67,1 %, 2b-63,3 %) a viskozity (2a-62,3 %, 2b-74,1 %), ačkoliv o něco lepší hodnocení viskozity (74,1 %) bylo u jogurtů s kulturou Laktoflora. Jogurty s Laktoflorou byly lépe hodnoceny z hlediska celkové příjemnosti chuti (49,3 % vůči 46,8 % u CHR Hansen) a nižší intenzity kozí chuti (27,5 % vůči 34,7 % u CHR Hansen). Statisticky významný rozdíl byl prokázán z hlediska konzistence mezi vzorky 2a a 1b ( $p = 0,009005$ ) a 2b a 1b ( $p = 0,020998$ )

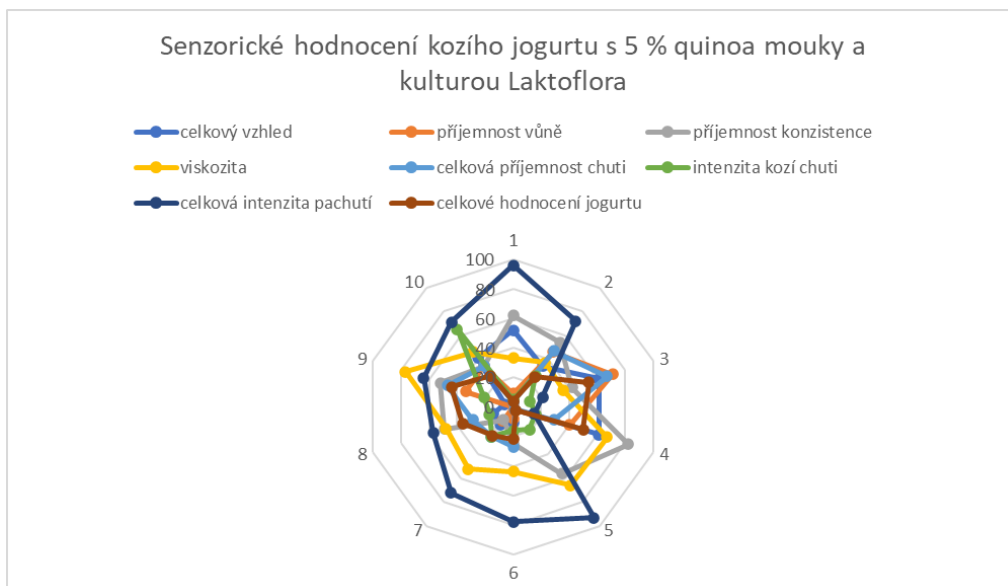
a z hlediska viskozity mezi vzorky 2a a 1b ( $p = 0,003025$ ), 2a a 5a ( $p = 0,005533$ ), 2a a 5b ( $p = 0,002228$ ) a mezi vzorky 2b a 1b ( $p = 0,000165$ ), 2b a 3a ( $p = 0,015058$ ), 2b a 5a ( $p = 0,000171$ ) a 2b a 5b ( $p = 0,000163$ ). V dotaznících byly jogurty s kokosovou moukou slovním popisem označeny jako velmi viskózní. Kozí chuť byla v obou případech poměrně nízká, stejně jako u ostatních jogurtů s přidavkem aditiv, statistický rozdíl byl prokázán mezi jogurtem 2b a 5a ( $p = 0,012742$ ).

### Srovnání sensorické analýzy kozích jogurtů s quinoa moukou a kulturou CHR Hansen (jogurt 3a) a Laktoflora (jogurt 3b) s ostatními kozími jogurty

**Graf 5:** Kozí jogurt s quinoa moukou a kulturou CHR Hansen (3a)



**Graf 6:** Kozí jogurt s quinoa moukou a kulturou Laktoflora (3b)

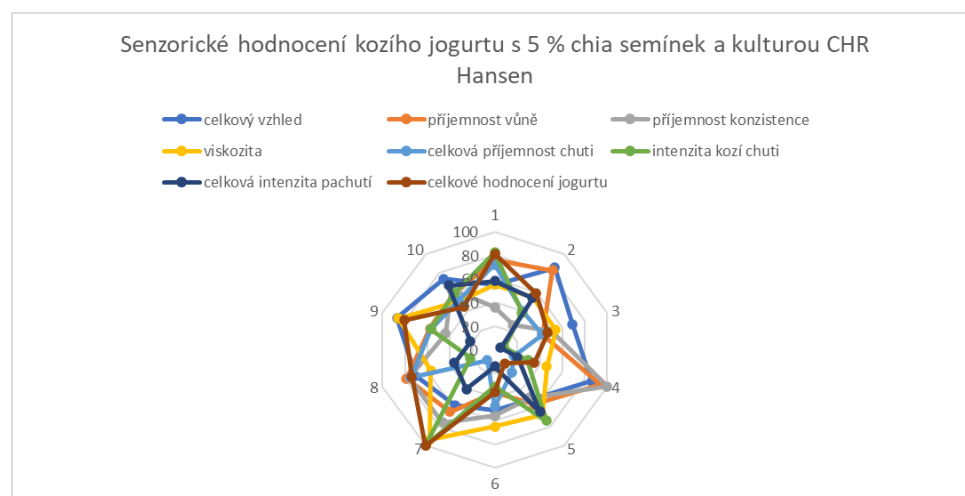


Grafy 5 a 6 zobrazují sensorické hodnocení jogurtů s quinoa moukou a rozdílnými kulturami. Z grafu 5 a 6 je zřejmé, že viskozita byla o něco lépe hodnocena u jogurtů s kulturou Laktoflora (49,9 % vůči 45,9 % u CHR Hansen), statistický rozdíl ve viskozitě byl prokázán jen

mezi vzorky 3a a 2b ( $p = 0,015058$ ). Konzistence byla také lépe hodnocena v případě kultury Laktoflora (42,6 % oproti 36,7 % u CHR Hansen), ovšem při srovnání s ostatními jogurty nebyl prokázán významný rozdíl. Negativně byla hodnocena v obou případech intenzita pachutí, přičemž je znatelnější u kultury CHR Hansen (67,7 %). Při statistickém vyhodnocení byl prokázán rozdíl mezi vzorky 3a a 5a ( $p = 0,035013$ ) a 3a a 5b ( $p = 0,010481$ ) a 3b a 5b ( $p = 0,023902$ ), z čehož vyplynulo, že intenzita pachutí byla u těchto jogurtů znatelnější než v případě čistého kozího jogurtu. Také při volném slovním hodnocení byla u jogurtu s quinoa moukou hodnotiteli označena výrazná pachut' mouky. V obou případech je také celkové hodnocení jogurtu podprůměrné, což bylo také statisticky potvrzeno mezi vzorky 3a a 5a ( $p = 0,000054$ ) a 3a a 5b ( $p = 0,001282$ ) a také mezi 3b a 5a ( $p = 0,000384$ ) a 3b a 5b ( $p = 0,007042$ ). Jogurty z kozího mléka s quinoa moukou a oběma kulturami byly celkově hodnoceny nejhůř.

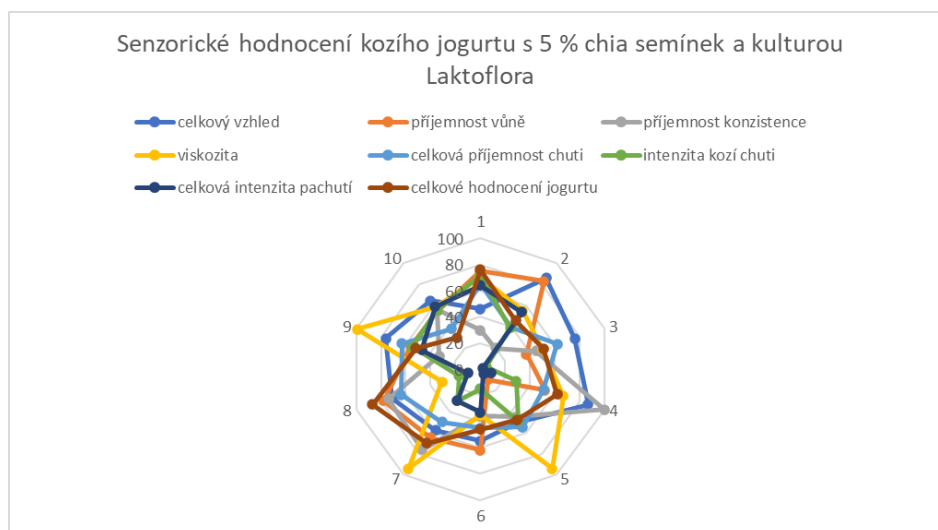
### Srovnání sensorické analýzy kozího jogurtu s chia semínky a kulturou CHR Hansen (jogurt 4a) a Laktoflora (jogurt 4b) s ostatními kozími jogurty

**Graf 7:** Kozí jogurt s chia semínky a kulturou CHR Hansen (4a)





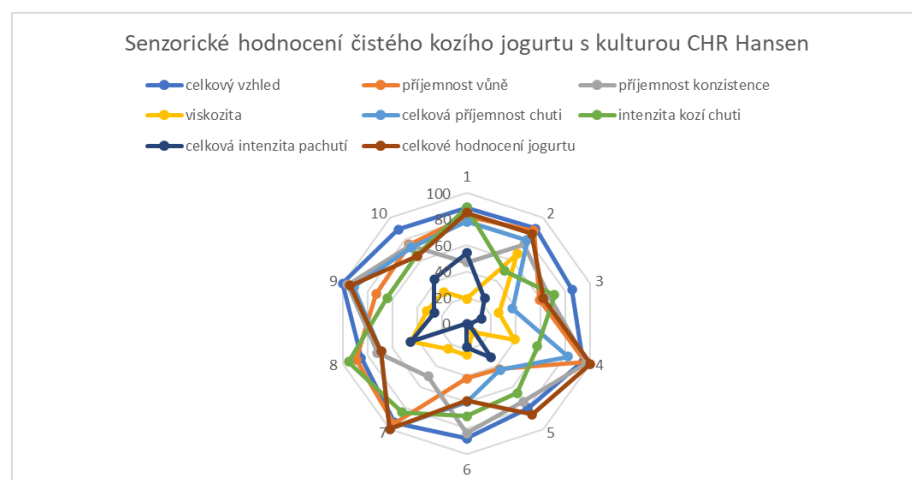
**Graf 8:** Kozí jogurt s chia semínky a kulturou Laktoflora (4b)



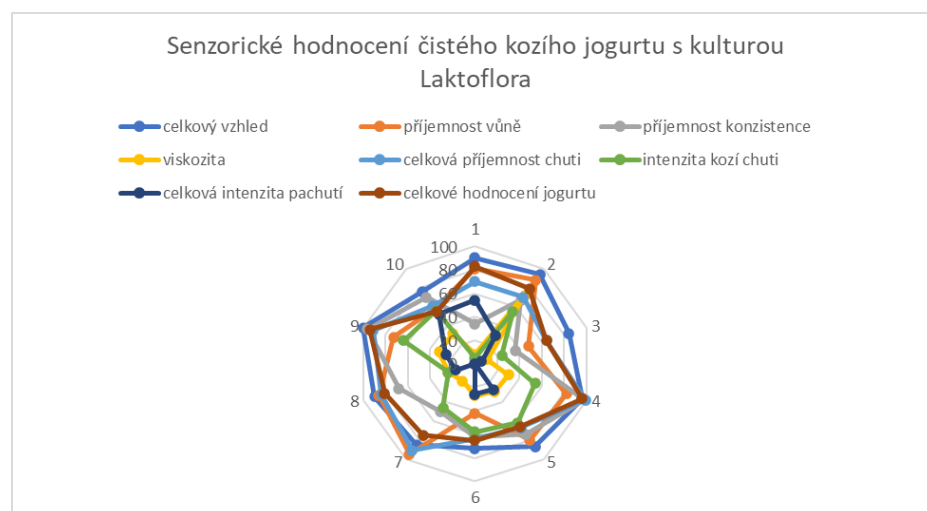
Grafy 7 a 8 ukazují senzorické hodnocení jogurtů s chia semínky a různými kulturami. Při srovnání je zřejmé v obou případech kladné hodnocení viskozity, ačkoliv o něco lépe byla hodnocena viskozita u kultury CHR Hansen (63,1 %), než u Laktoflory (62,4 %) statisticky byl potvrzen rozdíl viskozity mezi vzorky 4a a 1b ( $p = 0,002134$ ), 4a a 5a ( $p = 0,003922$ ), 4a a 5b ( $p = 0,001579$ ) a také mezi vzorky 4b a 1b ( $p = 0,002896$ ), 4b a 5a ( $p = 0,005301$ ), 4b a 5b ( $p = 0,002134$ ). Mezi jogurty s chia semínky byla lépe hodnocena konzistence (57,7 %) u jogurtů s kulturou CHR Hansen oproti Laktofloře (50,6 %), srovnáním s ostatními jogurty však nebyl zjištěn statistický rozdíl v konzistenci. Nicméně mezi jogurty s chia semínky byla negativně hodnocena intenzita kozí chuti, která byla znatelnější (50,1 %) při použití kultury CHR Hansen oproti Laktofloře (37 %). Ačkoliv při srovnání s ostatními jogurty nebyl v intenzitě kozí chuti zaznamenán statisticky významný rozdíl. V příjemnosti chuti byl prokázán rozdíl mezi jogurty 4a a 3a ( $p = 0,027037$ ) a 4a a 5b ( $p = 0,019229$ ), dále mezi vzorky 4b a 3a ( $p = 0,000814$ ). Celkově však jogurty s chia semínky byly slovním popisem hodnoceny jako chuťově velmi příjemné.

## Srovnání sensorické analýzy čistého koziho jogurtu s kulturou CHR Hansen (jogurt 5a) a Laktoflora (jogurt 5b) s ostatními kozími jogurty

**Graf 9:** Kozí jogurt čistý s kulturou CHR Hansen (5a)



**Graf 10:** Kozí jogurt čistý s kulturou Laktoflora (5b)



Výsledky hodnocení kozích jogurtů čistých jsou zobrazeny na grafu 9 a 10, jogurty byly hodnoceny z hlediska celkového vzhledu (89,8 % u CHR Hansen, 86,4 % Laktoflora) a celkového hodnocení (80,6 % CHR Hansen, 71,7 % Laktoflora) nejlépe ze všech jogurtů, například při srovnání s celkovým hodnocením jogurtu s quinoa moukou a kulturou CHR Hansen (21,8 %). Statisticky byly potvrzeny rozdíly z celkového hodnocení mezi vzorky 5a a 1b ( $p = 0,014352$ ), 5a a 3a ( $p = 0,000054$ ), 5a a 3b ( $p = 0,000384$ ), dále mezi vzorky 5b a 3a ( $p = 0,001282$ ) a 5b a 3b ( $p = 0,007042$ ). Naopak, jak se očekávalo viskozita a intenzita kozi chuti byly hodnoceny negativně. Viskozita byla u obou jogurtů hodnocena jako řidší (31,7 % CHR Hansen, 29,6 % Laktoflora) oproti jogurtu s kokosovou moukou a kulturou Laktoflora (74,1 %) a intenzita kozi chuti byla znatelnější (71,7 %) u čistého jogurtu s CHR Hansen při srovnání s

jogurtem s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen (23,4 %). Statisticky byl také potvrzen rozdíl v intenzitě kozí chuti mezi vzorky čistých jogurtů a jogurtů s přísady aditiv, tedy mezi 5a a 1a ( $p = 0,005402$ ), 5a a 1b ( $p = 0,007152$ ), 5a a 2b ( $p = 0,012742$ ), 5a a 3a ( $p = 0,001468$ ) a 5a a 3b ( $p = 0,001443$ ). Mezi jogurty byl také statistický rozdíl ve viskozitě, a to mezi vzorky 5a a 2a ( $p = 0,005533$ ), 5a a 2b ( $p = 0,000171$ ), 5a a 4a ( $p = 0,003922$ ), 5a a 4b ( $p = 0,005301$ ) a mezi vzorky 5b a 2a ( $p = 0,002228$ ), 5b a 4a ( $p = 0,001579$ ) a 5b a 4b ( $p = 0,002134$ ), přičemž nejvýznamnější rozdíl byl mezi vzorky 5b a 2b ( $p = 0,000163$ ).

### Statistické vyhodnocení závislosti mezi deskriptory

Následně byla provedena statistická závislost mezi jednotlivými deskriptory.

**Tabulka 11:** Korelace mezi jednotlivými deskriptory

Proměnná	p = -1 -0,80 -0,60 -0,40 -0,20 0 0,20 0,40 0,60 0,80 1								
	celkový vzhled	příjemnost vůně	příjemnost konzistence	viskozita	celková příjemnost chuti	intenzita kozí chuti	celková intenzita pachutí	celkové hodnocení jogurtu	
celkový vzhled	1,000000	0,673735	0,576883	0,068106	0,478075	0,396714	-0,429438	0,545662	
příjemnost vůně	0,673735	1,000000	0,449120	0,010397	0,526992	0,293058	-0,433750	0,609852	
příjemnost konzistence	0,576883	0,449120	1,000000	0,251756	0,191801	0,228181	-0,320309	0,426425	
viskozita	0,068106	0,010397	0,251756	1,000000	-0,171146	0,000008	0,127998	-0,019467	
celková příjemnost chuti	0,478075	0,526992	0,191801	-0,171146	1,000000	0,230425	-0,572297	0,760462	
intenzita kozí chuti	0,396714	0,293058	0,228181	0,000008	0,230425	1,000000	-0,057500	0,363903	
celková intenzita pachutí	-0,429438	-0,433750	-0,320309	0,127998	-0,572297	-0,057500	1,000000	-0,579008	
celkové hodnocení jogurtu	0,545662	0,609852	0,426425	-0,019467	0,760462	0,363903	-0,579008	1,000000	

Z tabulky 11 uvádějící korelaci mezi deskriptory je patrná středně silná závislost, tedy všechny hodnoty vyšší než 0,4 ( $|r_{xy}| > 0,4$ ) mezi jednotlivými deskriptory, přičemž nejvyšší korelační závislost je mezi deskriptory celkové hodnocení jogurtu a celková příjemnost chuti ( $r_{xy} = 0,76$ ), dále mezi deskriptory příjemnost vůně a celkový vzhled ( $r_{xy} = 0,67$ ) a také mezi deskriptory celkové hodnocení jogurtu a příjemnost vůně ( $r_{xy} = 0,61$ ).

## 6 Diskuze

Viskozita jogurtu závisí na typu mléka, kdy je vyšší u mléka s celkově vysokým obsahem sušiny a bílkovin (Jumah et al. 2001). Vznikají stále nové přístupy k dosažení změny struktury mléčných výrobků, jako použití nových stabilizátorů (Lucey 2004), což bylo i cílem diplomové práce, tedy zjištění vlivu vhodných aditiv na rheologické a sensorické vlastnosti mléčných výrobků, konkrétně **jogurtů**. Jak již bylo zmíněno v teoretické části, tak se kozí mléko liší od kravského menším obsahem  $\alpha_s$  kaseinu, jenž ovlivňuje tvorbu téměř polotekutého kolagua (Seelee et al. 2009). Jak uvedli Mituniewicz-Małek et al. (2011), tak fermentované mléčné výrobky se vyznačují měkkou konzistencí, kterou je možné zlepšit výběrem vhodných startovacích kultur. Stejně tak došli k závěru, že jogurty z kozího mléka vyrobené s rozdílnou kulturou se lišily v průběhu skladování svým vzhledem, konzistencí, chutí a hodnotou pH a titrační kyselosti. Zvýšení obsahu sušiny je důležitým krokem, který zvyšuje funkční a nutriční vlastnosti a zabraňuje vadám textury, jako je špatná pevnost gelu a synereze (Bruzantin et al. 2016). Dle studie Danków et al. (2000) je viskozita jogurtu z kozího mléka závislá na složení startovací kultury. Ve studii Bonczara et al. (2002) jsou rozdíly ve viskozitě u fermentovaných mléčných výrobků způsobeny rozdílnou schopností jednotlivých druhů bakterií vytvářet sliz, přičemž s jejich větším podílem bude viskozita větší.

### 6.1 Viskozita

Cílem diplomové práce bylo především zjistit, jaký druh vhodných aditiv a kultury bude mít za následek zvýšení jednak viskozity, ale i sensorické přijatelnosti jogurtů z kozího mléka. Viskozita u kozího jogurtu byla zjištěna ve studii Doan (2019) 1,83 Pas. Například kysané kozí mléko s použitím různých bakteriálních kmenů *Bifidobacterium* mělo různé hodnoty viskozity od 0,309 mPas až po 0,990 mPas (Mituniewicz-Małek et al. 2017). I v našem případě byly zjištěny odlišné hodnoty stejně vyrobených kozích jogurtů se stejnými aditivami, avšak odlišnými kulturami. Rozdílné hodnoty byly například u jogurtu s mandlovou moukou a kulturou CHR Hansen 8,088 Pas a kulturou Laktoflora 4,749 Pas. Park (2007) uvedl pro kozí mléko hodnotu viskozity 2,12 mPas. Ve studii Küçükçetin et al. (2012) byla naměřena viskozita kozího jogurtu první den skladování 0,79 Pas. V dané práci byly zjištěny hodnoty čistého kozího jogurtu s kulturou CHR Hansen 2,289 Pas a 1,700 Pas u kultury Laktoflora.

## 6.2 Hustota

Hustota koziho mléka se pohybuje mezi 1,029-1,039 g/cm<sup>3</sup>, je tedy velice podobná mléku kravskému (Park 2007). Hustota koziho jogurtu s 5 % kokosové mouky byla 1,041 g/cm<sup>3</sup>, v porovnání například s hustotou jogurtu z kokosového mléka, která byla 1,034 (Sanful 2009). Hodnota hustoty u míchaného jogurtu byla v rozmezí 1,042-1,071 g/cm<sup>3</sup> ve studii Afonso et al. (2003). V dané práci se hustota všech jogurtů s oběma kulturami pohybovala mezi 1,031-1,043 g/cm<sup>3</sup>.

## 6.3 Senzorická analýza

Důležité aspekty pro přijatelnost jogurtu spotřebiteli tvoří uvolňování syrovátky a viskozita (Soomro et al. 2016). Během daného sensorického hodnocení byl hodnocen vzhled, vůně, chuť, konzistence a viskozita. Viskozita je při sensorickém hodnocení definována jako určitá rychlost, během níž se vzorek v ústech rozpadá, přičemž, čím rychleji se rozpadá, tím je viskozita nižší (Bruzantin et al. 2016). Pro sensorické hodnocení byla důležitá i chuť, kdy chuť kysaného mléka ovlivňují vlastnosti bakteriálních kmenů (Mituniewicz-Małek et al. 2017). Při sensorickém hodnocení v dané práci byly posuzovány vzorky koziho jogurtu s 5 % aditiv a různými kulturami. Sensorická analýza prokázala vyšší přijatelnost kozích jogurtů s chia semínky, u nichž byla pozitivně hodnocena i viskozita, na druhou stranu nejhůř byly hodnoceny jogurty s quinoa moukou. Překvapivé ovšem bylo pozitivní přijetí čistých kozích jogurtů z hlediska celkového hodnocení.

## 6.4 Titrační kyselost

Kyselost a pH zastávají nezbytnou roli při fermentaci laktózy, trvanlivosti a také sensorické přijatelnosti jogurtů (Kavas et al. 2003). Jak vyplynulo z výsledků, byla titrační kyselost u jogurtů s přídavkem 5 % aditiv a oběma kulturami v rozmezí 24-49,71 °SH. Hodnoty titrační kyselosti čistých kozích jogurtů bez aditiv byly 28,45-31,42 °SH, což odpovídá studii Kavas et al. (2003), kde byla naměřená titrační kyselost v rozmezí hodnot 25-49 ° SH. Jak vyplynulo také z výsledků, tak hodnoty °SH u kozích jogurtů s aditivou a různými kulturami byly rozdílné. Opět tak byly potvrzeny rozdíly mezi stejnými jogurty a různými kulturami, jenž rozkládají laktózu na kyselinu mléčnou také odlišně, jak uvádí Bruzantin et al. (2016).

Ve studii Mituniewicz-Małek et al. (2017) se titrační kyselost pohybovala u kysaného koziho mléka s různými druhy *Bifidobacterium* v rozmezí hodnot 31,07-44,67 °SH. V našem případě byly hodnoty jogurtů s kulturami CHR Hansen a Laktoflora 24-49,71 °SH. Kozí jogurty

s přísávkami aditiv celkově prokázaly rozdílnou titrační kyselost než kozí jogurty bez přísávků aditiv a zároveň byla prokázána rozdílná titrační kyselost v rámci odlišných kultur, přičemž u kultury Laktoflora byla potvrzena vyšší titrační kyselost s výjimkou quinoa mouky.

## 6.5 Aktivní kyselost

Hodnoty pH všech jogurtů v diplomové práci byly v rozmezí 3,42-3,88. Ve studii Bano et al. (2011) byla naměřena hodnota pH kozího jogurtu 4,51. Měření v dané práci u čistého kozího jogurtu s kulturou CHR Hansen bylo 3,81. O něco vyšší hodnotu pH kozího jogurtu, a sice 4,7 uvedla studie Bezerra et al. (2012). Dále ve studii Necidová et al. (2011) byla uvedena hodnota pH kozího jogurtu v rozmezí 3,80-4,61. Naopak vyšší hodnoty pH, tedy 5,71 u kozího jogurtu byly naměřeny ve studii Eissa et al. (2010). Vzorky kozího jogurtu mohou být kyselější, z důvodu rychlejší tvorby kyseliny mléčné (Feldhofe et al. 1994).

Přísávkou sušeného mléka došlo ve studii Božanić et al. (1998) ke zvýšení titrační kyselosti a mírnému zvýšení pH. Pokud jde o pH kozího jogurtu bez přísávků aditiv, jenž bylo sledováno ve studii Bruzantin et al. (2016) bylo v rozmezí 4,15-4,50, což bylo v souladu se studií Kavas et al. (2003). V našem případě však přísávkem aditiv došlo ke snížení pH jogurtů s výjimkou jogurtů s kokosovou moukou a kulturou CHR Hansen, kde lze pozorovat zvýšení pH.

## 6.6 Kozí jogurty s přísávkami aditiv

Kvůli nízkému obsahu sušiny kozího mléka je nezbytné pro dosažení přijatelné textury zvýšit obsah sušiny (Kazmierski et al. 2003). Jogurty z kozího mléka jsou totiž nejnáchylnější k synerezi (Domagala 2009). Látky upravující texturu, jimiž jsou emulgátory, stabilizátory a zahušřovadla jsou využívány v potravinářském průmyslu pro změnu textury a sensorických vlastností (Saha & Bhattacharya 2010). Zahušřovadla zvyšují viskozitu, aniž by došlo k jiným změnám vlastností potravin, využívají se například u mražených dezertů, džemů a **mléčných výrobků**. Mezi aditiva patří potravinářské hydrokoloidy, jenž upravují strukturní vlastnosti, většina hydrokoloidů využívaných v mlékárenském průmyslu se získává z mořských řas nebo buněk rostlin (Faustino et al. 2019).

### **6.6.1 Mandlová a kokosová mouka**

Mouka se využívá jako přírodní stabilizátor, který zvyšuje a také udržuje požadované vlastnosti jogurtu, jimiž jsou viskozita a textura. Mouky, získané z obilovin či zeleniny jsou zdrojem prebiotik a mají funkci cenné alternativy pro zlepšení jednak nutriční hodnoty a také funkční kvality potravin (O Santos et al. 2017), používají se při výrobě jogurtů, mlék a kefirů (Boudjou et al. 2014).

Ze studie Nakthong 2012 vyplynulo, že přidání mouky, ať už kukuřičné, rýžové či sojové zabránilo oddělování syrovátky a zlepšilo texturu. Tedy přídatek mouky zlepšil mikrostrukturu kozího jogurtu tím, že byl hustší, pevnější a viskóznější (Nakthong 2012).

Například použití mandlové mouky a ovesné mouky v poměru 1:1 pro výrobu sortimentu nápojů z kozího mléka je z organoleptického hlediska vhodné, jak uvádí studie Antsyperova et al. (2020). Přidání mandlové mouky bylo použito v kozím jogurtu ve studii Mazzaglia et al. (2020), ve které výsledky ovšem neprokázaly zlepšení chuti kozího jogurtu.

V jiné studii, Salama et al. (2019) byla použita kokosová mouka v poměrech 2 %, 4 % a 6 % při výrobě bio jogurtového nápoje z buvolího mléka. Z hlediska rheologických vlastností byly vyšší hodnoty zdánlivé viskozity při použití 6 % mouky. Pokud jde o sensorickou analýzu, tak se ukázalo, že celková přijatelnost se zvýšila s vyšším přídatkem kokosové mouky, v našem případě se prokázalo zvýšení viskozity a sensorické přijatelnosti u jogurtu s kokosovou moukou a kulturou *Laktoflora*.

### **6.6.2 Quinoa mouka**

Použitím quinoa mouky při výrobě jogurtů došlo k ovlivnění rheologických vlastností a mikrostruktury jogurtů (Codinã et al. 2016). Přidáním quinoa mouky do kravského jogurtu se zabývala studie Curti et al. (2017), výsledkem bylo zvýšení viskozity a nutriční hodnoty jogurtu. Z hlediska sensorického hodnocení jogurtů s quinoa moukou, které byly podávány při teplotě 5 °C, bylo zjištěno, že s větším obsahem quinoa mouky klesala přijatelnost hodnotiteli (Curti et al. 2017), v dané práci byly jogurty s quinoa moukou také hodnoceny méně přijatelně. Stejně jako ve studii Mera et al. (2019) zkoumali vliv přídatku quinoa mouky v poměru 1 %, 3 % a 5 % do fermentovaného mléka na fyzikálně-chemické a organoleptické vlastnosti mléka. V případě sensorického hodnocení byly zjištěny stejné výsledky jako v předchozí studii. Docházelo také k větší synerezi, a to především u jogurtů s vyššími přídatky quinoa mouky, tedy s 3 g a 5 g na 100 ml a pH bylo naměřeno v rozmezí 4,6-4,7.

Nicméně využitím mouky z různých pseudoobilovin se ukázalo jako velmi výhodné pro jejich schopnost vyrobit bohatou škálu produktů s různými technologickými, senzoryckými a funkčními vlastnostmi (O Santos et al. 2017). V případě použití quinoa mouky při výrobě jogurtů dojde ke změně rheologických vlastností a mikrostruktury jogurtů. Škrob obsažený v quinoe má výborné technologické vlastnosti, zvyšuje viskozitu a má schopnost vázat vodu (Lorenz 1990). V dané práci také došlo ke zvýšení viskozity u jogurtů při přidavku quinoa mouky. Určité druhy mouk prokázaly probiotický účinek na počty probiotických bakterií, jako *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* a *Streptococcus*. Mezi mouky mající tento účinek patří sojová mouka, ananasová či hrachová mouka (O Santos et al. 2017).

Ve studii Codinã et al. (2016) došlo ke zvýšení zdánlivé viskozity u vzorků jogurtů, to mohlo být způsobeno spojením mezi quinoa moukou a vodou, což může vést k prodloužení stability jogurtů. U všech vzorků jogurtů s quinoa moukou šlo tedy o neneutonskou pseudoplastickou kapalinu (Yang et al. 2012), ke stejnému závěru se došlo i v dané práci.

Závěrem je tak možné říct, že přidavek quinoa mouky měl vliv nejen na titrační kyselost, ale také na rheologické vlastnosti, což odpovídalo i výsledkům této práce. Studie Casarotti et al. (2014) se zabývala přidavky quinoa mouky v koncentracích 1 g, 2 g nebo 3 g na 100 g mléka a jejich vliv na fermentaci a probiotickou aktivitu v průběhu 28 dní. Bylo zjištěno, že ani 3 % mouky neovlivnilo fermentaci či probiotickou aktivitu. Lorusso et al. (2018) použili quinoa mouku od 20 % do 50 % pro výrobu jogurtového nápoje. Senzorické hodnocení nápojů ukázalo dobré texturní, ale i organoleptické vlastnosti. Vliv přidání quinoa mouky v poměru 1 %, 3 % a 5 % na mikrobiologickou kvalitu jogurtu byl sledován ve studii Pytel et al. (2018). Výsledkem bylo, že přidání 1 % či 3 % quinoa mouky mělo vliv na zvýšený počet bakterií mléčného kvašení, ovšem přidavek 5 % již způsobil pokles bakterií mléčného kvašení. Další studie se zabývala hodnocením kozího mléka doplněného quinoa extraktem v koncentraci 5, 10 a 15 g/100 g mléka. Výsledkem bylo zlepšení smyslových vlastností mléka s quinoa extraktem a došlo i ke zvýšení viskozity (El-Shafei et al. 2019). Jak vyplynulo ze studie Curti et al. (2017), tak jogurty doplněné quinoa moukou v poměru 1 g/100 g výrobku byly senzorycky přijatelnější než vyšší dávky mouky. Tento fakt může být vysvětlen nedokonalou znalostí chuti quinoa mouky hodnotiteli. Ve stejné studii bylo také zjištěno, že titrační kyselost se zvyšovala s větším množstvím quinoa mouky. Zároveň došli k závěru, že přidavek quinoa mouky může způsobit snížení trvanlivosti.



### 6.6.3 Chia semínka

Chia semínka mohou být potenciální alternativní surovinou v mlékárenském průmyslu. Ve studii Faid (2017) byl jogurt z kravského mléka obohacen chia moukou v poměru 4 %, 8 %, 12 % a 16 %, výsledkem byla vyšší titrační kyselost a nižší hodnoty pH, pokud šlo o sensorické vlastnosti, tak byly pozitivně hodnoceny jogurty s 12 % chia mouky. Vzhledem ke schopnosti chia semínek při namočení ve vodě vytvářet gel, se mohou používat v potravinářském průmyslu na zlepšení struktury (Muñoz et al. 2012). Chia, přidaná do jogurtových výrobků měla za následek snížení pH a zvýšení titrační kyselosti (Darwish et al. 2018). V našem případě ovšem přídavek 5 % chia semínek do kozího jogurtu znamenal snížení titrační kyselosti a pH. Ze studie Darwish et al. (2018) vyplynulo, že aplikace chia gelu u nízkotučných jogurtů s 1 % nebo 2 % tuku v koncentraci 1 %, 1,5 % a 2 % chia semínek mělo pozitivní výsledky, namísto jejich přidání k jogurtům s vyšším obsahem tuku, kde způsobila zhoršení chuti a textury. Dále například ve studii Attalla & El-Hussieny (2017) byla chia semínka přidávána v koncentraci 1 %, 2 % a 3 % do jogurtové pěny z buvolího mléka, kde došlo k poklesu pH. Přídavek chia semínek do jogurtové pěny v koncentraci 3 % vedl ke zvýšení viskozity, což mohlo být způsobeno vlastnostmi chia gelu, jenž umožnil jogurtové pění mít stabilní strukturu. Průkazné zvýšení viskozity bylo potvrzeno i v dané práci.

Při koncentraci chia semínek 3 % bylo pH jogurtové pěny 4,69. Díky zvýšení obsahu chia semínek došlo ke zvýšení obsahu sušiny (Attalla & El-Hussieny 2017). Studie Kwon et al. (2019) ukázala, že využití chia semínek jako zahušťovadla v potravinách má velký potenciál. Chia semínka tak působí jako gel a zahušťovadlo (Suri et al. 2016). Ve studii Demjanenko et al. (2019) byl zkoumán vliv mouky z chia semínek v poměru 5 % a 10 % na fermentované mléčné výrobky z kravského mléka. Chia mouka měla vliv na snížení synereze u jogurtů s přídavkem 10 %. Z výsledků vyplynulo, že vyšší přídavek chia mouky znamenal zvýšení hustoty a dynamické viskozity jogurtů. Z rheologického hlediska se u vzorků jednalo o newtonské pseudoplastické kapaliny, u nichž dynamická viskozita závisela na množství přidané mouky, tedy přídavek 10 % chia mouky měl nejvyšší hodnoty. Celkově se tedy při vyšším přídavku mouky zvýšila dynamická viskozita, hustota a konzistence (Demjanenko et al. 2019). V další studii, Derewiaka et al. (2019) zkoumali vliv přídavku 2 % oleje ze semen chia na vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků z kravského mléka. Co se týče smyslových vlastností, tak v den výroby jogurtu byly hodnoceny jako průměrné, pokud šlo o lesk, uniformitu strukturu, sladkost a podprůměrné pro výraznou chuť, vůni, barvu a texturu. Hodnota pH byla 4,10 první den výroby jogurtu.

V další studii byla použita chia semínka a brusinky v poměru 1,4 % chia a 5,6 % brusinek a 1,4 % chia a 7,6 % brusinek v jogurtu a sledovala se životaschopnost bakterií mléčného kvašení. Výsledky ukázaly u jogurtů s 1,4 % chia a 7,6 % brusinek zlepšení stability bakterií mléčného kvašení (Pop et al. 2015). Ve studii Pytel et al. (2018) zkoumali přidání chia mouky na mikrobiální kvalitu, v níž došli k závěru, že přídavek chia mouky zvýšil množství bakterií mléčného kvašení.

Kromě fermentovaných mléčných výrobků byla chia semínka, konkrétně gel z chia semínek použit i v mraženém dezertu z kozího mléka (Chaves et al. 2018). V našem případě znamenaly přídavky chia semínka v poměru 5 % výrazné zlepšení sensorického hodnocení kozího jogurtu, zvýšení viskozity, snížení titrační kyselosti a pH.

## 7 Závěr

Diplomová práce se zabývala rheologickými vlastnostmi fermentovaných výrobků z kozího mléka. Teoretická část obsahuje popis jogurtů, včetně jejich výroby a fyzikálně-chemických vlastností. Praktická část byla zaměřena na výrobu jogurtů z kozího mléka s přísadami aditiv pro zvýšení viskozity, se zároveň přijatelnými senzoryckými vlastnostmi spolu se stanovením titrační kyselosti, pH a hustoty.

Jak bylo popsáno výše v kapitolách, tak složení a kvalita mléka přímo souvisí s texturou a rheologií finálního produktu (Delgado et al. 2017). Rheologické vlastnosti mají úzkou spojitost s konečnou strukturou a přijetím finálních produktů spotřebiteli (Kaminarides et al. 2007), proto bylo cílem práce zaměřit se na zlepšení viskozity.

Snížená viskozita a zvýšená synereze je totiž považována za primární vadu jogurtů, neboť ovlivňuje přijetí spotřebitelem (Gauche et al. 2009).

Jak bylo uvedeno Delgado et al. (2017), tak je zpracování kozího mléka na mléčné výrobky obtížnější, a to především kvůli jeho složení, nižší senzorycké přijatelnosti a nízké viskozitě.

Práce byla zaměřená na použití dvou odlišných kultur při výrobě jogurtů, z důvodu, který uvedl Zhang et al. (2018), že typ startovací kultury ovlivňuje strukturu produktu, což bylo potvrzeno i danou prací. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky jogurtů byly potvrzeny díky odlišným kulturám, jak při titrační kyselosti, pH, viskozitě i senzorycké analýze.

Na základě získaných výsledků, lze konstatovat, že přísadka aditiv v poměru 5 % do kozího jogurtu skutečně vede ke zvýšení viskozity a v případě jogurtů s mandlovou, kokosovou moukou a chia semínky i ke zvýšení senzorycké přijatelnosti. Ovšem překvapivě i čistý kozí jogurt z hlediska celkového hodnocení byl hodnocen velmi dobře.

Celkově byly nejlépe senzorycky hodnocené v rámci přidávaných aditiv kozí jogurty s kokosovou moukou a chia semínky.

Prokázalo se tedy, že senzorycky byly přijatelnější jogurty s kulturou CHR Hansen, stejně jako ve většině případů byly vyšší hodnoty viskozity u jogurtů s použitím této kultury.

Námětem na další práci by mohlo být použití různých poměrů aditiv. Nevyjímá ani využití jiných aditiv, neboť bylo prokázáno, že ne všechna aditiva splňují zlepšení senzoryckých vlastností jogurtů.

## 8 Literatura

- Afonso IM, Hes L, Maia JM, Mělo LF. 2003. Heat transfer and rheology of stirred yoghurt during cooling in plate heat exchangers. *Journal of Food Engineering* 57 (e296-0). DOI: 10.1016/S0260-8774(02)00296-0.
- Alcantara MR, Vanin J. 1995. Rheological properties of lyotropic liquid crystals. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 97 (e03078-E). DOI: 10.1016/0927-7757(94)03078-E.
- Alonso L, Fontecha J, Lozada L, Fraga MJ, Juárez M. 1999. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *Journal of dairy science* 82:878-884.
- Amigo L, Fontecha J. 2011. Milk| Goat Milk. *Encyclopedia of milk science*, London, Great Britain.
- And JL, Guo M. 2006. Effects of polymerized whey proteins on consistency and water-holding properties of goat's milk yogurt." *Journal of Food Science* 71 (e12385) DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.tb12385.x.
- Antsyperova M, Arseneva T, Volkova O, Iakovchenko N. 2020. Development of Formulation and Technology of Low-lactose Dairy Beverage Made from Goat Milk. *KnE Life Sciences* 203-210.
- Attalla NR, El-Hussieny EA. 2017. Characteristics of nutraceutical yoghurt mousse fortified with chia seeds. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 2: 2033-2046.
- Arana I. 2012. *Physical properties of foods: novel measurement techniques and applications*. CRC Press, Boca Raton.
- Aswal P, Shukla A, Priyadarshi S. 2012. yoghurt: preparation, characteristics and recent advancements. *Cibtec.h Journal of Bio-Protocols* 1:32-44.
- Bano P, Abdullah M, Nadeem M, Babar M, Khan GA. 2011. Preparation of functional yoghurt from sheep and goat milk blends. *Pak. J. Agri. Sci.* 48:211-215.
- Barbosa-Cánovas GV, Kokini JL, Ma L, Ibarz A. 1996. The Rheology of Semiliquid Foods. *Advances in Food and Nutrition Research* 39 (e60073-X). DOI: 10.1016/S1043-4526(08)60073-X.
- Barłowska J, Szwajkowska M, Litwińczuk z, Król J. 2011. Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 10 (e00163) DOI: 10.1111/j.154-4337.2011.00163.x.
- Bernacka H. 2011. Health-promoting properties of goat milk. *Medycyna Weterynaryjna*: 8 507-11.
- Bezerra MF, Souza DFS, Correia RTP. 2012. Acidification kinetics, physicochemical properties and sensory attributes of yoghurts prepared from mixtures of goat and buffalo milks. *International Journal of Dairy Technology* 65:437-443.

- Bonczar G., Wszolek M., 2002. Charakterystyka jogurtůw z mleka owczego o normalizowanej zawartości tłušču. Characteristics of ewe's milk yoghurts with normalised fat content. *Žywn. Nauka Technol. Jakość* **9**: 109–115.
- Boudjou S, Zaidi F, Hosseinian F, Oomah BD. 2014. Effects of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Flour on Viability of Probiotic Bacteria During Kefir Storage. *Journal of Food Research* **3**:13-22.
- Bourne MC. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement, 2. vydání. Academic Press, San Diego. San Diego.
- Božanić R, Tratnik L, Marie O. 1998. The influence of goat milk on the viscosity and microbiological quality of yoghurt during storage. *Mljekarstvo* **48**:62-74.
- Bruzantin FP, Daniel JLP, da Silva PPM, Spoto MHF. 2016. Physicochemical and sensory characteristic of fat-free goat milk yoghurt with added stabilizers and skim milk powder fortification. *Journal of Dairy Science* 99 (e 10327). DOI: 10.3168/jds.2015-10327.
- Bucek P, Milerski M, Mareš, V, Konrád R, Roubalová M, Škaryd V, Rucki J, Hakl P. 2018. Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2017. Českomoravská společnost chovatelů , a.s. Svaz chovatelů ovcí a koz z. s., Dorper Asociace CZ, Česlá republika.
- Buriti FCA, Freitas SC, Egito AS, dos Santos KMO. 2014. Effects of tropical fruit pulps and partially hydrolysed galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* seeds on the dietary fibre content, probiotic viability, texture and sensory features of goat dairy beverages. *LWT-Food Science and Technology* 59 (e022). DOI: 10.1016/j.lwt.2014.04.022.
- Caboni P, Murgia A, Porcu A, Manis C, Ibba I, Contu M, Scano P. 2019. A metabolomics comparison between sheep's and goat's milk. *Food Research International* **119**:869-875.
- Casarotti SN, Monteiro DA, Moretti MMS, Penna ALB. 2014. Influence of the combination of probiotic cultures during fermentation and storage of fermented milk. *Food Research International* 59 (e068). DOI: 10.1016/j.foodres.2014.01.068.
- Codină GG, Franciuc SG, Mironeasa S. 2016. Rheological characteristics and microstructure of milk yogurt as influenced by quinoa flour addition. *Journal of Food Quality* **39**:559-566.
- Costa MP, Balthazar CF, Franco RM, Mársico ET, Cruz AG, Junior CC. 2014. Changes on expected taste perception of probiotic and conventional yogurts made from goat milk after rapidly repeated exposure. *Journal of dairy science* 97 (e7617) DOI: 10.3168/jds.2013-7617.
- Curti CA, Vidal PM, Curti RN, Ramón AN. 2017. Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology* **37**:627-631.
- ČSN 57 0530. 1972. Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. Český normalizační institut, Praha.

- Danków R., Matylla P., Pikul J. 2000. Wpływ przechowywania w warunkach chłodniczych na jakość jogurtów z mleka koziego. Effect of refrigerated storage on goat's milk yoghurt quality. *Chłodnictwo* **35**:74–76.
- Darwish AMG, Khalifa RE, El Sohaimy SA. 2018. Functional properties of chia seed mucilage supplemented in low fat yoghurt. *Alexandria Science Exchange Journal* **39**:450-459.
- Day L. 2014. Food structure and its impact on nutrient bioavailability. *Food Australia* **66**:18.
- Delgado KF, da Silva Frasao B, da Costa MP, Conte Junior CA. 2017. Different Alternatives to Improve Rheological and Textural Characteristics of Fermented Goat Products-A Review. *Rheology: Open access* **1**:106.
- De Marchi M, Fagan CC, O'Donnell CP, Cecchinato A, Dal Zotto, Cassandro M, Penasa M, Bittante G. 2009. Prediction of coagulation properties, titratable acidity, and pH of bovine milk using mid-spectroscopy. *Journal of Dairy Science* 92 (e1163) DOI: 10.3168/jds.2008-1163.
- Demjanenko T, Domorochshenkova M, Kuznetsova ED, Safronova AV, Kuznetcova DC, Nadtochii LA. 2019. The use of chia seeds (*SALVIA HISPANICA L.*) in the formulation of a milk-based fermented product. *Scientific journal nru ITMO series "Processes and food production equipment* **3**:73-80.
- Denn MM. 2004. Fifty years of non-Newtonian fluid dynamics. *AIChE journal* 50 (e 10357) DOI: 10.100/aic.10357.
- Derewiaka D, Stepnowska N, Bryś, J, Ziarno M, Ciecierska M, Kowalska J. 2019. Chia seed oil as an additive to yoghurt. *Grasas y Aceites* **70**:302.
- Doan ND. 2019. Evaluation of the Physicochemical Properties and Sensory Attributes of Yoghurt Made from Mixtures of Goat's and Cow's milks. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences* 2 (e03). DOI: 10.31817/vjas.2019.2.3.03.
- Domagala J. 2005. Texture of yoghurts and bio-yoghurts from goat's milk depending on starter culture type. *Milchwissenschaft* **60**:289-292.
- Domagala J, Sady M, Grega T, Najgebauer-Lejko D. 2007. Changes in texture of yogurt from goat's milk modified by transglu-taminase depending on pH of the milk. *Biotechnology in Animal Husbandry* **23**:171-178.
- Domagala J. 2009. Instrumental texture, syneresis and microstructure of yoghurts prepared from goat, cow and sheep milk. *International Journal of Food Properties* 12 (e1992934) DOI: 10.1080/10942910801992934.
- Dvorský J. 2011. Bio kozí mléko je na trhu žádané. *Zemědělec. Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství, Olomouc*. Available from <http://orgprints.org/> (accessed October 2019).
- Eissa EA, Ahmed IAM, Yagoub AEA, Babiker EE. 2010. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of yoghurt produced from goat milk. *Livestock Research for Rural Development* **22**:247-253.

- El-Shafei SMS, SS Sakr, NHI Abou-Soliman. 2019. The impact of supplementing goats' milk with quinoa extract on some properties of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology* **73**:126-133.
- Ekinci FY, Gurel M. 2008. Effect of Using Propionic Acid Bacteria as an Adjunct Culture in Yogurt Production. *Journal of Dairy Science* 91 (e244). DOI: 10.3168/jds.2007-0244.
- Faid SM. 2017. Evaluation of yoghurt and soft cheese fortified with chia seeds. *Word Journal of Dairy & Food Sciences* **12**:1-12.
- Fantová M, Kacerovská L, Malá G, Mátlová V, Skřivánek M, Šlosárková S. 2000. Chov koz. Ve spolupráci se Svazem chovatelů ovcí a koz v ČR a Českým svazem chovatelů. Brázda, Praha, 192 s., ISBN 80-209-0290-2.
- FAO/WHO. 1997. Report joint FAO/WHO expert committee on the code of principles concerning milk and milk products. FAO/WHO, Rome. Available from <https://fao.org/> (accessed October 2019).
- Faustino M, Veiga M, Sousa P, Costa EM, Silva S, Pintado M. 2019. Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules* 24 (e24061056). DOI: 10.3390/molecules24031056.
- Feldhofe S, Banožić S, Antunac N. 1994. Uzgoj i hranidba koza - proizvodnja i prerada kozjeg mlijeka, Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
- Gajdušek S. 2003. Laktologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Gassem M, Frank JP. 1991. Physical Properties of Yogurt Made from Milk Treated with Proteolytic Enzymes. *Journal of Dairy Science* 74 (e78310-0) DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78310-0.
- Gauche C, Tomazi T, Barreto PLM, Ogliari PJ, Bordignon-Luiz MT. 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT-Food Science and Technology* 42 (e023). DOI: 10.1016/j.lwt.2008.05.023.
- George HF, Qureshi F. 2013. Newton's Law of Viscosity, Newtonian and Non-Newtonian Fluids." *Encyclopedia of Tribology*. Northwestern University, Evanston.
- Griffiths MW. 2010. Improving the Safety and Quality of Milk: Milk Production and Processing. Boca Raton: CRC Press, USA.
- Gudguen L. 1997. La valeur nutritionnelle minérale du lait de chèvre v: Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre, Niort, Ed INRA. Paris Colloques 67-80.
- Guggisberg D, Eberhard P, Albercht B. 2007. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal* 17 (e013). DOI: 10.1016/j.idairyj.2007.01.013.
- Haenlein GFW. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51 (e08.010) DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.

- Haenlein GFW, Wendorff WL. 2006. Sheep milk production and utilization of sheep milk. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals, Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK, and Ames, Iowa, USA.
- Haenlein GF, Wendorff WL. 2017. Sheep Milk – Composition and Nutrition. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Wiley Online Library. DOI: 10.1002/9781119110316.ch3.2.
- Herrero AM, Requena T. 2005. The effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yoghurt. 41 (e1045.x) DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.01045.x.
- Holubová R. 2014. Základy reologie a reometrie kapalin. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Chandrapala J, Zisu B. 2016. Novel trends in engineered milk products. Journal of Dairy Research 83 (e479) DOI: 10.1017/S00229916000479.
- Chaves MA, Piati J, Malacarne LT, Gall RE, Colla E, Bittencourt PRS, de Souza AHP, Gomes STM, Matsushita M. 2018. Extraction and application of chia mucilage (*Salvia hispanica* L.) and locust bean gum (*Ceratonia siliqua* L.) in goat milk frozen dessert. Journal of Food Science and Technology **55**:4148-4158.
- Chilliard Y, Rouel J, Ferlay A, Bernarde L, Gaborit P, Raynal-Ljutovac K, Lauret A, Leroux C. 2006. Optimising goat's milk and cheese fatty acid composition. Improving the Fat Content of Foods. Woodhead Publishing 281-312.
- Igathinathane C, Malleswar VK, Appa Rao U, Pordesimo LO, Womac AR. 2007. Viscosity Measurement Technique Using Standard Glass Burette for Newtonian Liquids. Instrumentation Science & Technology 33 (e40881) DOI:10.1081/CI-200040881.
- Jumah RY, Shaker RR, Abu-Jdayil B. 2001. Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. International Journal of Dairy Technology 54 (e12.x) DOI: 10.1046/j.1364-727x.2001.00012.x.
- Joung JY, Lee JY, Ha YS, Shin YK, Kim Y, Kim SH, Oh NS. 2016. Enhanced Microbial, Functional and Sensory Properties of Herbal Yogurt Fermented with Korean Traditional Plant Extracts. Korea Journal for Food Science of Animal Resources **36**:90-99.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. 2016. Chemistry of Milk Constituents. Fundamentals of Cheese Science. Springer (e 7681-9-4) DOI: 10.1007/978-1-4899-7681-9\_4.
- Kaminarides S, Stamou P, Massouras T. 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. International journal of food science & technology 42 (e01320.x). DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01320.x.
- Kavas G, Uysal H, Kilic S, Akbulut N, Kesencas H. 2003. Some properties of yogurt produced from goat milk and cow-goat milk mixtures by different fortification methods. Pakistan J. Biological Sci **69**:1936-1939.



- Kazmierski M, Wicker L, Corredig M. 2003. Interactions of  $\beta$ -lactoglobulin and high-methoxyl pectins in acidified systems. *Journal of Food Science* **68**:1673-1679.
- Klimešová M, Hanuš O, Bogdanovičová K, Němečková I, Nejeschlebová L, Kopecký J, Kalhotka L. 2015. Hodnocení složkových, hygienických, fyzikálních a technologických ukazatelů syrového ovčího a koziho mléka a jejich srovnání s kravským mlékem **152**:16-19.
- Kullisaar T, Songisepp E, Mikelsaar M, Zilmer K, Vihalemm T, Zilmer M. 2003. Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stress-mediated atherogenicity in human subjects. *British Journal of Nutrition* 90 (e3896) DOI: 10.1079/BJN20003896.
- Küçükçetin A, Demir M, Aşci A, Çomak EM. 2011. Graininess and roughness of stirred yoghurt made with goat's, cow's or a mixture of goat's and cow's milk. *Small Ruminant Research* 96 (e003) DOI: 10.1016/j.smallrumres.2010.12.003.
- Küçükçetin A, Erem F, Konak ÜI, Demir M, Certel M. 2012. Effect of Lentil Flour Addition on Physical and Sensory Properties of Stirred Yoghurt. *Food Journal/Akademik GIDA* **10**:6-10.
- Kouřimská L. 2007. Úvod do mlékařství. Laboratorní cvičení. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.
- Kwon HC, Bae H, Seo HG, Han SG. 2019. Short communication: Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt. *Journal of Dairy Science* 102 (e16129). DOI: 10.3168/jds.2018-16129.
- Law AJR, Tziboula A. 1992. Quantitative fractionation of caprine casein by cation-exchange FPLC. *Milchwissenschaft*. Germany.
- Lee WJ, Lucey JA. 2010. Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23 (e1976-5517) DOI: 10.5713/ajas.2010.r.05.
- Lucero MJ, García J, Vigo J, León MJ. 1995. A rheological study of semisolid preparations of Eudragit. *International Journal of Pharmaceutics* 116 (e00268-A). DOI: 10.1016/0378-5173(94)00268-A.
- Lucey JA, Singh H. 1997. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International* 30 (e00015-5) DOI: 10.1016/S0963-9969(98)00015-5.
- Lucey JA. 2004. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology* 57 (e00142.x) DOI: 10.1111(j.1471-0307.2004.00142.x).
- Lopez C. 2011. Milk fat globules enveloped by their biological membrane: unique colloidal assemblies with a specific composition and structure." *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 16 (e007). DOI: 10.1016/j.cocis.2011.05.007.
- Lorenz K. 1990. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Starch — Physico-chemical Properties and Functional Characteristics. *Biosynthesis Nutrition Biomedical* **42**:81-86.

- Lorusso A, Coda R, Montemurro M, Rizzello CG. 2018. Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour manufacturing novel yoghurt-like beverages **7**:51.
- Mahmood A, Usman S. 2010. A Comparative Study on the Physicochemical Parameters of Milk Samples Collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition* **9**:1192-1197.
- Markiewicz-Kęszycka M, Czyżak-Runowska G, Lipińska P, wójtowski J. 2013. Fatty acid profile of milk - a review. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* **57** (e0026). DOI: 10.2478/bvip-2013-0026.
- Masamba KG, Ali L. 2013. Sensory quality evaluation and acceptability determination of yoghurt made from cow, goat and soy milk. *African Journal of Food Science and Technology* **4**:44-47.
- Mazzaglia A, Legarová V, Giaquinta R, Lanza CM, Restuccia C. 2020. The influence of almond flour, inulin and whey protein on the sensory and microbiological quality of goat milk yogurt. *LWT* **124** (e109138). DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109138.
- McMahon DJ, Brown RJ, Richardson GH, Ernstrom CA. 1984. Effects of calcium, phosphate, and bulk culture media on milk coagulation properties. *Journal of Dairy Science* **67** (e81391-0) DOI: 10.3168/jds.S0022-0302 (84) 81391-0.
- Milcom. 2010. Mlékařské kultury. Available from <https://www.milcom-as.cz/> (accessed May 2020).
- Mistry VV. 2001. Fermented milks and cream. *Food Science and technology*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Mituniewicz-Małek A, Dmytrów I, Jasińska M, Balejko J, Szymczak B. 2011. Traditional yoghurt culture vs. selected quality properties of fermented beverages produced from goat's milk. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* **14**:7.
- Mituniewicz-Małek A, Ziarno M, Dmytrów I, Balejko J. 2017. Short communication: Effect of the addition of Bifidobacterium monocultures on the physical, chemical, and sensory characteristics of fermented goat milk. *Journal of Dairy Science* **100** (e12818). DOI: 10.3168/jds.2017-12818.
- Medina M, Nunez M. 2004. Cheeses made from ewe's and goat's milk". In *In Cheese: chemistry, physics and mikrobiology*. London: Elsevier Academic Press **2**:279-299.
- Mera JAB, Verduga GCV, Andrade VVA, Muñoz WAG, Mendoza JG. 2019. Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*). *La Técnica* **22**:35-46.
- Morison KR, Phelan JP, Bloore CHG. 2013. Viscosity and Non-Newtonian Behaviour of Concentrated Milk and Cream. *International Journal of Food Properties* **16** (e573113) DOI:10.1080/10942912.2011.573113.
- Muelas R, Monllor P, Romero G, Sayas-Barberá E, Navarro C, Díaz JR, Sendra E. 2017. Milk Technological Properties as Affected by Including Artichoke By-Products Silages in the Diet of Dairy Goats. *Foods* **6** (e6120112) DOI: 10.3390/foods6120112.

- Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM. 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering* 108(e 037). DOI: 10.1016/j.foodbeng.2011.06.037.
- Nakthong S. 2012. Effect of flour on the microstructure of goat milk yoghurt." *Journal of Animal and Veterinary Advances* **11**:4413-4416.
- Navrátilová P, Králová M, Jantošová B, Přidalová H, Cupáková Š, Vorlová L. 2012. Hygiena produkce mléka. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.
- Necidová L, Dračková M, Borkovcová I, Přidalová H, Procházková Z, Karpíšková R, Vorlová L. 2011. Fyzikálně-chemická a mikrobiologická analýza bio-mléčných výrobků. *Mlékařské listy* č. 126.
- Nguyen HTH, Ong L, Lefèvre Ch, Kentish SE, Gras SL. 2013. The Microstructure and Physicochemical Properties of Probiotic Buffalo Yoghurt During Fermentation and Storage: a Comparison with Bovine Yoghurt. *Food and Bioprocess Technology* 7 (e1082-z) DOI: 10.1007/s119-013-1082-z.
- Olabi AG, Grunwald A. 2007. Design and application of magneto-rheological fluid. *Material & Design* 28 (e009). DOI: 10.1016/j.matdes.2006.10.009.
- O Santos R, Silva MVF, O Nascimento K, Batista ALD, Moraes J, Andrade MM, Andrade LGZS, Khosravi-Darani K, Freitas MQ, Raices RSL, Silva MC, Barbosa Junior JL, Barbosa MIMJ, Cruz AG. 2017. Prebiotic flours in dairy food processing: Technological and sensory implications. *International Journal of Dairy Technology* 71 (e12394). DOI: 10.1111/1471-0307.12394.
- Pandya AJ, Ghodke KM. 2007. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research* 68 (e007). DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.007.
- Pirisi A, Lauret A, Dubeuf JP. 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research* **68**:167-178.
- Park YV. 2007. Rheological characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68 (e2006.09.015) DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.015.
- Park YW, Juaréz M, Ramos M, Haenlein GFW. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68 (e09.013) DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.
- Park YW. 2009. Bioactive components in goat milk. *Bioactive components in milk and dairy products* 4381.
- Park YW. 2010. Goat milk products: quality, composition, processing, marketing. *Encyclopedia of Animal Science*. 2nd Edition. Taylor and Francis. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Patel AS, Roy SK. 2015. Comparative rheological study of goat milk yoghurt and cow milk yoghurt. *Indian J Dairy Sci* **69**:124-127.

- Pop C, Vlaic R, Fărcaș A, Salanță L, Ghicășan D, Semeniuc C. 2015. Influence of Pollen, Chia Seeds and Cranberries Addition on the Physical and Probiotics Characteristics of Yogurt. Faculty of Food Science and Technology **72**: 141-142.
- Posecion NC, Crowe NL, Robinson AR, Asiedu SK. 2005. The development of a goat's milk yogurt. Journal of the Science of Food and Agriculture 85 (e2190) DOI: 10.1002/jsfa.2190.
- Pragolab. 2020. HAAKE Viscotester C, D, E typu Brookfield. Available from <https://www.pragolab.cz/reologie-viskozita-a-extruze/viskozimetry/viscotester-c-d-e> (accessed March 2020).
- Příhoda J, Houška M. 2013. Mechanické a reologické vlastnosti potravin. Ostrava, Key Publishing.
- Pytel R, Cwiková O, Ondrušíková S, Nedomová Š, Kumbár V. 2018. Effect of additives to microbiological quality of yoghurts. Potravinárstvo **12**:186-194.
- Rao MA. 1999. Rheology of fluids and semisolid foods. Aspen Publishers, Inc., Maryland. 63 (e575.x) DOI: 10.1111/j.1471-0307.2010.00575.x.
- Ranadheera CS, Naumovski N, Ajlouni S. 2018. Non-bovine milk products as emerging probiotic carriers: recent developments and innovations. Current opinion in Food Science 22 (e010). DOI: 10.1016/j.cofs.2018.02.010.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. Small Ruminant Research **79**:57-72.
- Ribeiro AC, Ribeiro SDA. 2010. Specialty products made from goat milk. Small Ruminant Research 89 (e048) DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.048.
- Rezaei R, Khomeiri M, Kashaninejad M, Mazaheri-Tehrani M, Aalami M. 2015. Effect of resistant starch and aging conditions on the physicochemical properties of frozen soy yogurt. Journal of food science and technology 52 (e1895-z). DOI: 10.1007/s13197-015-1895-z.
- Routray W, Mishra HN. 2011. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 10 (e151.x) DOI: 10.1111/j.1541-4337.2011.00151.x.
- Saha D, Bhattacharya S. 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. Journal of Food Science and Technology **47**:587-597.
- Salaün F, Mietton B, Gaucheron F. 2005. Buffering capacity of dairy products. International Dairy Journal 15 (e007) DOI: 10.1016/j.idairyj.2004.06.007.
- Salama HH, Abdelhamid SM, El Dairouty RMK. 2019. Coconut Bio-yoghurt Phytochemical-chemical and Antimicrobial-microbial Activities. Pakistan Journal of Biological Sciences **22**:527-536.
- Sanful RE. 2009. Promotion of coconut in the production of yoghurt. African Journal of Food Science **3**:147-149.

- Seelee W, Tungjaroenchain W, Natvaratat M. 2009. Development of low fat set-type probiotic yoghurt from goat milk. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* **2**: 771-779.
- Silanikove N, Leitner G, Merin U, Prosser CG. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research* **89** (e33). DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.033.
- Slačanac V, Božanić R, Hardi J, Szabó JR, Lučan M, Krstanović V. 2010. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. *International Journal of Dairy Technology* **63** (e575.x). DOI: 10.1111/j.1471-0307.2010.00575.x.
- Snášelová J, Buchvaldková T. 2003. Aktualizovaná data hustoty mléka ve vztahu k nové legislativě, *Mlékařské listy* **78**.
- Snášelová J, Motyčková M, Zikán V. 2009. hustota mléka a smetany v závislosti na teplotě a obsahu tuku. *Mlékařské listy* **113/114**:18-21.
- Solaiman SG. 2010. *Goat science and production*. John Wiley & sons, Iowa.
- Soomro AH, Dars AG, Sheikh SA, Khaskheli SG, Magsi AS, Panhwar AA, Talpur A. 2016. Effect of milk source and stabilizers on the compositional and sensorial quality of yoghurt. *Pure and Applied Biology* **5**:1.
- Spreer E. 1998. *Milk and Dairy Product Technology*. Marcel Dekker INC., New York.
- Staněk S. 2009. Dojená plemena koz. *Zootechnika*. Available from <http://zootechnika.cz/> (accessed October 2019).
- Strzałkowska N, Józwiak A, Bagnicka E, Krzyżewski J, Horbańczuk K, Pyzel B, Horbańczuk JO. 2009. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. *Animal Science Papers and Reports* **27**:311-320.
- Suri S, Passi SJ, Goyat J. 2016. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) A new age functional food. In *4th International Conference on Recent Innovations in Science Engineering and Management* 286-299.
- Šustová K. 2015. *Mlékárenské technologie (návod do cvičení)*. Mendelova univerzita v Brně, 124 s., ISBN 978-80-7509-248-9.
- Šustová K, Sýkora V. 2013. *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně, 223 s., ISBN 978-80-7375-704-5.
- Tabilo-Munizaga G, Barbosa-Cánovas GV. 2005. Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering* **67** (e62). DOI: 10.1016/j.foodeng.2004.05.062.
- Thermo Fisher Scientific. 2020. HAAKE™ Viscotester™ E, D and C Rotational Viscometer. Available from <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/362-0012#/362-0012> (accessed March 2020).
- Tratnik L, Božanić R, Herceg Z, Drgalič I. 2006. The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology* **59** (e 236.x) DOI: 10.1111/j.1471-0307.2006.00236.x.

- Tunick MH. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science* 83 (e75062-4). DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75062-4.
- Vargas M, Chafér M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez Ch. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal* 18 (e7). DOI: 10.1016/j.idairyj.2008.06.007.
- Vélez-Ruiz JF, Cánovas GVB, Peleg M. 1997. Rheological properties of selected dairy products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 37 (e7778) DOI: 10.1080/10408399709527778.
- Verkon. 2020. Hustoměr přenosný Mettler Toledo Density2GO. Available from <https://m.verkon.cz/hustomer-prenosny-mettler-toledo-density2go/> (accessed March 2020).
- Verruck S, Dantas A, Prudencio ES. 2019. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. *Journal of Functional Foods* 52 (e17) DOI: 10.1016/j.jff.2018.11.017.
- Vlková E, Rada V, Killer J. 2009. *Potravinářská mikrobiologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Wang W, Bao Y, Hendricks GM, Guo M. 2012. Consistency, microstructure and probiotic survivability of goats' milk yoghurt using polymerized whey protein as a co-thickening agent. *International Dairy Journal* 24 (e7) DOI: 10.1016/j.idairyj.2011.09.007.
- Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, van Boekel MAJS. 1999. *Dairy technology: principles of milk properties and processes*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Wilkins RJ, Miller JD, Plummer JR, Dietz DC, Myers KJ. 2005. New techniques for measuring and modeling cavern dimensions in a Bingham plastic fluid. *Chemical Engineering Science* 60 (e58) DOI: 10.1016/j.ces.2005.04.058.
- Yang M, Fu J, Li L. 2012. Rheological Characteristics and Microstructure of Probiotic Soy Yogurt Prepared from Germinated Soybeans. *Food Technology and Biotechnology* **50**: 73-80.
- Zhang Y, Cremer PS. 2006. Interactions between macromolecules and ions: the Hofmeister series. *Current Opinion in Chemical Biology* 10 (e020). DOI: 10.1016/j.cbpa.2006.09.020.
- Zhang XF, Liu ChL, Wang JQ, Wang CN. 2018. Optimization of the process for developing a symbiotic set-type quinoa yogurt using response surface methodology. *International Journal of Probiotics and Prebiotics* **13**: 151-160.

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
FAO	Food and Agriculture Organization
$g/cm^3$	Gram na centimetr krychlový
k	Koeficient konzistence
kg	Kilogram
$kg.m^3$	Kilogram na metr krychlový
$m^2/s$	Metr čtvereční za sekundu
$mmol.l^{-1}$	Milimol na litr
ml	Mililitr
MUFA	Mononenasyčené mastné kyseliny
mPas	Milipascal-sekunda
n	Index toku
NaOH	Hydroxid sodný
$Nsm^{-2}$	Newton sekunda na metr čtvereční
subsp	Subspecies (poddruh)
Pas	Pascal-sekunda
pH	Potential of Hydrogen
UHT	Ultra High Temperature
USB	Universal Serial Bus
WHO	World Health Organization
°C	Celsius
°SH	Soxhlet-Henkolovy stupnice
$\nu$	Kinematická viskozita
$\eta$	Dynamická viskozita
$\tau$	Smykové napětí
$\tau_0$	Mez tekutosti





## 10 Samostatné přílohy

### Příloha 1: Statistické vyhodnocení deskriptoru celkového vzhledu – Kruskal-Wallisův test

Statistické vyhodnocení celkového vzhledu										
Závislá: Hodn	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka1)					Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův				
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	0,027565	0,082022	1,000000	1,000000	0,775639	1,000000	0,000273	0,001624
1b	1,000000		0,002191	0,007845	1,000000	1,000000	0,114693	0,210344	0,000011	0,000084
2a	0,027565	0,002191			0,001468	0,007607	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2b	0,082022	0,007845	1,000000		0,005402	0,024950	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3a	1,000000	1,000000	0,001468	0,005402		1,000000	0,084193	0,156933	0,000007	0,000053
3b	1,000000	1,000000	0,007607	0,024950	1,000000		0,296532	0,516114	0,000053	0,000358
4a	0,775639	0,114693	1,000000	1,000000	0,084193	0,296532		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	0,210344	1,000000	1,000000	0,156933	0,516114	1,000000		0,887653	1,000000
5a	0,000273	0,000011	1,000000	1,000000	0,000007	0,000053	1,000000	0,887653		1,000000
5b	0,001624	0,000084	1,000000	1,000000	0,000053	0,000358	1,000000	1,000000	1,000000	

### Příloha 2: Statistické vyhodnocení deskriptoru příjemnost vůně – Kruskal-Wallisův test

Statistické vyhodnocení příjemnosti vůně										
Závislá: Hodn	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka37)					Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův				
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	0,462147	0,669061	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,210344	0,234288
1b	1,000000		0,483100	0,698110	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,220698	0,245700
2a	0,462147	0,483100		1,000000	0,094630	0,049409	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2b	0,669061	0,698110	1,000000		0,145671	0,077834	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3a	1,000000	1,000000	0,094630	0,145671		1,000000	0,825697	1,000000	0,038060	0,043095
3b	1,000000	1,000000	0,049409	0,077834	1,000000		0,488468	1,000000	0,018971	0,021614
4a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,825697	0,488468		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
5a	0,210344	0,220698	1,000000	1,000000	0,038060	0,018971	1,000000	1,000000		1,000000
5b	0,234288	0,245700	1,000000	1,000000	0,043095	0,021614	1,000000	1,000000	1,000000	

### Příloha 3: Statistické vyhodnocení deskriptoru příjemnost konzistence – Kruskal-Wallisův test

Statistické vyhodnocení příjemnosti konzistence										
Závislá: Hodn	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka1)					Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův test				
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1b	1,000000		0,009005	0,020998	1,000000	1,000000	0,103554	0,851771	0,000793	0,018160
2a	1,000000	0,009005		1,000000	0,620781	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2b	1,000000	0,020998	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3a	1,000000	1,000000	0,620781	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,107609	1,000000
3b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,510477	1,000000
4a	1,000000	0,103554	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	0,851771	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
5a	1,000000	0,000793	1,000000	1,000000	0,107609	0,510477	1,000000	1,000000		1,000000
5b	1,000000	0,018160	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

### Příloha 4: Statistické vyhodnocení deskriptoru viskozita-Tukeyův HSD test

Statistické vyhodnocení viskozity										
Kód	Tukeyův HSD test; proměn.: Hodnota (Tabulka37) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000									
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
1a {1}		0,087522	0,982046	0,213423	0,990937	0,999973	0,967601	0,980578	0,135637	0,069296
1b {2}	0,087522		0,003025	0,000165	0,586455	0,262205	0,002134	0,002896	1,000000	1,000000
2a {3}	0,982046	0,003025		0,876822	0,515113	0,841388	1,000000	1,000000	0,005533	0,002228
2b {4}	0,213423	0,000165	0,876822		0,015058	0,066981	0,915999	0,882226	0,000171	0,000163
3a {5}	0,990937	0,586455	0,515113	0,015058		0,999958	0,445309	0,506262	0,708109	0,523989
3b {6}	0,999973	0,262205	0,841388	0,066981	0,999958		0,786641	0,834999	0,363078	0,219152
4a {7}	0,967601	0,002134	1,000000	0,915999	0,445309	0,786641		1,000000	0,003922	0,001579
4b {8}	0,980578	0,002896	1,000000	0,882226	0,506262	0,834999	1,000000		0,005301	0,002134
5a {9}	0,135637	1,000000	0,005533	0,000171	0,708109	0,363078	0,003922	0,005301		1,000000
5b {10}	0,069296	1,000000	0,002228	0,000163	0,523989	0,219152	0,001579	0,002134	1,000000	

### Příloha 5: Statistické vyhodnocení deskriptoru celková příjemnost chuti–Tukeyův HSD test

Statistické vyhodnocení celkové příjemnosti chuti										
Tukeyův HSD test; proměn.: Hodnota (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000										
Kód	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
1a {1}		0,999991	0,999922	1,000000	0,001476	0,364178	0,996178	1,000000	0,451093	0,199732
1b {2}	0,999991		1,000000	1,000000	0,006259	0,652888	0,999983	0,999824	0,209413	0,072039
2a {3}	0,999922	1,000000		1,000000	0,009414	0,734128	0,999999	0,999181	0,160018	0,051586
2b {4}	1,000000	1,000000	1,000000		0,003689	0,543749	0,999795	0,999986	0,286246	0,107573
3a {5}	0,001476	0,006259	0,009414	0,003689		0,598654	0,027037	0,000814	0,000160	0,000160
3b {6}	0,364178	0,652888	0,734128	0,543749	0,598654		0,904947	0,262693	0,000732	0,000249
4a {7}	0,996178	0,999983	0,999999	0,999795	0,027037	0,904947		0,985376	0,069925	0,019229
4b {8}	1,000000	0,999824	0,999181	0,999986	0,000814	0,262693	0,985376		0,575140	0,286246
5a {9}	0,451093	0,209413	0,160018	0,286246	0,000160	0,000732	0,069925	0,575140		0,999986
5b {10}	0,199732	0,072039	0,051586	0,107573	0,000160	0,000249	0,019229	0,286246	0,999986	

### Příloha 6: Statistické vyhodnocení deskriptoru intenzita kozí chuti – Kruskal-Wallisův test

Statistické vyhodnocení intenzity kozí chuti										
Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův t										
Závislá: Hodn	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1b	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,005402	1,000000
2a	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,171070	1,000000
2b	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,012742	1,000000
3a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,557150	1,000000	0,001468	1,000000
3b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,551116	1,000000	0,001443	1,000000
4a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,557150	0,551116		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,373267	1,000000
5a	0,005402	0,007152	0,171070	0,012742	0,001468	0,001443	1,000000	0,373267		1,000000
5b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

### Příloha 7: Statistické vyhodnocení deskriptoru celková intenzita pachutí – Kruskal-Wallisův test

Statistické vyhodnocení celkové intenzity pachutí										
Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův t										
Závislá: Hodn	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	1,000000	1,000000	0,417933	0,767560	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
1b	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2a	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2b	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
3a	0,417933	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,223358	0,035013	0,010481
3b	0,767560	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,427418	0,074823	0,023902
4a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,223358	0,427418	1,000000		1,000000	1,000000
5a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,035013	0,074823	1,000000	1,000000		1,000000
5b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,010481	0,023902	1,000000	1,000000	1,000000	

**Příloha 8: Statistické vyhodnocení deskriptoru celkové hodnocení jogurtu – Kruskal Wallisův test**

Statistické vyhodnocení celkového hodnocení jogurtu										
Závislá: Hodn	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.): Hodnota (Tabulka1)Nezávislá (grupovací) proměnná : KódKruskal-Wallisův t									
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
1a		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,151206	1,000000
1b	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,014352	0,153094
2a	1,000000	1,000000		1,000000	0,963396	1,000000	1,000000	1,000000	0,477784	1,000000
2b	1,000000	1,000000	1,000000		0,728263	1,000000	1,000000	1,000000	0,641082	1,000000
3a	1,000000	1,000000	0,963396	0,728263		1,000000	0,200431	0,162856	0,000054	0,001282
3b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,661967	0,551116	0,000384	0,007042
4a	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,200431	0,661967		1,000000	1,000000	1,000000
4b	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,162856	0,551116	1,000000		1,000000	1,000000
5a	0,151206	0,014352	0,477784	0,641082	0,000054	0,000384	1,000000	1,000000		1,000000
5b	1,000000	0,153094	1,000000	1,000000	0,001282	0,007042	1,000000	1,000000	1,000000	

**Příloha 9: Dotazník hodnocení senzorického profilu koziho jogurtu**

**Hodnocení senzorického profilu koziho jogurtu**

Jméno:..... Příjmení: ..... Č. vzorku: .....

Zdravotní stav: ..... Datum a hodina: .....

**Úkol:** Ochutnejte předložený vzorek jogurtu a soustředte se na hodnocení vzhledu, vůně, chuti a konzistence. K hodnocení použijte grafické stupnice.

**VZHLED**

**CELKOVÝ VZHLED:** \_\_\_\_\_  
 velmi špatný    vynikající

**ROVNOMĚRNOST ZBARVENÍ:** \_\_\_\_\_  
 nerovnoměrné    rovnoměrné

**PŘÍJEMNOST BARVY:** \_\_\_\_\_  
 odporná    velmi příjemná

**VŮNĚ**

**PŘÍJEMNOST VŮNĚ:** \_\_\_\_\_  
 odporná    velmi příjemná

**INTENZITA MLÉČNÉ VŮNĚ:** \_\_\_\_\_  
 nezatelná    velmi silná

**INTENZITA KOZÍ VŮNĚ:** \_\_\_\_\_  
 nezatelná    velmi silná

**INTENZITA JINÉ VŮNĚ:** \_\_\_\_\_  
 nezatelná    velmi silná

**KONZISTENCE**

**PŘÍJEMNOST KONZISTENCE:** \_\_\_\_\_  
 odporná    velmi příjemná

**VISKOZITA:** \_\_\_\_\_  
 velmi řídká    velmi hustá

**HOMOGENITA:** \_\_\_\_\_  
 nestejnorodá    stejnorodá

**CHUŤ**

**CELKOVÁ PŘÍJEMNOST CHUTI:** \_\_\_\_\_  
 odporná    velmi příjemná

<b>INTENZITA KOZÍ</b>	_____	
CHUTI:	neznatelná	velmi silná
<b>INTENZITA MLÉČNÉ</b>	_____	
CHUTI:	neznatelná	velmi silná
<b>INTENZITA BÍLČÍCH CHUTÍ</b>		
<b>SLADKÁ:</b>	_____	
	neznatelná	velmi silná
<b>KYSELÁ:</b>	_____	
	neznatelná	velmi silná
<b>TRPKÁ:</b>	_____	
	neznatelná	velmi silná
<b>HORKÁ:</b>	_____	
	neznatelná	velmi silná
<b>TUČNÁ:</b>	_____	
	neznatelná	velmi silná
<b>CELKOVÁ INTENZITA</b>	_____	
<b>PACHTŮTÍ:</b>	neznatelná	velmi silná

**CELKOVÉ HODNOCENÍ JOGURTU:**

_____	
<b>odporný</b>	<b>velmi příjemný</b>

**ZAPIŠTE NALEZENÉ VADY VZHLEDU, VŮNĚ, CHUTI ČI KONZISTENCE:**

.....  
 .....