

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Kvalita zemědělských produktů

Katedra: Katedra potravinářských biotechnologií a kvality
zemědělských produktů

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Mléčné výrobky se sníženým obsahem laktózy a jejich
vyhodnocení

Autor: Bc. Hedvika Bártová

Vedoucí diplomové práce: MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Hedvika BÁRTOVÁ**
Osobní číslo: **Z17045**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Kvalita zemědělských produktů**
Název tématu: **Mléčné výrobky se sníženým obsahem laktózy a jejich
vyhodnocení**
Zadávací katedra: **Katedra potrav. biotechnologií a kvality zemědělských produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod a cíl: Laktózová intolerance může být pro některé spotřebitele příčinou zdravotních problémů při konzumaci mléka a mléčných výrobků. Jedním z řešení tohoto problému mohou být bezlaktózové výrobky nabízené v tržní síti.

Cílem diplomové práce je posoudit nabídku bezlaktózových mléčných výrobků v Jihočeském kraji, u vybraných výrobků provést senzorické hodnocení a pomocí krátkého dotazníku zhodnotit informace týkající se laktózové intolerance.

Diplomová práce bude vypracována podle následující rámcové osnovy:

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce

Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury

Materiál a metodika - popis použitých analytických metod včetně metod statistických

Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji

Závěr - stručné shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky

Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)

Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah grafických prací: 5 - 10 stran (tabulky, grafy, fotografie)

Rozsah pracovní zprávy: 45-60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Di Rienzo, T., D'Angelo, G., D'Aversa, F., Campanale, M.C., Cesario, V., Montalto, M., Gasbarrini, A., Ojetti, V. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 2013, 17, 18-25.
- Lomer, M.C.E., Parkes, G.C., Sanderson, J.D. Lactose intolerance in clinical practice - myths and realities. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 2008, 27, 93-103
- Mattar, R., Ferraz de Campos Mazo, D., Carrilho, F.J. Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 2012, 5, 113-121.
- Samková, E. a kol. Mléko: produkce a kvalita: vědecká monografie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012, 240 s., ISBN 978-80-7394-383-7
- Fojík, P., Falt, P., Urban, O., Novosad, P., Richterová, L., Boday, A. Laktózní intolerance. *Practicus*, 2013, 12, 7-12
- Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Scopus atd.

Vedoucí diplomové práce:

MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

Katedra potravin, biotechnologií a kvality zemědělských produktů

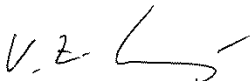
Konzultant diplomové práce:

doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

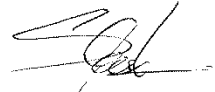
Katedra potravin, biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Datum zadání diplomové práce: 23. února 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2019


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budovská 1568, 370 05 České Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. února 2018

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské – diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JČU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum: 15.4. 2018

Podpis studenta.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní doktorce Lucii Hasoňové, za odborné vedení, motivaci, rady a připomínky. Dále bych chtěla poděkovat paní docentce Evě Samkové za odborné konzultace, rady a pomoc s experimentální částí diplomové práce. A v poslední řadě, bych chtěla poděkovat rodině a všem, co mě v psaní práce, jakkoliv podporovali a věřili ve mně.

Dále děkuji podpoře Grantové agentury Jihočeské univerzity, kde tato diplomová práce byla součástí projektu GAJU-028/2019/Z – Genetika, zdraví zvířat a kvalita produktů jako základ konkurenceschopnosti.

ABSTRACT

V poslední době lze pozorovat zvýšený zájem o mléčné bezlaktózové výrobky. Cílem diplomové práce bylo posoudit nabídku těchto výrobků ve vybraných obchodních řetězcích v Jihočeském kraji, a dále u vybraných výrobků provést senzorické hodnocení a pomocí dotazníkového šetření ověřit informovanost veřejnosti o problematice laktózové intolerance.

Nejširší nabídka mléčných bezlaktózových výrobků byla zjištěna v Globusu a Tescu, naopak nejnižší v obchodním řetězci Billa. V Globusu bylo umístění tohoto sortimentu v porovnání s ostatními obchody nejpřehlednější.

V senzorickém hodnocení byly posuzovány tři vzorky bílých bezlaktózových jogurtů a dva vzorky mléka (s laktózou a bez laktózy). Nejlépe byl hodnocen vzorek jogurtu Madeta, Nature. Naopak, nejhůře byl hodnocen vzorek jogurtu Tatranská mliekareň, Nature's promise. Při hodnocení vzorků mlék nebyly zjištěny rozdíly v preferencích mezi mlékem bez laktózy a s laktózou, ačkoliv při hodnocení celkového dojmu byly mezi vzorky vnímány velké až střední rozdíly.

Většina respondentů (79 %) znala termín laktózová intolerance, avšak podstatná část (22 %) jej zaměňovala s alergií na mléčný kasein.

Vzhledem k vysokému podílu lidí s laktózovou intolerancí je tato problematika stále velmi aktuální a je třeba se jí zabývat.

Klíčová slova: laktózová intolerance, laktóza, laktáza phlorizin hydroláza, bezlaktózové mléčné výrobky,

Obsah

1	ÚVOD	9
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
	MLÉČNÝ CUKR (LAKTÓZA)	10
	ENZYM LAKTÁZA	12
	2.1.1 Aktivita laktázy	15
	LAKTÓZOVÁ INTOLERANCE (laktáza non-perzistentní)	17
	2.1.2 Typy, příčiny a projevy laktóзовé intolerance	17
	2.1.3 Laktáza perzistentní jedinci	18
	2.1.4 Diagnostika	19
	2.1.5 Léčba	23
	2.1.6 Výskyt LI	25
	2.1.7 Výskyt laktáza perzistentních jedinců	26
	MLÉČNÉ VÝROBKÝ SE SNÍŽENÝM MNOŽSTVÍM LAKTÓZY	27
	2.1.8 Technologie ke snížení či odstranění hladiny laktózy ve výrobcích	27
	2.1.9 Legislativa mléčných výrobků se sníženým obsahem laktózy a bezlaktózových mléčných výrobků	28
3	MATERIÁL A METODIKA	30
	CÍLE PRÁCE	30
	METODIKA POSOUZENÍ NABÍDKY BEZLAKTÓZOVÝCH VÝROBKŮ ...	30
	METODIKA SENZORICKÉHO HODNOCENÍ BEZLAKTÓZOVÝCH VÝROBKŮ	31
	3.1.1 Charakteristika mléčných výrobků	31
	3.1.2 Charakteristika použitých senzorických zkoušek	33
	METODIKA DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	33
	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DAT	33
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	35
	VYHODNOCENÍ NABÍDKY BEZLAKTÓZOVÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ V OBCHODNÍ SÍTI	35
	Zhodnocení použitých technologií výroby bezlaktózových mléčných výrobků	40
	VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY	41
	4.1.1 Hodnocení vzorků mléka s laktózou a mléka bez laktózy párovou zkouškou	41
	4.1.2 Hodnocení vzorků bezlaktózových jogurtů pomocí senzorického profilu 42	
	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	49
	4.1.3 Vyhodnocení odpovědí na otázky: „Jak často konzumujete mléko?“ a „Jaké jsou důvody, proč jej nekonzumujete?“	50
	4.1.4 Vyhodnocení odpovědí na otázku: „Jak často konzumujete mléčné výrobky vyjma mléka?“	51
	4.1.5 Vyhodnocení odpovědí na otázku: „Jaké mléčné výrobky preferujete?“ .	52
	4.1.6 Vyhodnocení informovanosti respondentů o laktóзовé intoleranci	53
5	ZÁVĚR	61
6	SUMMARY	62
7	ZDROJOVÁ LITERATURA	63
8	INTERNETOVÉ ZDROJE	75
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	76
10	PŘÍLOHY	77
	Vzor dotazníku pro dotazníkové šetření	77

Vzor protokolu pro senzorické hodnocení jogurtů.....	79
--	----

1 ÚVOD

Laktózová intolerance je jednou z běžných metabolických poruch, postihujících přibližně 70 % celosvětové populace. Nejvyšší výskyt je pozorován u jihoafrické a asijské populace. V posledních letech se prevalence zvyšuje i v rámci Evropy. Příčinou laktózové intolerance je snížená aktivita enzymu laktázy, a tedy neschopnost rozložit přijatou laktózu na glukózu a galaktózu v tenkém střevě. Nestrávená laktóza se poté dostává do tlustého střeva, kde je střevními bakteriemi rozkládána za vzniku plynů. Vhodným opatřením k eliminaci nepříjemných klinických projevů této metabolické poruchy je tudíž vyhýbání se konzumaci laktózy ve stravě.

Mléčné výrobky se sníženým obsahem laktózy jsou vhodnou alternativou pro lidi trpící laktózovou intolerancí. Na trhu jsou např. mléka, jogurty, másla, sýry se sníženým obsahem laktózy. Obliba těchto produktů, však roste i u spotřebitelů, kteří laktózovou intolerancí netrpí. Sortiment nabízených bezlaktózových, nejen mléčných, výrobků se za posledních deset let rozšířil a zvýšil se i počet firem, které tyto výrobky vyrábí.

Výrobní technologie spočívá v přidavku enzymu, který rozloží většinu přítomné laktózy. Výrobky poté obsahují pouze zbytkový obsah tzv. tolerovatelnou hladinu laktózy, odpovídající hodnotě méně než 0,01 g laktózy/100 g (ml) výrobku. K určitým nevýhodám spojeným s tímto procesem patří sensorické vlastnosti bezlaktózových mléčných výrobků např. výsledná vyšší sladkost mlék, změny viskozity či kyselosti jogurtů nebo pomazánkových másel.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

MLÉČNÝ CUKR (LAKTÓZA)

Laktóza je jednou ze základních živin mléka většiny savců (Solomons, 2002; Rasinperä et al., 2004; Rasinperä et al., 2005; Troelsen, 2005; Lomer, 2008; Samková a Jelen, 2012; Misselwitz et al., 2013; Muehlhoff, 2013), vyjímaje mléka mořských savců a ptakopyska (Solomons, 2002; Reich a Arnould, 2007). Její procentuální zastoupení je variabilní v závislosti na živočišném druhu (**Tab 1**), stadiu laktace a zdravotním stavu mléčné žlázy (Lomer, 2008; Janštová a Navrátilová, 2014). Nejvyšší hodnoty laktózy jsou zjišťovány v mateřském mléce (Solomons, 2002; Beja-Pereira et al., 2003; Janštová a Navrátilová, 2014; Dalal a Chang, 2015), střední hodnoty v kozím a ovčím mléce (Čurda, 2006a; Samková a Jelen, 2012) a nejnižší hodnoty v kravském mléce (Lomer, 2008; Di Rienzo, 2013; Janštová a Navrátilová, 2014).

Tabulka 1 Obsah laktózy (%) v mléce vybraných živočišných druhů

Druh mléka	Obsah laktózy [hm %]
Lidské	7,0 - 7,2
Kozí	4,7 - 4,8 (4,3)
Ovčí	4,6 - 4,8
Kravské	4,6 - 4,7

(Schaafsma, 2002; Kopáček, 2011; Samková a Jelen, 2012)

Pro novorozence a starší mláďata je laktóza nepostradatelným zdrojem energie (Stránský, 2000; Solomons, 2002; Swallow, 2003; Čurda, 2006a; Lomer, 2008; Abumrad a Davidson, 2012; Samková a Jelen, 2012) a zároveň významně podporuje vstřebávání vápníku (Abrams et al., 2002; Lomer 2008), hořčiku (Schaafsma, 2008), zinku a manganu (Kopáček, 2011).

Po chemické stránce je laktóza disacharid (Rasinperä, 2004; Rasinperä, 2005; Troelsen, 2005; Dalal a Chang, 2015), složený z D-glukózy a D-galaktózy, které jsou spojené β -glykosidickou vazbou (Di Rienzo, 2013; Janštová a Navrátilová, 2014) rozložitelnou β -galaktosidázou (Lomer, 2008).

Sladivost laktózy dle Schaafsma (2008) představuje 20-30 % sladivosti sacharózy a je též nízká oproti fruktóze a glukóze. Moore (2003) její sladivost udává přibližně 1/6 sladivosti sacharózy, přičemž sladivost α -laktózy je nižší než β -laktózy (Mašek, 1997; Campbell, 2009).

Laktóza je pro své vlastnosti využívána v mnoha odvětvích potravinářského průmyslu, např. v pekárenském (Schaafsma, 2008), masném (Vesa, 2000; Moore, 2003), mléčném, ale i v průmyslu farmaceutickém (Schaafsma, 2008). Přehled obsahu laktózy v různých potravinách uvádí **Tab. 2 a Tab. 3**. Mimo uvedené

potraviny, je laktóza obsažena i např. ve směsích na koláče, v chlebu, kořenících směsích, pivech typu ležák a potravinových doplňcích na hubnutí (Moore, 2003; Pennington a Spungen, 2009).

Tabulka 2 Obsah laktózy (%) ve vybraných masných produktech

Potravina	Obsah laktózy [hm %]
Klobásy vepřové (krůtí a kuřecí)	0,24
Klobásy krůtí a kuřecí	0,41
Vařená šunka (sušená šunka)	0,45
Sušená šunka	0,44
Salám	0,39 - 0,49

(Moore, 2003; Čurda, 2006a; Schaafsma, 2008; Piccolo et al., 2016)

Tabulka 3 Přehled mléčných produktů dle obsahu laktózy

Potravina	Obsah laktózy [hm %]
Mléko	
Čerstvé plnotučné	4,58
• Polotučné	4,67
• Odtučněné	4,8
• Sušené plnotučné	38,0 – 38,7
• Sušené odstředěné	52,0
• Acidofilní	3,28
Jogurt bílý	4,1 – 4,7
Jogurt ovocný	3,0 – 4,0
Jogurtový nápoj	4,0
Kefír	3,8 - 4,2
Máslo	0,7
Podmáslí	4,7
Smetana do kávy	3,8
Smetana na šlehání	3,1
Žervé	1,8
Cottage sýr	2,2
Tvaroh měkký	3,5 – 4,8
Tvaroh tvrdý	6,2
Mozzarella 40 – 50 %	3
Camembert 45 %	0,1
Niva	0,8
Polotvrdý sýr (Gouda, Eidam)	0,5
Tvrdý sýr (Ementál, Parmazán)	Méně než 0,4

(Vojtaššáková et al., 2000; Čurda, 2006a; Fojík, 2013; Kovářů a Knapková, 2013; Fritzscheová, 2015; Kohout et al., 2017)

ENZYM LAKTÁZA

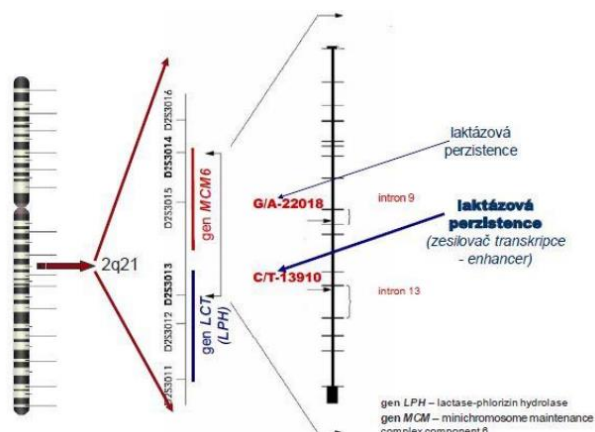
Enzym laktáza, přesněji laktáza-phlorizin hydroláza (LPH) (**OBR. 1**), je jedním, ze tří typů β -galaktosidáz v našem organismu (Vesa, 2000; Nevoral, 2003; Campbell, 2009; Gerbault, 2011; Di Rienzo, 2013). Jeho biosyntéza probíhá v diferenciovaných buňkách tenkého střeva – enterocytech (Troelsen, 2005; Kohout et al., 2017), které se nachází v kartáčovém lemu lačnicku (Vesa, 2000; Čurda, 2006a. Aktivita LPH je klíčová v rozkladu laktózy, na glukózu a galaktózu (Vesa, 2000; Rasinperä, 2004; Rasinperä, 2005; Järvelä, 2005; Campbell, 2005; Troelsen, 2005; Gerbault, 2011).

Obr. 1 Enzym (Weberová, 2016)



LPH je kódován genem LTC, který je lokalizován na dlouhém rameni chromozomu 2 v pozici 21 (2q21) s délkou 43,9kb, poblíž genu MCM6. (Obsahuje 17 exonů a je překládán do 6 kb transkriptu) (Boll 1991; Treem et al., 1993; Enattah et al., 2002; Troelsen, 2005; Campbell, 2005; Ingram et al., 2007). Exprese genu LCT je regulována transkripční a post transkripční kontrolou, z nichž transkripční regulace nejvíce ovlivňuje hladinu enzymu. Se sníženou aktivitou enzymu jsou asociovány jedno nukleotidové polymorfismy 13910*C/T a 22018*G/A, které jsou ve vzdálenosti 14 a 22 kb před genem LCT a které snižují transkripci genu LCT a tímto tak ovlivňují a snižují hladinu enzymu“ (Internetový zdroj 1) (**OBR. 2**)

Obr. 2 Lokalizace polymorfismů asociovaných s laktózovou intolerancí + lokalizace genů pro laktázovou intoleranci (Fojík, 2013)

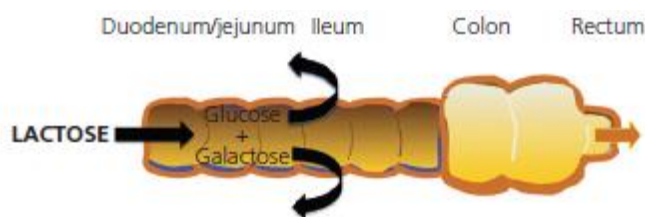


Hydrolytická funkce LPH, který je složen z polypeptidového řetězce a dvou aktivních míst (Mackey, 2002; Campbell, 2005; Di Rienzo, 2013), je zprostředkována dvěma enzymatickými aktivitami, laktázovou a phlorizin hydrolázovou (Internetový zdroj 1). Na prvním aktivním místě dochází k hydrolýze laktózy na glukózu a galaktózu a na druhém aktivním místě, dochází k hydrolýze aryl glykosidu florizinu na glukózu a floretin (Mackey, 2002; Nevoral, 2003; Campbell, 2005; Campbell, 2009, Di Rienzo, 2013).

Pokud LPH funguje správně a jeho aktivita je dostačující k rozložení přijímaného množství laktózy, probíhá rozklad takto (**OBR. 3, OBR. 4**):

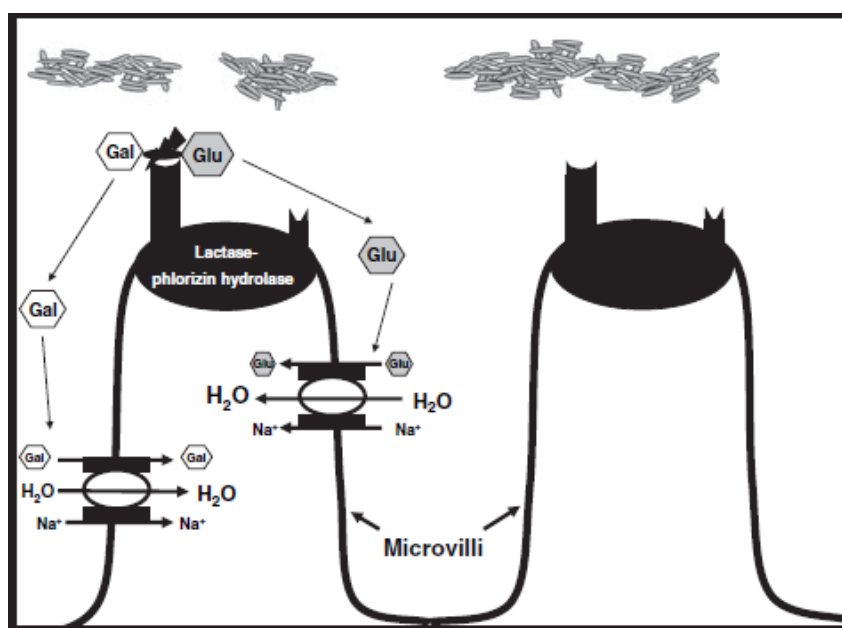
Laktóza je v tenkém střevě hydrolyzována LPH (Vesa, 2000) na glukózu a galaktózu a tyto jsou následně vstřebány přes střevní enterocyty do krve společně s vodou (Burger et al., 2007; Suchy et al., 2010; Brown-Esters, 2012; Di Rienzo, 2013; Dalal a Chang, 2015). Tyto monosacharidy se dostávají portální žílou do jater, kde se galaktóza stává součástí glykolipidů a glykoproteinů (Schaafsma, 2008; Di Rienzo, 2013) a část glukózy slouží k tvorbě glykogenu. Zbytek glukózy putuje do krve a je zdrojem energie nezbytné pro další procesy (Schaafsma, 2008; Di Rienzo, 2013).

Obr. 3 Rozklad laktózy a působení LPH (Dalal a Chang, 2015)



Obr. 4 Rozklad laktózy přes střevní enterocyty (Lomer, 2008):

Na membráně dvou mikrovilků tenkého střeva, dochází LPH k rozkladu laktózy na monosacharidy, které jsou vstřebány společně s vodou.

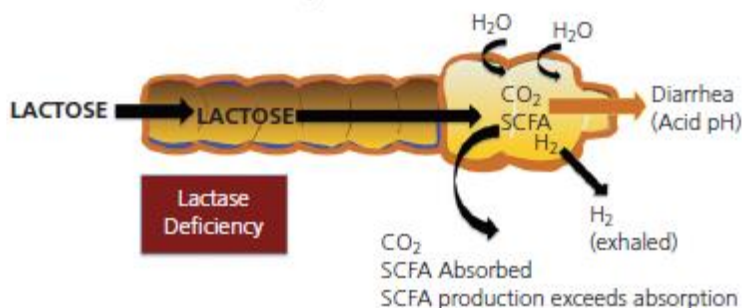


Naproti tomu, pokud je aktivita LPH v tenkém střevě snížena a LPH nefunguje správně (**OBR. 5, OBR. 6**) = nedokáže hydrolyzovat veškerou laktózu, probíhá rozklad takto:

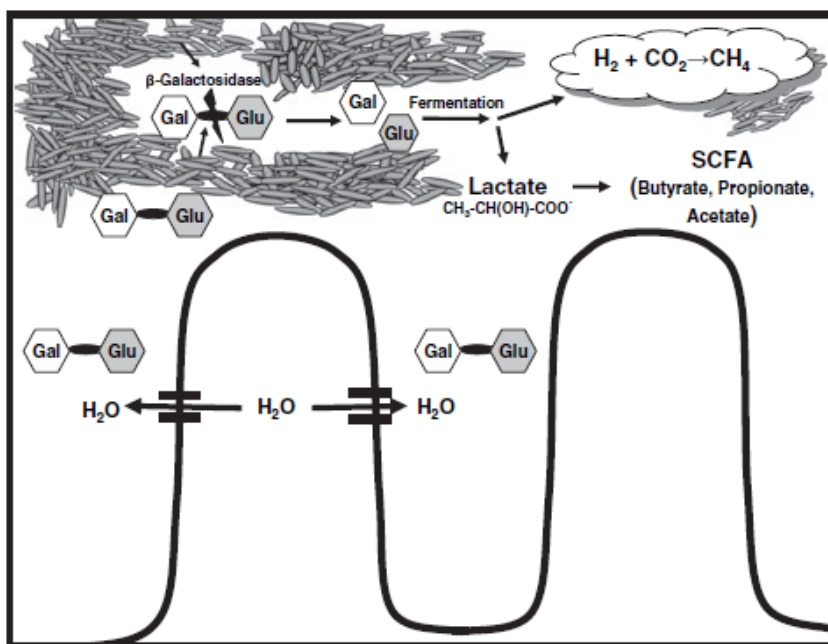
Nahromaděná nerozštěpená laktóza v tenkém střevě, zapříčiní zvýšení osmotického tlaku, který je vyrovnáván zvýšeným vylučováním vody, čímž je zvýšena motilita střev (Čurda, 2006a; Gasbarrini et al., 2009; Babitt a Lin, 2011) a laktóza se dostává do tlustého střeva, kde je fermentována přítomnými bakteriemi mléčného kvašení, za vzniku nežádoucích plynů (CO₂ a methanu), vodíku a mastných kyselin s krátkým řetězcem (acetát, propionát a butyrát) (Čurda, 2006a; Lomer, 2008; Gasbarrini et al., 2009; Babitt a Lin, 2011; Brown-Esters, 2012; Misselwitz, 2013). Vznik uvedených metabolitů může zapříčinit typické gastrointestinální symptomy jako bolesti břicha, viscerální křeče, průjem, plynatost a nadýmání (Romagnuolo, 2002; Miller et al., 2007; Lomer, 2008; Mattar et al., 2008;

Law, 2010; Shaukat et al., 2010; Babitt a Lin, 2011; Brown-Esters, 2012; Misselwitz, 2013).

Obr. 5 Rozklad laktózy při nedostatku LPH (Dalal a Chang 2015)



Obr. 6 Rozklad laktózy v tlustém střevě, vznik metabolitů (Lomer, 2008):



2.1.1 Aktivita laktázy

Aktivita LPH může být u plodu zaznamenána již v 8. týdnu gestace (Lomer et al, 2008), ale Mielke (2005) uvádí, že je tvorba LPH zahájena až na počátku 14. týdne. Směrem k 34. týdnu se aktivita zvyšuje a ve 34. týdnu stáří plodu je již detekovatelná (Heyman, 2006). Uvádí se, že LPH dosahuje po narození dítěte maxima své aktivity a od prvního měsíce života začíná postupně klesat (Vesa, 2000; Matthews, 2005; Mielke, 2005; Di Rienzo, 2013). Pokles je nejvýraznější po odstavení od mateřského mléka (Vesa, 2000; Matthews, 2005; Gerbault, 2011). Další pokles aktivity pak závisí na tom, zda mládě nadále konzumuje mléko (jiné než mateřské) či

nikoliv (Vesa, 2000; Swallow, 2003; Mathews et al., 2005; Brostoff a Gamlin, 2008; Wilt et al., 2010; Gerbault, 2011; Deng, 2015; Samková a Jelen, 2012). U části populace se aktivita LPH sníží pouze na 50 %, což nepředstavuje při denním příjmu laktózy 50 g (cca 1 litr mléka) prakticky žádné omezení, tzv. pro účinný rozklad takového množství laktózy je aktivita plně dostačující (Suarez, 1995; Semenza, 2001; Swallow, 2003; Yang et al., 2013; Szilagyi, 2015; Szilagyi, 2016). U části populace (cca u 30 %), pak zůstává plná aktivita LPH i u jedinců v dospělosti. Příčinou je pravidelná konzumace menšího množství mléka, historie zvyků v konzumaci mléka a pasterectví v rodu v návaznosti na mutaci na genu (Burger et al., 2007; Malmström et al., 2009; Gerbault, 2011; Lacan et al., 2011; Plantinga et al., 2012; Di Rienzo, 2013).

Rychlost, kterou bude pokles aktivity LPH probíhat do ustálení na určitou hladinu, závisí na mnoha faktorech, např. na individualitě organismu (Di Rienzo, 2013) či na hodnotě pH ve střevech, kdy je max. aktivita LPH zaznamenána při pH 6, poloviční při pH 8-9 a směrem k alkaličtějším hodnotám minimální (Campbell, 2009).

Časový horizont, ve kterém může dojít k již zmíněnému ustálení hladiny LPH, je různý. V některých studiích se uvádí širší rozpětí, tj. mezi 5. – 10. rokem věku (Ingram et al., 2009), v některých je zúženo na období okolo 10 let věku (Sahi, 1994) nebo až po 12. roku věku (Rasinperä, 2004; Rasinperä; 2005; Troelsen, 2005). Děti ve věku 5 - 12 let je možno rozdělit do dvou skupin:

- 1) tzv. laktáza non-perzistentní, u nichž klesá aktivita LPH až na úroveň dospělého jedince;
- 2) laktáza perzistentní, u nich je zachována novorozenecká aktivita LPH až do dospělosti (Rasinperä, 2004; Rasinperä; 2005; Troelsen, 2005)

LAKTÓZOVÁ INTOLERANCE (laktáza non-perzistentní)

Laktózová intolerance (LI) je metabolická porucha organismu, kdy přijímaná laktóza není štěpena v tenkém střevě, ale je mikrobiálně rozkládána až v tlustém střevě, což vede ke zdravotním problémům.

Po požití určitého množství laktózy, při snížené aktivitě LPH pod 50 %, přechází nehydrolyzovaná laktóza z tenkého do tlustého střeva, což vede ke zvýšenému osmotickému tlaku. Uvedené ještě nezpůsobuje typické příznaky LI, jde o předstupuň tzv. laktózovou malabsorpci (Brown-Esters, 2012; Usai-Satta, 2012). Teprve, když dojde k příjmu většího množství laktózy, přidružují se typické gastrointestinální projevy LI jako je průjem, nadýmání, křeče a plynatost (Matthews et al., 2005; Miller et al., 2007; Jellema et al., 2010).

Faktory, které ovlivňují rozvoj klinických příznaků LI, jsou: množství přijaté laktózy, aktivita laktázy, složení střevní mikroflóry, citlivost gastrointestinálního traktu jedince na mechanickou a chemickou stimulaci, čas průchodu laktózy zažívacím traktem a fermentační kapacita střeva (Tomba et al., 2012; Misselwitz, 2013). Významnou roli hrají též další faktory (psychické, etnické, způsoby stravování – vegetariáni, vegani atd.).

Rozvoj příznaků LI je rovněž ovlivněn přítomností toxických metabolitů, které jsou produkovány mikroflórou tlustého střeva při rozkladu laktózy, patří mezi ně proteinové toxiny, acetaldehyd, aceton, etanol a peptidy (Matthew et al., 2005; Campbell et al., 2010). Tyto látky jsou zodpovědné za ostatní možné projevy LI, jako je bolest hlavy, silná únava, ztráta kognitivních funkcí a bolest kloubů (Matthews et al., 2005; Waud et al., 2008).

2.1.2 Typy, příčiny a projevy laktózové intolerance

LI, lze dle doby projevu snížení aktivity LPH ve střevech, rozlišit na vrozenou, primární a sekundární formu (Kohout et al., 2017).

Vrozená LI je velmi vzácná metabolická porucha (Fojík, 2013). Celosvětově je popsáno méně jak 50 případů (Sequeira et al., 2015), které jsou omezené hlavně na Finsko (Deng et al., 2015). Projevy této poruchy se objevují již po první konzumaci mléka (Swallow 2003; Schaafsma, 2008; Di Rienzo, 2013). Tato forma je charakterizována sníženou až úplnou ztrátou aktivity LPH po narození (Čurda, 2006a; Law, 2010). Mezi příznaky (u novorozenců) patří těžké vodnaté průjmy, ztráta hmotnosti, zpoždění růstu v důsledku nedostatku živin, dehydratace a nástup alkalózy (Swallow, 2003; Lewinsky et al., 2005; Fojík, 2013). Jedinou léčbou je úplné vyloučení laktózy ze stravy novorozence (Swallow, 2003; Heyman, 2006; Di Rienzo, 2013).

Primární LI zvaná rovněž jako adultní forma (Di Rienzo, 2013; Kohout et al., 2017) je nejčastěji se vyskytujícím typem LI – postihuje cca 70–75 % světové populace (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Brown-Esters, 2012; Fojík, 2013). Naopak její předstupeň, primární malosorbce laktózy, je popisována už u dětí ve věku od 3-5 let (Heyman, 2006; Brown-Esters, 2012). Jedinou celoživotní léčbou primární LI je bezlaktózová dieta. U zbytku populace je popisována mutace na genu, tzv. perzistence laktázy, která je způsobena přetrvávající aktivitou enzymu (LPH) po celý život jedince (Brown-Esters, 2012).

Sekundární neboli získaná LI, vzniká v důsledku poškození kartáčkového lemu enterocytů tenkého střeva (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Čurda, 2006a; Heyman, 2006; Di Rienzo, 2013; Fojík, 2013; Brown-Esters, 2012; Kohout et al., 2017). Sliznice je nejčastěji poškozena (gastrointestinálním) onemocněním, jako je např. celiakie, Crohnova nemoc (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Čurda, 2006a; Heyman, 2006; Robayo-Torres a Nichols, 2007; Castiglione et al., 2008; Fojík, 2013; Kohout et al., 2017), infekční enteritida, virová gastroenteritida a giardióza (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Robayo-Torres a Nichols, 2007). Z dalších možností poškození epitelu sliznice tenkého střeva lze jmenovat parazitární onemocnění (Čurda, 2006a), chemoterapii, ozáření (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Di Rienzo, 2013), působení některých léků (Gudmand-Hoyer a Skovbjerg, 1996; Čurda, 2006a; Brown-Esters, 2012; Kohout et al., 2017) a chirurgické zákroky (Brown-Esters, 2012; Kohout et al., 2017). Jedinou léčbou, která je dočasná a střevní epitel opět obnoví do funkční podoby, je bezlaktózová dieta.

2.1.3 Laktáza perzistentní jedinci

Tito jedinci (Mulcare et al., 2004; Troelsen, 2005) tvoří 25-30 % světové populace (Brown-Esters, 2012) a je u nich zachována schopnost štěpit laktózu po celý život, což je způsobeno mutací na genu LTC (Gerbault, 2011). Vznik této mutace je pravděpodobně dán způsobem života předků, kteří se živilí pastevečtím a chovem dobytka pro mléko. Tito lidé žili v oblastech s nižším slunečním svitem, s omezenými zdroji výživy a jediným zdrojem vit. D a C, pro ně bylo právě mléko (Simoons, 1970; Simoons, 1981; Harms, 1987; Gerbault, 2011). Mutace tedy byla výsledek silného pozitivního výběru, přežili pouze ti, kteří se přizpůsobili (Simoons, 1970; Simoons, 1981; Bersaglieri et al., 2004).

Vznik perzistence je taktéž přičítán alelickým variacím v promotoru v oblasti genu 1 pro laktázu LTC (Jones et al., 2015). Rovněž je popisován jedincům typu homozygot či heterozygot s mutací na některém místě u LTC genu (Beneš, 1994), jejich sklon k polymorfní vlastnosti je dána jedno nukleotidovou změnou v genu LTC či poblíž něj (Ingram et al., 2007).

Výsledné mutace, ač mají na genu stejný efekt, jsou způsobeny různými typy alel s polymorfismy, a to jak na úrovni populací, kontinentů tak i jednotlivých států (Cramer, 1994; Sahi, 1994; Itan et al., 2010).

Mezi prvními byly popsány mutace s alelou 13910*T, připisované hlavně perzistentním v severní Evropě (Rasinperä, 2004; Rasinperä, 2005; Troelsen, 2005; Ingram, et al., 2007; Enattah et al., 2008; Itan et al., 2010; Manco et al., 2013) a ostatním perzistentním v Evropě (Tishkoff et al., 2007). Rovněž byla alela spojována s mutacemi ve střední Asii (Heyer et al., 2011) a Indii (Gallego Romero et al., 2012), avšak v případě afrických, arabských, saudských a tibetských populací byla popsána s minimální až nulovou četností (Ingram et al., 2007; Al-Abri et al., 2012; Peng et al., 2012).

Mezi dalšími byly popsány 3 polymorfismy alely 13915*G s nejčastější četností, pak 13905*G a 13913*C připisované perzistentním v Africe, Arábii, Súdánu, Tibetu a v Blízkém Východě (Tag et al., 2006; Ingram et al., 2007; Ingram, 2009). V saudské populaci, pak byly ještě popsány mutace s alelou 13915*T/G (Imtiaz et al., 2007) a v africké populaci mutace s alelami 14010*C (zejména u obyvatel Keni a Tanzanie), 13907*G a 13915*G. Přičemž u posledních třech alel, byly zpozorovány právě selektivní vlivy při konzumaci mléka na přizpůsobení se (Tishkoff et al., 2017).

2.1.4 Diagnostika

V současnosti je v diagnostice LI nejčastější, nejpřesnější a nejcitlivější metodou dechový test na přítomnost vodíku. Dále je hojně používána metoda laktóзовého tolerančního testu, v kombinaci s dechovým testem na přítomnost vodíku (Miller et al., 2007; Diekmann, 2015; Szilagyi, 2016), či kombinace na detekci vodíku i uhlíku v dechu (Stellaard, 2005) (**OBR. 7**). U složitějších případů, kde jsou výsledky předešlých metod rozporuplné, je pak prováděna střevní biopsie, která již není pacienty kladně snášena. Nejnovější diagnostikou jsou pak genetické testy dle daných genotypů (Troelsen, 2005; Bodlaj et al., 2006; Enattah et al., 2008; Fojík, 2013). Nejméně používanou metodou je test kyselosti stolice a moči.

Vodíkový test Laktóзовý toleranční test na přítomnost vodíku spočívá v perorálním podání 25 g laktózy v roztoku vody (dříve 50 g dle Mathews (2005)) a následném měření přítomného vodíku v dechu, po určitých časových intervalech (Romagnuolo, 2002; Miller et al., 2007; Castiglione, 2008; Mattar et al., 2008; Law, 2010). Toto měření je prováděno po dobu 3 hodin od podání roztoku laktózy, v 30minutových intervalech (Mattar, 2012). Délka měření může být prodloužena až na 6 hodin, čímž se zvýší citlivost měření (Mathews et al., 2005; Campbell, 2010). Pokud je hladina vodíku zvýšena, je tím indikována porucha trávení laktózy, dává nám najevo, že je laktóza rozkládána až v tlustém střevě, kde je fermentována

(Peuhkuri, 2000; Mulcare et al., 2004; Mattar, 2012) za vzniku vodíku, který je absorbován do plic a následně vydechován (Mattar, 2012).

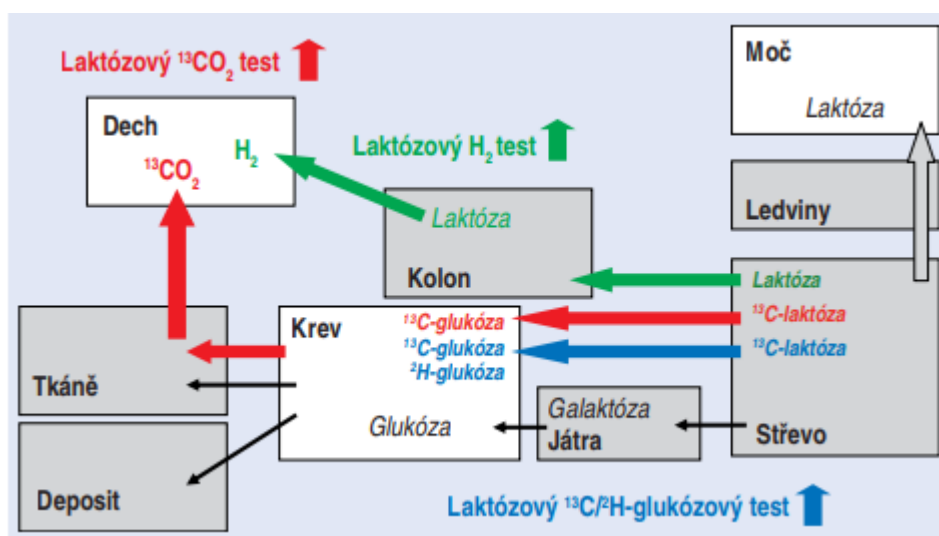
Laktózový toleranční test spočívá rovněž v perorálním podání dávky 25 g laktózy v roztoku vody a následně je pacientovi v krvi zjištěna hladina glykémie (Hertzler, 1996; Stellaard, 2005). Obsah laktózy je měřen před a po perorálním podání dávky laktózy, při určitých časových intervalech s max. navýšením o 20 mg/dl – což dokazuje toleranci laktózy (Law, 2010). Rovněž je uvedeno, že interval od podání do 1. měření je 2. den ráno, plus je měřena i přítomnost vodíku v dechu, a to před i po požití dávky (Peuhkuri, 2000; Mulcare et al., 2004). Rovněž je detailně uvedeno, že byla dříve podávána dávka 50 g laktózy v 0,5 l vody perorálně a následně byla u pacientů měřena hladina glykémie, a to v intervalech po 15, 30, 60 a 90 minutách (Stellaard, 2005). Jeli zvýšena hladina glykémie o méně než 1 mmol/l, tedy není-li naměřena vyšší hladina glukózy v krvi po podání oproti před podáním, je tu podezření na laktózovou malosorpci (Peuhkuri, 2000; Mulcare et al., 2004) a je potvrzen deficit laktázy (Stellaard, 2005).

-> U obou testů je LI diagnostikována, až po objevení příznaků.

Laktózový toleranční test na přítomnost stabilního izotopu uhlíku ^{13}C v dechu. Pacientům je perorálně podávána buď dávka 25 g ^{13}C -laktózy (podávaná dávka laktózy je obohacena o dané množství ^{13}C) anebo dávka 50 g laktózy obohacené uhlíkem ^{13}C , izolované z mléka krav vykrmovaných rostlinami s vysokým obsahem uhlíku ^{13}C . Poté je měřena změna poměru izotopu uhlíku ^{13}C a ^{12}C ve frakci CO_2 . Přítomností uhlíku je hodnoceno enzymatické štěpení laktózy. Nejpřesnější výsledky pak poskytuje kombinace $^{13}\text{C}/\text{H}_2$ laktózový test, kterým je zjištěno i bakteriální štěpení v tlustém střevě (Symonds et al., 2004; Stellaard, 2005) **(OBR. 7)**.

Obr. 7 Diagnostika intolerance střešní laktázy funkčními testy s podáním laktózy

Schéma zachycuje tři typy testů: dechový test se stanovením vodíku ve vydechaném vzduchu (H_2 – dechový test, zelené šipky), dechový test se stanovením ^{13}C uhlíku ve vydechaném vzduchu ($^{13}CO_2$ test, červené šipky) a kombinovaný test dvou izotopů ^{13}C -laktózy a 2H -glukózy hodnocený LDI indexem v plazmě (Lactose Digestion Index, modré šipky) (Kocna, 2006).



Pokud jsou výsledky z obou předchozích testů (přítomnost H_2 a hladiny glykémie) protichůdné, je prováděna střešní biopsie (Ingram, 2009) a imuno-histochemické vyšetření (Fojík, 2013). Střešní biopsie je metoda přímá, kde je měřena přímá aktivita laktázy (disacharidáz) (Madry, 2010; Fojík, 2013). Je provedena zavedením sondy do tenkého střeva za umělého spánku, a to při endoskopii či gastrokopii. Dále je pak na stupnici lehký-střední-těžký deficit určeno postižení (Fojík, 2013). Z důvodu invazivity a menší oblíbenosti, není tato metoda moc často praktikována (Madry, 2010; Gerbault, 2013). Jedinou výhodou, je rychlé rozpoznání sekundární příčiny deficitu laktázy (Fojík, 2013).

Střešní biopsie Prováděna buď formou rapid testu: rychlá detekce aktivity laktázy z bioptického vzorku chromogenní metodou, anebo formou histochemie: průkaz aktivity laktázy v kartáčovém lemu enterocytů imuno-histochemickou metodou (Mathews, 2005; Di Rienzo, 2013).

Genetické testy Ve srovnání s vodíkovým testem jsou přímou, neinvazivní a méně nákladnou metodou genetické testy DNA (Bodlaj et al., 2006; Hovde, 2009; Brown-Esters, 2012), kterými je z krve pacienta, zjištěna přítomnost alel pro perzistenci laktázy (Enattah et al., 2008). Přesněji řečeno, v krvi jsou hledány polymorfismy $13910^*C/C$ a $22018^*G/G$, zodpovědné za primární LI (Fojík, 2013) nebo polymorfismy $13910^*T/C$ (Bodlaj et al., 2006), kde se dle Troelsen (2005) varianta 13910^*T více váže na perzistenci laktázy. Krev pacientů je převezena

do specializované laboratoře, kde je analyzována a rozdělena dle diagnózy, na pacienty trpící perzistencí a pacienty s hypolaktázií (primárním typem LI) (Büning et al., 2005; Högenauer et al., 2005; Mattar et al., 2008; Nilsson a Olsson, 2008). Pacienti jsou tak ušetřeni od nepříjemných gastrointestinálních symptomů LI, které jsou součástí předchozích testů (Büning et al., 2005; Nilsson a Olsson, 2008).

Test kyselosti stolice Tento test se provádí ze vzorku stolice pacienta. Porucha štěpení laktózy, se projevuje fermentací laktózy v tlustém střevě a ve stolici je indikována nízkým pH stolice klesajícím pod 6, přítomností redukujících látek a taktéž mastných kyselin s krátkými řetězci (Martini a Savaiano 1988; Hertzler, 1996). Pro diagnózu LI pak svědčí kyselé pH, menší jak 5,5 (Mathews, 2005; Di Rienzo, 2013).

Test moči. Jedná se o diagnostiku zjišťující hladinu přítomné galaktózy v moči, pomocí plynové chromatografie. Pokud je zjištěna nižší hladina jak 20 mg, výsledek může svědčit o špatném trávení laktózy. Jde o test pouze doplňkový k laktózovému tolerančnímu testu, využíván v diagnostice stejně jako test kyselosti stolice, spíše u dětí (Branco et al., 2018).

Úskalí diagnostiky

Problémem odhalení tzv. získané čili sekundární LI je překrytí typických klinických příznaků i různými přidruženými příznaky. V diferenciální diagnostice je tedy především nutné, odlišit LI, od těchto zdravotních problémů: astma, ekzémy, těžký syndrom dráždivého střeva (IBS), osteoartróza, bolesti kloubů a svalů, nedostatečná koncentrace při vnímání. Jedinou metodou, která v těchto případech pomáhá k odhalení LI jsou genetické testy (Enattah et al., 2002; Mathews et al., 2005).

Dalším problémem správného stanovení LI je negativní ovlivnění, tedy mylné výsledky uvedených metod, ke kterým dochází u pacientů, u nichž byly zjištěny tyto fakta:

- a) užívání antibiotik v průběhu 1 měsíce od doby testování LI
- b) kyselé pH kolonií MO (BMK) ve střevech, které inhibuje bakteriální aktivitu.
- c) adaptace vlastní mikroflóry v důsledku kontinuální (pravidelné) expozice laktázou (Romagnuolo, 2002; Mattar et al., 2008; Law, 2010)

Posledním úskalím, zejména u dechového testu na přítomnost vodíkového testu je pak výše dávky laktózy, doba trvání testu, věk pacienta a individualita organismu. (Büning et al., 2005; Högenauer et al., 2005; Szilagyí et al., 2007; Mattar et al., 2008; Nilsson a Olsson, 2008).

2.1.5 Léčba

Vrozená forma LI je léčena ihned od narození, a to úplným vyřazením laktózy ze stravy novorozence. Vzhledem k absenci LPH, je výživa v první fázi života dítěte nahrazena umělou výživou či bezlaktózovým mlékem (Kohout et al., 2017) a v dalších fázích pak konzumací mléčných výrobků s nulovým obsahem laktózy (Heyman, 2006; Kohout et al., 2017).

Sekundární forma LI je léčena bezlaktózovou dietou, kterou je omezen příjem laktózy jen do doby, dokud není plně zregenerována střevní stěna tenkého střeva a LPH plně znovu aktivován (Heyman, 2006; Usai-Satta, 2012). Naopak u primární formy LI, je omezení úplného příjmu laktózy pouze na 2 až 4 týdny a pak je nutný návrat ke konzumaci laktózy (k prahové dávce), která je dobře snášena (Usai-Satta, 2012; Di Rienzo, 2013), např. ke 12 g, nebo k menší hladině (Suarez et al., 1997).

Bezlaktózová dieta je založena na konzumaci mléčných výrobků s přirozeně nízkým obsahem laktózy (Suarez, 1995; Čurda, 2006a; Savaiano, 2006; Březková, 2009; Shaukat et al., 2010; Brown-Esters, 2012; Dostálová, 2014), mezi které patří např. kysané mléčné výrobky a tvrdé sýry (Treem et al., 1993). Popř. mohou být konzumovány i výrobky s nulovým obsahem laktózy (Čurda, 2006a; Březková, 2009; Brown-Esters, 2012; Dostálová, 2014), kterého je docíleno, tepelnou či jinou technologickou úpravou, kdy je laktóza rozložena na lépe stravitelné monosacharidy např. tvarohy, jogurty (Brown-Esters, 2012; Dalal a Chang, 2015) aj.

Za zcela nevhodnou lze označit konzumaci výrobků s vysokým podílem laktózy, např. masných, pekařských a cukrářských výrobků aj.

V léčbě sekundární a primární LI je povolena, a zároveň doporučována pravidelná konzumace jednoho šálku mléka denně (představuje cca 12 g laktózy), který je stráven bez projevu gastrointestinálních symptomů. Této dávce se časem organismus přizpůsobí a je tak navýšena odolnost organismu vůči většímu množství laktózy (Treem et al., 1993; Hertzler, 1996) a je tak zabráněno úplné ztrátě aktivity LPH (Hertzler, 1996; Stránský, 2000; Usai-Satta, 2012).

Rovněž je doporučováno konzumovat mléčné výrobky obsahující laktózu spolu s jinými potravinami (Di Rienzo, 2013), čímž je prodlužována doba expozice laktózy v tenkém střevě (Treem et al., 1993; Shaukat et al., 2010; Di Rienzo, 2013) a tím je umožněno snadnější rozložení většího množství laktózy i LPH s menší aktivitou. Tímto způsobem je pak předcházeno projevu gastrointestinálních potíží a zároveň je navýšena tolerovatelná dávka laktózy na 18 g (Shaukat et al., 2010).

Doporučovány jsou také probiotika (Di Rienzo, 2013) a prebiotika, o kterých je více psáno v následující kapitole. V poslední řadě, je pak doporučováno navýšit konzumaci Ca a vit. D (Samková a Jelen, 2012) a doplňovat enzym v umělé podobě (Čurda, 2006a; Březková, 2009; Misselwitz, 2013; Dostálová, 2014).

Mikroorganismy jako zdroj laktázy

Laktáza může být lidem, kteří trpí její nízkou aktivitou či LI, dodávána buď formou živých mikroorganismů (MO), např. v kysaných výrobcích, probiotických preparátech anebo ve formě enzymatických preparátů. Obě možnosti jsou nápomocné pro snadnější a rychlejší trávení laktózy a zároveň u lidí s LI dochází ke zlepšení reakce na vyšší množství přijímané laktózy, aniž by vznikaly gastrointestinální příznaky (Vesa, 1996; Hove, 1999; Turnbull, 2000; Gill a Guarner, 2004).

Typickými MO, které produkují laktázu, jsou bakterie mléčného kvašení (BMK). Jedná se o grampozitivní rody: *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* (Hove, 1999; Kopáček, 2011; Almeida et al., 2012; Samková a Jelen, 2012; Horáčková, 2018), dále *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* a *Lactococcus* (Hove, 1999; Horáčková, 2018).

K produktům, které BMK obsahují, patří kysané mléčné výrobky jako je kefir, acidofilní mléko, dále jogurty a kysané zelí.

Mezi další prospěšné produkty s živými MO patří probiotika, která jsou vyráběna ve formě měkkých vysypávacích kapsulí a nejenže pomáhají k snadnějšímu rozkladu laktózy, ale také pomáhají k úpravě a doplnění mikroflóry v těle. Probiotika jsou rozložena v organismu hostitele a jejich konečný účinek je velmi individuální a závisí na typu probiotik, obsažených MO a jejich vlastnostech, např. schopnosti dosahovat určitých lokalit a v nich adekvátně působit (Vesa, 1996).

Některé studie potvrzují i možný dlouhodobější účinek probiotik na střevní mikroflóru. Dokazuje to např. studie z roku 2012, kde byla 27 pacientům po dobu 4 týdnů podávána probiotika *Lactobacillus casei* Shirota a *Bifidobacterium breve* Yakult v dávce 10^7 - 10^9 CFU. U pacientů byl zaznamenán ústup symptomů a zlepšení výsledků vodíkového testu, které se i nadále zlepšovaly, a to i 3 měsíce po ukončení léčebné kúry (Almeida et al., 2012).

Pozitivní přínos probiotik u LI byl shrnut v nedávné rešeršní studii (Oak a Jha, 2018). Za nejúčinnější při řešení LI v ní bylo označeno *Lactobacillus* spp. a *Bifidobacterium* spp., konkrétně *Bifidobacterium animalis*. Za prospěšnou byla dále označena jogurtová kultura (*Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*) (Oak a Jha, 2018).

Probiotika jsou doplňována látkami, které jsou důležité jako zdroj živin pro probiotické bakterie, tzv. prebiotika (Gibson et al., 2004). Prebiotika podporují růst a správné fungování živých MO (Gill a Guarner, 2004; Lomer, 2008).

Další možnost, jak zajistit přísun laktázy z vnějších zdrojů představují enzymatické preparáty, které jsou podávány společně s potravinami, které obsahují vyšší množství laktózy. Zdrojem laktázy pro tyto preparáty jsou kvasinky

(*Kluyveromyces lactis*), mikroskopické vláknité houby (*Aspergillus niger*) a BMK (Di Rienzo, 2013). Tyto preparáty jsou běžně dostupné v lékárnách, a to buď v suspenzi ve formě kapek, nebo ve formě tablet. Kapky jsou podávány buď společně s konzumací výrobku nebo po jeho konzumaci, a naopak tablety jsou podávány před konzumací mléčného výrobku. Příkladem může být např. preparát Laktazan – tablety i kapky, dále Lactase 3500 či Lactanon (Almeida et al., 2012; Di Rienzo, 2013).

2.1.6 Výskyt LI

V dospělosti se LI objevuje jako standard u 70 % obyvatel (Mathews, 2005), což je dáno nejběžnějším fenotypem, vyskytujícím se u většiny lidí (Ingram, 2009), naopak mutace u zbylé části obyvatel, jsou v podstatě považovány za nestandardní (Hamilton a Whitnax, 1979). Detailní prevalence je pak formována: zeměpisnou oblastí (Kohout et al., 2017), etnikem (Fojík, 2013), věkem a rodovými zvyklostmi v pití mléka (Alm, 2002; Ferdman, 2014; Argüelles-Arias et al., 2015).

Nejnižší prevalence LI je hlášena ve Skandinávii, a to 1-5 %. Nízká prevalence je hlášena rovněž u západoevropské bělošské populace (Alm, 2002), a o něco vyšší prevalence (5-17 %) je hlášena u bílé dospělé populace Severní Ameriky, Austrálie a severní Evropy (Fojík, 2013). Střední výskyt LI (10, 20 až 50 %) je hlášen ve střední Evropě (Alm, 2002) a vyšší výskyt LI (75-80 %) je hlášen u řecké dospělé populace. Na území USA v černošských a indiánských populacích je pak hlášen až 80 % výskyt LI (Fojík, 2013).

Tendence zvyšujícího se výskytu směrem od severu k jihu zeměkoule (Stránský, 2000; Gerbault et al., 2009) není na území Evropy neobvyklá, potvrzují ji i jiná demografická data, která mluví i o zvyšující se tendenci LI směrem od severu k jihu na území států Jižní Ameriky, Afriky a Asie (zvýšení až o 50 %) (Fojík, 2013). A rovněž je tato tendence popisována i směrem od západu k východu (tzn. od Ameriky k oblastem východní Evropy, Středomoří a Afriky) a okolo rovníku je pak popisován nejvyšší výskyt LI, a to u 80-100 % populace (Kohout et al., 2017).

V asijských zemích je uváděn velmi vysoký výskyt LI postihující 90 % (Fojík, 2013) či dokonce 100 % populace (Alm, 2002; Fojík, 2013). Příčinou tak vysoké prevalence LI u Asiatů, je velmi rychlý pokles aktivity laktázy na nízkou hladinu již v útlém věku (ve 3 až 4 letech), která již vyžaduje upravení stravy. Naproti tomu u Evropanů je takto nízká hladina popisovaná až ve věku 18 až 20 let (Mathews et al., 2005).

Příčinou velmi nízké prevalence LI v severní Evropě a nízké prevalence ve střední Evropě je nejpravděpodobněji migrace koz, ovcí a krav spojená s domestikací a konzumací mléka u obyvatel dnešního Turecka před několika tisíci lety, kdy tamější obyvatelé migrovali do středu Evropy (Leonardi et al., 2012).

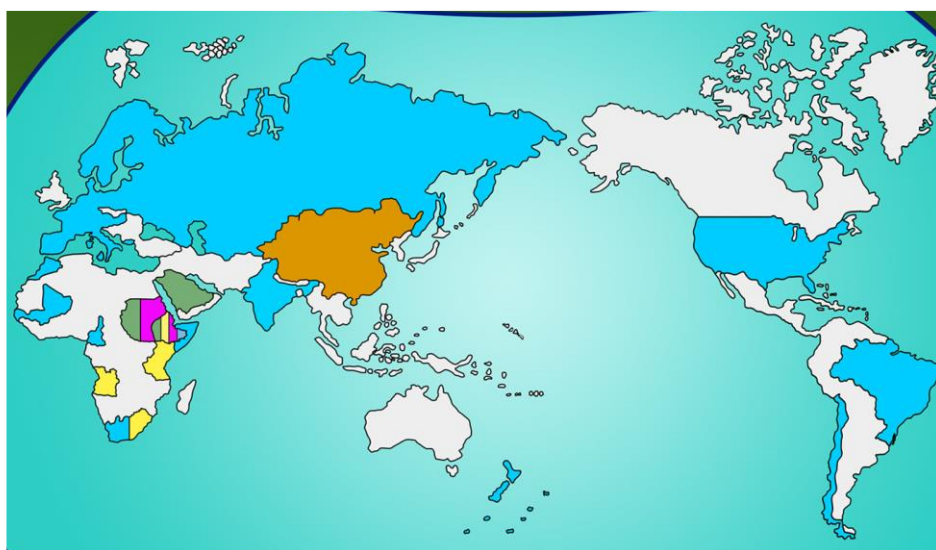
2.1.7 Výskyt laktáza perzistentních jedinců

Ve výskytu a šíření laktáza perzistentních jedinců jsou velké rozdíly, a to jak na úrovni zemí, tak regionů či rodin. Z historického hlediska to bylo způsobeno migrací lidí, jejich sociálním strukturováním, kulturním kontaktem mezi nimi napříč různými národnostmi, a také změnou v genetické stránce organismu. Tato genetická stránka byla vlivem – historického opakovaného předávání pastevečství v rodech, kdy v nehostinných podmínkách s nedostatkem slunečního záření, byla konzumace mléka, jako jediný zdroj vit D a Ca, nezbytná – přeměněna, a to vznikem mutací na genu tzv. přizpůsobením se místním podmínkám, následkem bylo zachování aktivity LPH v organismu daného jedince (Alm, 2002; Leonardi, 2012; Leonardi, 2013).

Laktáza perzistentní jedinci vyskytující se v dnešní Evropě jsou tedy výsledkem genetického driftu v období neolitu, který byl způsoben příchodem laktáza perzistentních farmářů z Blízkého Východu (Leonardi, 2012; Leonardi, 2013). Jejich celkový výskyt je vyznačen dle perzistentních alel na mapě polymorfismu, která potvrzuje nejčastěji se vyskytující alelu u laktáza perzistentních, a to 13910C>T (**OBR. 7**).

Obr. 7 Výskyt nejčastějších variant polymorfismu alel pro perzistenci na jednotlivých kontinentech (Mattar, 2012)

- Varianta *LCT*-22018G>A/-13910CC; ● Varianta *LCT*-13910C>T;
- Varianta *LCT*-13915T>G; ● Varianta *LCT*-14010G>C;
- Varianta *LCT*-13907C.G



MLÉČNÉ VÝROBKY SE SNÍŽENÝM MNOŽSTVÍM LAKTÓZY

2.1.8 Technologie ke snížení či odstranění hladiny laktózy ve výrobcích

V současnosti je ke snížení hladiny laktózy v mléce a mléčných výrobcích využíváno několik metod. Mezi nejčastější metodu patří hydrolýza laktózy na glukózu a galaktózu, a) přidáním izolovaného enzymu (β -galaktosidázy) získaného z MO (Vasiljevic a Jelen, 2001; Gänzle, et al., 2008) např. z kvasinek *Kluyveromyces lactis* či plísní *Aspergillus oryzae*, *A. niger* (Čurda, 2006a), b) přidáním imobilizovaného enzymu na vhodných nosičích, anebo c) přidání směsi většího množství enzymů z produktů MO a případné využití membránových reaktorů na opakované použití enzymů (Vasiljevic a Jelen, 2001; Gänzle, et al., 2008). Mezi méně používané metody patří metody s použitím iontoměničů a kombinace nano a ultrafiltrací mléčných výrobků (Harju et al., 2012).

Jedinými společnými nevýhodami těchto nejčastějších metod je sladivost, výsledný výrobek má totiž 4 x vyšší sladivost, než před hydrolýzou. Tato fyzikální změna je pak u výrobků, jako je mléko nežádoucí, na rozdíl od ochucených výrobků, kde tato změna nepředstavuje žádný problém (Čurda, 2006a; Harju et al., 2012).

Tento negativní dopad procesu vyřešila finská firma Valio, a to chromatografickou reparací laktózy (Čurda, 2006a; Harju et al., 2012). Touto metodou je získáno delaktózované mléko, to se smíchá s mlékem s laktózou a nastartuje se hydrolýza. S tím rozdílem, že hydrolýza probíhá do té úrovně, aby si mléko zachovalo původní sensorické vlastnosti, tedy i nižší sladkost (Čurda et al., 2001; Holubová, 2003; Čurda et al., 2006b).

Podobný dopad má pak i ošetření mléka UHT technologií, kde je vysokou teplotou rozložena laktóza na laktulózu, která už není překážkou a je indikátorem tepelné zátěže mléka, (popř. i pouze tepelné zpracování mléka při t nad $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, rozkládá přítomnou laktózu) (Melini et al., 2017). Firma Valio, tuto technologii obohatila o následné přidání enzymu sterilovaného filtrací, kdy je laktóza rozkládána po týdnu při t $18\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$. U fermentovaných výrobků je pak také více způsobů, jak lze hydrolyzovat laktózu. Buď před samotnou fermentací, nebo se enzym přidá současně s kulturou MO na zaočkování, což sníží obsah laktózy na minimum (Čurda et al., 2001; Holubová, 2003; Čurda et al., 2006b).

Výzkumně byl také prováděn zásah do genetické výbavy dojníc, tedy snaha o narušení genu pro β -laktalbumin, který je klíčový v roli syntézy samotné laktózy. V jiné studii byla zkoumána exprese β -galaktosidázy v mléce (Vilotte, 2002; Sabikhi, 2004).

2.1.9 Legislativa mléčných výrobků se sníženým obsahem laktózy a bezlaktózových mléčných výrobků

Od roku 2003 je povinné označovat mléko a laktózu jako alergeny na všech potravinách.

Označování laktózy v potravinách

Zákony a vyhlášky v České republice

V legislativě bylo řízeno označování laktózy v potravinách prováděcí vyhláškou č. 54/2004, která je v zákonu o potravinách a tabákových výrobcích č.110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů (Škopek, 2006). Nyní ji nahrazuje vyhláška 39/2018 a v ní paragraf 22 ve stejném znění (Internetový zdroj 3).

Dle paragrafu 22 této vyhlášky je pro bezlaktózové potraviny určen limit laktózy, a to nejvýše 10 mg laktózy/100 g či 100 ml potraviny (0,01 %). Pro potraviny se sníženým obsahem laktózy je dána vyšší přípustná hladina laktózy, a to nejvýše 1 g laktózy/100 g či 100 ml výrobku – a to ve stavu potraviny, která je určena k přímé konzumaci. Bez splnění těchto požadavků, nemůže být jakákoliv potravina označena jako bezlaktózová či potravina se sníženým obsahem laktózy (Škopek, 2006).

V této vyhlášce je dále uvedeno, že tyto skupiny výrobků jsou vhodné pro zvláštní výživu osob s intolerancí či alergií na laktózu nebo pro osoby trpící poruchami látkové přeměny (Škopek, 2006).

Nařízení EU

Nařízením Evropské Unie (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací spotřebitelům (tzv. potravinové právo) je stanovena povinnost, poskytnout spotřebitelům informace o alergenních látkách a produktech, které byly použity při výrobě dané potraviny. Tato povinnost je vztahována na všech 14 nejčastějších alergenů, mezi které je zařazeno i mléko a výrobky z něj. Označením „mléka“ ve složení na obalu potraviny, je tudíž vyjádřen i obsah laktózy (Internetový zdroj 2).

Označení etikety potravin

Správné označení je uvedeno ve vyhlášce 54/2004 v paragrafu 3 a 23, která je v zákonu o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů (Škopek, 2006). Nyní ji nahrazuje vyhláška 39/2018 a paragraf 3 je zrušen, paragraf 23 zůstává ve stejném znění (Internetový zdroj 3).

Na etiketě musí být vyznačeno, krom obecně známých (název a sídlo výrobce a dovozce, v případě dovozu ze třetích zemí nebo prodávajícího, název druhu, údaj o množství, datum použitelnosti či datum minimální trvanlivosti), název kategorie (např. bezlaktózová, se sníženým obsahem laktózy), zvláštnosti kvalitativního

a kvantitativního složení (nebo uvedení speciálního výrobního procesu, kterým je dodávána výrobkům přidaná nutriční hodnota). Dále musí být uvedena energetická hodnota (v KJ i kcal ve 100 g či 100 ml výrobku), údaj o obsahu živin, potravinových doplňků v hm jednotkách ve 100 g či 100 ml výrobku, a nakonec skutečný obsah laktózy v g/100 g či 100 ml potraviny (Škopek, 2006).

Nedávné změny v legislativě

Od 13.12. 2014 musí být informace o alergenních látkách zpřístupněna i u nebalených potravin a potravin balených bez přítomnosti spotřebitele – pro účely bezprostředního prodeje. Tato informace musí být uvedena v bezprostřední blízkosti nebalené potraviny nebo na obalu potraviny zabalené bez přítomnosti spotřebitele.

A zároveň je tato povinnost platná i v restauracích, jídelnách, rychlém občerstvení a ostatních zařízeních společného stravování, s tím rozdílem, že musí být alergeny vypsány přímo u nabídky jednotlivých pokrmů či musí být zákazníkům na požádání, umožněno do nich nahlédnout (Internetový zdroj 2).

3 MATERIÁL A METODIKA

CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

- posoudit nabídku bezlaktózových mléčných výrobků ve vybraných obchodech v Jihočeském kraji,
- u vybraných mléčných výrobků provést senzorické hodnocení a
- pomocí dotazníkového šetření zhodnotit informace týkající se laktóзовé intolerance.

METODIKA POSOUZENÍ NABÍDKY BEZLAKTÓZOVÝCH VÝROBKŮ

Posouzení nabídky bezlaktózových mléčných výrobků bylo provedeno v první polovině roku 2018 v osmi obchodních řetězcích: Albert a.s., Tesco a. s., Globus a.s., Billa a.s. a Terno a.s., Lidl, Kaufland a. s. a Penny Market.

V každém obchodním řetězci byly zjišťovány:

- rozsah bezlaktózového sortimentu v oddělení mléčných výrobků,
- umístění a přehlednost bezlaktózového sortimentu pro zákazníka,
- u každého bezlaktózového výrobku byla pořízena fotodokumentace a zjištěny následující informace:
 - výrobce,
 - obsah laktózy,
 - tučnost,
 - hmotnost,
 - aktuální cena.

METODIKA SENZORICKÉHO HODNOCENÍ BEZLAKTÓZOVÝCH VÝROBKŮ

Senzorické hodnocení proběhlo na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (ZF JČU), na Katedře potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů. Celkem se jej zúčastnilo 54 studentů a 7 zaměstnanců ZF JČU, 67 % žen a 33 % mužů ve věku od 21 – 70 let.

Z celkového počtu 61 hodnotitelů, 6 hodnotitelů se nezúčastnilo hodnocení vzorků mléka (mléko nepijí/nemohou konzumovat) a 1 hodnotitel se nezúčastnil hodnocení jogurtů.

3.1.1 Charakteristika mléčných výrobků

K senzorickému hodnocení bylo v tržní síti zakoupeno celkem pět vzorků mléčných výrobků: dva vzorky mléka (bezlaktóзовé a s laktózou) a tři vzorky bezlaktóзовých jogurtů. U vzorků byl dále proveden chemický a mikrobiologický rozbor (**Tab. 4**).

Analýza vzorků mléka byla provedena v akreditované laboratoři Madeta a.s., České Budějovice. Byl stanoven obsah tuku, bílkovin, sušiny, laktózy, kaseinu (dle ČSN 570530) a počet somatických buněk (PSB) (dle ČSN EN ISO 13366-3).

Analýza bezlaktóзовých jogurtů byla provedena v laboratoři Výzkumného ústavu mlékárenského a.s., kde byl stanoven obsah tuku (ČSN 570530), bílkovin (ČSN 570530) a sušiny (ČSN 570104-3). Z mikrobiologických ukazatelů byl stanoven počet bakterií *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (SN ISO 7889) a celkový počet mikroorganismů (ČSN ISO 7889). U jogurtů s probiotickými kulturami byly zjišťovány hodnoty BMK, a to *Lactobacillus acidophilus* (ČSN ISO 20128) a *Bifidobacterium* spp. (ČSN ISO 29981).

Titrační kyselost byla stanovena v laboratoři ZF JČU (dle ČSN 570530).

Tabulka 4 Charakteristika posuzovaných mléčných výrobků včetně složení
1) údaje uváděné na obale (g/100 g); 2) chemické složení (g/100 ml,
resp. 100g), mikrobiologické ukazatele (CFU/g) a kyselost (mmol/l)

Druh výrobku	Mléka		Bezlaktózové bílé jogurty		
Ilustrační obrázek					
Označení	bez laktózy	s laktózou	A	B	C
Název	Nature's Promise	Nature's Promise	Nature's Promise	Nature	Hollandia
Výrobce	Tatranská mliekařeň a.s.	Tatranská mliekařeň a.s.	Tatranská mliekařeň a.s.	Madeta a.s.	Hollandia Karlovy Vary, s.r.o.
1) údaje uváděné na obale					
Laktóza	<0,01	4,7	<0,01	<0,01	<0,01
Tuk	1,5	1,5	3,5	3,1	3,8
Bílkoviny	3,2	3,2	3,8	6	3,8
Sacharidy	4,6	4,9	4,6	7	4,6
2) chemické a mikrobiologické ukazatele					
Tuk	1,77	1,54	3,81	3,15	3,87
Bílkoviny	2,96	3,26	3,88	5,39	3,91
Sacharidy	4,85	4,75	-	-	-
Sušina	-	-	12,73	16,43	12,93
TPS	8,34	8,78	-	-	-
TK	-	-	127,45	167,24	118,43
PSB	78	66	-	-	-
ST	-	-	$6,9 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$	$7,1 \times 10^8$
LD	-	-	$7,3 \times 10^6$	$1,4 \times 10^7$	$3,8 \times 10^6$
LA	-	-	$6,9 \times 10^6$	-	$1,1 \times 10^6$
BIFI	-	-	$1,5 \times 10^6$	-	$3,9 \times 10^6$
CPM***	-	-	$7,0 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$7,1 \times 10^8$

Zdroje obrázků: vlastní foto (mléka), naturepromise.cz, madeta.eshop.cz a Hollandia.cz,

TPS= tukuprostá sušina; TK= titrační kyselost; PSB= počet somatických buněk; ST= *Streptococcus salivarius*, subsp. *thermophilus*; LD= *Lactobacillus delbrueckii*, subsp. *bulgaricus*; LA= *Lactobacillus acidophilus*; BIFI= *Bifidobacterium sp.*; CPM= celkový počet mikroorganismů;

3.1.2 Charakteristika použitých sensorických zkoušek

Hodnotitelé byli na začátku seznámeni se zásadami a s vlastním postupem sensorického hodnocení – párovou preferenční zkouškou doplněnou o vyjádření rozdílů (1- nepatrné; 2- malé; 3- střední a 4- velké) mezi oběma vzorky (pro mléka) a pořadovou zkouškou doplněnou o sensorický profil (pro jogurty). Preferenční test byl proveden dle podmínek a zásad daných ČSN ISO EN 5495, sensorický profil dle ČSN EN ISO 13299, ČSN ISO 11035 a pořadová zkouška dle ČSN ISO 8587.

V sensorickém profilu měli hodnotitelé k dispozici stupnici od 0 – 10, na které vyznačovali intenzitu následujících vybraných znaků:

- konzistence (velmi řídká – velmi hustá)
- příjemnost vůně (nepříjemná – příjemná)
- intenzita kyselé chuti (slabá – silná)
- intenzita sladké chuti (slabá – silná)
- intenzita hořké chuti (slabá – silná)
- celkový dojem (nepříjemný – příjemný).

Dále měli hodnotitelé v předložených vzorcích jogurtů možnost posoudit přítomnost cizích pachů a pachutí (nepřítomna – přítomna) (viz příloha č. 2) a uvést i důvod preference daného vzorku.

METODIKA DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Za účelem získání potřebných dat byl sestaven dotazník, složený z 18 otázek (**Příloha 1**). Dotazníkové šetření probíhalo v období od srpna do října 2018 a dotazníky byly šířeny elektronicky (38 %) (přes internetové stránky survio.com a emailovou komunikací) a osobně (62 %). Dotazníkové otázky tvořily tyto okruhy:

- otázky zaměřené na konzumaci mléka a mléčných výrobků (n = 4)
- otázky zaměřené k zjištění informovanosti respondentů o LI (n = 10)
- otázky identifikační

STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DAT

Získaná data byla vyhodnocena za pomoci programu Microsoft Excel 2010 a programu STATISTICA 9.1 (StatSoft ČR). Ke statistické analýze dat bylo využito metod popisné statistiky, tabulek četností a kontingenčních tabulek. Četnosti jsou vyjádřeny (pokud není uvedeno jinak) vždy k celkovému počtu dotazovaných.

Pro vyhodnocení pořadového preferenčního testu byla použita Friedmanova ANOVA a Wilcoxonův párový test.). Pro testování statistické významnosti mezi skupinami v případě ukazatelů sensorického profilu byl využit Studentův *t*-test.

Rozdíly byly vyjádřeny na obvyklých hladinách významnosti ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$).

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

VYHODNOCENÍ NABÍDKY BEZLAKTÓZOVÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ V OBCHODNÍ SÍTI

Nabídka sortimentu bezlaktózových mléčných výrobků v jednotlivých obchodech byla zhodnocena dle následujících kritérií:

- 1) Označení regálu
- 2) Umístění a přehlednost
- 3) Rozsah nabízeného bezlaktózového sortimentu

1) Označení regálu s bezlaktózovým sortimentem

Nejvýrazněji byl regál s bezlaktózovými mléčnými výrobky označen v prodejních sítích obchodu Globus a.s., a to pomocí regálových štítků s nápisem „*snížený obsah laktózy*“ (**OBR. 8**). Rovněž obchodní síť Tesco a.s. disponovala velmi dobrým označením míst s bezlaktózovým sortimentem – regálové štítky buď s nápisem „*s nízkým obsahem laktózy*“ nebo s grafickým znázorněním (přeškrtnutá lahev s mlékem) (**OBR. 9**).

Obr. 8 Označení regálu s bezlaktózovými mléčnými výrobky - Globus a.s.



Zdroj: vlastní foto

Obr. 9 Označení regálu s bezlaktózovými mléčnými výrobky - Tesco a.s.



Zdroj: vlastní foto

Za méně výrazné z pohledu spotřebitele lze považovat označování míst s bezlaktózovým sortimentem v obchodních sítích Terno a. s. a Billa a.s. V těchto obchodních sítích byl k dispozici na prodejním místě pouze jeden regálový štítek ve formě visačky s nápisem: „*Výrobek bez laktózy*“ (Terno a.s.), resp. „*Bez laktózy*“ (Billa a.s.). V obchodní síti Kaufland a.s. byl pouze u vybraných (tj. jen některé byly označeny a jiné bez označení) bezlaktózových výrobků v poličce v rámci štítku s cenou vyobrazen symbol přeškrtnutého mléka s nápisem „*Bez laktózy*“ (**OBR. 10**).

Obr. 10 Označení vybraných bezlaktózových mléčných výrobků - Kaufland a.s.



Zdroj: vlastní foto

Nejméně viditelně byly označeny bezlaktózové mléčné výrobky v obchodní síti Albert a.s., kde informace o tom, že se jedná o bezlaktózový výrobek byla uvedena na regálovém štítku „AFF“ (= albert free from) pouze jako součást názvu výrobku, nikoliv samostatně (**OBR. 11**).

Obr. 11 Označení bezlaktózových výrobků – Albert a.s. (AFF= albert free from)



Zdroj: vlastní foto

2) Umístění a přehlednost nabízeného bezlaktózového sortimentu

Nejpřehlednější bylo umístění bezlaktózových mléčných výrobků v obchodních sítích Globus a.s. (na jednom místě ve dvou samostatných regálech), Tesco a.s. a Kaufland a.s. (na jednom místě v jednom samostatném regále). V obchodní síti Terno a.s. bylo zjištěno, že bezlaktózové mléčné výrobky byly umístěny v jednom regálu, ale pouze na třech poličkách z celkových šesti. Navíc bylo v tomto obchodě zjištěno zcela nevhodné umístění bezlaktózových bílých jogurtů. Tyto byly bez označení uloženy mezi jogurty s laktózou. Uložení bezlaktózového mléčného sortimentu v obchodní síti Albert a.s. lze označit za

nepřehledné. Většina těchto výrobků byla totiž umístěna mezi ostatními výrobky s laktózou, a to v různých regálech, s neadekvátním označením. Tento způsob je pro spotřebitele velmi matoucí a je pro něj náročné vyhledat, nadto v rozumném nákupním čase, dané výrobky. Podobná situace byla zjištěna i v obchodní síti Billa a.s. tj. rozmístění bezlaktózových mléčných výrobků mezi ostatními výrobky v různých regálech bez řádného a jasného označení.

3) Rozsah nabízeného bezlaktózového sortimentu

Největší rozsah nabízeného sortimentu bezlaktózových mléčných výrobků byl zjištěn v obchodních sítích Globus a.s. a Tesco a.s. (**Tab 7**). Základní nabídkou bezlaktózových mléčných výrobků, od dvou (Albert a.s.) až čtyř (Kaufland a.s., Terno a.s.) výrobců, disponovaly ostatní obchodní řetězce. Obchodní síť Billa a.s. měla v nabídce pouze čtyři bezlaktózové výrobky – mléko, jogurt, čerstvý sýr a Cottage sýr. Nejmenší nabídkou pak disponovaly obchodní síť Lidl a Penny, kde jejich nabídka obsahovala pouze bezlaktózové tvrdé sýry. Pro zajímavost, při pozdějším posouzení situace (v létě 2018) bylo zjištěno, že obchodní síť Kaufland a.s. rozšířila sortiment těchto výrobků o značku K-classic (nový samostatný regál s bezlaktózovými výrobky). Ve stejnou dobu obchodní síť Terno a. s. měla nově v nabídce bezlaktózový Lipánek.

Tabulka 7 Přehled nabídky bezlaktózových mléčných výrobků v obchodních řetězcích Globus, Tesco, Terno, Kaufland, Albert a Billa v Českých Budějovicích

Obchodní řetězec Globus				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost balení	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	MEGGLE	1 l	36,90
	Mléko 3,5 %	MEGGLE	1 l	36,90
	Mléko trvanlivé	PRAGOLACTOS	1 l	23,90
jogurty	Jogurt Nature (jahoda)	MADETA	150 g	12,90
	Jogurt (jahoda/broskev/borůvky/čokoláda)	BAUER	100 g	11,90
	Jogurt řeckého typu (jahoda/broskev/třešeň)	LACTO ZERO	135 g	23,90
	Jogurtový nápoj (třešeň/banán/maraqua/papája)	BAUER	250 g	24,90
smetany	Smetana na šlehání 30 %	MEGGLE	0,2 l	31,90
	Smetana na vaření 10 %	MEGGLE	0,2 l	20,90
		PRAGOLACTOS	0,2 l	24,90
másla	Máslo	DE LACTO	125 g	36,90
		MINUS L	125 g	35,90
	Tradiční pomazánkové	MADETA	150 g	29,90

pokračování Tabulky 7

sýry	Lučina	VITALIA	140 g	36,90
	Čerstvý sýr pomazánkový	MINUS L	200 g	43,90
	Cottage sýr	MADETA	150 g	19,90
	Tvaroh	DE LACTO	200 g	35,90
	Tvaroh vaničkový	MEGGLE	180 g	31,90
	Mozzarella	CASA AZZURA	125 g	39,90
tvrdé sýry	45 % plátky	MINUS L	150 g	35,90
	Gouda/ementáler plátky	MLÉKOVITA	150 g	40,90
Obchodní řetězec Tesco				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost balení	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	MEGGLE	1 l	35,90
		KUNÍN	1 l	34,90
		TESCO FREE FROM ESL	1 l	29,90
	Mléko 3,5 %	MEGGLE	1 l	42,90
	Mléko trvanlivé	PRAGOLACTOS	1 l	27,90
		TESCO FREE FROM	1 l	31,90
jogurty	Jogurt bílá 1,5 %	TESCO FREE FROM	150 g	9,90
	Jogurt bílý 3,5 %	MADETA (Nature)	150 g	13,90
		HOLLANDIA	180 g	15,90
			400 g	24,90
	Jogurt Nature (jahoda)	MADETA	150 g	14,90
	Jogurt (jahoda/broskev/třešeň)	TESCO FREE FROM	150 g	13,90
	Jogurt řeckého typu (jahoda/broskev/třešeň)	LACTO ZERO	135 g	23,90
smetany	Smetana na šlehání 30 %	MEGGLE	0,2 l	29,90
		TESCO FREE FROM	0,2 l	27,90
	Smetana na vaření 10 %	MEGGLE	0,2 l	20,90
		PRAGOLACTOS	0,5 l	25,90
		TESCO FREE FROM	0,2 l	18,90
másla	Máslo	MINUS L	125 g	39,90
		TESCO FREE FROM	100 g	26,90
	Tradiční pomazánkové	MADETA	150 g	29,90
sýry	Lučina	VITALIA	140 g	39,90
	Čerstvý sýr pomazánkový	MINUS L	200 g	45,90
	Cottage sýr	MADETA	150 g	27,90
		TESCO FREE FROM	180 g	27,90
	Tvaroh	DE LACTO	200 g	39,90
	Tvaroh vaničkový	MINUS L	200 g	26,90
Sýry polotvrdé	Eidam 20 %/ 30 %/ 40 %; Uzený Eidam 30 %; oba sýry plátkové	MADETA	100 g	27,90

pokračování Tabulky 7

Obchodní řetězec Terno				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost balení	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	MEGGLE	1 l	39,90
jogurty	Jogurt bílý Nature 3,5 %	MADETA	150 g	11,90
	Jogurt Nature (jahoda)	MADETA	150 g	12,90
	Jogurt (jahoda/broskev/borůvky/čokoláda)	BAUER	100 g	9,90
	Jogurt (jahoda/broskev/meruňka)	FRANKENLAND TOP	125 g	9,90
	Tvarohový dezert - Lipánek	MADETA	130 g	18,90
smetany	Smetana na vaření 10 %	MEGGLE	0,2 l	23,90
	Zakysaná smetana 20 %	MADETA	200 g	19,90
másla	Tradiční pomazánkové	MADETA		28,90
sýry	Lučina	VITALIA		37,90
	Čerstvé sýry pomazánkové	ARLA	150 g	27,90
	Cottage sýr	MADETA	150 g	26,90
		MEGGLE	180 g	32,90
	Tvaroh vaničkový	MEGGLE	180 g	29,90
	Mozzarella	GALBANI	100 g	32,90
	Bavorský romadúr	BAUER	100 g	29,90
Sýry polotvrdé	Eidam 20 %/ 30 %/ 40 %; Uzený Eidam 30 %; oba sýry plátkové	MADETA	100 g	26,90
Obchodní řetězec Kaufland				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost balení	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	MEGGLE	1 l	23,90
		KUNÍN	0,5 l	19,90
			1 l	34,90
	Mléko 3,5 %	MEGGLE	1 l	25,90
jogurty	Jogurt bílý 1,5 %	K-CLASSIC	150 g	15,90
	Jogurt bílý Nature 3,5 %	MADETA	150 g	12,90
	Jogurt bílý 3,5 %	HOLLANDIA	180 g	16,90
			400 g	26,90
smetany	Smetana na šlehání 33 %	K-CLASSIC	0,2 l	21,90
	Zakysaná smetana 20 %	MADETA	200 g	18,90
másla	Máslo kostka	K-CLASSIC	125 g	36,90
sýry	Čerstvé sýry pomazánkové	K-CLASSIC	175 g	26,90
	Cottage sýr	K-CLASSIC	200 g	26,90
sýry polotvrdé	Gouda/Emmentaler/Tilster	HEINRICHSTHALER	125 g	44,90
sýry tvrdé	Džugas	Litva	180 g	84,90

pokračování Tabulky 7

Obchodní řetězec Albert				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	KUNÍN	0,5 l	19,90
	Mléko 1,5 % Nature´s Promise	TATRANSKÁ MLÉKÁREŇ A.S.	1 l	28,90
jogurty	Jogurt bílý 3,5 % Nature´s Promise	TATRANSKÁ MLÉKÁREŇ A.S.	180 g	13,90
	Jogurt ochucený (višeň/vanilka)	ALBERT FREE FROM	150 g	12,90
smetany	Zakysaná smetana 20 % Nature´s Promise	TATRANSKÁ MLÉKÁREŇ A.S.	250 g	18,90
másla	Máslo kostka	ALBERT FREE FROM	125 g	29,90
sýry	Tvaroh odtučněný vaničkový, Nature´s Promise	TATRANSKÁ MLÉKÁREŇ A.S.	250 g	17,90
Obchodní řetězec Billa				
Kategorie	Výrobek	Výrobce	Velikost balení	Cena (Kč)
mléka	Mléko 1,5 %	KUNÍN	0,5 l	17,90
			1 l	29,90
jogurty	Jogurt bílý 3,5 %	HOLLANDIA	180 g	16,90
sýry	Cottage sýr	MADETA	150 g	19,90

Zhodnocení použitých technologií výroby bezlaktózových mléčných výrobků

Počet firem, které uvádí, jakým způsobem je množství laktózy snižováno, je omezené. Informace, tedy alespoň obecný postup, uvádí pouze Madeta a.s., Hollandia s.r.o., Meggle s.r.o. a Pragolactos a.s.

U jmenovaných firem je uveden nejjednodušší způsob, a to hydrolýza laktózy pomocí vpraveného enzymu. Pragolactos a.s. u UHT mléka hydrolyzuje laktózu taktéž enzymem, ale ten je sterilizován membránovou filtrací, hydrolýza pak trvá několik dní. Nature´s promise a Hollandia s.r.o. své výrobky navíc obohacují bakteriemi rodu *Bifidobacterium*.

Jedinou firmou, která vyrábí jogurt prostý laktózy, je Moravia a.s., je označen jako jogurt finského typu a je prodáván obchodní sítí Tesco a.s.

vyhodnocení senzoričké analýzy

4.1.1 Hodnocení vzorků mléka s laktózou a mléka bez laktózy párovou zkouškou

Párová zkouška je metoda senzoričké analýzy, jejímž úkolem je rozlišit dva vzorky, mezi kterými mohou být velmi malé senzoričké rozdíly vnímatelné anebo nevnímatelné lidskými smyslovými orgány (Neuman, 1990). Česká norma (ČSN EN ISO 5495) popisuje postup pro určení, zda existuje vnímatelný senzoričký rozdíl nebo podobnost mezi dvěma vzorky, týkající se intenzity určité senzoričké vlastnosti. Ve skutečnosti je párová porovnávací zkouška výběrový test mezi dvěma možnostmi. Metoda je použitelná, pokud existuje rozdíl v jedné nebo několika vlastnostech, což znamená, že s její pomocí lze určit, zda existují vnímatelné rozdíly týkající se dané vlastnosti a specifikovat směr rozdílu. Metoda je vhodná i pro nezkušené hodnotitele, ale její nevýhodou je nutnost vyššího počtu odpovědí.

Hodnotitelům byly předloženy dva vzorky mléka – mléko s laktózou a mléko bez laktózy. Pro párovou zkoušku byla zvolena technika nucené volby, tzn., že hodnotitelé se museli rozhodnout, který vzorek preferují. Z výsledků vyplývá, že ve sledované skupině hodnotitelů byla značná vyrovnanost v preferencích pro oba vzorky (**Tab. 9**). Pro vzorek mléka bez laktózy se rozhodlo 27 hodnotitelů (44 %), pro vzorek mléka s laktózou 28 hodnotitelů (46 %).

S ohledem ke skutečnosti, že někteří autoři uvádějí, že bezlaktózové mléko je sladší (Čurda, 2006a; Harju et al., 2012), lze tedy konstatovat, že zhruba polovina hodnotitelů preferovala spíše mléko méně sladké (s laktózou) a druhá polovina mléko sladší (bez laktózy). Vyrovnané preference mohly být způsobeny rovněž nízkým věkovým průměrem hodnotitelů (pouze 7 hodnotitelů starších než 50), příp. vyšším zastoupením žen ve skupině hodnotitelů (54 %).

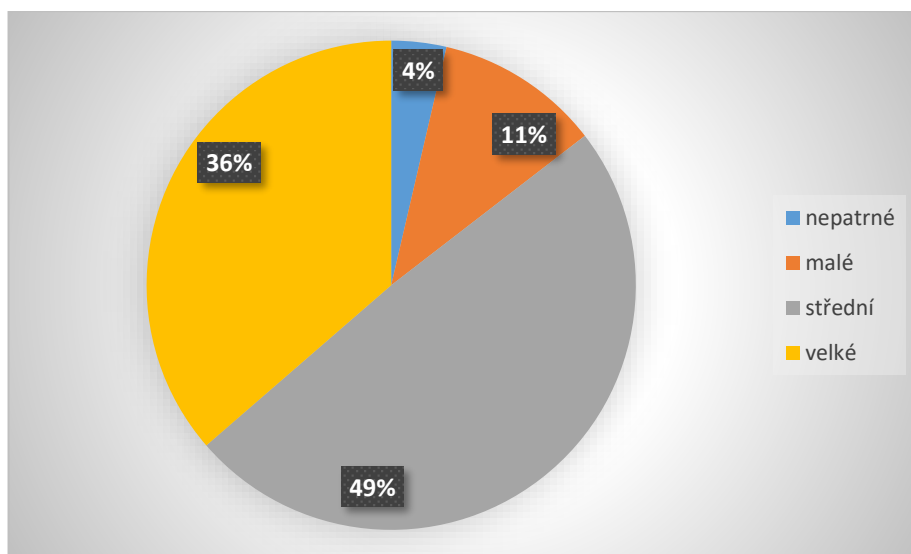
Tabulka 9 Statistické vyhodnocení párové preferenční zkoušky u vzorků mléka s laktózou a bez laktózy ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 55*)

Vzorky mléka	Počet odpovědí	Četnost [%]	P
Bez laktózy	27	44	0,9066
S laktózou	28	46	

*z 61 hodnotitelů 6 mléko nekonsumovalo

Tento fakt podporuje i velikost rozdílů, kterou hodnotitelé mezi oběma vzorky mléka vnímali a jako takové je zaznamenávali do stupnice od 1 (nepatrné) do 4 (velké) (**Graf 1**). Převážná většina hodnotitelů (85 %) vnímala rozdíly jako značné (36 % vnímalo velké rozdíly, 49 % střední rozdíly). Tyto hodnoty potvrzují i některé dodatečné slovní popisy vzorků mlék od respondentů, např.: „mléko s laktózou je vodnatější“, nebo naopak „mléko bez laktózy je mnohem sladší“.

Graf 1 Vnímání rozdílů mezi vzorky mléka s laktózou a bez laktózy ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 55*)



*z 61 hodnotitelů 6 mléko nekonzumovalo

4.1.2 Hodnocení vzorků bezlaktózových jogurtů pomocí senzoričského profilu

Speciální metodou popisné senzoričské zkoušky je profilová metoda (=senzoričský profil). Cílem profilové metody je ukázat chutnost analyzovaných výrobků v celém komplexu se všemi složkami, např. příjemnost vůně, intenzita chuti. Tato metoda je nejčastěji používána ke zjištění rozdílů při podrobnějších analýzách, v průmyslu je pak nejvíce využívána při vývoji nových výrobků, příp. při zjišťování změn výrobků s ohledem na jejich skladování a uvádění do tržní sítě (Neumann, 1990).

Metoda vyžaduje zaškolené hodnotitele, jejichž úkolem je zaznamenat intenzitu dané vlastnosti/vjemu vzorku na stupnici od 0-10 cm (s tím, že např. u hodnocení konzistence, 0 znamená řídká a 10 hustá). Výsledný celkový dojem/hodnocení dané vlastnosti, pak závisí na citlivosti hodnotitele (Pokorný, 1997).

V rámci této diplomové práce byly hodnotitelům předloženy tři vzorky bílých bezlaktózových jogurtů, a úkolem hodnotitelů bylo vyhodnotit na stupnici 0-10 celkem 6 deskriptorů: konzistenci, příjemnost vůně, intenzitu sladké, kyselé a hořké chuti a celkový dojem.

Deskriptor celkový dojem byl využit i pro vyjádření pořadí jednotlivých vzorků na základě preferencí. Preference byly zaznamenány na stupnici od 0: nepříjemný – 10: příjemný. Při seřazování vzorků nesměli hodnotitelé uvádět dva vzorky na stejnou úroveň dle tzv. techniky nucené volby (Pokorný, 1997).

Ze součtu pořadí vzorků (**Tab. 10**) vyplývá, že ve sledované skupině hodnotitelů byl nejvíce preferován vzorek bezlaktózového jogurtu B (Nature). Vzhledem k tomu, že hodnotitelé měli možnost zároveň slovně popsat charakteristiku jednotlivých vzorků (**Tab. 11**), důvodem mohly být sladká chuť a hustá konzistence tohoto vzorku. Vzorek B byl sice hodnocen nejlépe, součet pořadí tohoto vzorku (104) se však statisticky významně nelišil od součtu pořadí vzorku C (111). V porovnání s oběma těmito vzorky byl statisticky významně hůře hodnocen vzorek A (145).

Tabulka 10 Statistické vyhodnocení pořadí (dle celkového dojmu) u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 60*)

Číslo vzorku**	Součet pořadí	Průměr ± směrodatná odchylka	P
A	145 ^a	2,41 ± 0,67	0,0015
B	104 ^b	1,73 ± 0,89	
C	111 ^b	1,85 ± 0,70	

^{a,b} součty pořadí jednotlivých vzorků s odlišnými horními indexy ve sloupcích se liší ($P < 0,001$)

*z 61 hodnotitelů 1 nekonzumoval jogurty

** A = Nature's Promise; B = Nature; C = Hollandia

Tamime a Robinson (2000) uvádějí, že na kvalitu i chuť má vliv kyselost jogurtu. Ta je ovlivněná především obsahem kyseliny mléčné vznikající působením přítomných mikroorganismů v jogurtové kultuře (*Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus bulgaricus*) – které zajišťují fermentaci laktózy (Almeida et al., 2012; Jelen a Samková, 2012). V této práci byl nejlépe hodnocen jogurt s nejvyšší kyselostí (vzorek B: 167,24 mmol/l), ale zároveň se statisticky významně nelišil od jogurtu s nejnižší kyselostí (vzorek C: 118,43 mmol/l). Důvodem těchto rozdílů mohla být skutečnost, že vzorek B byl hodnotiteli vnímán jako nejvíce hustý (viz též **Tab. 11** a **Graf 3**) a rozhodujícím momentem při zařazování na jednotlivá pořadí byla tedy i konzistence. Částečně tento výsledek podporuje hodnota titrační kyselosti nejhůře hodnoceného vzorku A (127,45 mmol/l), ale i fakt, že hodnotitelé senzoričky nesprávně posoudili kyselost všech tří vzorků.

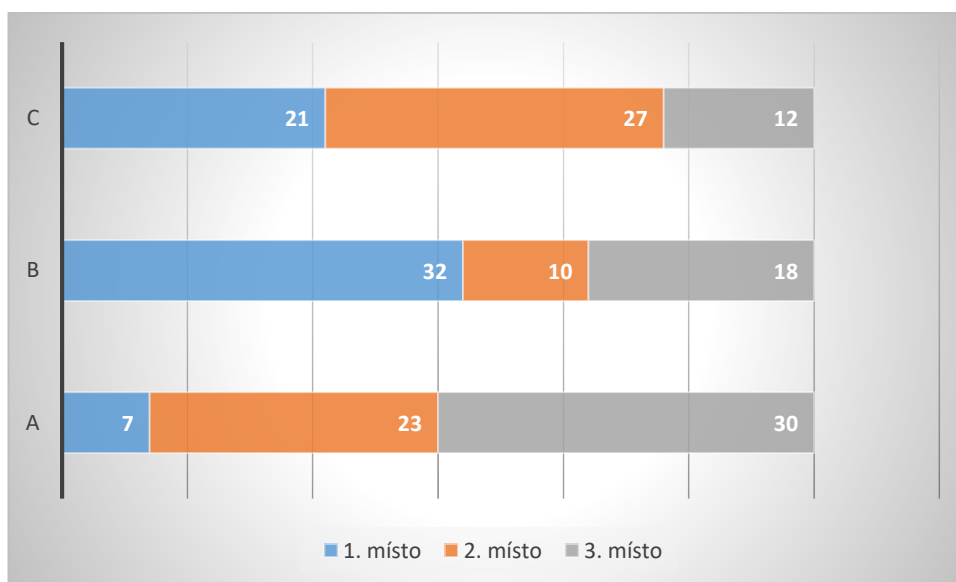
Následující relativní četnosti jednotlivých pořadí bílých bezlaktózových jogurtů zobrazují podobné informace (**Graf 2**), ze kterých je patrné, že nejhůře hodnocený jogurt (vzorek A) byl nejčastěji umisťován na 3. místo.

Tabulka 11 Slovní hodnocení vzorků bílých bezlaktózových jogurtů vybranou skupinou hodnotitelů (n=60)

Číslo vzorku *	POZITIVA	NEGATIVA
A	méně intenzivní chuti; příjemné chuti;	lehce nakyslá chuť; řidká konzistence;
B	nejvíce chutný; příjemně sladký; ideální konzistence;	příliš sladká chuť; sladší chuť oproti A, C; nejméně chutný; nepříjemná sladkokyselá chuť; řidká konzistence; málo jogurtová;
C	méně intenzivní chuti; příjemné chuti;	kyselá chuť; řidká až vodová konzistence

* A = Nature's Promise; B = Nature; C = Hollandia

Graf 2 Četnosti pořadí (dle celkového dojmu) u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 60)



Při hodnocení jednotlivých deskriptorů a pro vzájemné porovnání jednotlivých vzorků byla využita jednofaktorová analýza rozptylu, k zobrazení průměrných hodnot u daných organoleptických vlastností také tzv. pavučinový, paprskový graf (Tab. 12, Graf 3).

Z tabulky i grafu je patrné, že nejvíce hodnotitelům vyhovoval vzorek B, a to jak ze stránky husté konzistence ($7,0 \pm 1,6$), tak sladké chuti ($4,9 \pm 2,4$), ačkoliv příjemnost vůně byla nejnižší ze všech vzorků ($5,4 \pm 2,2$). Nízké hodnocení příjemnosti vůně mohlo být způsobené zejména přítomností cizích pachů, které 28 % hodnotitelů ve vzorku B zaznamenalo (Tab. 13). Přestože byl tento vzorek nejlépe hodnocen, pro jeho až nepříjemně sladkou chuť a i uvedenou (z 20 %) přítomnost

pachutí, část hodnotitelů upřednostnila vzorek C. Tento vzorek byl pro hodnotitele méně kyselý, středně sladký a dominoval oproti vzorku B vysokou příjemností vůně ($6,5 \pm 1,7$), podobně jako vzorek A ($6,5 \pm 1,8$). Při zhodnocení intenzit jednotlivých chutí bylo zajímavé, že ve vzorku B s příjemnou chutí i konzistencí byl hodnotiteli jmenován nejvyšší výskyt cizích pachů a pachutí.

Vliv na přítomnost těchto nežádoucích vlastností může mít např. technologie úpravy jogurtu při hydrolyze laktózy (Čurda et al., 2001; Holubová, 2003; Čurda et al., 2006b), či jiný způsob technologické úpravy pro odstranění laktózy ve výrobku, než jaký byl použit u ostatních dvou vzorků A, C (výskyt pachutí minimální - 3 % a cizích pachů okolo 3-5 %), kde mohla být například využita patentovaná technologie firmy Valio – chromatografická reparace laktózy, odstraňující vyšší sladkost z výrobků (Harju et al., 2012). Další možnou variantou, jak by mohlo dojít k výskytu těchto nežádoucích vlastností v jogurtu, je uvolňování některé části látek z plastového obalu do obsahu jogurtu během dopravy a skladování, i když by obaly měly být k tomuto procesu uvolňování inertní. I přes tyto možné vyjmenované varianty, nelze s jistotou určit, co bylo příčinou zjišťovaných cizích vůní a pachutí.

Statisticky významné rozdíly mezi vzorky byly potvrzeny pro vlastnosti: konzistence ($P < 0,001$), příjemnost vůně ($P = 0,0014$), intenzita kyselé ($P = 0,0189$) a sladké chuti ($P < 0,001$). Statisticky nevýznamný byl pouze deskriptor intenzity hořké chuti ($P = 0,6779$).

Tabulka 12 Vyhodnocení sensorického profilu u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 60)

	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C	P
Senzorické deskriptory	průměr ± směr. odchylka	průměr ± směr. odchylka	průměr ± směr. Odchylka	
<i>Konzistence</i>	3,7 ± 1,6	7,0 ± 1,6	3,8 ± 1,6	<0,001
<i>Příjemnost vůně</i>	6,5 ± 1,8	5,4 ± 2,2	6,5 ± 1,7	0,0014
<i>Intenzita kyselé chuti</i>	6,1 ± 2,2	5,0 ± 2,4	5,1 ± 2,3	0,0189
<i>Intenzita sladké chuti</i>	2,8 ± 1,7	4,9 ± 2,4	3,4 ± 1,9	<0,001
<i>Intenzita hořké chuti</i>	2,0 ± 1,9	1,8 ± 1,8	1,7 ± 1,6	0,6779
<i>Celkový dojem</i>	5,2 ± 2,1	6,3 ± 2,7	6,2 ± 1,9	0,0412

*analýza rozptylu sensorického profilu, významné nad hladinu $P < 0,05000$

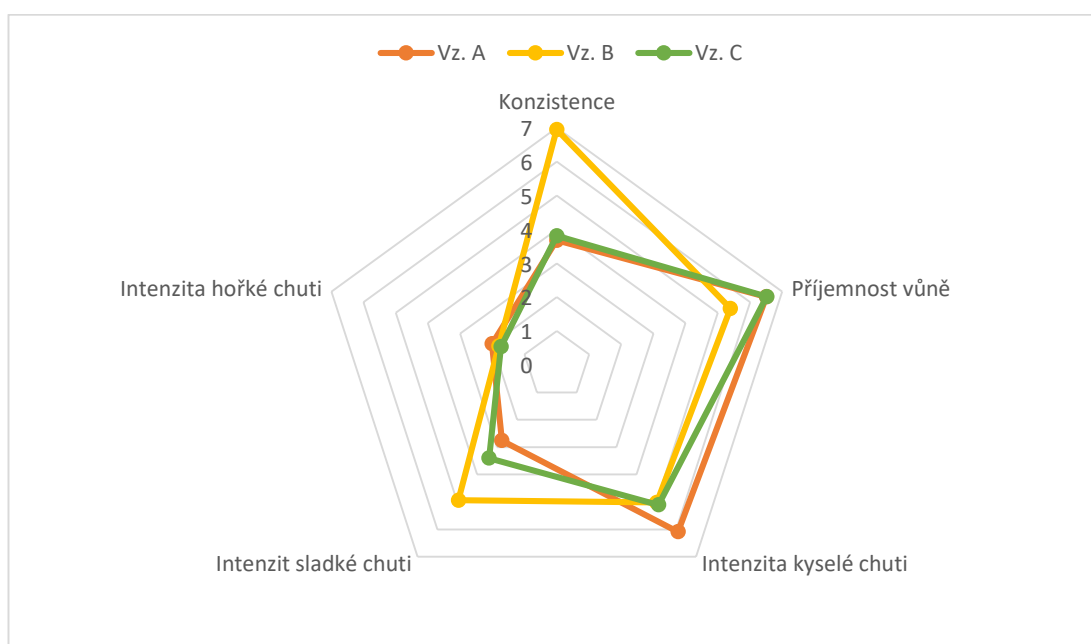
** A=Nature's Promise; B= Nature; C= Hollandia

Tab 13 Vyhodnocení přítomnosti cizích pachů a chutí (četnosti v % pro každý vzorek) v bílých bezlaktózových jogurtech ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 60)

Označení vzorku	Přítomnost pachutí		Přítomnost cizích pachů	
	počet	%	počet	%
A	2	3,3	2	3,3
B	17	28,0	12	20,0
C	2	3,3	3	5,0

*A = Nature's Promises; B = Nature; C = Hollandia

Graf 3 Vyhodnocení sensorického profilu u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (n = 60)



vzorek A = Nature's Promise; vzorek B = Nature; vzorek C = Hollandia

Následující tabulka (**Tab. 14**) ukazuje vztahy (r_{xy}), resp. podíly variability (R^2) dané sensorické vlastnosti bílých bezlaktózových jogurtů a deskriptoru celkový dojem. Při hodnocení výrobků negativně ovlivňovaly celkový dojem: intenzita hořké chuti ($r_{xy} = -0,3180$; $R^2 = 10,11 \%$; $P < 0,001$) a méně pak intenzita kyselé chuti ($-0,1540$; resp. $2,37 \%$; $P < 0,05$). Naopak pozitivně byl výsledný celkový dojem nejvíce ovlivňován intenzitou sladké chuti ($+0,2554$; resp. $6,52 \%$; $P < 0,001$), k čemuž dospěla při hodnocení jogurtů s ovocnou příchutí i Bohdalová (2018).

Podobné závěry potvrzují i Fitzgerald et al. (2010). Autoři uvádějí, že při výběru potravin sehrála u zákazníků nejdůležitější roli chuť, textura a až pak vzhled a vůně. Statisticky nevýznamný, avšak pozitivní vliv na celkový dojem pak měla dle

Bayarriho (2010) konzistence (0,96 %), která podle autora hraje při výběru jogurtů velmi důležitou roli.

Tabulka 14 Vztahy mezi hodnocenými senzoryckými deskriptory a celkovým dojmem u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (počet vzorků = 180)

Senzorycké deskriptory	r_{xy}	$R^2 \times 100$ (%)	P^*
<i>Intenzita kyselé chuti</i>	-0,1540	2,37	+
<i>Intenzita sladké chuti</i>	+0,2554	6,52	+++
<i>Intenzita hořké chuti</i>	-0,3180	10,11	+++
<i>Konzistence</i>	+0,0981	0,96	nevýznamné

P^* ..významnost; <0,05 (+); <0,001 (+++)

Dále byl hodnocen vliv pohlaví hodnotitelů na hodnocení jednotlivých deskriptorů senzoryckého profilu (**Tab. 15**). V tabulce jsou uvedeny jednak průměrné hodnoty pro každý vzorek bílého bezlaktózového jogurtu (tak jak jej hodnotili muži a ženy) a dále souhrnné hodnocení daného senzoryckého deskriptoru. Souhrnné výsledky naznačují, že muži s výjimkou intenzity kyselé chuti všechny sledované deskriptory hodnotili na stupnici od 0 do 10 výše než ženy. Příjemnost vůně byla tedy daleko lépe hodnocena muži než ženami, ale naproti tomu intenzita kyselé chuti byla daleko lépe popisována ženami než muži. Výjimku byl vzorek A, který se i mužům zdál kyselejší.

Podobné výsledky vlivu pohlaví na hodnocení kysaných mléčných produktů jsou uvedeny ve studii Halámkové (2012), která uvádí vyšší citlivost žen na chuť v porovnání s muži. Rovněž Krůčková (2012) uvádí nižší citlivost mužů na chuťové vjemy při hodnocení vzorků mlék v porovnání s ženami. V některých studiích však vliv pohlaví při hodnocení mléčných výrobků potvrzen nebyl (Bártová, 2015; Bláhová, 2015).

Tabulka 15 Vyhodnocení vlivu pohlaví na hodnocení senzorického profilu u vzorků bílých bezlaktózových jogurtů ve vybrané skupině hodnotitelů (n=60)

Senzorický deskriptor	Č. vz	ŽENY			MUŽI			P
		n	Průměr	Směr. odch.	n	Průměr	Směr. odch.	
Konzistence	A	40	3,91	1,59	20	3,20	1,51	0,1032
	B	40	6,77	1,65	20	7,31	1,32	0,2123
	C	40	3,65	1,60	20	4,13	1,63	0,2793
	Σ		4,78	2,14		4,89	2,31	
Příjemnost vůně	A	40	6,17	1,91	20	7,20	1,32	0,0352
	B	40	5,53	2,28	20	5,11	2,17	0,5019
	C	40	6,40	1,67	20	6,77	1,81	0,4292
	Σ		6,04	1,99		6,37	1,99	
Intenzita kyselé chuti	A	40	6,26	2,11	20	5,76	2,40	0,4155
	B	40	4,96	2,38	20	5,15	2,44	0,7787
	C	40	5,42	2,05	20	4,49	2,54	0,1318
	Σ		5,55	2,24		5,14	2,48	
Intenzita sladké chuti	A	40	2,46	1,33	20	3,37	2,13	0,0476
	B	40	5,20	2,35	20	4,42	2,56	0,2513
	C	40	3,34	1,80	20	3,53	2,17	0,7192
	Σ		3,67	2,19		3,78	2,31	
Intenzita hořké chuti	A	40	1,83	1,68	20	2,37	2,20	0,2995
	B	40	1,65	1,70	20	2,10	2,08	0,3708
	C	40	1,98	1,81	20	1,24	1,13	0,1047
	Σ		1,82	1,73		1,91	1,90	
Celkový dojem	A	40	5,32	2,12	20	5,04	2,09	0,6378
	B	39	6,14	2,81	20	6,46	2,44	0,6649
	C	40	6,13	1,97	20	6,22	1,95	0,8639
	Σ		5,82	2,39		5,91	2,23	

VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Celkem bylo v období od srpna do října 2018 získáno 306 dotazníků. Většinu respondentů tvořily ženy (69 %) a nejčastějším typem vzdělání bylo středoškolské a vysokoškolské (Tab 16).

Tabulka 16 Četnosti respondentů v závislosti na pohlaví, věku, vzdělání a oboru

Kategorie	Rozdělení	počet	%
<i>Pohlaví</i>	Muž	94	31
	Žena	212	69
<i>Věk</i>	13-20	33	11
	21-32	173	56
	33-45	64	21
	46-70	36	12
<i>Vzdělání</i>	Základní	21	7
	Vyučen	13	4
	Středoškolské s maturitou	144	47
	Vysokoškolské	128	42
<i>Obor*</i>	Zemědělství	85	25
	Zdravotnictví	42	12
	Potravinářství	67	20
	Jiný	144	43

*někteří respondenti uvedli více oborů, proto jsou procenta uvedena z celkového počtu odpovědí – 188

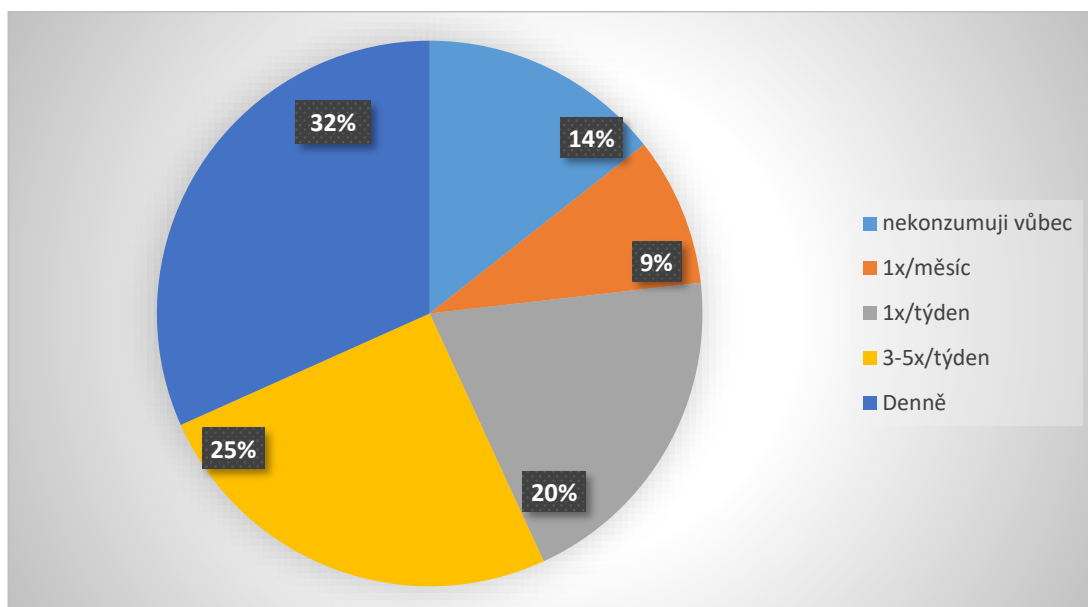
4.1.3 Vyhodnocení odpovědí na otázky: „Jak často konzumujete mléko?“ a „Jaké jsou důvody, proč jej nekonzumujete?“

Většina respondentů v našem šetření uvedla, že mléko konzumuje denně (97; 32 %) nebo několikrát týdně (77; 25 %). Méně potěšující je však, že přestože mléko patří mezi základní potraviny a obsahuje mnoho důležitých živin (Samková et al., 2012) podstatná část respondentů (číslo; 43 %), jej konzumuje zřídka nebo téměř vůbec (**Graf 4**)

Jiné studie pak uvádí údaje, že denně mléko konzumuje 24 % (Bártová, 2016) a 40 % (Krůčková, 2012) respondentů. Konzumaci několikrát týdně uvádí přibližně podobný podíl respondentů, a to okolo 30 % (Halámková, 2012; Bártová, 2016).

V ČR se za posledních 10 let spotřeba konzumního mléka snížila o 6 kg. V roce 2017 byla spotřeba kravského konzumního mléka 61,3 kg/osobu/rok, ale v roce 2018 již byla spotřeba pouze 52 kg/osobu/rok. Tento klesající trend je způsoben změnou životního stylu (např. omezení snídání v prostředí domácností) a zároveň zvyšující se nabídkou rostlinných nápojů nahrazujících mléko např. sójového, rýžového. Ačkoliv je podíl prodávaných objemů této komodity malý (4 %) v porovnání s prodejem konzumního mléka, je jeho trend rychle rostoucí (Internetový zdroj 5).

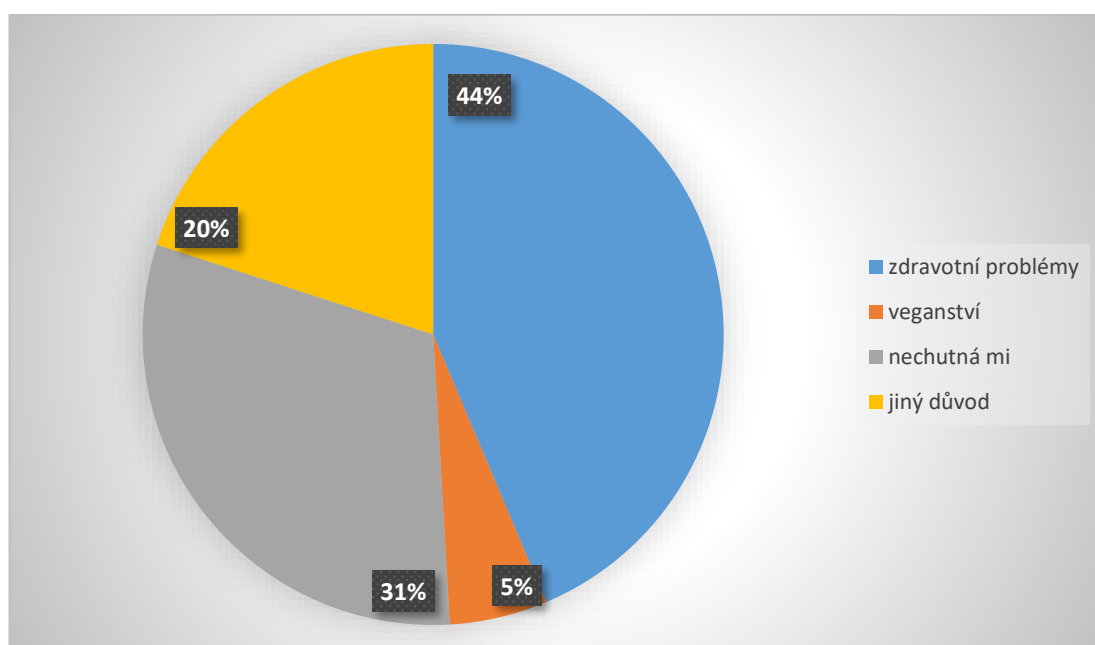
Graf 4 Četnosti odpovědí na otázku: „Jak často konzumujete mléko?“ (n=306)



Dále jsme zjistili, že značný počet respondentů (44; 14 %) uvedlo, že mléko nekonzumuje vůbec. Halámková (2012) uvádí pouze 2 % a Bártová (2016) naopak dokonce 21 % lidí, kteří mléko nekonzumují.

Důvody, proč lidé nekonzumují mléko, jsou různé. Často uváděnou příčinou jsou zdravotní problémy spojené s konzumací mléka (24; 44 %) a dále přesvědčení o nevhodnosti konzumace mléka (11; 20 %) (**Graf 5**). Podobné důvody odmítání uvádí i Bártová (2016) - zdravotní potíže spojené s konzumací mléka (33 %), mléko není zdravé (14 %) a většina (52 %) respondentů uvedla, že jim mléko nechutná. V naší studii tento důvod uvedlo 31 % (17) respondentů.

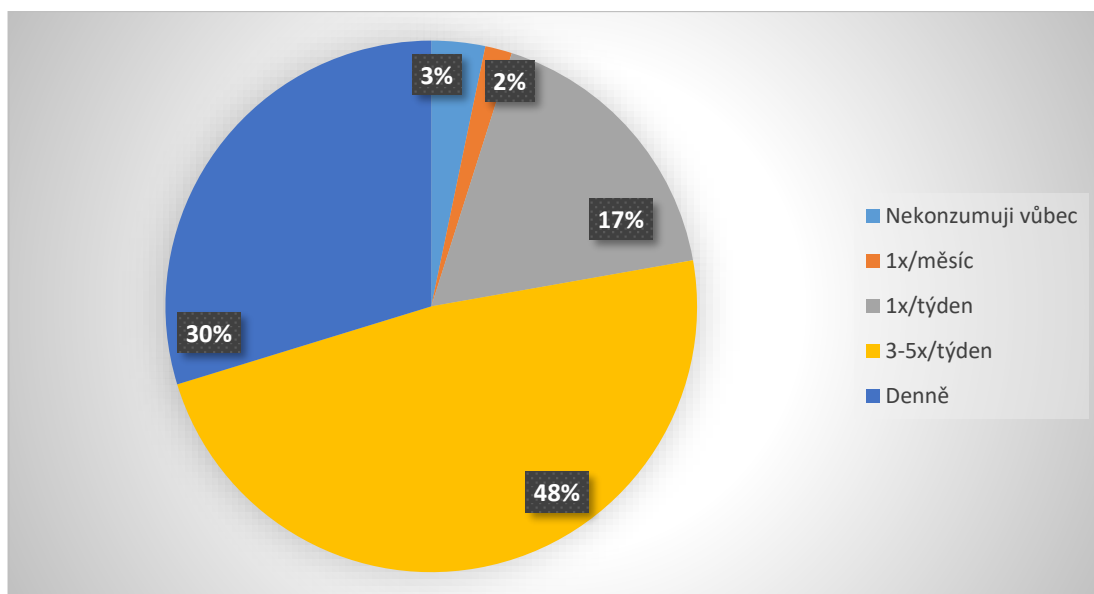
Graf 5 Důvody odmítání mléka respondenty (n=44)



4.1.4 Vyhodnocení odpovědí na otázku: „Jak často konzumujete mléčné výrobky vyjma mléka?“

Zjistili jsme, že většina respondentů konzumuje mléčné výrobky denně (91; 30 %) a několikrát za týden (147; 48 %) (**Graf 6**). Podobné výsledky byly získány i v jiných studiích – 46 % (Bártová, 2016) a 41 % (Halámková, 2012) respondentů uvedlo, že konzumují mléčné výrobky několikrát týdně. Potěšující je, že jak v naší studii, tak studii Bártové (2016) pouze 3 % respondentů uvedla, že mléčné výrobky nekonzumuje vůbec.

Graf 6 Četnosti odpovědí na dotaz: „Jak často konzumujete mléčné výrobky (vyjma mléka)?“ (n=306)



Spotřeba mléčných výrobků v domácí tržní síti stále roste v návaznosti na vysokou poptávku. Data Českého statistického úřadu z posledních čtyř let tuto skutečnost potvrzují: v roce 2014 uvádí spotřebu mléčných výrobků 230 l/osobu/rok, ale v roce 2017 již uvádí vyšší spotřebu, a to 240 l/osobu/rok (Internetový zdroj 4). Dle některých odhadů je tento zvyšující se trend dočasný a v následujících letech bude spotřeba mléčných výrobků opět klesat (Internetový zdroj 5).

4.1.5 Vyhodnocení odpovědí na otázku: „Jaké mléčné výrobky preferujete?“

Respondenti měli za úkol označit u osmi mléčných výrobků pořadí oblíbenosti: od 1. (nejoblíbenější) po 8. (nejméně oblíbený).

Zjistili jsme, že k nejvíce preferovaným mléčným výrobkům patřilo v naší studii mléko (37 %), dále jogurty (33 %) a máslo (18 %). Jogurt byl i v dříve provedených dotazníkových šetřeních uváděn jako oblíbený mléčný výrobek – umístil se na prvním (Bártová, 2016) nebo na druhém místě (Halámková, 2012). V některých studiích byly k velmi oblíbeným řazeny také tvrdé sýry (Slouková, 2013; Bártová, 2016).

Naopak k nejméně preferovaným patřily zakysané mléčné výrobky (28 %) a překvapivě i mléčné dezerty (32 %). Také v jiných studiích (Halámková, 2012; Slouková, 2013; Bártová, 2016) byly nejméně oblíbené zakysané mléčné výrobky. Ve studii Bártové (2016) se na posledním místě v oblíbenosti také umístily měkké sýry (**Tab. 17**).

Tabulka 17 Preference mléčných výrobků (v % z celkového počtu získaných odpovědí)

Pořadí	kefir/							mléčné dezerty
	mléko	jogurt	zákys	smetana	tvářoh	sýry	máslo	
1.	37	24	5	1	3	21	10	2
2.	10	33	7	3	6	24	14	4
3.	7	18	15	4	10	18	19	8
4.	10	9	10	18	13	15	13	11
5.	10	8	9	14	26	9	12	11
6.	5	4	13	21	20	10	11	15
7.	9	3	13	25	15	2	15	16
8.	11	1	28	14	7	1	6	33
Celkem	294	295	294	296	295	297	300	297

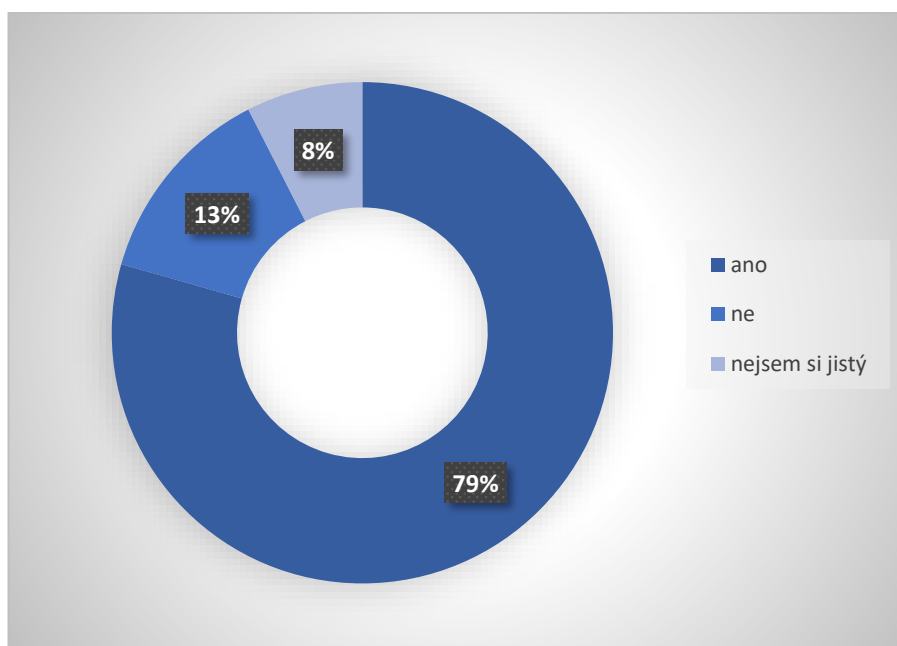
1.– 8. = pořadí oblíbenosti od 1. (nejoblíbenější) po 8. (nejméně oblíbený)

Výrobky, které získaly nejvíce preferencí v daném stupni pořadí, jsou modře zvýrazněny a následně popisovány jako ty, které respondenti umístili na první, druhé, třetí místo atd.

4.1.6 Vyhodnocení informovanosti respondentů o laktóзовé intoleranci

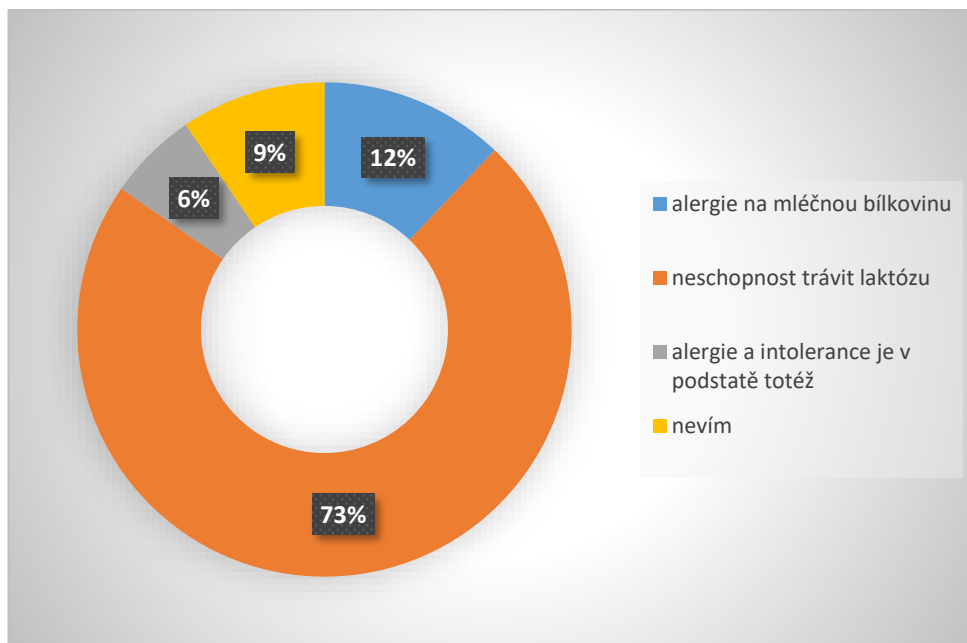
Zjistili jsme, že většina respondentů se již s termínem LI setkala (243; 79 %) (**Graf 7**). K podobným výsledkům dospěla i Slouková (2013), která uvedla, že pro 67 % respondentů je termín LI známý. Lze předpokládat, že vysoká znalost termínu může souviset se skutečností, že LI je velmi rozšířenou metabolickou poruchou, postihující až 75 % celosvětové populace (Brown-Esters, 2012; Fojík, 2013).

Graf 7 Četnosti odpovědí na otázku: „Setkali jste se někdy s termínem laktóзовá intolerance?“ (n = 306)



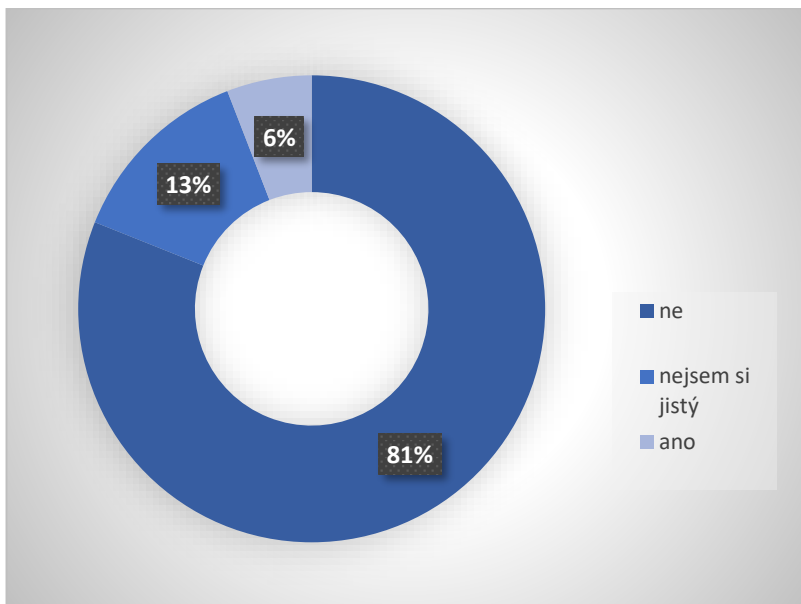
Většina respondentů (222; 73 %) správně odpověděla, že LI je způsobena neschopností trávit laktózu. LI je metabolická porucha organismu, kdy přijímaná laktóza není štěpena v tenkém střevě, ale je mikrobiálně rozkládána až v tlustém střevě, což vede ke zdravotním problémům (Samková a Jelen, 2012). Vysoké povědomí o LI (72 % správných odpovědí) bylo popsáno i v předchozí studii (Bártová, 2016). Zajímavé bylo zjištění, že (37; 12 %) respondentů se domnívá, že LI je alergie na kasein. K podobným výsledkům dospěla i Bártová (2016), která uvádí, že 8 % lidí, si plete intoleranci laktózy s alergií na kasein. Část respondentů v naší studii (18; 6 %) se navíc domnívala, že alergie na kasein a intolerance laktózy jsou v podstatě shodné termíny, což svědčí o neznalosti daných pojmů. Bártová (2016) uvádí tento jev u 12 % respondentů.

Graf 8 Četnost odpovědí na otázku: „Laktózová intolerance je?“



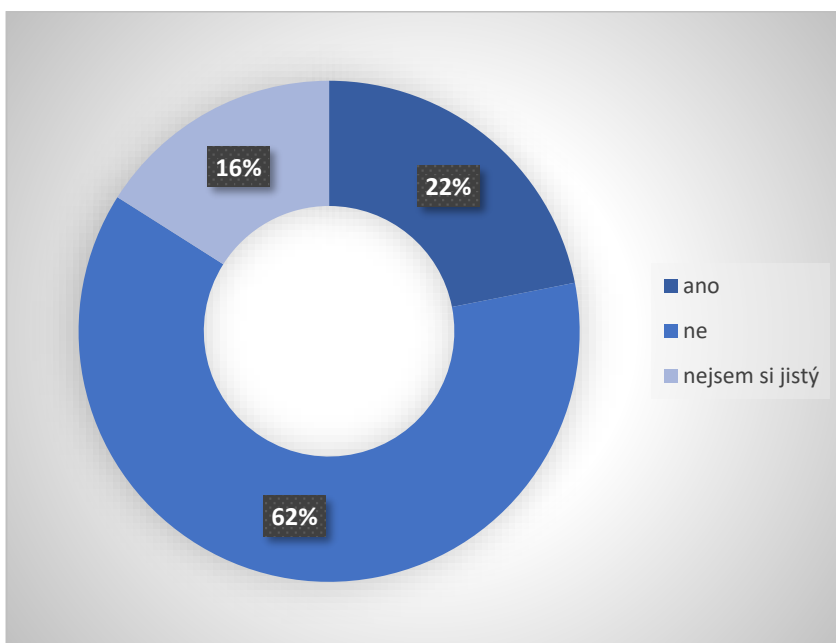
V naší studii pouze 18 (6 %) respondentů uvedlo, že trpí LI. Na druhou stranu část respondentů 40 (13 %) si nebyla jistá. Pro porovnání Slouková (2013) zjistila relativně vysoký podíl lidí trpících LI, a to 33 %. Ve střední Evropě je hlášena spíše vyšší frekvence LI, a to okolo 20-50 % (Alm, 2002). V dospělosti se LI objevuje jako běžná metabolická porucha přibližně u 70 % obyvatel (Mathews, 2005), což je dáno nejběžnějším fenotypem, vyskytujícím se u většiny lidí (Ingram, 2009) (**Graf 9**).

Graf 9 Četnost odpovědí na otázku: „Trpíte laktózovou intolerancí?“ (n=306)



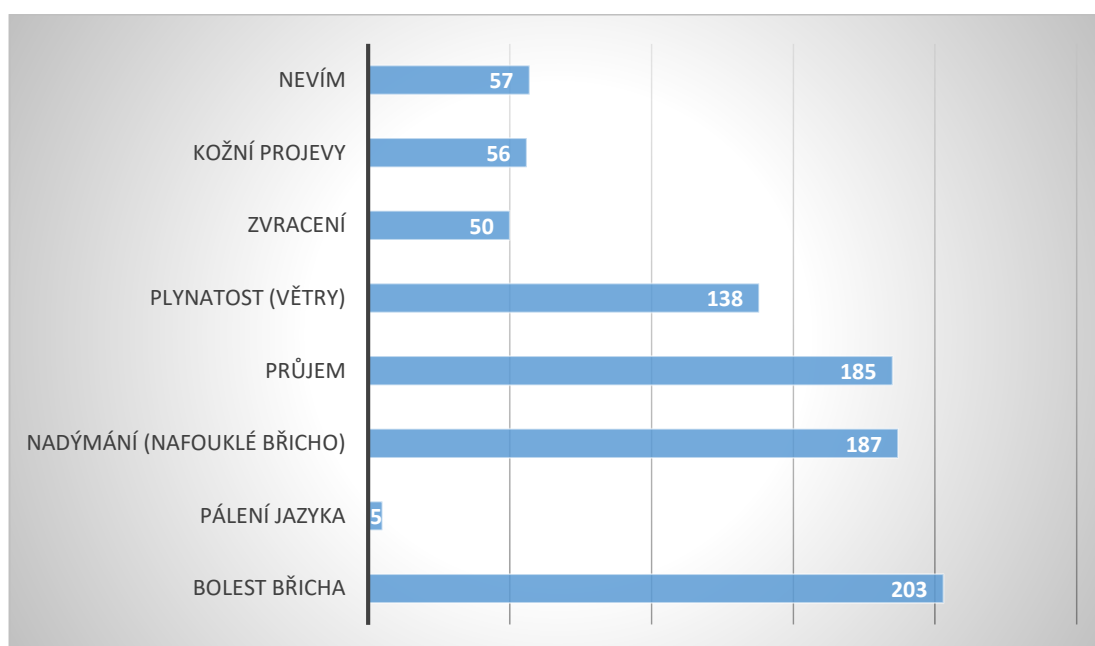
Většina respondentů (190; 62 %) uvedla, že ve svém okolí nezná nikoho, kdo by trpěl LI (**Graf 9**). Slouková (2013) uvedla dokonce 100 % těchto respondentů.

Graf 10 Četnosti odpovědí na otázku: „Lečí se někdo z Vaší rodiny či okolí s LI? „ (n=306)



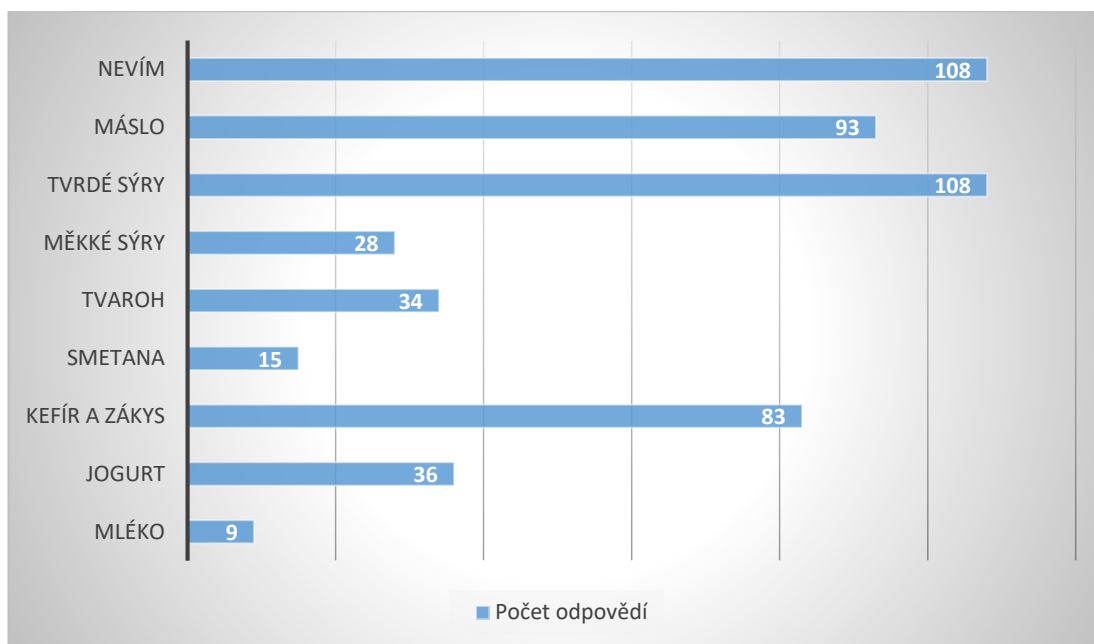
V další otázce bylo respondentům nabídnuto na výběr několik klinických příznaků a respondenti měli rozhodnout, které z nich odpovídají LI. Typickými klinickými projevy LI je průjem, nadýmání, abdominální křeče a plynatost (Matthews et al., 2005; Miller et al., 2007; Jellema et al., 2010). Z našich výsledků (**Graf 11**) je patrné, že většina odpovědí na tuto otázku odpovídala typickým symptomům LI tj. např. bolesti břicha (203 odpovědí), nadýmání (187 odpovědí) a průjem (185 odpovědí). K podobnému zjištění dospěla i Bártová (2016), která uvedla, že nejčastěji respondenti označovali jako typické příznaky LI bolest břicha a průjem. Výběr nesprávných odpovědí v naší studii tj. např. kožní projevy (56 odpovědí), zvracení (50 odpovědí), naznačuje, že mnoho lidí se domnívá, že LI je v podstatě alergická reakce organismu. Toto se nám potvrdilo nakonec i v předchozích otázkách, kde respondenti uváděli, že LI je alergie na kasein.

Graf 11 Četnosti odpovědí na otázku: „K typickým projevům LI patří?“ (celkový počet odpovědí = 881)



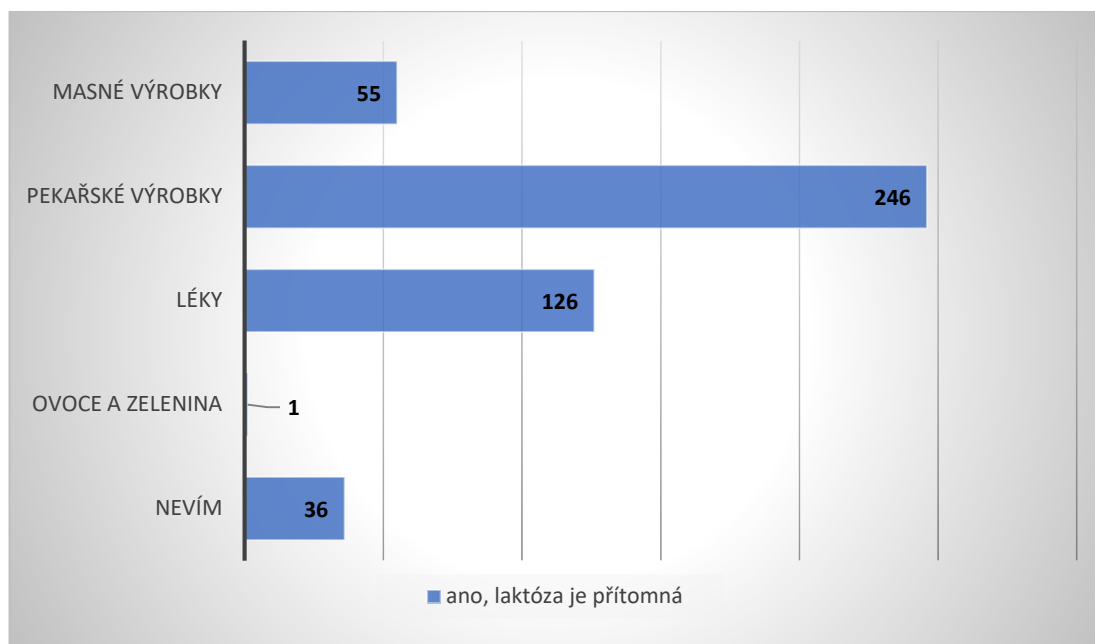
V další otázce bylo respondentům nabídnuto na výběr několik mléčných výrobků a respondenti měli rozhodnout, které z nich obsahují nejnižší hladiny laktózy. Laktóza je přirozeně přítomná v mléčných výrobcích, přičemž obsah laktózy se v jednotlivých výrobcích odlišuje: tvrdé sýry (<0,4 hm %), máslo (0,7 hm %), tvaroh (3,5 hm %), kefir (3,8 hm %) (Kohout et al., 2017) a mléko (4,0 hm %) (Kopáček, 2011). Skutečnost, že nejnižší obsah laktózy mají tvrdé sýry a máslo byla potvrzena počtem správných odpovědí: tvrdé sýry (108 odpovědí), máslo (93 odpovědí) (**Graf 12**).

Graf 12 Četnosti odpovědí na otázku: „Označte, jaké mléčné výrobky mají nejnižší obsah laktózy.“ (celkový počet odpovědí = 514)



V následující otázce bylo zjišťováno, zda respondenti vědí, ve kterých výrobcích, kromě mléčných, se nachází laktóza. Laktóza je totiž pro své vlastnosti využívána v mnoha odvětvích potravinářského průmyslu, např. v pekárenském (Schaafsma, 2008), masném (Vesa, 2000; Moore, 2003) a dále i v průmyslu farmaceutickém (Schaafsma, 2008). Vzhledem k tomu, že v masných a pekařských výrobcích je vysoký podíl laktózy (Piccolo et al., 2016), nejsou tyto výrobky pro lidi s LI příliš vhodné. Skutečnost, že je laktóza přítomná v těchto výrobcích, byla správně uvedena ve 246 odpovědích v případě pekařských výrobků, avšak pouze v 55 odpovědích u masných výrobků (**Graf 13**). Tento fakt potvrzuje i studie Bártové (2016), kde 90 odpovědí uvádí přítomnost laktózy v pekařských výrobcích, naopak v masných výrobcích pouze 51 odpovědí respondentů.

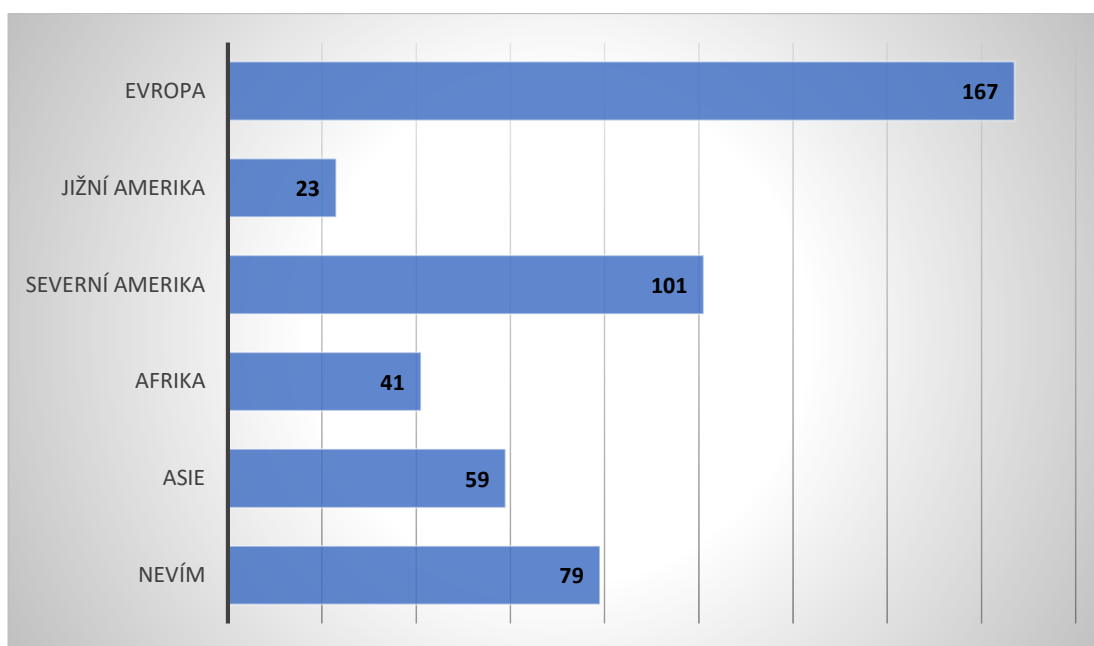
Graf 13 Četnosti odpovědí na znalost respondentů týkající se přítomnosti laktózy v různých výrobcích (celkový počet odpovědí = 464)



V našem šetření byla respondenty jako hlavní místo výskytu LI uvedena Evropa (167 odpovědí) a Severní Amerika (101 odpovědí). Skutečnost je ale jiná, frekvence LI je v Evropě nízká (u 20-50 % populace) a v Severní Americe dokonce ještě nižší (u 10-17 %) (Alm, 2002; Fojík, 2013). A i přes skutečnost, že nejvyšší podíl LI je hlášen u asijské (až u 100 %; Alm, 2002; Fojík, 2013), africké (>80 %; Kohout et al., 2017) a jihoamerické populace (>50 %; Fojík, 2013), pouze menší podíl respondentů uvedl tyto správné možnosti (**Graf 14**).

Opačné výsledky byly uvedeny ve studii Bártové (2016), kde jako hlavní oblast výskytu LI byla správně uvedena (72,5 % respondenty) Asie a Afrika.

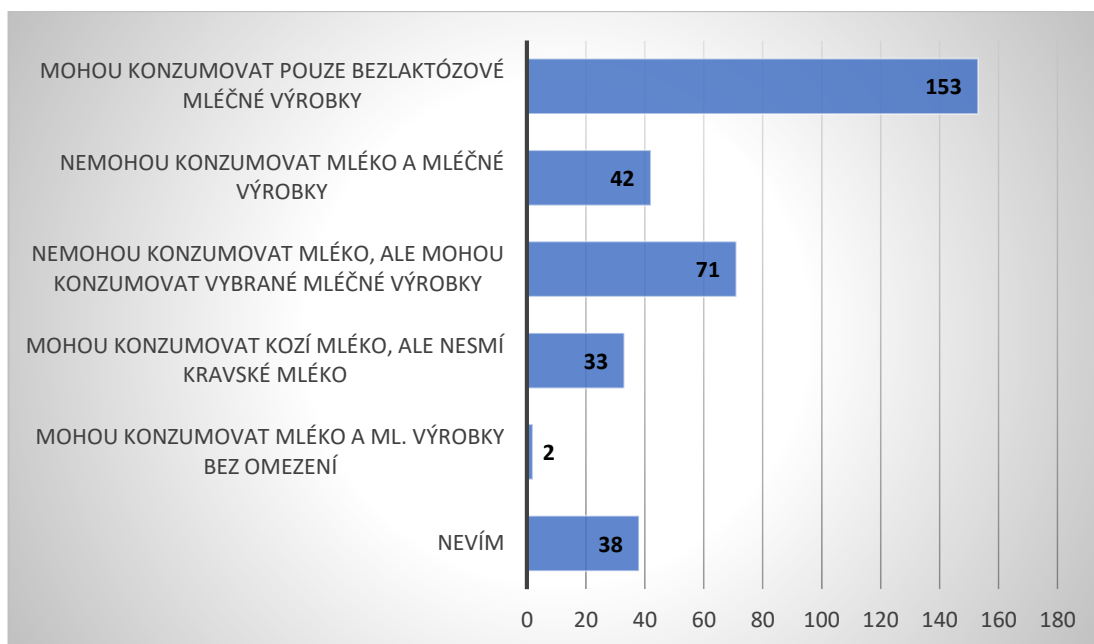
Graf 14 Četnosti odpovědí na otázku: „Na jakých kontinentech je hlavní výskyt LI?“ (celkový počet odpovědí = 470)



Lidé s LI mohou konzumovat hlavně mléčné výrobky s nulovým obsahem laktózy tzv. bezlaktózové (Brown-Esters, 2012; Kohout et al., 2017) a také kysané mléčné výrobky a další produkty, u nichž byla tepelnou či jinou technologickou úpravou laktóza rozložena na lépe stravitelné monosacharidy (Brown-Esters, 2012; Dalal a Chang, 2015).

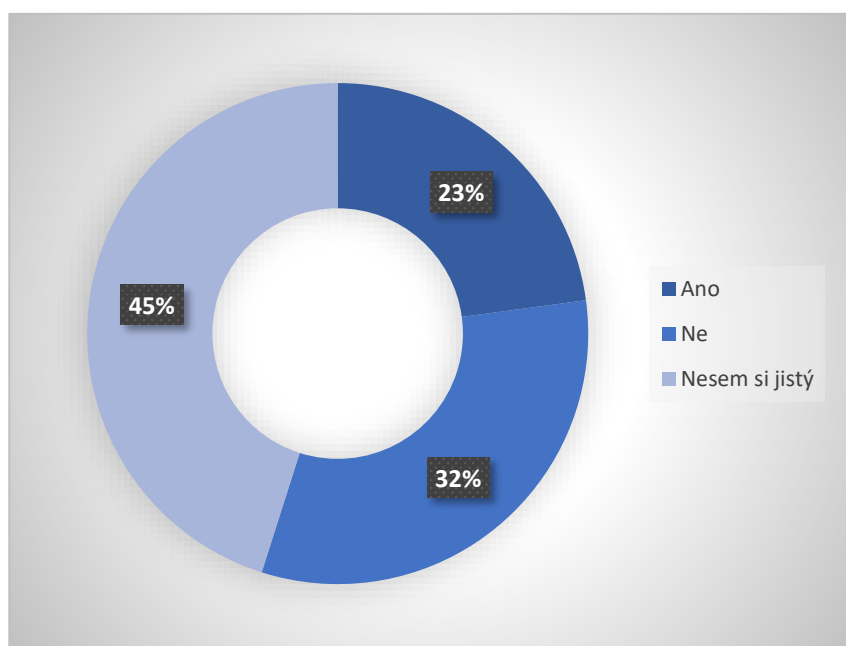
Část respondentů (153 odpovědí; 45 %) v naší studii uvedla, že lidé s LI mohou konzumovat pouze bezlaktózové mléčné výrobky. Shodné výsledky získala i Bártová (2016). Někteří respondenti uvedli, že lidé s LI sice nemohou konzumovat kravské mléko, ale mohou konzumovat mléko kozí (33 odpovědí; 10 %) nebo, že vůbec nemohou konzumovat mléko a mléčné výrobky (42 odpovědí; 12 %) (**Graf 15**). V jiné studii (Bártová, 2016) 15 % respondentů uvedlo, že lidé s LI vůbec nemohou konzumovat mléko a mléčné výrobky.

Graf 15 Četnosti odpovědí na otázku: „Jaké mléčné výrobky mohou lidé s LI konzumovat?“ (celkový počet odpovědí = 339)



Nabídka bezlaktózových mléčných výrobků je podle velké části respondentů (98; 32 %) nedostatečná (Graf 13).

Graf 16 Četnosti odpovědí na otázku: „Myslíte si, že nabídka bezlaktózových výrobků je v našich obchodech dostatečná?“ (n = 306)



5 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na posouzení nabídky mléčných bezlaktózových výrobků. U vybraných výrobků bylo provedeno senzorické zhodnocení a prostřednictvím dotazníkového šetření byla posouzena informovanost o laktóзовé intoleranci.

Nabídka vybraných bezlaktózových výrobků byla zhodnocena ve vybraných obchodních řetězcích v Jihočeském kraji. Posouzen byl mj. nabízený sortiment, ceny, výrobci, umístění a označení v rámci prodejny. Bylo zjištěno, že:

- největší nabídka těchto výrobků byla v obchodních sítích Globus a Tesco. V Tescu byla nabídka navíc pestrá jak ze strany výrobců, tak jednotlivých skupin mléčných výrobků,
- relativně malá nabídka byla zjištěna v obchodních sítích Albert, Billa, Penny a Lidl,
- odpovídající označení a přehledné umístění tohoto specifického sortimentu na prodejně bylo v obchodních sítích Tesco, Globus a Kaufland.

Lze říci, že lidé trpící laktóзовou intolerancí mají v českých obchodech k dispozici relativně širokou nabídku mléčných bezlaktózových výrobků. Na druhou stranu označení a umístění tohoto sortimentu v prodejnách je často pro zákazníka méně přehledné.

Při senzorickém hodnocení vzorků tří bílých bezlaktózových jogurtů, byly získány tyto výsledky:

- nejvíce preferovaným jogurtem, i přes nejvyšší titrační kyselost a největší podíl nežádoucích cizích pachů a pachutí, byl sladký jogurt s hustou konzistencí od firmy Madeta z řady Nature,
- nejméně oblíbeným byl jogurt od Tatranská mliekáreň z řady Nature's Promise, pravděpodobně pro vysokou kyselost a řidší konzistenci,

Při porovnávání vzorků mléka s laktózou a mléka bez laktózy, bylo zjištěno:

- mezi vzorky mléka byla popisována velká až střední intenzita rozdílů a podíl preferencí u vzorků mlék byl vyrovnaný.

Bylo zjištěno, že informovanost o laktóзовé intoleranci a o možnostech jejího řešení nebyla mezi respondenty příliš vysoká. Z výsledků vyplývá, že ačkoliv se většina respondentů (79 %) s pojmem laktóзовá intolerance již setkala, část z nich (22 %) jej zaměňuje se zcela odlišným zdravotním problémem, tj. alergií na mléčný kasein. I když u obou zdravotních problémů je společným řešením vyhýbání se mléku, podstata obou problémů i klinické projevy jsou odlišné.

Závěrem lze konstatovat, že na českém trhu je dostatečný výběr bezlaktózových mléčných výrobků. Další osvěta v otázkách bezlaktóзовé intolerance, vzhledem ke zjištěné nedostatečné informovanosti veřejnosti o této problematice, je stále aktuální.

6 SUMMARY

At the last time, we can see increased interest of lactose-free dairy products. The aim of the thesis was to evaluate offer of such products at selected retail chains in the South Bohemian region, then to conclude a sensory assessment of selected products and to verify of public awareness about lactose intolerance with a questionnaire survey.

The widest offer of lactose-free dairy products has been found in Globus and Tesco, in the opposite the lowest offer has been found in Billa. Location of these products within the store was most the transparent in Globus (compared other stores).

Three samples of white lactose free yoghurts and two samples of milk (with lactose and lactose-free) were evaluated by a sensory assessment. The sample of yoghurt from the company Madeta, line Nature was rated the best. On the contrary sample of yoghurt from the company Tatranská mliekárň, line Nature's Promise was rated the worst. The preference between two milk samples among the evaluators was balanced, despite large to moderate differences of intensity were described between them.

Most respondents (79 %) knew what the term lactose intolerance means, but substantial part (22 %) of respondents badly indicated this the issue as allergy to milk casein.

Because of high number of lactose-intolerant people in population this issue is still very actual, and it needs to be addressed.

Key words: lactose intolerance, lactose, lactase-phlorizin hydroláza, lactose free dairy products

7 ZDROJOVÁ LITERATURA

- Abrams, S.A., Griffin, I.J., Davila, P.M. Calcium and zinc absorption from lactose-containing and lactose-free infant formulas. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2002, 76(2), 442–446.
- Abumrad, N.A., Davidson, N.O. Role of the Gut in Lipid Homeostasis. *Physiological Reviews*. 2012, 92(3), 1061-1085.
- Al-Abri, A.R., Al-Rawas, O., Al-Yahyaee, S., Al-Habori, M., Al-Zubairi A.S., Bayoumi, R. Distribution of the lactase persistence-associated variant alleles –13 910* T and –13 915* G among the people of Oman and Yemen. *Human Biology*. 2012, 84(3), 271–286.
- Alm, L., 2002. Lactose intolerance. In: Roginsky, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. London, UK: Academic Press. Encyclopedia of Dairy Sciences, 1533-1539.
- Almeida, C.C., Lorena, S.L.S., Pavan, C.R., Akasaka, H.M.I., Mesquita, M.A. Beneficial Effects of Long-Term Consumption of a Probiotic Combination of *Lactobacillus casei* Shirota and *Bifidobacterium breve* Yakult May Persist After Suspension of Therapy in Lactose-Intolerant Patients. *Nutrition in Clinical Practice*. 2012, 27(2), 247-251.
- Argüelles-Arias, F., Rodríguez-Ledo, P., Tenías, J.M., Otero, M., Casellas, F., Blay-Cortés, G., Lucendo, A., Domínguez-Jiménez, J.L., Carballo, F. The management of lactose intolerance among primary care physicians and its correlation with management by gastroenterologists: The SEPD-SEMG national survey. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*. Madrid, 2015, 107(9), 554-559.
- Bártová, Z. Viskozita a kyselost vybraných druhů bílých jogurtů. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: diplomová práce, 2015, 76 s.
- Bártová, K. Laktózová intolerance a její dietní řešení. 1. vyd. Praha, Univerzita Karlova, 1. Lékařská fakulta: bakalářská práce, 2016, 89 s.
- Bayarii, S., Inmaculada, C., Barrios, E.X., Costell, E. Acceptability of yogurt and yogurt – like products: Influence of product information and consumer characteristics and preferences. *Journal of Sensory Studies*. 2010, 25, 171–189.
- Bayless, T.M., Brown, E., Paige, D.M. Lactase Non-persistence and Lactose Intolerance. *Current Gastroenterology Reports*. 2017, 19(5), 23s.
- Babitt, J. a Lin, H. The Molecular Pathogenesis of Hereditary Hemochromatosis. *Seminars in Liver Disease*. 2011, 31(03), 280-292.
- Beja-Pereira, A., Luikart, G., England, P.R., Bradley, D.G., Jann, O.C., Bertorelle, G., Chamberlain, A.T., Nunes, T.P., Metodiev, S., Ferrand, N., Erhardt, G. Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes. *Nature Genetics*. 2003, 35(4), 311-313.
- Beneš, J. Proč většina dospělých nemůže pít mléko. In: Člověk. Praha: MF Praha, 1994, 266-268s. Orbis Pictus. ISBN 80-204-0460-0.
- Bersaglieri, T., Sabeti, P.C., Patterson, N., Vanderploeg, T., Schaffner, S.F., Drake, J.A., Rhodes, M., Reich, D.E., Hirschhorn, J.N. Genetic Signatures of Strong

- Recent Positive Selection at the Lactase Gene. *The American Journal of Human Genetics*. 2004, 74(6), 1111-1120.
- Bláhová, V. Hodnocení organoleptických vlastností u vybraných mléčných produktů pomocí instrumentální a senzorické analýzy. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: diplomová práce, 2016, 76 s.
- Bodlaj, G., Stöcher, M., Hufnagl, P., Hubmann, R., Biesenbach, G., Stekel, H., Berg, J. Genotyping of the Lactase-Phlorizin Hydrolase -13910 Polymorphism by LightCycler PCR and Implications for the Diagnosis of Lactose Intolerance. *Clinical Chemistry*. 2006, 52(1), 148-151.
- Bohdalová, T. Senzorická jakost jogurtů v závislosti na různém složení ovocného podílu. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: diplomová práce, 2018, 68 s.
- Boll, W., Wagner, P., Mantei, N. Structure of the chromosomal gene and cDNAs coding for lactase-phlorizin hydrolase in humans with adult-type hypolactasia or persistence of lactase. *Am J Hum Genet*. 1991May, 48(5), 889-902.
- Branco, M. De S.C., Dias, N.R., Fernandes, L. G.R., Berro, E.C., Simioni, P.U. Classificação da intolerância à lactose: uma visão geral sobre causas e tratamentos. *Revista de Ciências Médicas*. 2018, 26(3), 117-125.
- Brostoff, J., Gamlin, L. The complete guide to food allergy and intolerance. 4th. London: Quality Health Books, 2008, 432s. ISBN 9781906680008. (original, 1. vydání: Brostoff J, Gamlin L. The complete guide to food allergy and intolerance. London: Bloomsbury, 1989)
- Brown-Esters, O., MC Namara, P., Savaiano, D. Dietary and biological factors influencing lactose intolerance. *International Dairy Journal*. 2012, 22(2), 98-103.
- Březková, V. Laktózová intolerance versus laktózová tolerance. 1. vyd. Brno, Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta: bakalářská práce, 2009, 58 s.
- Burger, J., Kirchner, M., Bramanti, B., Haak, W., Thomas, M.G. Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007, 104(10), 3736-3741.
- Büning, C., Genschel, J., Jurga, J., Fiedler, T., Voderholzer, W., Fiedler, EM., Worm, M., Weltrich, R., Lochs, H., Schmidt, H., Ockenga, J. Introducing Genetic Testing for Adult-Type Hypolactasia. *Digestion*. 2005, 71(4), 245-250.
- Campbell, A.K., Waud, J.P., Matthews, S.B. The molecular basis of lactose intolerance. *Science Progress*. 2005, 88(3), 157-202.
- Campbell, A.K., Waud, J.P., Matthews, S.B. The molecular basis of lactose intolerance. *Science Progress*. 2009, 92(3), 241-287.
- Campbell, A.K., Matthews, S.B., Vassel, N., Cox, C.D., Naseem, R., Chaichi, J., Holland, I.B., Green, J., Wann, K.T. Bacterial metabolic 'toxins': a new mechanism for lactose and food intolerance, and irritable bowel syndrome. *Toxicology*. 2010, 278(3), 268-276.
- Castiglione, F., DI Girolamo, E., Ciacci, C., Caporaso, N., Pasquale, L., Cozzolino, A., Tortora, R., Testa, A., Rispo, A. Lactose malabsorption: Clinical or breath test

- diagnosis? *E-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*. 2008, 3(6), e316-e320.
- Cramer, D.W., Xu, H., Sahi, T. Adult hypolactasia, milk consumption, and age-specific fertility. *Am J Epidemiol*. 1994, 139(3), 282–89.
- Čurda, L., Rudolffová, J., Tovarová, I., Brmčevová, D. Vliv reakčních podmínek na průběh enzymové hydrolyzy laktosy. *Mliekarstvo*. 2001, 32(3), 28-31.
- Čurda, L. Mléčné výrobky a laktózová intolerance. *Potravinářská revue*, 2006a, 4, 19-22.
- Čurda, L., Rudolffová, J., Štětina, J., Dryák, B. Dried buttermilk containing galactooligosaccharides - process layout and its verification. *J. Food Eng.* 2006b, 77, 468-471.
- Dalal, S.R., Chang, E.B. Disorders of Epithelial Transport, Metabolism, and Digestion in the Small Intestine. In: Podolsky, DK., Camilleri, M., Fitz, JG., Kalloo, AN., Shanahan, F. a Wang, TC. ed. *Yamada's Textbook of Gastroenterology*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, 2015, 1276-1293. DOI: 10.1002/9781118512074.ch65. ISBN 9781118512074.
- Deng, Y., Misselwitz, B., Dai, N., Fox, M. Lactose Intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients*. 2015, 7(9), 8020–8035.
- Diekmann, L., Pfeiffer, K., Naim, H.Y. Congenital lactose intolerance is triggered by severe mutations on both alleles of the lactase gene. *BMC Gastroenterology*. 2015, 15, 36s.
- Di Rienzo, T., D'Angelo, G., D'Aversa, F., Campanale, C., Cesario, V., Montalto, M., Gasbarrini, A., Ojetti, V. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2013, 17(2), 18-25.
- Dostálová, J. Mléko ničím nenahradíš. *Výživa a potraviny*. 2014, 69(1), 1s.
- Enattah, N.S., Sahi, T., Savilahti, E., Terwilliger, J.D., Peltonen, L., Järvelä, I. Identification of a variant associated with adult-type hypolactasia. *Nature Genetics*. 2002, 30(2), 233-237.
- Enattah, N.S., Jensen, T.G., Nielsen, M., Lewinski, R., Kuokkanen, M., Rasinpera, H., El-Shanti, H., Seo, J.K., Alifrangis, M., Khalil, I.F., Natah, A., Ali, A., Natah, S., Comas, D., Mehdi, S.Q., Groop, L., Vestergaard, E.M., Imtiaz, F., Rashed, M.S., Meyer, B., Troelsen, J., Peltonen, L. Independent Introduction of Two Lactase-Persistence Alleles into Human Populations Reflects Different History of Adaptation to Milk Culture. *The American Journal of Human Genetics*. 2008, 82(1), 57-72.
- Ferdman, RA. The mysterious case of America's plummeting milk consumption. *The Washington post*. June 20. 2014.
- Fitzgerald, A., Heary, C., Nixon, E., Kelly, C. Factors influencing the food choices of Irish children and adolescents: a qualitative investigation. *Health Promotion International*. 2010, 25 (3), 289-298.

- Fojík, P., Falt, P., Urban, O., Novosad, P., Richterova, L., Boday, A. Laktózová intolerancia. *Practicus*, 2013, 12, 7-12
- Fritzscheová, D. Intolerance laktózy. Bratislava: Noxi, s.r.o. 2015, 128s, ISBN: 9788081112584
- Gallego Romero, I., Basu Mallick, C., Liebert, A., Crivellaro, F., Chaubey, G., Itan, Y., Eaaswarkhanth, M., Pitchappan, R., Villems, R., Reich, D., Singh, L., Thangaraj, K., Thomas, M.G., Swallow, D.M., Mirazón Lahr, M., Kivisild, T. Herders of Indian and European Cattle Share Their Predominant Allele for Lactase Persistence. *Molecular Biology and Evolution*. 2012, 29(1), 249-260.
- Gasbarrini, A., Corazza, G.R., Gasbarrini, G., Montalto, M., Di Stefano, M., Basilisco, G., Parodi, A., Usai-Satta, P., Vernia, P., Anania, C., Astegiano, M., Barbara, G., Benini, L., Bonazzi, P., Capurso, G., Certo, M., Colecchia, A., Cuomo, L., Di Sario, A., Festi, D., Lauritano, C., Miceli, E., Nardone, G., Perri, F., Portincasa, P., Risicato, R., Sorge, M., Tursi, A. Methodology and indications of H₂-breath testing in gastrointestinal diseases: the Rome Consensus Conference. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2009, 29(1), 1–49.
- Gänzle, M.G., Haase, G., Jelen, P. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives. *International Dairy Journal*. 2008, 18(7), 685-694.
- Gerbault, P., Moret, C., Currat, M., Sanchez-Mazas A., O'Rourke, D. Impact of Selection and Demography on the Diffusion of Lactase Persistence. *PLoS ONE*. 2009, 4(7), e6369.
- Gerbault, P., Liebert, A., Itan, Y., Powell, A., Currat, M., Burger, J., Swallow, D.M., Thomas, M.G. Evolution of lactase persistence: an example of human niche construction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2011, 366(1566), 863-877.
- Gerbault, P. The Onset of Lactase Persistence in Europe. *Human Heredity*. 2013, 76(3-4), 154-161.
- Gibson, G.R., Probert, H.M., Van Loo, J., Rastall, R.A., Roberfroid, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*. 2004, 17(02), 259–275
- Gill, H.S., Guarner, F. Probiotics and human health: a clinical perspective. *Postgraduate Medical Journal*. 2004, 80(947), 516–526.
- Gudmand-Hoyer, E., Skovbjerg, H. Disaccharide digestion and maldigestion. *Scand J Gastroenterol Suppl*. 1996, 216, 111–121.
- Halámková, E. Senzorické hodnocení vybraných mléčných produktů. 1. vyd. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: diplomová práce, 2012, 51 s.
- Hamilton, E., Whitnax, E.: Nutrition, concepts and controversies. Minnesota: 1976, West publishing company (celá citace i s isbn pouze až u 6. vydání)
- Harms, H-K., Bertele-Harms, R-M., Bruer-Kleis, D. Enzyme-Substitution Therapy with the Yeast *Saccharomyces cerevisiae* in Congenital Sucrase-Isomaltase Deficiency. *New England Journal of Medicine*. 1987, 316(21), 1306-1309.

- Harju, M., Kallioinen, H., Tossavainen, O. Lactose hydrolysis and other conversions in dairy products: Technological aspects. *International Dairy Journal*. 2012, 22(2), 104-109.
- Hertzler, S.R., Huynh, B-C.L., Savaiano, D.A. How Much Lactose is Low Lactose?. *Journal of the American Dietetic Association*. 1996, 96(3), 243-246.
- Heyer, E., Brazier, L., Segurel, L., Hegay, T., Austerlitz, F., Quintana-Murci, L., Georges, M., Pasquet, P., Veuille, M. Lactase persistence in central Asia: phenotype, genotype, and evolution. *Human Biology*. 2011, 83(3). 379–392.
- Heyman, M.B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 2006, 118 (3), 1279–1286.
- Holubová, J., Rudolfová, J., Čurda, L. Vliv β -galaktosidasy na rychlost fermentace a obsah galaktooligosacharidů při výrobě jogurtu. *Mliekarstvo*. 2003, 34, 51-53.
- Horáčková, Š., Bialasová, K., Plocková, M. Metabolismus a význam bakterií mléčného kvašení ve fermentovaných mléčných výrobcích. *Mlékařské listy*. 2018, 29(5), 22-24.
- Hovde, Ø., Farup, P. G. A comparison of diagnostic tests for lactose malabsorption - which one is the best?. *BMC Gastroenterology*. 2009, 9(82).
- Hove, H., Norgaard, H., Mortensen, P.B. Lactic acid bacteria and the human gastrointestinal tract. *Eur J Clin Nutr*. 1999, 53(5), 339–350.
- Högenauer, C1., Hammer, H.F., Mellitzer, K., Renner, W., Krejs, G.J., Toplak, H. Evaluation of a new DNA test compared with the lactose hydrogen breath test for the diagnosis of lactase non-persistence. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2005, 17(3), 371–376.
- Imtiaz, F., Savilahti, E., Sarnesto, A., Trabzuni, D., Al-Kahtani, K., Kagevi, I., Rashed, MS., Meyer, BF., Järvelä, I. The T/G 13915 variant upstream of the lactase gene (LCT) is the founder allele of lactase persistence in an urban Saudi population. *Journal of Medical Genetics*. 2007, 44(10), e89.
- Ingram, C.J.E., Elamin, M.F., Mulcare, C.A., Weale, M.E., Tarekegn, A., Raga, T.O., Bekele, E., Elamin, F.M., Thomas, M.G., Bradman, N., Swallow, D.M. A novel polymorphism associated with lactose tolerance in Africa: multiple causes for lactase persistence? *Human Genetics*. 2007, 120(6), 779-788.
- Ingram, C.J.E., Mulcare, C.A., Itan, Y., Thomas, M.G., Swallow, D.M. Lactose digestion and the evolutionary genetics of lactase persistence. *Human Genetics*. 2009, 124(6), 579-591.
- Itan, Y., Jones, B.L., Ingram, C.J.E., Swallow, D.M., Thomas, M.G. A worldwide correlation of lactase persistence phenotype and genotypes. *BMC Evolutionary Biology*. 2010, 10(1), 36.
- Janšťová, B., Navrátilová, P. Produkce mléka a technologie mléčných výrobků. Laktózová Intolerance: Vyd. 1. Brno: VFU Brno, 2014, 109 s., ISBN 978-80-7305-712-1
- Järvelä, I.E. Molecular genetics of adult-type hypolactasia. *Annals of Medicine*. 2005, 37(3), 179–185.

- Jellema, P., Schellevis, F.G., van der Windt, D.A., Kneepkens, C.M., van der Horst, H.E. Lactose malabsorption and intolerance: a systematic review on the diagnostic value of gastrointestinal symptoms and self-reported milk intolerance. *QJM*. 2010, 103(8), 555–572.
- Jones, B.L., Oljira, T., Liebert, A., Zmarz, P., Montalva, N., Tarekeyn, A., Ekong, R., Thomas, M.G., Bekele, E., Bradman, N., Swallow, D.M. Diversity of lactase persistence in African milk drinkers. *Hum Genet*. 2015, 134(8), 917–25.
- Kocna, P. Dechové testy - moderní, neinvazivní diagnostika. *Interní Med*. 2006, 8(7), 336-341.
- Kohout, P., Dostálová, J., Szitányi, P., Szitányi, N., Růžicková, L. Mléko - přítel nebo nepřítel: jak postupovat při nesnášenlivosti mléka. Praha: Forsapi, 2017. ISBN 978-80-87250-31-0.
- Kopáček, J. Laktózová intolerance, její příčiny, příznaky a nutriční řešení. *Mlékárenské listy*, 2017, 28, 11-15.
- Kovářů, D. a Knápková, J. Bezlepková a bezmléčná dieta. Brno: CPress. 2013, 120 s, ISBN: 978-80-264-0185-8.
- Krůčková, L. Senzorické hodnocení konzumních mlék v závislosti na technologii výroby. 1. vyd. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: diplomová práce, 2012, 61 s.
- Lacan, M., Keyser, C., Ricaut, F.-X., Brucato, N., Duranthon, F. Ancient DNA reveals male diffusion through the Neolithic Mediterranean route. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011, 108(24), 9788-9791.
- Law, D., Conklin, J., Pimentel, M. Lactose intolerance and the role of the lactose breath test. *The American Journal of Gastroenterology*. 2010, 105(8), 1726–1728.
- Leonardi, M., Gerbault, P., Thomas, M.G., Burger, J. The evolution of lactase persistence in Europe. A synthesis of archaeological and genetic evidence. *International Dairy Journal*. 2012, 22(2), 88-97.
- Leonardi, M. Lactase persistence and milk consumption in Europe: an interdisciplinary approach involving genetics and archaeology. *Documenta Praehistorica*. 2013, 40, 84-96.
- Lerebours, E., N'Djitoyap, N.C., Lavoine, A., Hellot, M.F., Antoine, J.M., Colin, R. Yogurt and fermented-then-pasteurized milk: effects of short-term and long-term ingestion on lactose absorption and mucosal lactase activity in lactase-deficient subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1989, 49(5), 823–827.
- Lewinsky, R.H., Jensen, T.G., Møller, J., Stensballe, A., Olsen, J., Troelsen, J.T. T-13910 DNA variant associated with lactase persistence interacts with Oct-1 and stimulates lactase promoter activity in vitro. *Human Molecular Genetics*. 2005, 14(24), 3945-3953.
- Lomer, M.C., Parkes, G.C., Sanderson, J.D. Review article: lactose intolerance in clinical practice—myths and realities. *Aliment Pharmacol Ther*. 2008, 27(2), 93–103.

- Luyt, D., Ball, H., Makwana, N., Green, M.R., Bravin, K., Nasser, S.M., Clark, A.T. BSACI guideline for the diagnosis and management of cow's milk allergy. *Clin Exp Allergy*. 2014, 44(5), 642-672.
- Mackey, A.D., Henderson, G.N., Gregory, J.F. Enzymatic hydrolysis of pyridoxine59-beta-D-glucoside is catalysed by intestinal lactase-phlorizin hydrolase. *J Biol Chem*. 2002, 277, 26(8), 58–64.
- Madry, E., Fidler, E., Walkowiak, J. Lactose Intolerance – Current state of knowledge. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2010, 9(3), 343-350.
- Malmström, H., Gilbert, M.T., Thomas, M.G., Brandström, M., Storå, J., Molnar, P., Andersen, P.K., Bendixen, C., Holmlund, G., Götherström, A., Willerslev, E. Ancient DNA Reveals Lack of Continuity between Neolithic Hunter-Gatherers and Contemporary Scandinavians. *Current Biology*. 2009, 19(20), 1758-1762.
- Martini, M.C., Savaiano, D.A. Reduced intolerance symptoms from lactose consumed during a meal. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1988, 47(1), 57-60.
- Mašek, L. *Potraviný a nápoje v kostce*. Úvaly: Ratio, 1997.
- Mattar, R., Monteiro, M.S., Villares, C.A., Santos, A.F., Carrilho, F.J. Single nucleotide polymorphism C/T-13910, located upstream of the lactase gene, associated with adult-type hypolactasia: validation for clinical practice. *Clinical Biochemistry*. 2008, 41(7-8), 628-630.
- Mattar, R., D.F. de Campos Mazo, Carrilho, F.J. Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clinical and Experimental Gastroenterology*. 2012, 5, 113-121.
- Matthews, S.B., Waud, J.P., Roberts, A.G., Campbell, A.K. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem. *Postgraduate Medical Journal*. 2005, 81(953), 167–173.
- Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ruzzi, M. Raw and Heat-Treated Milk: From Public Health Risks to Nutritional Quality. *Beverages*. 2017, 3(4), 12-19.
- Metchnikoff, E. *The Nature of Man: Studies in Optimistic Philosophy*. Fairford, GLOS, United Kingdom: University Press of the Pacific, 2003, ISBN: 9781410207432. (orig.1.vydání: Metchnikoff, E. *The nature of man. Studies on optimistic philosophy*. New York: G P Putnam, 1908, 73s.)
- Mielke, J.H., Koneigsberg, L.W., Reletford, J.H. Lactase restriction and persistence. In: Mielke, J. H., Koneigsberg, L. W., Reletford, J. H. *Human biological variation*. 2nd. New York: Oxford University Press, 2005, 177-181. ISBN: 978-0-1953-8740-7.
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., Mcbean, L.D. *Handbook of dairy foods and nutrition*. 3rd ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2007, 432 s. ISBN 978-0-8493-2828-2.
- Misselwitz, B., Pohl, D., Fruhauf, H., Fried, M., Vavricka, S.R., Fox, M. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European Gastroenterol Journal*. 2013, 1(3), 151–159.

- Moore, B.J. Dairy foods: are they politically correct? *Nutr Today*. 2003, 38(3), 82–90.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., Macmahon, D. Milk and dairy products in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. ISBN 978-925-1078-631.
- Mulcare, C.A., Weale, M.E., Jones, A.L., Connell, B., Zeitlyn, D., Tarekegn, A., Swallow, D.M., Bradman, N., Thomas, M.G. The T Allele of a Single-Nucleotide Polymorphism 13.9 kb Upstream of the Lactase Gene (LCT) (C–13.9kbT) Does Not Predict or Cause the Lactase-Persistence Phenotype in Africans. *The American Journal of Human Genetics*. 2004, 74(6), 1102-1110.
- Neumann, R., Molnár, P., Arnold, S. Senzorické skúmanie potravín. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1990, 352 s. ISBN 80-05-00612-8.
- Nevoral, J. *Výživa v detském věku*. Jinočany: H & H, 2003. ISBN 80-86022-93-5.
- Nilsson, T.K., Olsson, L.A. Simultaneous genotyping of the three lactose tolerance-linked polymorphisms LCT – 13907 C> G, LCT – 13910 C> T and LCT – 13915 T>G with Pyrosequencing technology. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2008, 46(1), 80–84.
- Oak, S.J., Jha, R. The effects of probiotics in lactose intolerance: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018, 1-9.
- Piccolo, F., Vollano, L., Base, G., Girasole, M., Smaldone, G., Cortesi, M.L. Research of soybean and lactose in meat products and preparations sampled at retail. *Italian Journal of Food Safety*. 2016, 5(3), 5780.
- Peng, M.-S., He, J.-D., Zhu, C.-L., Wu, S.-F., Jin, J.-Q., Zhang, Y.-P. Lactase persistence may have an independent origin in Tibetan populations from Tibet, China. *Journal of Human Genetics*. 2012, 57(6), 394-397.
- Pennington, J.A.T., Spungen, J.S. Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used. 19th edition. 2009. Baltimore; Lippincott Williams & Wilkins. pg 359-371.
- Peuhkuri, K. Lactose, lactase, and bowel disorders reducing hypolactasia-related gastrointestinal symptoms by improving the digestibility of lactose: Ph.D. thesis. 2000, University of Helsinki, Finland
- Plantinga, T.S., Alonso, S., Izagirre, N., Hervella, M., Fregel, R., Van Der Meer, J. W., Netea, M.G., De La Rúa, C. Low prevalence of lactase persistence in Neolithic South-West Europe. *European Journal of Human Genetics*. 2012, 20(7), 778-782.
- Pokorný, J. Metody senzorické analýzy potravín a stanovení senzorické jakosti: Pořadové metody a různé způsoby jejich vyhodnování. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 43-45s. ISBN: 80-85120-60-7.
- Rasinperä, H., Savilahti, E., Enattah, N.S., Kuokkanen, M., Tötterman, N., Lindahl, H., Järvelä, I. a Kolho, K.L. A genetic test which can be used to diagnose adult-type hypolactasia in children. *Gut*. 2004, 53(11), 1571-1576.

- Rasinperä, H., Kuokkanen, M., Kolho, K.L., Lindahl, H., Enattah, N.S., Savilahti, E. Transcriptional down regulation of the lactase (LCT) gene during childhood. *Gut*. 2005, 54 (11), 1660–1661.
- Reich, C.M., Arnould, J.P. Evolution of Pinnipedia lactation strategies: a potential role for alpha-lactalbumin? *Biology Letters*. 2007, 3(5), 546–549.
- Robayo-Torres, C.C., Nichols, B.L. Molecular differentiation of congenital lactase deficiency from adult-type hypolactasia. *Nutr Rev*. 2007, 65(2), 95–98.
- Romagnuolo, J., Schiller, D., Bailey, R.J. Using breath tests wisely in a gastroenterology practice: an evidence-based review of indications and pitfalls in interpretation. *The American Journal of Gastroenterology*. 2002, 97(5), 1113–1126.
- Sabikhi, L. Designer milk: an imminent milestone in dairy biotechnology. *Curr. Sci*. 2004, 87(11), 1530–1535.
- Sahi, T. Genetics and epidemiology of adult-type hypolactasia. *Scand J Gastroenterol Suppl*. 1994, 202, 7–20.
- Samková, E. a kol. Mléko: produkce a kvalita: vědecká monografie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.
- Savaiano, D.A., Boushey, C.J., McCabe, G.P. Lactose intolerance symptoms assessed by meta-analysis: a grain of truth that leads to exaggeration. *The Journal of Nutrition*. 2006, 136(4), 1107–1113.
- Semenza, G., Auricchio, S., Mantei, N. Small intestinal disaccharidases. In: Scriver C.R., Beaudet, A.L., Sly, W.S., Valle, D., eds. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, 8th edn. New York: McGraw-Hill, 2001, 1623–50.
- Sequeira, E., Kaur, G., Chintamaneni, M., Buttar, H. S. Lactose intolerance: genetics of lactase polymorphisms, diagnosis and novel therapy. *Biomedical Reviews*. 2015, 25, 35–44.
- Schaafsma, G. Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*. 2008, 18(5), 458–465.
- Shaukat, A., Levitt, M.D., Taylor, B.C. MacDonald, R., Shamliyan, T.A., Kane, R.L., Wilt, T.J. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Annals of Internal Medicine*. 2010, 152(12), 797–803.
- Simoons, F.J. Primary adult lactose intolerance and the milking habit: A problem in biologic and cultural interrelations. *The American Journal of Digestive Diseases*. 1970, 15(8), 695–710.
- Simoons, F.J. The geographic hypothesis and lactose malabsorption—a weighing of the evidence. *Am J Dig Dis*. 1978, 23(11), 963–80.
- Simoons, F.J. Lactose digestion. Clinical and nutritional implications. In: Paige, D.M., Bayless, T.M., editors. *Geographic patterns of primary adult lactose malabsorption. A further interpretation of evidence for the old world*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1981. p. 23–48.

- Slouková, E. Vliv příjmu laktózy na tělesnou hmotnost. 1. vyd. Brno, Masarykova univerzita, fakulta Sportovních studií: bakalářská práce, 2013, 69 s.
- Solomons, N.W. Fermentation, fermented foods and lactose intolerance. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002, 56(4), 50-55.
- Stellaard, F. Use of dual isotope tracers in biomedical research. *Isotopes in Environmental and Health Studies*. 2005, 41(3), 275-286.
- Storhaug, C.L., Fosse, S.K., Fadnes, L.T. Country, regional, and global estimates for lactose malabsorption in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2017, 2(10), 738-746.
- Stránský, M., Sieber, R., de Vrese, M. Laktóza ve výživě. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: časopis pro postgraduální vzdělávání*. Praha: Tigris, 2000, 3(1), 50-55.
- Suarez, F.I., Savaiano, D.A., Levitt, M.D. A comparison of symptoms after the consumption of milk or lactose-hydrolyzed milk by people with self-reported severe lactose intolerance. *New England Journal of Medicine*. 1995, 333(1), 1-4.
- Suarez, F.L., Savaiano, D.A., Arbisi, P., Levitt, M.D. Tolerance to the daily ingestion of two cups of milk by individuals claiming lactose intolerance. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1997, 65(5), 1502-1506.
- Suchy, F.J., Brannon, P.M., Carpenter, T.O., Fernandez, J.R., Gilsanz, V., Gould, J.B., Hall, K., Hui, S.L., Lupton, J., Mennella, J., Miller, N.J., Osganian, S.K., Sellmeyer, D.E., Wolf, M.A. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH Consensus State Sci Statements*. 2010, 27(2) 1-27.
- Swallow, D.M. Genetics of lactase persistence and lactose intolerance. *Annu Rev Genet*. 2003, 37(1), 197-219.
- Symonds, E.L., Kritas, S., Omari, T.I., Butler, R.N. A Combined ¹³CO₂/H₂ Breath Test Can Be Used to Assess Starch Digestion and Fermentation in Humans. *The Journal of Nutrition*. 2004, 134(5), 1193-1196.
- Szilagyi, A., Malolepszy, P., Hamard, E., Xue, X., Hilzenrat, N., Ponniah, M., Macnamara, E., Chong, G. Comparison of a Real-Time Polymerase Chain Reaction Assay for Lactase Genetic Polymorphism With Standard Indirect Tests for Lactose Maldigestion. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2007, 5(2), 192-196.
- Szilagyi, A. Adult lactose digestion status and effects on disease. *Can J Gastroenterol Hepatol*. 2015, 29(3), 149-56.
- Szilagyi, A., Galiatsatos, P., Xue, X. Systematic review and metaanalysis of lactose digestion, its impact on intolerance and nutritional effects of dairy food restriction in inflammatory bowel diseases. *Nutrition Journal*. 2016, 15(1), 67-80.
- Škopek, B. Legislativní úprava požadavků a označování bezlaktózových potravin. *Potravinářská revue*, 2006, 4, 26-27
- Tag, C.G., Schiffers, M.C., Mohnen, M., Gressner, A.M., Weiskirchen, R. A novel proximal ₁₃₉₁₄G.A base replacement in the vicinity of the common-13910 T/C

- lactase gene variation results in an atypical light cycler melting curve in testing with the MutaREAL lactase test. *Clinical Chemistry*. 2007, 53(1), 146–148.
- Tamime, A., Robinson, R. Yoghurt: science and technology. 2nd edition. England Cambridge, Woodhead Pub., 2000, 619 s. ISBN: 18-557-3399-4.
- Tishkoff, S.A., Reed, F.A., Ranciaro, A., Voight, B.F., Babbitt, C.C. Silverman, J. S., Powell, K. Mortensen, H.M., Hirbo, J.B, Osman, M., Ibrahim, M., Omar, S. A., Lema, G., Nyambo, T.B., Ghoris, J., Bumpstead, S., Pritchard, J. K., Wray, G. A., Deloukas, P. Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe. *Nature Genetics*. 2007, 39(1), 31-40.
- Tomba, C., Baldassarri, A., Coletta, M., Cesana, B.M., Basilisco, G. Is the subjective perception of lactose intolerance influenced by the psychological profile? *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2012, 36(7), 660–669.
- Treem, W.R., Ahsan, N., Sullivan, B., Rossi, T., Holmes, R., Fitzgerald, J., Proujansky, R., Hyams, J. Evaluation of liquid yeast-derived sucrase enzyme replacement in patients with sucrase-isomaltase deficiency. *Gastroenterology*. 1993, 105(4), 1061-1068.
- Troelsen, J.T. Adult-type hypolactasia and regulation of lactase expression. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. 2005, 1723(1-3), 19-32.
- Turnbull, G.K. Lactose intolerance and irritable bowel syndrome. *Nutrition*. 2000, 16(7-8), 665–666.
- Usai-Satta, P. Lactose malabsorption and intolerance: What should be the best clinical management? *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*. 2012, 3(3), 29-33.
- Vasiljevic, T., Jelen, P. Production of β -galactosidase for lactose hydrolysis in milk and dairy products using thermophilic lactic acid bacteria. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2001, 2(2), 75-85.
- Vesa, T.H., Marteau, P., Zidi, S., Briet, F., Pochart, P., Rambaud, J.C. Digestion and tolerance of lactose from yoghurt and different semi-solid fermented dairy products containing *Lactobacillus acidophilus* and bifidobacteria in lactose maldigesters – is bacterial lactase important? *European Journal of Clinical Nutrition*. 1996, 50(11), 730–733.
- Vesa, T.H., Marteau, P., Korpela, R. Lactose intolerance. *J Am Coll Nutr*. 2000, 19(2), 165-175.
- Vilote, J.L. Lowering the milk lactose contents in vivo: potential interests, strategies and physiological consequences. *Reproduction Nutrition Development*. 2002, 42(2), 127-132.
- Vojtaššáková, A., Kováčiková, E., Holčíková, K. & Simonová, E. Potravinové tabuľky spracované s použitím údajov z Potravinovej banky dát VÚP: Mlieko a vajca. 2000, 1. vyd. Bratislava: NOI-ÚVTIP. 188 ss.
- Waud, J.P., Matthews, S.B., Campbell, A.K. Measurement of breath hydrogen and methane, together with lactase genotype, defines the current best practice for

- investigation of lactose sensitivity. *Annals of Clinical Biochemistry*. 2008, 45(1), 50-58.
- Weberová, J. Laktózová intolerance: výskyt ve světové populaci a možnosti její diagnostiky. 1. vyd. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta: bakalářská práce, 2016, 56 s.
- Wilt, T.J., Shaukat, A., Shamliyan, T., Taylor, B.C., MacDonald, R., Tacklind, J., Rutks, I., Schwarzenberg, S.J., Kane, R.L., Levitt, M. Lactose intolerance and health. Rockville, MD: Agency for Health Care Policy and Research, U.S. Dept. of Health and Human Services, Evid Rep Technol Assess (Full Rep) 2010, no.192, 410s. ISBN 9781587633928.
- Yang, J., Deng, Y., Chu, H., Cong, Y., Zhao, J., Pohl, D., Misselwitz, B., Fried, M., Dai, N., Fox, M. Prevalence and presentation of lactose intolerance and effects on dairy product intake in healthy subjects and patients with irritable bowel syndrome. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2013,11 (3), 262–268.e1.
- Zheng, X., CHU, H., Cong, Y., Deng, Y., Long, Y., Zhu, Y., Pohl, D., Fried, M., Dai, N., Fox, M. Self-reported lactose intolerance in clinic patients with functional gastrointestinal symptoms: prevalence, risk factors, and impact on food choices. *Neurogastroenterol Motil*. 2015, 27(8), 1138-1146.

8 INTERNETOVÉ ZDROJE

Internetový zdroj 1

CGB. Laktózová intolerance [online]. © CGB laboratoř a.s. 2016 [cit. 2019-2-11].
Dostupné z: <http://www.pathology.cz/laktozova-intolerance--2457.html>.

Internetový zdroj 2

S SZPI. Ochrana spotřebitelů před alergenními potravinami - označování alergenních složek. [online]. © Státní zemědělská a potravinářská inspekce. 2016 [cit. 2019-2-11]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/ochrana-spotrebitelu-pred-alergennimi-potravinami-oznacovani-alergennich-slozek.aspx>

Internetový zdroj 3

ZÁKONY PRO LIDI. CZ Vyhláška č. 39/2018 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, ve znění pozdějších předpisů. [online] © [cit. 2019-3-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-39>

Internetový zdroj 4

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. CZ Graf 4 Spotřeba mléka a mléčných výrobků (na obyvatele za rok). [online] © [cit. 2019-3-26]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2017>

Internetový zdroj 5

EAGRI.CZ Komoditní karta Mléko leden 2019. [online] © [cit. 2019-3-27].
Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/613295/Komoditni_karta_Mleko_leden_2019.pdf

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

LI	laktózová intolerance
Tab	tabulka
OBR	obrázek
EU	Evropská Unie
LTC	gen pro regulaci a produkci LPH
LPH	laktáza phlorizin hydroláza
MCM5	gen
C	cystein
T	thiamin
A	adenin
G	guanin
KJ	kilo joule
kcal	kilo kalorie
ČSN	česká státní norma;
ČSN EN	česká verze evropské normy;
ISO	International organization for standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci;
ČSN EN ISO	česká verze mezinárodní normy
SOP	Standard operating procedure – Standartní pracovní postup;
Kč	Korun Českých;
kb	kilo báze;
CPM	celkový počet mikroorganismů;
PSB	počet somatických buněk;
BMK	bakterie mléčného kvašení;
MO	mikroorganismy;
ST	<i>Streptococcus salivarius</i> , subsp. <i>Thermophilus</i>
LD	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> , subsp. <i>bulgaricus</i> ;
LA	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ;
BIFI	<i>Bifidobacterium sp.</i> ;
UHT	Ultra-high temperature processing – Vysokoteplotní úprava konzervace pro delší skladovatelnost mléka;
TPS	tukuprostá sušina;
TK	titrační kyselost;

10 PŘÍLOHY

Vzor dotazníku pro dotazníkové šetření

Dobrý den, jmenuji se Hedvika Bártová, jsem studentkou navazujícího inženýrského studia. K získání potřebných dat pro mou diplomovou práci bych Vás poprosila o vyplnění krátkého dotazníku. Děkuji předem za Váš čas.

Prosím o zakroužkování/zakřížkování odpovědí, případně jejich vyplnění, dle pokynů u dané otázky. Dotazník je anonymní. Vámi vyplněné osobní údaje budou použity pouze pro statistické hodnocení v rámci diplomové práce.

1. Konzumace mléka:

Nekonzumuji vůbec	1x/měsíc	1x/týden	3-5x/týden	Denně/každý den

2. Pokud jste zaškrtnli, že **nekonzumujete mléko vůbec**, jaký je důvod (zakřížkujte):

<input type="checkbox"/>	Mám po něm zdravotní potíže	<input type="checkbox"/>	Jsem vegan
<input type="checkbox"/>	Nechutná mi	<input type="checkbox"/>	Jiný (uveďte)

3. Konzumace mléčných výrobků (vyjma mléka):

Nekonzumuji vůbec	1x/měsíc	1x/týden	3-5x/týden	Denně/každý den

4. Jaké mléčné výrobky preferujete (uveďte pořadí od 1 do 8):

a) mléko, b) jogurt, c) kefír, zákys d) smetana e) tvaroh, f) sýry, g) máslo, h) mléčné dezerty

(př. Lipánek, Pribináček)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

5. Setkali jste se někdy s termínem laktózová intolerance?

<input type="checkbox"/>	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>	Nejsem si jistý
--------------------------	-----	--------------------------	----	--------------------------	-----------------

6. Laktózová intolerance je:

<input type="checkbox"/>	Alergie na mléčnou bílkovinu (imunitní odezva organismu)
<input type="checkbox"/>	Neschopnost trávit laktózu (metabolická porucha organismu)
<input type="checkbox"/>	Alergie a intolerance je v podstatě totéž
<input type="checkbox"/>	Nevím

7. Máte laktózovou intoleranci?

<input type="checkbox"/>	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>	Nejsem si jistý
--------------------------	-----	--------------------------	----	--------------------------	-----------------

8. Má někdo z Vaší rodiny (okolí) laktózovou intoleranci?

<input type="checkbox"/>	ano	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>	Nejsem si jistý
--------------------------	-----	--------------------------	----	--------------------------	-----------------

9.

	K typickým projevům laktóзовé intolerance patří (lze označit více možností)
	Bolest břicha
	Pálení jazyka
	Nadýmání (nafouklé břicho)
	Průjem
	Plynatost (větry)
	Zvracení
	Kožní projevy (kopřivka)
	Nevím

10.

	Označte mléčné výrobky s nejnižším obsahem laktózy (lze označit více možností)
	Mléko
	Jogurt
	Kefír a zákys
	Smetana
	Tvaroh
	Měkké sýry
	Tvrdé sýry
	Máslo
	Nevím

11. Laktóza se kromě mléka a mléčných výrobků může vyskytovat také v (lze označit více možností)

<input type="checkbox"/>	Masných výrobcích	<input type="checkbox"/>	Lécích
<input type="checkbox"/>	Pekárenských a cukrárenských výrobcích	<input type="checkbox"/>	Ovoci a zelenině
<input type="checkbox"/>	Nevím		

12. Laktóзовá intolerance se vyskytuje hlavně v těchto kontinentech (lze označit více možností)

Evropa	Jižní Amerika	Severní Amerika	Afrika	Asie	Nevím

13. Lidé s laktóзовou intolerancí:

	Mohou konzumovat mléko a mléčné výrobky bez omezení
	Nemohou konzumovat mléko a mléčné výrobky
	Nemohou konzumovat mléko, ale mohou konzumovat vybrané mléčné výrobky
	Mohou konzumovat pouze bezlaktóзовé mléčné výrobky
	Mohou konzumovat kozí mléko, ale nesmí kravské mléko
	Nevím

14. Myslíte si, že nabídka bezlaktózových výrobků je v našich obchodech dostatečná:

ano

ne

Nejsem si jistý

15. Pohlaví:

16. Věk:

17. Dosažené vzdělání:

Základní

Ukončeno výučním listem

Ukončeno maturitní zkouškou

Vysokoškolské

18. Pracujete/studujete (nebo jste v minulosti pracoval/studoval) v některém z těchto oborů (zakroužkujte):

Zemědělství	ano	ne
Zdravotnictví	ano	ne
Potravinářství	ano	ne

Vzor protokolu pro sensorické hodnocení jogurtů

SENZORICKÉ HODNOCENÍ JOGURTŮ

Jméno:

Příjmení:

Věk:

1) Určete u jednotlivých vlastností míru intenzity pomocí 10 cm úsečky u každého předloženého vzorku (vyznačte jednotlivá čísla vzorků do úseček)

a) Konzistence (viskozita)

velmi řídká velmi hustá

b) Příjemnost vůně

nepříjemná příjemná

c) Přítomnost cizích/nezvyklých pachů

Číslo vzorku:	Nepřítomna	Přítomna

d) Intenzita kyselé chuti

slabá silná

e) Intenzita sladké chuti

slabá silná

f) Intenzita hořké chuti

slabá silná

g) Přítomnost pachutě

Číslo vzorku:	Nepřítomna	Přítomna

h) Celkový dojem

nepříjemný příjemný

2) Chyběla-li Vám, zde nějaká vlastnost, vzorky slovně popište:

