

POTENCIÁL MIKROORGANISMŮ PŘI KAŽENÍ MLÉKA A MLÉKÁRENSKÝCH PRODUKTŮ

Jana Chramostová¹, Šárka Havlíková¹,
Sabina Purkrtová², Irena Němečková¹, Petr Roubal¹

¹ - Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.

² - Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

The potential of microorganisms during spoilage of milk and dairy products

Abstrakt

V této práci bylo zjišťováno, zda mikroorganismy izolované ze zkažených mlékárenských výrobků mohly způsobit kažení. U 48 kmenů (psychrotrofní mikroorganismy, *Enterobacteriaceae*, termorezistentní mikroorganismy, kvasinky aj.) izolovaných ze syrového mléka či mlékárenských produktů byla testována jejich proteolytická či lipolytická aktivita, tvorba plynu, rezistence k vysokým obsahům NaCl a nízkým pH, schopnost fermentovat sacharidy a různé další biochemické a mikrobiologické parametry. Izoláty byly též identifikovány pomocí MALDI-TOF. U všech izolátů byl prokázán potenciál kazit mlékárenské výrobky, a to zejména z hlediska tvorby plynu, fermentačních schopností či jejich přežívání za nepříznivých podmínek.

Klíčová slova: mlékárenské produkty, mikroorganismy způsobující kažení

Abstract

The aim of this work was to evaluate strains isolated from spoiled dairy products whether they could cause spoilage. The proteolytic and lipolytic activity, production of gas, resistance to high content of NaCl and low pH, ability to ferment carbohydrates and various other microbiology and biochemical parameters were tested in 48 isolates (psychrotrophs, *Enterobacteriaceae*, thermoresistant microorganisms, yeasts and others) from raw milk and dairy products. The isolates were identified by MALDI-TOF. The potential to cause spoilage of dairy product was proved in all isolates, particularly from the point of view of the production of gas, fermentation abilities or growth under adverse conditions.

Keywords: dairy products, spoilage microorganisms

Úvod

Mléko je vhodným médiem pro růst různých mikroorganismů, a to jak žádoucích a tak i kontaminujících. Nekontrolovatelný růst nežádoucí mikroflóry může v mléce či mlékárenských výrobcích způsobovat problémy s výtěžností, skladovatelností nebo senzorkými charakteristikami (Boor a Fromm, 2006). Mezi rizikové skupiny

mikroorganismů patří např. psychrotrofní mikroorganismy, které jsou schopné přežít či dokonce růst za nízkých teplot. Některé z těchto bakterií jsou schopné tvořit termorezistentní enzymy, které přežívají pasterační i sterilační záhřevy a způsobovat problémy při zpracování mléka či dokonce vady hotových výrobků (Champagne a kol., 1994; Özer, 2000). Mezi mikroorganismy kontaminující nefermentované mlékárenské výrobky patří např. sporotvorné bakterie rodu *Bacillus*, dále bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, některé bakterie mléčného kvašení či kvasinky a plísně (Walstra a kol., 2006). Na kažení fermentovaných mlékárenských výrobků se podílejí koliformní, bakterie rodu *Clostridium*, či některé rody kvasinek (*Candida*, *Kluyveromyces*, *Debaryomyces* aj.) a plísní (Boor a Fromm, 2006). Cílem práce bylo zhodnotit, zda mikroorganismy izolované ze zkažených mlékárenských výrobků mohly způsobit kažení a vady.

Materiál a metody

K pokusům byly použity izoláty ze syrového mléka (všechny izoláty s označením O, dále MO2), pasterovaného mléka (2T, 4T), z polotvrdých sýrů (všechny izoláty s označením z, A, N, dále 5T), čerstvých sýrů (1T, 10S, 16S) a zahuštěných mlék (ZM1, ZM2), které pocházely z pracovní sbírky VÚM. Pokud není uvedeno jinak, byly kmeny oživeny v BHI bujónu a kultivovány při optimálních teplotách pro daný mikroorganismus po dobu 24 h.

Proteolytická aktivita byla zkoumána pomocí plotnové metody na GTK agar s přidávkou 10 % obj. sterilního odstředěného mléka a lipolytická aktivita na tributyrin agar (TBA). V obou případech byla na předsušený povrch agaru rozetřena 1 klička kultury předem narostlého kmenu na GTK (bakterie) či GKCH (kvasinky) agaru. Misky byly poté kultivovány aerobně při optimální teplotě a při 12 °C po dobu 24 hodin a 1 týdne. Detekován byl vznik vyjasněných zón v průběhu času.

Pro sledování vlivu obsahu NaCl a pH na růst kmenů byl připraven BHI bujón o pH 4,3; 4,6; 5; 5,5 a 7,4. Současně byl připraven bujón o pH 7,4 a koncentraci NaCl 2 %; 4,5 % a 6,5 %. Daný izolát byl zaočkován (inokulum 1 %), kultivován při optimální teplotě po dobu 24 h a následně byl vizuálně sledován vznik zákalu.

Schopnost tvorby plynu jednotlivých izolátů byla sledována pomocí přístroje RABIT. Izoláty byly zaočkovány (inokulum 1 %) do BHI média, následně se v měřicích tubách zachycoval vytvořený oxid uhlíčitý do KOH mŕstku, jehož změna vodivosti byla zaznamenána přístrojem. Izoláty v RABITu byly kultivovány při optimální teplotě a v aerobním nebo anaerobním prostředí, podle potřeby jednotlivých kmenů.

U jednotlivých izolátů byla zkoumána schopnost fermentace glukosy na glukosovém agaru s bromkresolpurpurem a fermentace vybraných sacharidů s využitím sacharidových disků (Carbohydrates Differentiation Discs, Sigma-Aldrich) pomocí agaru s fenolovou červení (Phenol Red Agar, Sigma-Aldrich). Rozlišení, zda se jedná o gram-

pozitivní, gramnegativní bakterii nebo o kvasinku bylo prováděno na základě barvení mikroskopického preparátu podle Grama a izoláty byly také identifikovány pomocí MALDI-TOF na VŠCHT Praha.

Výsledky a diskuse

Výsledky stanovení aktivity enzymů (Tab. 1) u jednotlivých izolátů ukazují (Tab. 4), že 27 % procent testovaných kmenů nevykazovalo proteolytickou ani lipolytickou aktivitu. Proteolytickou aktivitu mělo 37,5 % izolátů, přičemž většina kmenů vykazovala proteolytickou činnost při skladování ve 12 °C. Výjimku tvořily některé kmeny bakterií *Staphylococcus epidermidis* (4T, O2, N11) a *Bacillus licheniformis* (A1, A7, A12), které vykazovaly proteolytickou aktivitu pouze při kultivaci za optimálních podmínek. Lipolytickou aktivitu vykazovalo 54 % izolátů. I v tomto případě byla tato aktivita detekována převážně při 12 °C a pouze 3 izoláty (4T, A1, A7) vykazovaly lipolýzu pouze za optimálních podmínek růstu.

Všechny izolované mikroorganismy byly schopné růst při neutrálním pH (Tab. 2). Stávají se tak potenciálními kazící mikroflórou tekutých nefermentovaných výrobků, zahuštěných neslazených mlék aj. (US FDA, 2008). Většina testovaných kmenů byla také schopna růst i za nízkých hodnot pH, pouze 9 kmenů bylo inhibováno pH nižším než

5 (Tab. 2). Tyto kmeny by nepředstavovaly riziko pro fermentované výrobky a pro většinu druhů sýrů, s výjimkou plisňových sýrů a sýrů zrajících pod mazem, které mají pH vyšší (Guinee a Kilcawley, 2004). Jednalo se hlavně o některé kmeny stafylokoků, streptokoků, laktobacilů či kvasinek rodu *Candida* nebo *Debaryomyces* na základě jejich enzymové výbavy (Tab. 2, Tab. 4). Mezi mikroorganismy, které by pravděpodobně nepůsobily vady při kontaminaci finálních fermentovaných mlékárenských výrobků, na základě jejich enzymové výbavy a jejich inhibice pH nižším než 4,6, patří některé kmeny bakterií rodu *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Kocuria*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* či *Kluyvera* (Tab. 2, Tab. 4). Jednalo se celkem o 9 kmenů z testovaného souboru izolátů.

Z testovaných kmenů nejrizikovějšími mikroorganismy pro mléko a mlékárenské výrobky jsou některé kmeny *Yarrowia lipolytica* či *Serratia liquefaciens* (Tab. 2, Tab. 4), jež vykazovaly silný nárůst za každého testovaného pH. Všechny testované kmeny izolátů jsou schopny růst při obsahu NaCl 2 % v roztoku a větší část izolátů je schopna růst i při vyšší koncentraci solí. Pouze 14 kmenů neroste při koncentraci 4,5 %, z toho 50 % při koncentraci 6,5 % NaCl v roztoku. Všechny testované izoláty jsou schopny tvořit plyn. Při dostatku substrátu a za příznivých podmínek mohou tedy být potenciálními původci kažení všech mlékárenských výrobků, kde mohou způsobovat duření

sýrů, bombážování obalů či další vady (Walstra a kol., 2006). Z výsledků v tab. 3 je patrné, že 89 % testovaných izolátů je schopno fermentovat glukosu, 44 % laktosu, 62 % fruktosu a 71 % sacharosu.

Všechny izoláty byly identifikovány pomocí MALDI-TOF (Tab. 4). 10 testovaných izolátů bylo identifikováno jako kvasinky. Ty byly izolovány převážně z různých druhů fermentovaných výrobků, případně i ze slazeného zahuštěného mléka (Boor a Fromm, 2006; Walstra a kol., 2006).

Velkou skupinou kontaminujících mikroorganismů jsou psychrotrofní bakterie. Z testovaného souboru mikroorganismů spadá do této skupiny 58 % izolátů. Některé z těchto bakterií jsou důležité především z hlediska tvorby termorezistentních enzymů, které následně mohou způsobit různé vady mlékárenských produktů, jako např. hořkou, nečistou či ovocnou chuť, změny konzistence aj. (Boor a Fromm, 2006; Champagne a kol., 1994). Mezi bakterie kontaminující sýry patří např. bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* (4 testované izoláty), které způsobují tzv.

Tab. 1 Výsledky stanovení proteolytické a lipolytické aktivity u jednotlivých izolátů

Izolát	GTK+mléko			TBA			Izolát	GTK+mléko			TBA		
	o.t./24 h	12°C/24 h	12°C/tyden	o.t./24 h	12°C/24 h	12°C/tyden		o.t./24 h	12°C/24 h	12°C/tyden	o.t./24 h	12°C/24 h	12°C/tyden
1z	ND	ND	ND	N	N	L	O13	R	R	R	L	R	L
4z	P	P	P	R	N	R	O15	R	R	R	R	N	N
6z	R	R	R	N	N	R	O16	R	R	R	L	N	L
7z	R	N	R	R	N	R	O17	P	N	P	R	N	N
9z	R	N	R	R	N	N	O18	P	N	P	R	N	R
10z	ND	ND	ND	L	R	L	O19	P	N	P	R	N	R
11z	ND	ND	ND	R	N	L	MO2	R	N	R	L	R	L
12z	ND	P	R	R	R	R	ZM1	ND	ND	ND	R	N	R
13z	R	P	P	R	N	L	ZM2	R	R	R	R	N	L
14z	R	R	R	R	N	R	A1	P	N	N	L	N	N
15z	R	N	R	R	N	R	A2	R	N	R	R	N	L
1T	R	N	R	R	N	R	A7	P	N	R	L	N	N
2T	P	P	P	R	N	R	A10	ND	ND	ND	R	N	L
4T	P	N	N	L	N	N	A11	N	N	R	N	N	L
5T	N	N	N	N	N	N	A12	P	N	N	N	N	N
10S	ND	ND	ND	L	R	L	N6	R	N	R	N	N	L
16S	P	N	P	R	N	R	N9	R	N	R	N	N	R
O2	P	N	N	L	N	L	N11	P	N	R	R	N	L
O3	P	N	P	R	N	L	N12	N	N	R	N	N	R
O4	P	N	P	R	N	L	N13	N	N	R	N	N	R
O5	R	R	R	L	N	L	N14	ND	ND	ND	N	N	L
O8	R	R	R	R	R	R	N18	R	N	P	R	N	L
O11	P	P	P	L	R	L	N26	P	P	P	R	L	L
O12	R	R	R	L	R	L	N31	R	N	R	R	N	R

o.t. - optimální teplota; ND - nestanoveno; N - neroste; R - roste bez testované reakce; P - proteolytická zóna; L - lipolytická zóna

Tab. 2 Výsledky stanovení tvorby plynu a tolerance k NaCl a pH u jednotlivých izolátů

Izolát	pH					NaCl			plyn	izolát	pH					NaCl			plyn
	4,3	4,6	5,0	5,5	7,4	2 %	4,5 %	6,5 %			4,3	4,6	5,0	5,5	7,4	2 %	4,5 %	6,5 %	
1z	+	+	+	+	+	+	-	-	+	013	-	-	+	+	+	+	+	+	+++
4z	+	+	+	+	++	++	+	+	+++	015	++	++	++	++	++	++	+	+	+++
6z	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	+++	016	+	+	+	+	++	+	-	-	+++
7z	+	+	+	+	+	+	-	-	ND	017	+	+	+	+	++	+	+	-	++
9z	-	-	-	-	+	+	+	+	+++	018	-	-	-	-	+	+	+	+	+++
10z	+	+	+	++	++	++	+	+	+++	019	+	+	+	+	++	++	++	+	+++
11z	+	+	+	+	++	+	+	+	++	M02	+	+	+	++	++	++	+	-	+++
12z	+	+	+	+	++	++	+	+	+++	ZM1	-	-	-	+	+	+	-	-	++
13z	+	+	+	+	+	+	+	+	+++	ZM2	+	+	+	+	+	++	+	-	+++
14z	-	-	-	-	+	+	+	+	+++	A1	-	-	+	++	+	+	+	+	+++
15z	-	+	+	+	++	++	+	-	+++	A2	+	+	+	+	+	+	+	+	++
1T	+	+	+	+	+	+	-	-	++	A7	+	+	+	++	++	++	++	++	+++
2T	+	+	+	+	++	+	+	+	+++	A10	+	+	++	++	++	++	+	-	++
4T	+	+	+	++	++	+	+	+	ND	A11	-	-	-	+	+	-	-	-	+
5T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	+++	A12	-	-	+	+	+	+	+	+	+++
10S	++	++	++	++	++	++	+	+	++	N6	+	+	+	++	++	+	+	+	++
16S	-	+	+	+	+	+	-	-	+++	N9	+	+	+	+	+	+	+	+	+++
02	+	+	+	++	++	+	+	+	+++	N11	+	+	+	+	+	+	+	+	+++
03	+	+	+	+	++	++	+	-	++	N12	-	-	+	+	++	++	+	+	+++
04	-	+	+	+	++	++	+	+	++	N13	-	-	-	+	+	+	+	+	ND
05	-	+	+	+	+	+	+	-	+++	N14	+	+	+	+	++	++	-	-	+++
08	-	++	++	++	++	++	+	-	+++	N18	-	-	-	++	++	++	++	++	ND
011	++	++	++	++	++	++	+	+	+++	N26	+	+	+	+	++	+	+	+	+++
012	-	-	-	+	+	-	-	-	+++	N31	-	-	-	-	+	+	+	+	ND

ND - nestanoveno; "+" - pozitivní reakce (počtem znaků vyjádřena intenzita); "-" - negativní reakce

časné duření sýrů, nebo bakterie *Clostridium tyrobutyricum* (1 izolát), způsobující tzv. pozdní duření sýrů (Boor a Fromm, 2006). Některé izoláty patří mezi bakterie mléčného kvašení, které se běžně používají do zákysových kultur. Tyto však byly izolovány i ze syrového mléka, kde však většinou nepůsobí závažné problémy, jelikož jsou většinou zničeny při pasteračním záhřevu (Walstra a kol., 2006).

Závěr

V souboru 48 izolátů byl zkoumán potenciál jednotlivých kmenů způsobovat kažení mléka a mlékárenských výrobků. Výsledky ukázaly, že schopnost kazit mlékárenské výrobky je spíše kmenově specifická, než druhově specifická, a že je odvislá od enzymového potenciálu testovaných izolátů. Vět-

Tab. 3 Výsledky stanovení schopnosti fermentace sacharidů u jednotlivých izolátů

izolát	fermentace sacharidů				izolát	fermentace sacharidů				izolát	fermentace sacharidů			
	glukosa	laktosa	fruktosa	sacharosa		glukosa	laktosa	fruktosa	sacharosa		glukosa	laktosa	fruktosa	sacharosa
1z	-	-	-	-	013	ND	ND	ND	ND					
4z	+	+	+	+	015	+	-	-	-					
6z	+	+	+	+	016	+	-	-	-					
7z	+	+	+	+	017	+	+	+	+					
9z	+	+	+	+	018	+	+	+	+					
10z	+	-	-	-	019	+	+	-	+					
11z	-	-	-	-	M02	+	-	-	-					
12z	+	+	+	+	ZM1	+	-	+	+					
13z	+	+	+	+	ZM2	+	-	+	+					
14z	+	+	+	+	A1	+	-	+	+					
15z	+	+	+	+	A2	+	+	+	-					
1T	+/-	+	+	+	A7	+	-	+	+					
2T	+	-	+	+	A10	ND	ND	ND	ND					
4T	+	+	+	+	A11	ND	ND	ND	ND					
5T	+/-	+	+	+	A12	+/-	-	-	+					
10S	-	-	-	-	N6	-	+	+	+					
16S	+	-	-	+	N9	+	-	+	+					
02	+	-	+	+	N11	+/-	-	-	-					
03	+	-	+	+	N12	+/-	+	+	+					
04	+	-	-	+	N13	+	-	+	+					
05	+	+	+	+	N14	+	-	-	-					
08	+	-	-	-	N18	+/-	-	-	-					
011	+	-	-	+	N26	+	-	+	+					
012	+	-	-	-	N31	-	+	+	+					

ND - nestanoveno; "+" - pozitivní reakce; "-" - negativní reakce

Tab. 4 Výsledky identifikace jednotlivých izolátů

izolát	mikroskop	identifikace	izolát	mikroskop	identifikace
1z	ND	<i>Debaryomyces hansenii</i>	O13	G- tyčinky	<i>Kluyvera intermedia</i>
4z	G+ koky	<i>Rothia mucilaginosa</i>	O15	G+ koky	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
6z	ND	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	O16	G- tyčinky	<i>Acinetobacter</i> sp.
7z	G+ tyčinky	<i>Lactobacillus</i> sp.	O17	G+ koky	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
9z	G+ tyčinky	<i>Lactobacillus curvatus</i>	O18	G+ koky	<i>Streptococcus uberis</i>
10z	G- tyčinky	<i>Serratia liquefaciens</i>	O19	ND	<i>Kocuria varians</i>
11z	kvasinky	<i>Debaryomyces hansenii</i>	M02	G- tyčinky	<i>Acinetobacter baumannii</i>
12z	G- tyčinky	<i>Klebsiella oxytoca</i>	ZM1	kvasinky	<i>Candida parapsilosis</i>
13z	G+ koky	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> subsp. <i>saprophyticus</i>	ZM2	kvasinky	<i>Candida parapsilosis</i>
14z	G+ tyčinky	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>	A1	G+ tyčinky	<i>Bacillus licheniformis</i>
15z	G+ koky	<i>Staphylococcus hominis</i>	A2	ND	<i>Debaryomyces hansenii</i>
1T	G+ tyčinky	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>	A7	G+ tyčinky	<i>Bacillus licheniformis</i>
2T	G+ koky	<i>Staphylococcus</i> sp.	A10	kvasinky	<i>Debaryomyces hansenii</i>
4T	G+ koky	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	A11	ND	<i>Debaryomyces hansenii</i>
5T	ND	<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	A12	ND	<i>Bacillus licheniformis</i>
10S	kvasinky	<i>Yarrowia lipolytica</i>	N6	ND	<i>Debaryomyces hansenii</i>
16S	G+ tyčinky	<i>Bacillus cereus</i>	N9	ND	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
02	G+ koky	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	N11	ND	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
03	G- tyčinky	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	N12	ND	<i>Staphylococcus equorum</i>
04	G+ koky	<i>Kocuria rhizophila</i>	N13	ND	<i>Staphylococcus</i> sp.
05	G-tyčinky	<i>Acinetobacter</i> sp.	N14	kvasinky	<i>Debaryomyces hansenii</i>
08	G- tyčinky	<i>Pseudomonas putida</i>	N18	G+ koky	ND
011	G- tyčinky	<i>Serratia liquefaciens</i>	N26	G- tyčinky	<i>Serratia marcescens</i>
012	G- tyčinky	ND	N31	ND	<i>Staphylococcus hominis</i> subsp. <i>novobiosepticus</i>

ND - nestanoveno

šina testovaných izolátů vykazuje proteolytickou či lipolytickou aktivitu, čímž je schopna znehodnocovat mlékařenské výrobky, či ztěžovat jejich výrobu. Všechny testované izoláty byly schopné růst za neutrálního pH, čímž mohou být potenciálně kontaminující pro nefermentované mlékařenské výrobky. Většina izolátů je rovněž schopna růst za nízkých pH a i vyšších obsahů NaCl. Jedná se o důležité parametry zejména při výrobě sýrů. Z hlediska tvorby plynu mohou být všechny testované izoláty potenciálními původci kažení mlékařenských výrobků, protože mohou za příznivých podmínek způsobovat duření sýrů či bombážování obalů. Většina izolovaných kmenů je schopna fermentovat širší škálu sacharidů. Více než 58 % izolátů patří do skupiny psychrotrofních mikroorganismů, z nichž některé jsou rizikové díky tvorbě termorezistentních enzymů, které následně způsobují problémy při výrobě mlékařenských výrobků či přímo jejich vady.

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Ministerstva zemědělství České republiky, NAZV při řešení projektu QJ1210300 a QJ1210302 v programu KUS a institucionální podpory RO0513.

Literatura

- BOOR K., FROMM H. (2006): Managing microbial spoilage in the dairy industry. Ve: Blackburn C.W. (edit.) *Food spoilage microorganisms*, (pp.171-193). CRC Press, USA.
- GUINEE T.P., KILCAWLEY K.N. (2004): Cheese as an ingredient. Ve: Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M., Guinee T.P. (edit) *Cheese-Chemistry, physics and microbiology*. Major cheese groups, 2 (pp. 395-413), Elsevier, USA.

CHAMPAGNE C.P., LAING R.R., ROY D., MAFU A.A. (1994): Psychrotrophs in Dairy Products: Their effects and their control. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, s.1-30.

ÖZER B.H. (2000): Microbiology of Liquid milk. Ve: Robinson R.K., Batt C.A., Patel P.D. (edit.) *Encyclopedia of Food Microbiology*, (pp. 1436-1140). London, Academic Press.

US FDA (2008): Approximate pH of Foods and Food Products (on line). Staženo 3.11.2014. Dostupné z: <http://www.foodscience.caes.uga.edu/extension/documents/fdaapproximatephoffoods-lac-fhs.pdf>

WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTSJ.J. (2006): Microbiology of milk. *Dairy Science and Technology*, (pp. 17-108), CRC Press, USA.

Přijato do tisku: 4. 11. 2014

Lektorováno: 23. 11. 2014

MLÉKO JAKO ZDROJ JÓDU V LIDSKÉ VÝŽIVĚ

Zuzana Křížová, Jan Trávníček, Lucie Hasoňová, Lucie Vítková, Martina Staňková

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice

Milk as a source of iodine in human nutrition

Abstrakt

Práce se zabývá významem mléka jako přirozeného zdroje jódu ve výživě lidí. Cílem bylo zjistit spotřebu