

VÝROBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

TEXT PRO UČITELE

Mgr. Jana Prášilová
prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.

Olomouc, 2013

Obsah

1. Téma v učebnicích používaných na gymnáziích
2. Teoretické poznatky k problematice
 - 2.1. Mléko, druhy mléka
 - 2.2. Obsah látek v kravském mléce
 - 2.3. Úprava mléka fyzikálními pochody
 - 2.4. Výroba másla
 - 2.5. Výroba jogurtů
 - 2.6. Výroba sýrů
 - 2.7. Výroba olomouckých syrečků
3. Náměty na praktická cvičení k tématu
4. Pracovní listy pro žáka
5. Metodika pro hodinu základního typu
6. Metodika pro laboratorní cvičení
7. Použitá literatura a elektronické zdroje

1. Téma v učebnicích používaných na gymnáziích

Základní poznatky o mlékárenském průmyslu se v novějších učebnicích chemie používaných na gymnáziích nevyskytují. Problematiku diskutuje pouze učebnice [1] z roku 1982, která seznamuje studenty i se získáváním smetany, výrobou másla a sýrů.

Na téma lze pohlížet interdisciplinárně – spojuje poznatky z chemie, fyziky i biologie.

2. Teoretické poznatky k problematice

Mlékárenským průmyslem se v České republice zabývá celkem 48 firem [2]. Spotřeba mléka a mlékárenských výrobků se rok od roku zvyšuje. Spotřeba (na osobu za rok) konzumního mléka činí 59,1 litrů, přibližně 17 kg sýrů a tvarohů, spotřeba másla je nadprůměrná – 5,2 kg (průměr v EU je 3,6 kg) [3].

Text se dále zaměří na následující otázky:

- 1) Co je to mléko? Jaké druhy mléka rozeznáváme?
- 2) Jaké látky kravské mléko obsahuje?
- 3) Jakými fyzikálními pochody se mléko upravuje a proč?
- 4) Jak se vyrábí máslo?
- 5) Jak se vyrábějí jogurty?
- 6) Jak se vyrábějí sýry?
- 7) Jaká jsou specifika pro výrobu tradičních olomouckých syrečků?

2.1. Mléko, druhy mléka

Mléko je sekret mléčné žlázy savců určené k výživě mláďat. Jako poživatina se konzumuje v různých krajinách především mléko přežvýkavců. Rozlišujeme:

- kravské mléko – hlavní zdroj našeho jídelníčku,
- kozí mléko – dobře stravitelné pro lidský organismus, podobné mateřskému,
- ovčí mléko – výživově hodnotnější než kravské a kozí,
- kobydí mléko – výživově hodnotné, podobné mateřskému,
- oslí mléko – bezpečná alternativa pro lidi alergické na kravské mléko,
- losí mléko – konzumuje se především ve Skandinávii, vysoký obsah tuku,
- sobí mléko – významná potravina pro Laponce,
- jačí mléko – konzumuje se v oblasti Himalájí,
- velbloudí mléko – bohaté na vitamín C, vhodné pro diabetiky,
- buvolí mléko – vyrábí se z něj originální mozzarella.

Dle obsahu tuku se konzumní mléko dělí (podle [4]):

- plnotučné (min. 3,5 % tuku)
- polotučné (zpravidla 1,5 – 1,8 % tuku)
- odtučněné (max. 0,5 % tuku)
- selské mléko (bez úpravy tučnosti, min. 3,5 % tuku)

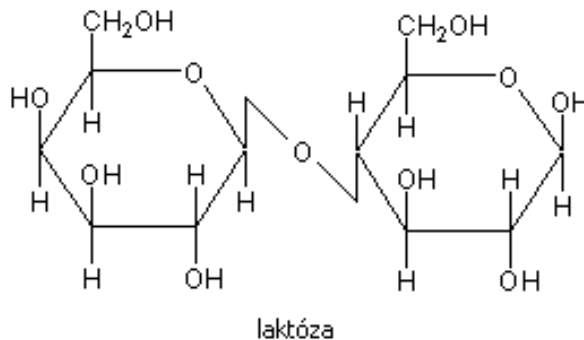
2.2. Obsah látek v kravském mléce

Mléko vzniká metabolickými přeměnami z krve a mízy. Mléko tvoří z 86-88 % voda, 12-14 % je sušina – bílkoviny, tuky, sacharidy, minerální látky, vitaminy, enzymy a hormony. Různé druhy mléka se liší především obsahem tuku a bílkovin (viz Tabulka 1).

Tabulka 1: Porovnání obsahu hlavních živin (upraveno dle [5])

Druh mléka	Bílkoviny (%)	Tuky (%)	Cukry (%)	Energetická hodnota (kJ na 100 g)
Kravské	3,2 – 3,5	3 - 5	4,7	274
Ovčí	5,5	7	5	460
Kozí	2,9 – 3,7	3,8 – 4,5	5,2	320
Kobyli	1,5 - 2,8	0,5 - 2	5,8 – 7	197
Lidské	0,9 – 1,2	3,5 - 4	6,3 - 7	280

Vlivem složení potravy skotu v letních měsících mléčný **tuk** obsahuje více nenasycených mastných kyselin, proto se máslo z něj vyrobené roztírá lépe než v zimních měsících. Hlavním mléčným cukrem je **laktóza** (viz Obrázek 1), která je složena z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly galaktózy navzájem spojené β -1-4 glykosidickou vazbou. Glukóza se dostává do mléčné žlázy z krve, galaktóza (stereoizomer glukózy) je přetvořena až v mléčné žláze.



Obrázek 1: Vzorec laktózy

Významnou složkou mléka, z hlediska dalšího zpracování, jsou bílkoviny. **Kaseinové bílkoviny** jsou termostabilní, **syrovátkové bílkoviny** jsou termolabilní. K syrovátkovým bílkovinám řadíme např. laktalbuminy, které bývají příčinou alergických reakcí, imunoglobuliny, které mají antibakteriální účinky a sérumalbuminy. Z **minerálních látek** obsahuje mléko nejvíce ionty draslíku, vápníku, dále fosforu, sodíku, hořčíku a chloridy. **Vitaminy** se do mléka dostávají buď s potravou (vitamin A, D, E, C), nebo jsou tvořeny v bacheru činností mikroflóry (vitamin B₁, B₂, B₅ a B₆).

2.3. Úprava mléka fyzikálními pochody

Aby byla zajištěna zdravotní nezávadnost (odstranění nežádoucích mikroorganismů) a trvanlivost mléka, je třeba jej ošetřit následujícími pochody:

- a) filtrace,
- b) deaerace,
- c) odstředování,
- d) zahřívání,
- e) homogenizace,
- f) chlazení.

Při čerpání mléka do zásobních tanků v mlékárnách je mléko v potrubí čištěno průchodem přes **filtry**. Cílem **deaerace** je zbavit mléko pachových látek a vzduchu (zmenšení rizika oxidace tuků). Provádí se rozstříknutím teplého mléka do komory s mírným vakuem. Další čištění se provádí na tzv. samoodkalovacích **odstředivkách**, kde se mléko zbaví některých sporotvorných mikroorganismů.

Abychom zabránili vzniku smetany ve vrchní části mléka, je třeba provést **homogenizaci**. K roztržení tukových kuliček se používá homogenizační hlavice s úzkou štěrbinou, do které je mléko pod tlakem (5 – 25 MPa) vstřikováno (ideální teplota cca 60 °C). Homogenizace se provádí i z jiných důvodů (zabránění uplívání tuku na obalech, jemnější konzistence, zlepšení sýření aj.).

Tepelné opracování mléka se používá z důvodu usmrcení nežádoucích mikroorganismů a částečné inaktivaci enzymů. Účinnost závisí na použité teplotě a časovém intervalu (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Metody tepelného ošetření mléka (MO = mikroorganismy)

Metoda	Teplota	Časový interval	Cíl	Poznámky
pasterace	pod 100 °C	2 sekundy (85 °C) 20 sekund (65 °C)	usmrcení MO snížení aktivity enzymů	trvanlivost 3 - 5 dnů skladování v lednicích
UHT (ultra-high temperature)	135 °C	1 – 2 sekundy	usmrcení MO i spor inaktivace enzymů	změny chuti mléka
sterilace	120 °C	20 – 30 minut	zvýšit trvanlivost	probíhá v obalech skladování při pokojové teplotě

V České republice je nařízeno veškeré mléko určené pro lidskou výživu ošetřovat pasterací. Při pasteraci se mléko ohřívá pomocí tepelného výměníku. Následuje rychlé ochlazení, aby se zabránilo případnému rozvoji zbývajících mikroorganismů. Ošetřujeme-li mléko metodou UHT, je do protékajícího mléka vstřikována buď přímo přehřátá pára, nebo je mléko ohříváno pomocí tepelného výměníku. Po UHT ošetření je třeba mléko asepticky naplnit a hermeticky uzavřít do sterilního obalu (Tetra Pak).

2.4. Výroba másla

Máslo je ztuhlá emulze vody a tuku, obsahující výhradně mléčný tuk (minimálně 80 %). V České republice se máslo vyrábí tzv. **stloukáním** ze smetany (tj. tuková část mléka získaná jeho odstředěním). Historická podoba máselnice je na Obrázku 2, v průmyslu se používají moderní přístroje.



Obrázek 2: Máselnice pro domácí výrobu másla (převzato z [6])

V máselnici (zmáselňovači) se smetana (více než 30 % tuku) intenzivně mechanicky pohybuje, čímž dojde ke spojování tukových kuliček na tzv. máselné zrno. Od hmoty se

postupně odděluje tekutá složka - podmásílí (obsahuje laktózu, soli, vitaminy rozpustné ve vodě, bílkoviny, fosfolipidy). V odlučovacím válci se oddělí máselné zrno od podmásílí a propere se sprchováním studenou vodou. Máselné zrno se dále hněte, aby byly odstraněny zbytky podmásílí, snížilo se množství vzduchu a máslo se dokonale spojilo. Výrobky by se měly skladovat při teplotě 4 – 10 °C.

Pomazánkový krém (dříve označovaný jako pomazánkové máslo) se vyrábí ze zakysané smetany, obohacené sušeným mlékem či podmásílím. Výroba rostlinných tuků je naznačena na Obrázku 3.



Obrázek 3: Výroba rostlinných tuků (převzato z [7])

2.5. Výroba jogurtů

Jogurty řadíme mezi fermentované mléčné výrobky (při výrobě probíhají řízené mikrobiologické procesy mléčného kvašení). Obecně se fermentované výrobky vyrábějí následujícím postupem: pasterované mléko (smetana, podmásílí, popř. směsi) se upraví na požadované množství tuku a provede se homogenizace. Na vakuových odparkách se provede zahuštění, popř. se použijí zahušťovací látky (modifikovaný škrob, želatina, aj.). Tzv. *očkovaním* se přidají do mléka mlékařské kultury, které se v mléce množí a zrají.

Probíhá fermentace laktosy na kyselinu mléčnou. Výrobky se chladí, popř. dochucují.

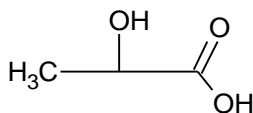
Mlékařské kultury jsou vždy určené pro daný typ zakysaného výrobku. Do jogurtů se přidávají jogurtové kultury, pro výrobu zakysané smetany a zakysaných mlék se používají smetanové kultury, pro kefir keřirové kultury (obsahují navíc kvasinky). Různé kultury a podmínky mléčného kvašení ukazuje Tabulka 3.

Tabulka 3: Druhy bakterií v mléčných kulturách

Název kultury	Rody	Teplota zrání	Doba zrání	Výrobky
smetanová	<i>Lactococcus</i> <i>Leuconostoc</i>	21 – 23 °C (mezofilní bakterie)	1 den	kysané mléko kysané smetany šlehané podmáslí
keřirová	smíšená kultura mléčných bakterií a kvasinek	16 – 20 °C	1 – 3 dny	keřir
jogurtová	<i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i>	42 – 43 °C (termofilní bakterie)	3 – 4 hodiny	jogurty jogurtová mléka

2.6. Výroba sýrů

Sýry vznikají vysrážením kaseinu působením kyseliny mléčné (vzniká zkvašováním laktosy činností bakterií mléčného kvašení) nebo syřidla.



Obrázek 27: Vzorec kyseliny mléčné

Podle způsobu srážení rozdělujeme sýry na dvě skupiny:

- kyselé přírodní sýry – mléko se sráží kyselinou mléčnou,
- sladké přírodní sýry – mléko se sráží syřidlem a kyselinou mléčnou.

Syřidlo obsahuje enzym chymozin, popř. pepsin a získává se extrakcí telecích žaludků. Z ekonomického hlediska se využívají náhradní enzymové živočišné, rostlinné či mikrobiální preparáty.

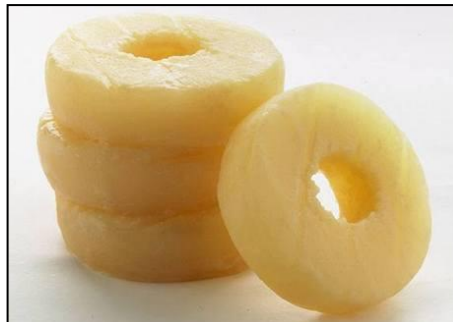
Vysrážením mléka vzniká tzv. *sýřenina*. Odkapáváním na sítěch a lisováním se ze sýřeniny odděluje nažloutlá kapalina – syrovátka a zbývající pevný podíl označujeme jako tvaroh, popř. sýrové zrno. Při výrobě sladkých přírodních sýrů se sýrové zrno nakládá do

16-22% roztoku NaCl a nechává se zrát ve sklepích, kde dochází k rozkladu bílkovin (především kaseinu) až na aminokyseliny a k hydrolýze tuků.

Pro výrobu tvrdých sýrů se používají speciálně vyšlechtěné smetanové kultury a postupy sýření.

2.7. Výroba olomouckých syrečků

Základem pro výrobu tvarůžků je kyselý tvaroh. Tvaroh se nasolí, naplní do beček a udusá. Zrání v nádobách probíhá několik týdnů až půl roku. Uzářlý tvaroh se smíchá s čerstvým tvarohem, přidají se regulátory kyselosti (NaHCO_3 nebo CaCO_3), směs se dobře promíchá a upraví na požadovaný tvar. Na kyselém povrchu se pomnoží kvasinky (rod *Candida* aj.), které rozloží kyselinu mléčnou. Po oprání se do vody, ve které jsou tvarůžky naloženy, přidá mazová kultura *Brevibacterium linens* a sýr se nechá zrát. Finální výrobek má zlatavou barvu a charakteristickou vůni a chuť (viz Obrázek 4).



Obrázek 4: Tvarůžky (převzato z [8])

3. Náměty na praktická cvičení k tématu

Návody na vhodné experimenty k tématu

- žákovské pokusy

1/ Porovnání titrační kyselosti u mléčných výrobků

Kyselost čerstvého mléka je způsobena přítomností kyselých reagujících složek – přítomností fosfátů, citrátů, popř. CO₂. Kysané mléčné výrobky obsahují kyselinu mléčnou, která vzniká i při zrání sýrů.

Titrační kyselost udává počet cm³ roztoku NaOH o koncentraci 0,25 mol dm⁻³ potřebného k neutralizaci kyselých reagujících látek ve 100 cm³ (100 g) vzorku na indikátor fenolftalein. Udává se v Soxhlet-Henkelových stupních (° SH) a platí:

$$1 \text{ cm}^3 \text{ NaOH} \approx 1^\circ \text{ SH} \approx 0,0225 \% \text{ kyseliny mléčné ve výrobku}$$

Pomůcky: louhová byreta, pipeta (10 cm³), odměrný válec, 2x titrační baňka, skleněná tyčinka, hliníková folie, třecí miska s tloučkem

Chemikálie: fenolftalein, roztok NaOH o koncentraci 0,25 mol dm⁻³, roztok síranu kobaltnatého (5 g CoSO₄ · 7 H₂O ve 100 cm³ vody)

Pracovní postup:

Vzorek mléka

- připravíme si srovnávací vzorek pro porovnání odstínu růžové barvy titrovaného vzorku – do titrační baňky odměříme 50 cm³ mléka a přidáme 1 cm³ roztoku síranu kobaltnatého,
- byretu naplníme roztokem NaOH o koncentraci 0,25 mol dm⁻³,
- do druhé titrační baňky odměříme 50 cm³ mléka, přidáme 2 cm³ fenolftaleinu,
- titrujeme roztokem NaOH do stálého slabě růžového zbarvení, jako má srovnávací vzorek.

Vzorek jogurtu

- do titrační baňky navážíme 25 g vzorku (s přesností 0,01 g),
- k vzorku přidáme 25 cm³ vody a 1 cm³ fenolftaleinu, promícháme,
- titrujeme roztokem NaOH do stálého slabě růžového zbarvení, jako má srovnávací vzorek mléka.

Vzorek tvrdého sýra

- na hliníkovou folii navážíme 10 g vzorku (s přesností na 0,01 g),

- vzorek kvantitativně převedeme do třecí misky, přidáme 1 cm³ fenolftaleinu a dokonale rozetřeme,
- titrujeme roztokem NaOH za neustálého míchání a roztírání tloučkem do růžového zbarvení stálého alespoň 1 minutu.

Výpočty:

(a = průměrná spotřeba roztoku NaOH (v cm³) o koncentraci 0,25 mol dm⁻³, f = faktor titrace)

Kyselost mléka na 100 cm³ mléka

$$x = 2 \cdot a \cdot f$$

Dle normy by mělo mít syrové mléko 6,2 – 7,8 °SH.

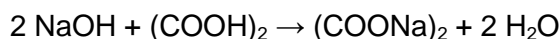
Kyselost jogurtu na 100 g vzorku

$$x = \frac{100 \cdot a \cdot f}{m} \quad m = \text{navážka vzorku (g)}$$

Kyselost sýra

$$x = 10 \cdot a \cdot f$$

Poznámka: Předem je třeba stanovit faktor (přesnou koncentraci) roztoku NaOH. 10 cm³ roztoku kyseliny šťavelové o přesné koncentraci 0,25 mol dm⁻³ (7,8797 g C₂H₂O₄ · 2 H₂O se odváží do 250 cm³ odměrné baňky a doplní po rysku vodou) s přidavkem 2 kapek fenolftaleinu se titruje zkoumaným roztokem NaOH.



$$f = 2 \cdot \frac{a}{b}$$

a = počet cm³ roztoku kys. šťavelové o konc. 0,25 mol dm⁻³ odměřených pro titraci (10 cm³)

b = počet cm³ roztoku NaOH o konc. 0,25 mol dm⁻³

2/ Stanovení obsahu vápníku v mléce

Pomůcky: teploměr, odměrná baňka 250 cm³, pipeta, titrační baňka 250 cm³, byreta, vzorek

Chemikálie: roztok NaOH o koncentraci 4 mol dm⁻³, indikátor murexid (1:100 rozetřený s NaCl), odměrný roztok Chelatonu III o koncentraci 0,05 mol dm⁻³

Pracovní postup:

- nejprve provedeme slepý pokus, k 150 cm³ destilované vody přidáme 5 cm³, roztoku NaOH a 0,2 g indikátoru, titrujeme roztokem Chelatonu III z růžového do modrofialového zbarvení,
- teplotu vzorku mléka necháme srovnat na laboratorní (20 °C),
- do odměrné baňky navážíme 10 g vzorku mléka a doplníme po rysku destilovanou vodou,
- 50 cm³ připraveného roztoku odměříme do titrační baňky a zředíme 100 cm³ destilované vody,
- k roztoku v titrační baňce přidáme 5 cm³ roztoku NaOH a 0,2 g indikátoru,
- promícháme a titrujeme roztokem Chelatonu III z růžového do modrofialového zbarvení.

Výpočet:

Obsah vápníku Ca v mg na 100 g vzorku:

$$m(\text{Ca}) = \frac{(a - b) \cdot 0,04 \cdot 100 \cdot V}{M \cdot V_1}$$

a = spotřeba odměrného roztoku Chelatonu III při titraci vzorku mléka

b = spotřeba odměrného roztoku Chelatonu III při titraci slepého vzorku

V = objem, na který byl vzorek ředěn (250 cm³)

M = navážka vzorku mléka k rozboru

V₁ = alikvotní podíl roztoku vzorku odměřený k titraci (50 cm³)

3/ Stanovení obsahu vody v másle vázkovou metodou

Pomůcky: plechový kelímek (např. hliníkový), kleště, tyčinka, vaříč (kahan)

Pracovní postup:

- na vahách se zváží suchý chladný kelímek,
- do kelímku navážíme přesně 10 g vzorku másla (n),
- kelímek uchopíme do kleští, na vaříči pomalu zahříváme za stálého míchání,
- zahřívání ukončíme, až přestane máslo šumět a sedlina dně je mírně hnědá,
- vychladlý kelímek zvážíme.

Výpočet:

$$\% \text{ obsah vody} = \frac{a \cdot 100}{n}$$

a = úbytek hmotnosti v gramech

n = navážka vzorku v gramech

4/ Důkaz bílkovin v mléce

Pomůcky: dvě kádinky 100 cm³, filtrační aparatura, Pasteurovy pipety, skleněná tyčinka, dvě zkumavky, držák na zkumavky, vzorek mléka

Chemikálie: kyselina octová (ocet), 10% roztok NaOH, 5% roztok CuSO₄ · 5H₂O, konc. HNO₃

Pracovní postup:

- vzorek mléka okyselíme několika kapkami kyseliny octové,
- vzniklou sraženinu odfiltrujeme a s tzv. *syrovátkou* pracujeme dále.

Biuretová reakce

- do zkumavky dáme 5 cm³ vody, přidáme 1 cm³ syrovátky a promícháme tyčinkou,
- přilijeme cca 3 cm³ 10% roztoku NaOH, promícháme,
- pomocí pipety po kapkách přidáme 5% roztok CuSO₄ · 5H₂O, pozorujeme zbarvení.

Xanthoproteinová reakce

- do zkumavky nalijeme 2 cm³ syrovátky,
- přidáme pipetou cca 1 cm³ koncentrované kyseliny dusičné,
- roztok mírně zahřejeme nad kahanem a pozorujeme změny.

Poznámka: Pozitivní Biuretova reakce se projeví vznikem modrofialového zbarvení. Po provedení xanthoproteinové reakce se bílkovina srazí ve žluté klky.

4. Pracovní listy pro žáka

Doplň do pojmové mapy látky, které se nacházejí v mléce!

```

    graph TD
      A[kravské mléko] --> B[ ]
      A --> C[sušina]
      C --> D[bílkoviny]
      C --> E[ ]
      C --> F[ ]
      E --> G[minerální látky]
      E --> H[ ]
      E --> I[ ]
      E --> J[ ]
  
```

©Prášilová, Kameníček

Doplň do pojmové mapy látky, které se nacházejí v mléce!

```

    graph TD
      A[kravské mléko] --> B[voda]
      A --> C[sušina]
      C --> D[bílkoviny]
      C --> E[tuky]
      C --> F[cukry]
      C --> G[ostatní látky]
      G --> H[minerální látky]
      G --> I[vitaminy]
      G --> J[enzymy]
      G --> K[hormony]
  
```

©Prášilová, Kameníček

Přiřaď správné pojmy k jednotlivým metodám tepelného opracování mléka!

	pasterace	UHT (ultra-high temperature)	sterilace
teplota	-----	-----	-----
časový interval	-----	-----	-----
cíl	-----	-----	-----
	20 – 30 minut	zvýšení trvanlivosti	trvanlivost 3 – 5 dnů
	120 °C	1 – 2 sekundy	pod 100 °C 135 °C
	možné skladování při pokojové teplotě	možné změny chuti mléka	2 – 20 sekund

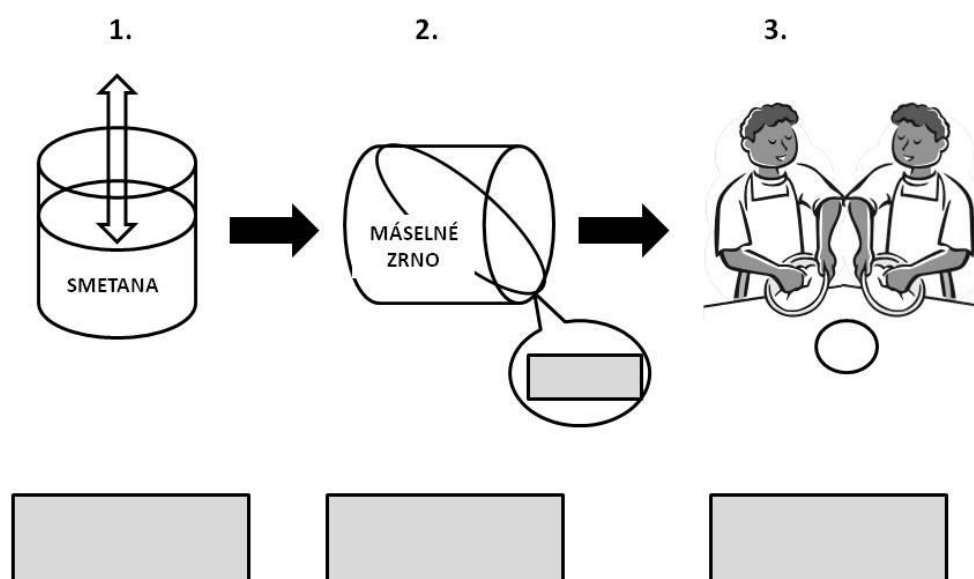
©Prášilová, Kameníček

Přiřaď správné pojmy k jednotlivým metodám tepelného opracování mléka!

	pasterace	UHT (ultra-high temperature)	sterilace
teplota	pod 100 °C	135 °C	120 °C
časový interval	2 – 20 sekund	1 – 2 sekundy	20 – 30 minut
cíl	trvanlivost 3 – 5 dnů	možné změny chuti mléka	zvýšení trvanlivosti možné skladování při pokojové teplotě

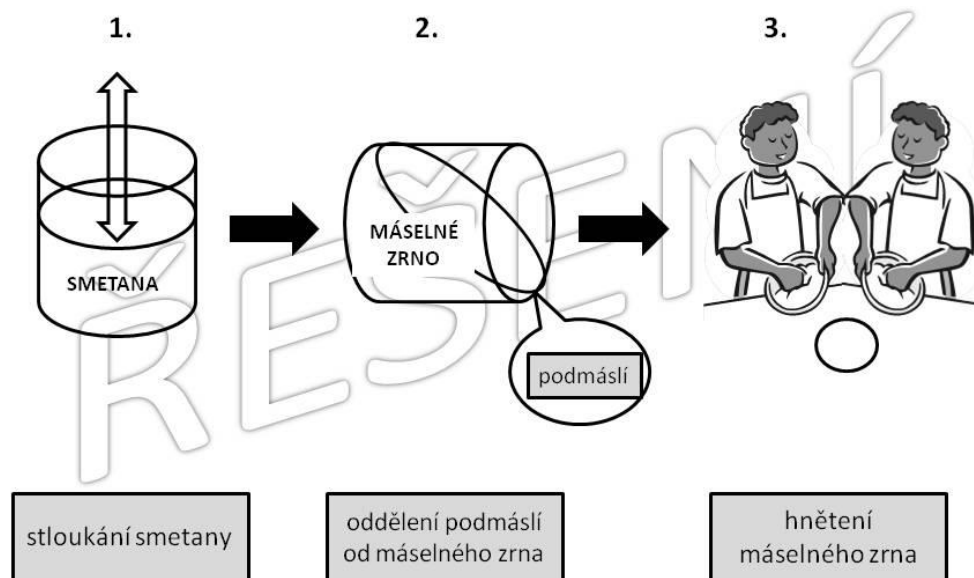
©Prášilová, Kameníček

Doplň jednotlivé kroky výroby másla!



©Prášilová, Kameníček

Doplň jednotlivé kroky výroby másla!



©Prášilová, Kameníček

5. Metodika pro hodinu základního typu

Zařazení tématu do výuky:

- A. Biochemie ⇒ proteiny ⇒ mléko (zdroj základních přírodních látek)
- B. Biochemie ⇒ biochemické reakce ⇒ mléčné kvašení

Téma I	Ročník
Mléko, obsah látek v mléce, úprava mléka	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p><i>Žák by se měl orientovat v následující problematice:</i> Přírodní látky (tuky, cukry, bílkoviny, vitaminy, hormony, minerální látky, enzymy) Základní laboratorní metody (filtrace, zahřívání)</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p><i>Žák:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • uvede základní látky vyskytující se v kravském mléce • zapíše vzorec laktózy • vyjmenuje postupy, kterými se mléko upravuje a jejich účel • rozliší pojmy pasterace, UHT záhřev a sterilace a vyzvedne jejich význam 	
Metody výuky	Učební pomůcky
<ul style="list-style-type: none"> • heuristický rozhovor • problémový výklad • <i>samostatná práce žáků</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • prezentace k tématu v MS PowerPoint • pracovní list pro žáka • učební text • obaly od různých druhů mléka


Pomocí heuristického rozhovoru a pojmové mapy v pracovním listu odvodíme obsah látek v mléce a pomocí problémového výkladu osvětlíme žákům úpravu mléka.

Téma II	Ročník
Výroba vybraných mléčných výrobků	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p><i>Žák by se měl orientovat v následující problematice:</i> Biologie – bakterie mléčného kvašení Pasterace Homogenizace</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definuje pojem máslo a popíše jeho výrobu • jmenuje fermentované mléčné výrobky a princip jejich výroby • vysvětlí význam používání syřidla při výrobě sýrů a výrobní postup sýrů • vyzvedne specifika pro výrobu olomouckých syrečků 	
Metody výuky	Učební pomůcky
<ul style="list-style-type: none"> • diskuse • výklad • <i>práce ve dvojicích</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • prezentace k tématu v MS PowerPoint • pracovní list pro žáka • učební text

Pomocí úkolu v pracovním listu zopakujeme téma Tepelné opracování mléka. V rámci osvojování nových poznatků učitel nejprve diskutuje s žáky zjistí jejich představy o výrobě jednotlivých druhů mléčných výrobků. Pomocí výkladu uvede učitel na pravou míru případné miskoncepty – uvede správné postupy. Pomocí doplňování do obrázků se provede upevnění učiva.

4. Metodika pro laboratorní cvičení

Úloha I	Ročník
Porovnání titrační kyselosti u mléčných výrobků	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p>Žák by se měl orientovat v následující problematice:</p> <p>Obsah látek v mléce. Neutralizace. Odměrná analýza.</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • připraví srovnávací vzorek z mléka a roztoku síranu kobaltnatého • naplní byretu odměrným roztokem • stanoví pomocí zbarvení indikátoru bod ekvivalence • vypočítá titrační kyselost mléčného výrobku • porovná titrační kyselost jednotlivých vzorků mléčných výrobků 	
Pomůcky	Chemikálie
<ul style="list-style-type: none"> • louhová byreta • pipeta (10 cm³) • odměrný válec • 2x titrační baňka • skleněná tyčinka • hliníková folie • třecí miska s tloučkem 	<ul style="list-style-type: none"> • fenolftalein <p>Příprava roztoku: 0,1 g fenolftaleinu rozpustíme v 10 cm³ ethanolu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • roztok NaOH o koncentraci 0,25 mol dm³ (X_i – dráždivé) • roztok síranu kobaltnatého <p>Příprava roztoku: 5 g CoSO₄ · 7 H₂O rozpustíme ve 100 cm³ vody.</p>
Metody výuky	
<ul style="list-style-type: none"> • práce ve skupině (ve dvojicích) 	
Poznámky	
<ul style="list-style-type: none"> • vzorky mléčných výrobků je třeba vytemperovat na teplotu místnosti • se vzorkem jogurtu je třeba při titrování intenzivněji míchat • vzorek síra je vhodné nakrájet na kousky a při titrování vždy pečlivě rozetřít • z časových důvodů je vhodné žákům předem stanovit faktor titrace roztoku NaOH 	
Bezpečnostní pokyny	
<ul style="list-style-type: none"> • po dobu cvičení by měli žáci používat ochranné brýle • dbáme bezpečnosti při práci s roztokem NaOH • vzorky nechutnáváme! 	

Úloha II	Ročník
Stanovení obsahu vápníku v mléce	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p>Žák by se měl orientovat v následující problematice: Obsah látek v mléce. Odměrná analýza.</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • provede tzv. slepý pokus • připraví vzorek mléka pro titraci • naplní byretu odměrným roztokem • stanoví pomocí zbarvení indikátoru bod ekvivalence • vypočítá obsah vápníku na 100 g vzorku • porovná obsah vápníku u jednotlivých vzorků mléka 	
Pomůcky	Chemikálie
<ul style="list-style-type: none"> • teploměr • odměrná baňka 250 cm³ • pipeta • titrační baňka 250 cm³ • byreta • vzorek mléka 	<ul style="list-style-type: none"> • roztok NaOH o koncentraci 4 mol dm⁻³ (C – žíravé) • indikátor murexid (1:100 rozetřený s NaCl) • odměrný roztok Chelatonu III o koncentraci 0,05 mol dm⁻³
Metody výuky	
<ul style="list-style-type: none"> • práce ve skupině (ve dvojicích) 	
Poznámky	
<ul style="list-style-type: none"> • vzorky mléčných výrobků je třeba vytemperovat na teplotu místnosti • roztok NaOH přidá k titrovanému vzorku, vzhledem ke koncentraci roztoku, učitel • změnu zbarvení indikátoru lze někdy obtížně detekovat (vlevo před začátkem titrace, vpravo v bodě ekvivalence) 	
Bezpečnostní pokyny	
<ul style="list-style-type: none"> • po dobu cvičení by měli žáci používat ochranné brýle • dbáme bezpečnosti při práci s roztokem NaOH • vzorky neochutnáváme! 	

Úloha III	Ročník
Stanovení obsahu vody v másle vázkovou metodou	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p>Žák by se měl orientovat v následující problematice: Obsah látek v másle – přípustný obsah vody v másle. Sušení.</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • naváží přesně 10 g vzorku másla • zaznamená si jednotlivé hmotnosti potřebné k výpočtu • opatrně a pozvolna zahřeje máslo • ze získaných hodnot vypočítá obsah vody ve vzorku másla 	
Pomůcky	Chemikálie
<ul style="list-style-type: none"> • plechový kelímek (např. hliníkový) • kleště • tyčinka • vaříč (kahan) • OCHRANNÉ BRÝLE 	
Metody výuky	
<ul style="list-style-type: none"> • práce ve skupině (ve dvojicích) 	
Poznámky	
<ul style="list-style-type: none"> • vybereme různé vzorky másla dostupné na trhu • porovnáme hodnoty na etiketách se zjištěnými při pokusu 	
Bezpečnostní pokyny	
<ul style="list-style-type: none"> • po dobu cvičení by měli žáci používat ochranné brýle • při zahřívání másla dbáme zvýšené opatrnosti, zahříváme velmi pozvolna • vzorky nechutnáváme! 	

Úloha IV	Ročník
Důkaz bílkovin v mléce	4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p>Žák by se měl orientovat v následující problematice: Obsah látek v mléce. Důkazové reakce bílkovin.</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • připraví z mléka tzv. syrovátku • provede biuretovou reakci se vzorkem syrovátky a zhodnotí výsledek • provede xanthoproteinovou reakci se vzorkem syrovátky a zhodnotí výsledek 	
Pomůcky	Chemikálie
<ul style="list-style-type: none"> • dvě kádinky 100 cm³ • filtrační aparatura • Pasteurovy pipety • skleněná tyčinka • dvě zkumavky • držák na zkumavky • vzorek mléka 	<ul style="list-style-type: none"> • kyselina octová (ocet) • 10% roztok NaOH (C – žíravé) • 5% roztok CuSO₄ · 5H₂O (X_n – zdraví škodlivé, N – nebezpečné pro životní prostředí) • konc. HNO₃ (O – oxidující, C – žíravé)
Metody výuky	
<ul style="list-style-type: none"> • práce ve skupině (ve dvojicích) 	
Poznámky	
<ul style="list-style-type: none"> • pozitivní biuretová reakce se projevívá vznikem modrofialového komplexu • pozitivní xanthoproteinová reakce se projevívá vznikem žluté sraženiny 	
Bezpečnostní pokyny	
<ul style="list-style-type: none"> • po dobu cvičení by měli žáci používat ochranné brýle • při zahřívání másla dbáme zvýšené opatrnosti • vzorky nechutnáváme! • roztok NaOH a HNO₃ přidává ke vzorku učitel 	

5. Použitá literatura a elektronické zdroje

1. KOVÁČ, Š. a kol.: *Chemická výroba pro IV. ročník gymnázia (experimentální učební text)*. Praha: SNTL, 1982.
2. <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=15&typ=1&val=51398&ids=> [cit. 2013-11-16]
3. <http://www.agrocr.cz/cena-mleka-se-propada.php?lang=2> [cit. 2013-11-16]
4. Nařízení (ES) č. 1234/2007 - stanovení společné organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty.
5. <http://www.dia-potraviny.cz/alternativy-mleka.html> [cit. 2013-11-16]
6. <http://www.ckrumlov.info/img.php?img=3153&LANG=cz> [cit. 2013-11-16]
7. <http://www.mojerama.cz/roslinne-tuky/jak-se-vyrabi-rama> [cit. 2013-11-16]
8. http://www.lidovky.cz/cukrarna-nabizi-kremrole-ci-rezy-z-olomouckych-tvaruzku-peb-/dobra-chut.aspx?c=A120110_143909_dobra-chut_glu [cit. 2013-11-16]
9. MICHALCOVÁ, B.: *Technologie – výroba mléka a mléčných výrobků*. Švehlova střední škola polytechnická Prostějov, Olomouc, 2013.
10. ŠUSTOVÁ, K., SÝKORA, V. *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2013.
11. KOUŘIMSKÁ, L. *Úvod do mlékařství. Laboratorní cvičení*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2007.
12. JANŠTOVÁ, B. a kol. *Hygiena a technologie mléka a mléčných výrobků – praktická cvičení*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno, 2009.