

# 乳制品加工工艺以及在动物饲料中常见 乳制品的不同选择和品控要点

Qingping Liu, Ph.D.



INTERNATIONAL  
INGREDIENT  
CORPORATION

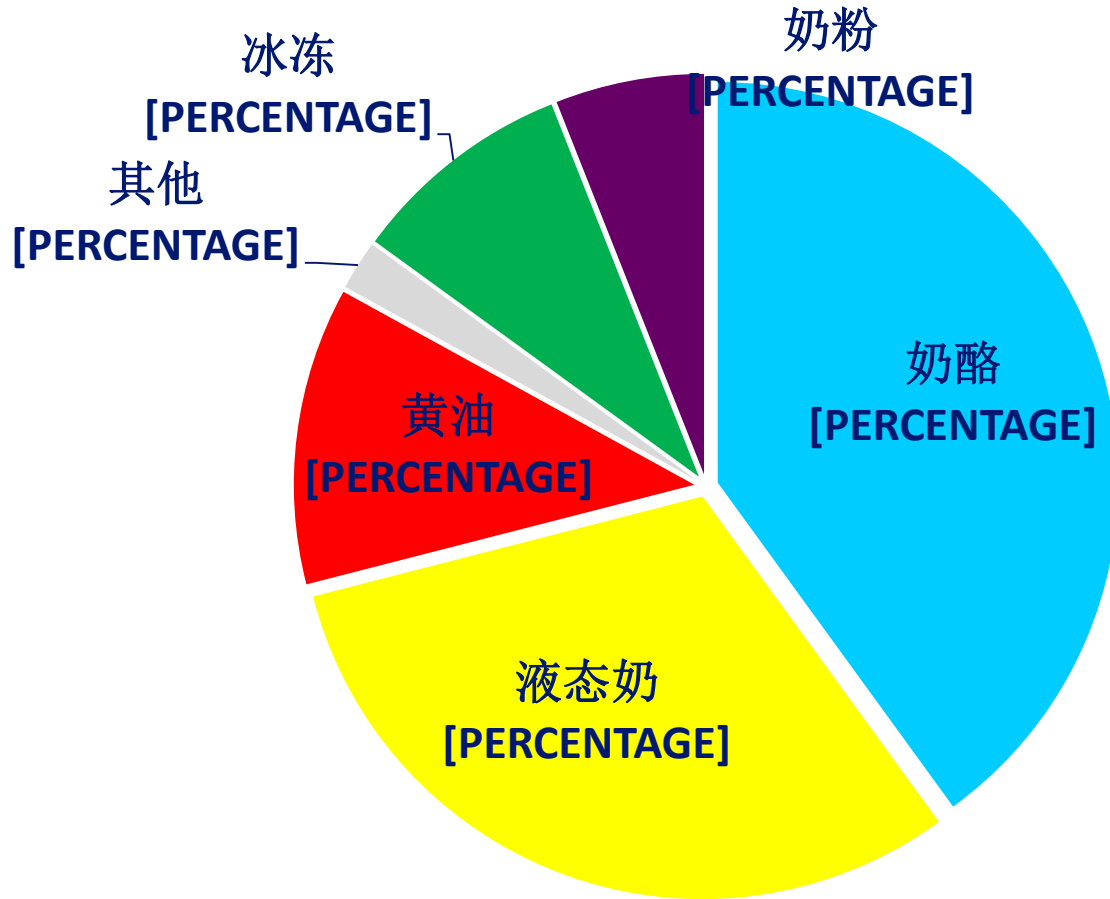
# 液态奶的营养成分

- 水 87.6%
- 脂肪 3.7%
- 蛋白 3.4%
- 乳糖 4.8% (milk sugar)
- 矿物质 0.5%



# 美国牛奶的使用分布

Source IDFA Milk Facts



# 牛奶的加工方法

- 液态奶的保存时间短。如果没有以鲜奶食用，需要加工成奶酪，黄油和其他产品加以保存。
- 加工黄油和奶酪会随着产生许多其他协同产品。
- 这些协同产品可以通过加工生产出许多食品和饲料工业所需要的具有非常营养和经济价值的乳制品。

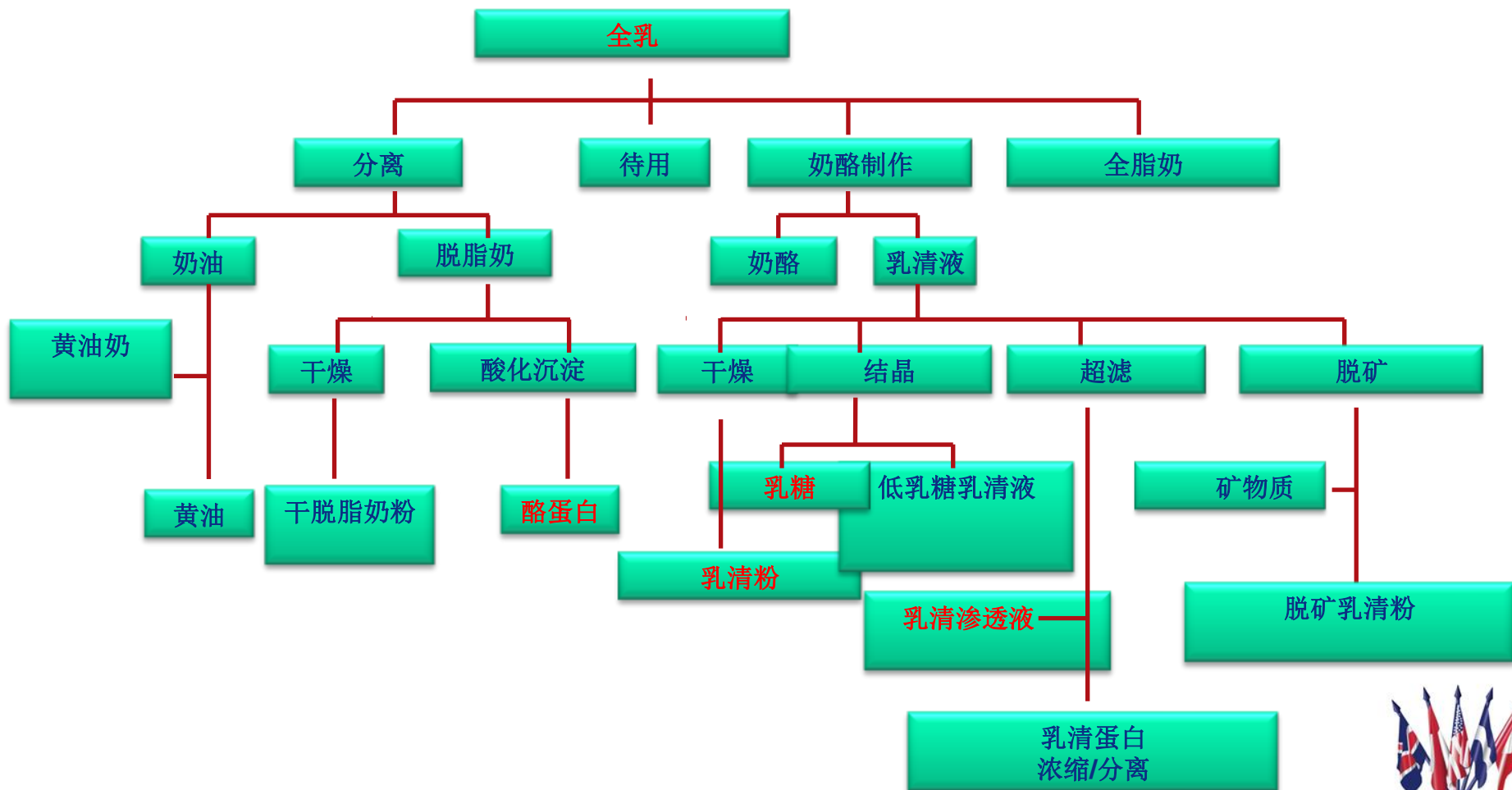


# 牛奶加工的主要协同产品

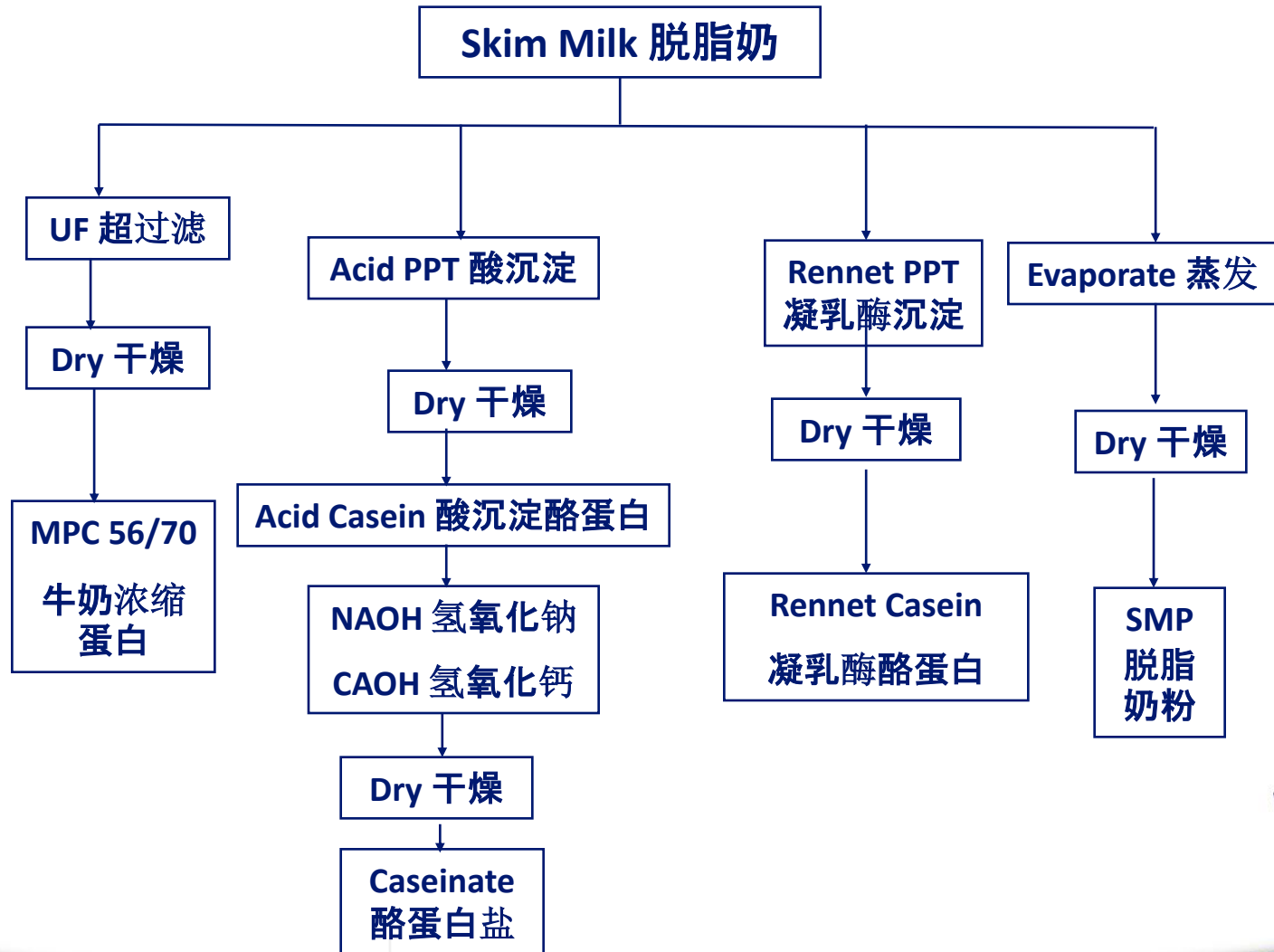
主产品	协同产品
奶酪	乳清液
乳脂	脱脂奶粉
黄油	黄油奶



# 不同的牛乳加工技术制备的牛乳衍生品



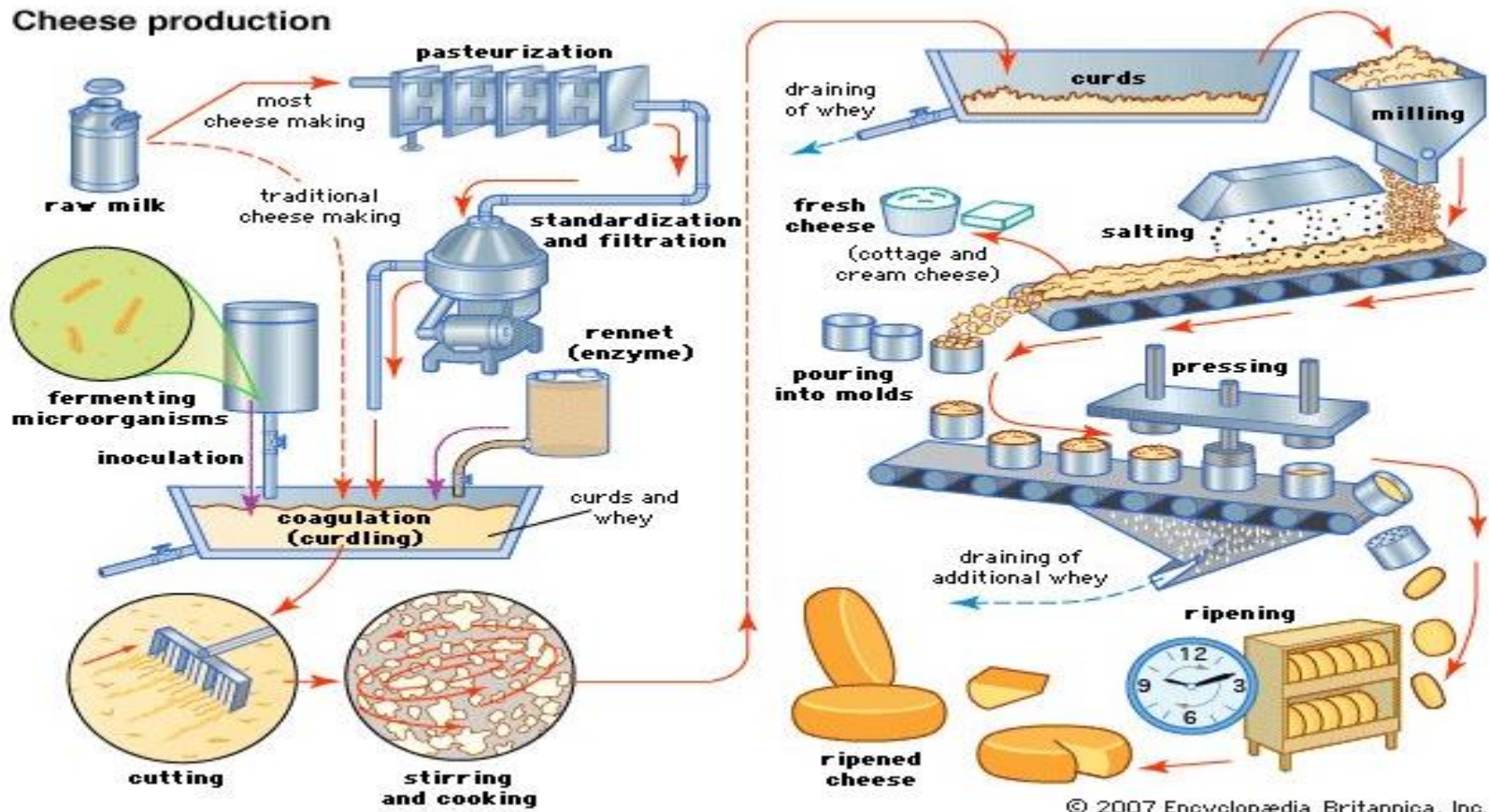
# 脱脂奶加工产品





# Cheese Manufacturing 奶酪生产过程

## Cheese production



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.





# 奶酪生产产物

Manufacture of milk into cheese & whey



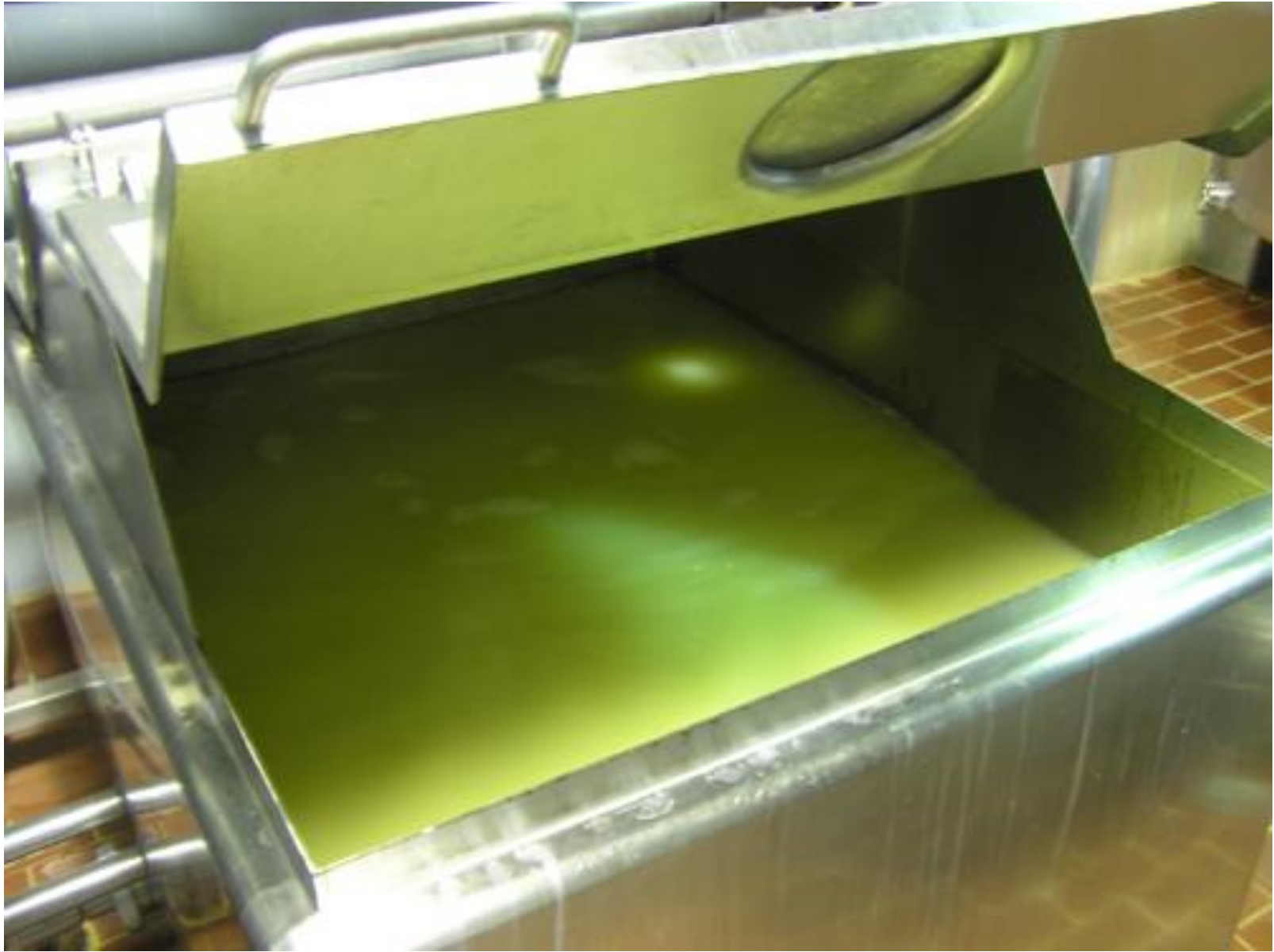
# Cheese Manufacturing 奶酪生产

- 乳脂，酪蛋白和部分乳矿物质进入到奶酪中
- 酪蛋白在pH 4.6的时候会凝结并变得不溶解
- 乳清蛋白，乳糖和部分乳矿物质仍然停留在乳清液中
- 乳清蛋白在pH 4.6的时候仍然溶解在乳清液中



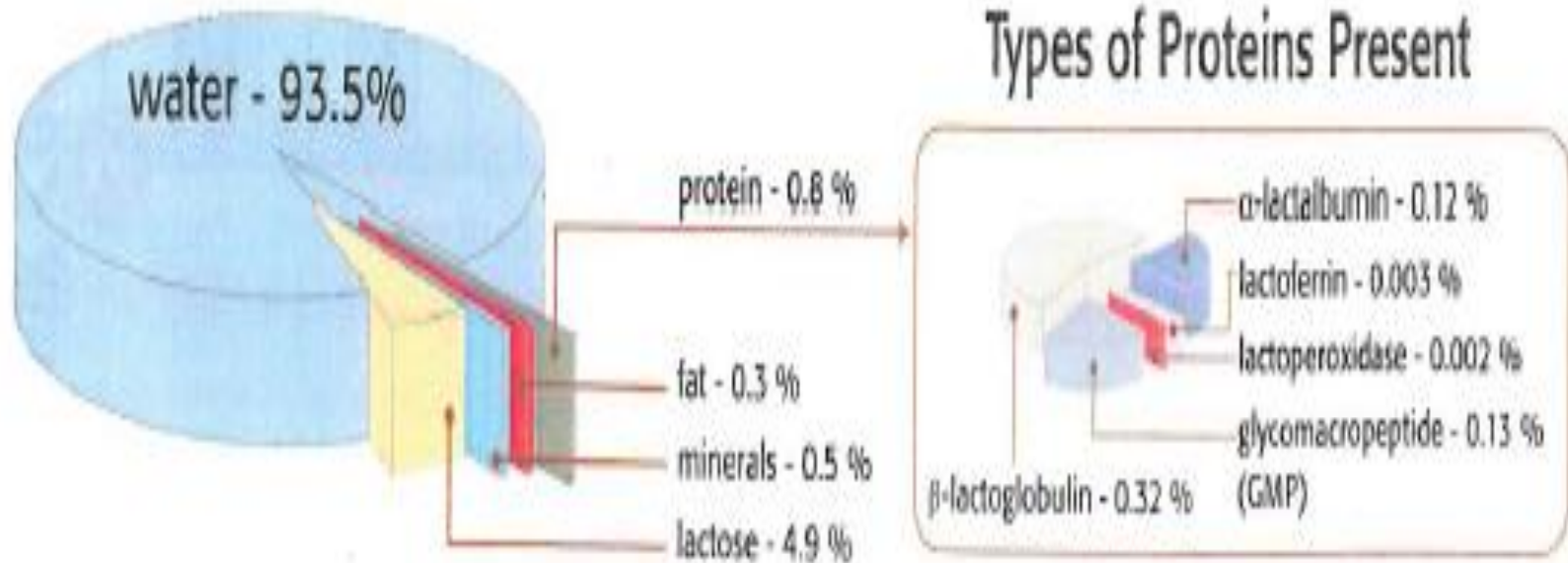








# 乳清液的典型成分



# Membranes Technology

## 渗透膜技术

渗透膜技术的定义：

一种使用压力将含有不同分子和粒度大小溶质的液体强迫通过具有半渗透功能的膜而制作的管道,从而达到分离和过滤作用的技术方法。





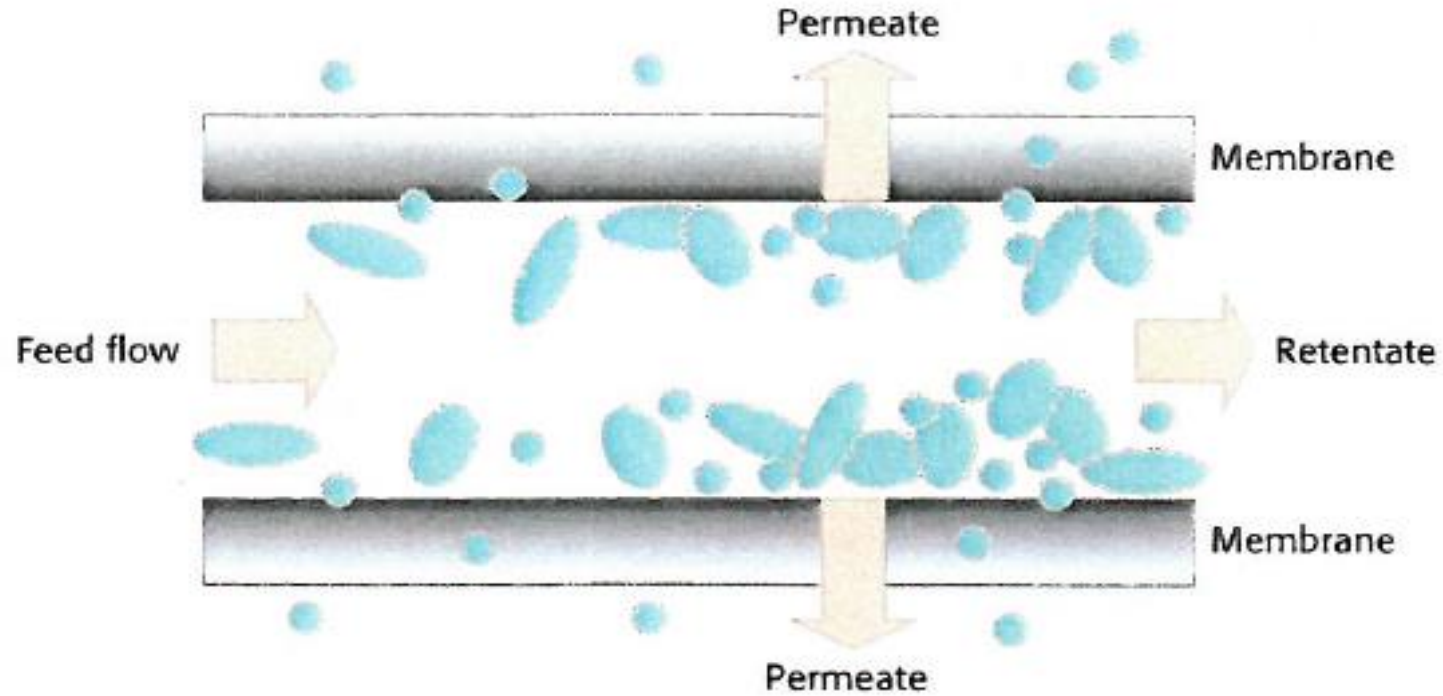
# Cross-Flow Filtration

## 横流式过滤

- 液体与过滤膜平行流动
- 部分液体渗透过滤膜流动
- 导致液体分成两部分:
  1. 保留物 – 没有穿过膜的大分子部分
  2. 过滤液 – 穿过渗透膜的小分子部分



# 渗透膜示意图



微滤

纳滤

反渗透

超滤

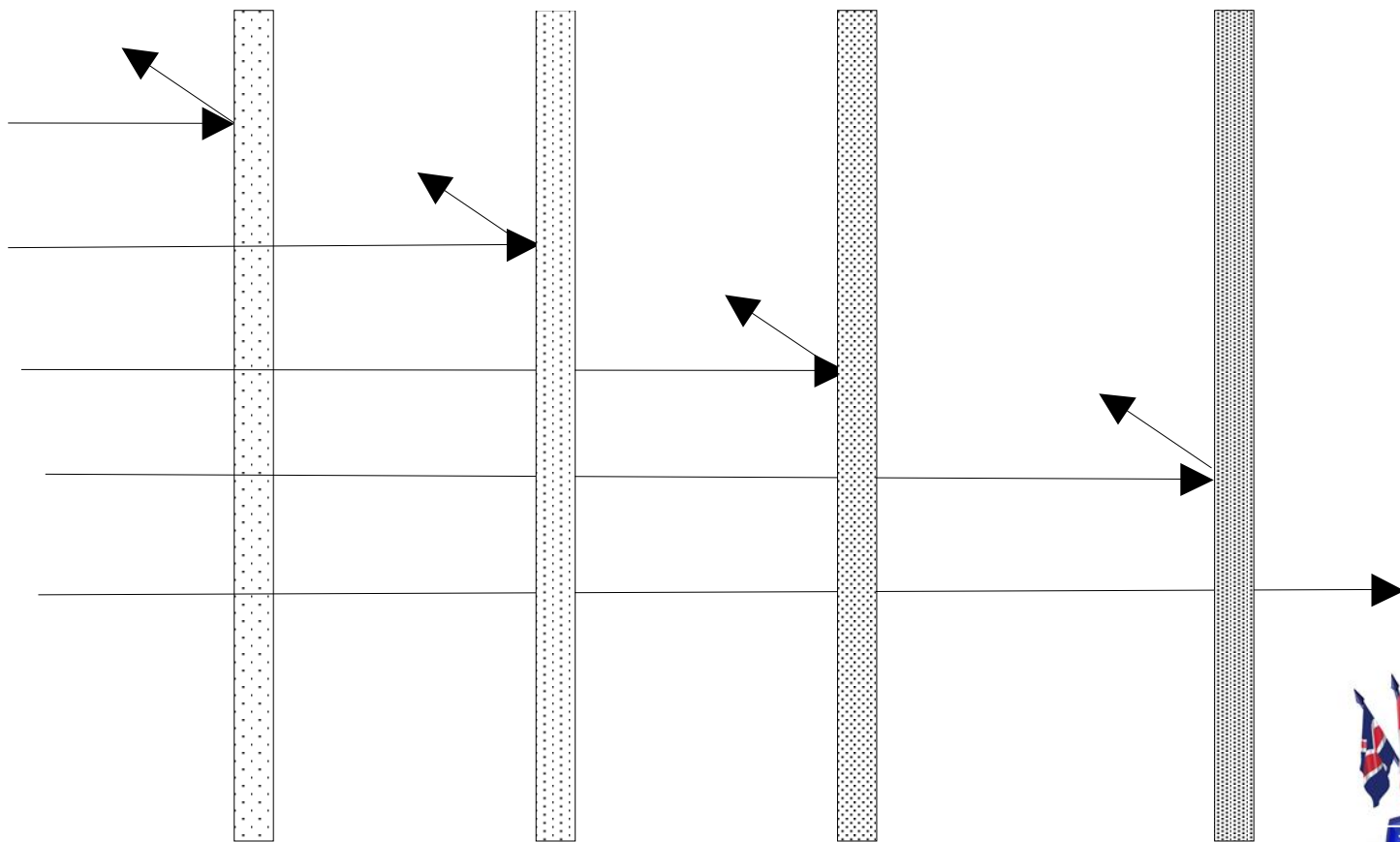
脂类

蛋白

乳糖

矿物质

水



# 乳成分的颗粒大小比较

指标	微米
水	0.0003
Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup>	0.0004
乳糖	0.0008
乳清蛋白	0.003-0.005
酪蛋白胶粒	0.025-0.3
脂肪球	0.1-10
细菌	0.2-8



# 液体乳清的浓缩

## Raw Whey

lbs  
100,000

Fat	0.15%	150
Protein	0.80%	800
CHO	4.50%	4500
Ash	0.55%	550
<hr/>		
Totals	6.00%	6000



## RO

Concentration 2.3

lbs  
42,857

Fat	0.35%	150
Protein	1.87%	800
CHO	10.50%	4500
Ash	1.28%	550
<hr/>		
Totals	14.00%	6000



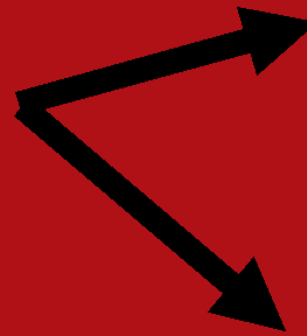
# 反向渗透乳清液的超过滤

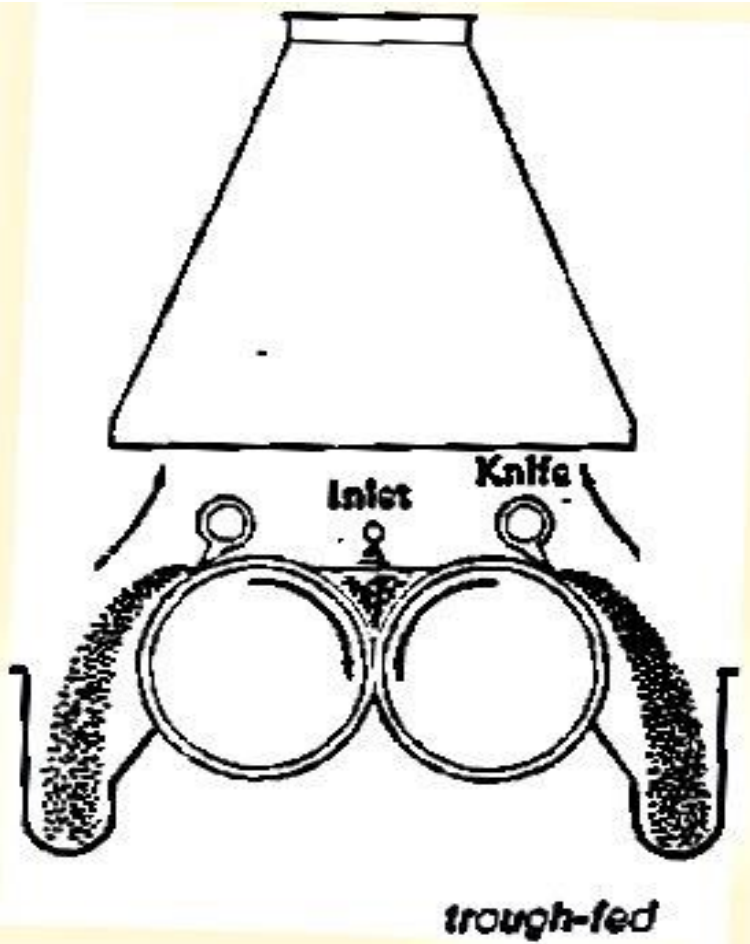
## RO

Concentration	4	
<b>Retentate (lbs)</b>		300
Fat	0.60%	1.8
Protein	3.20%	9.6
CHO	18.00%	54
Ash	2.20%	6.6
<b>Totals</b>	<b>24.00%</b>	<b>72</b>

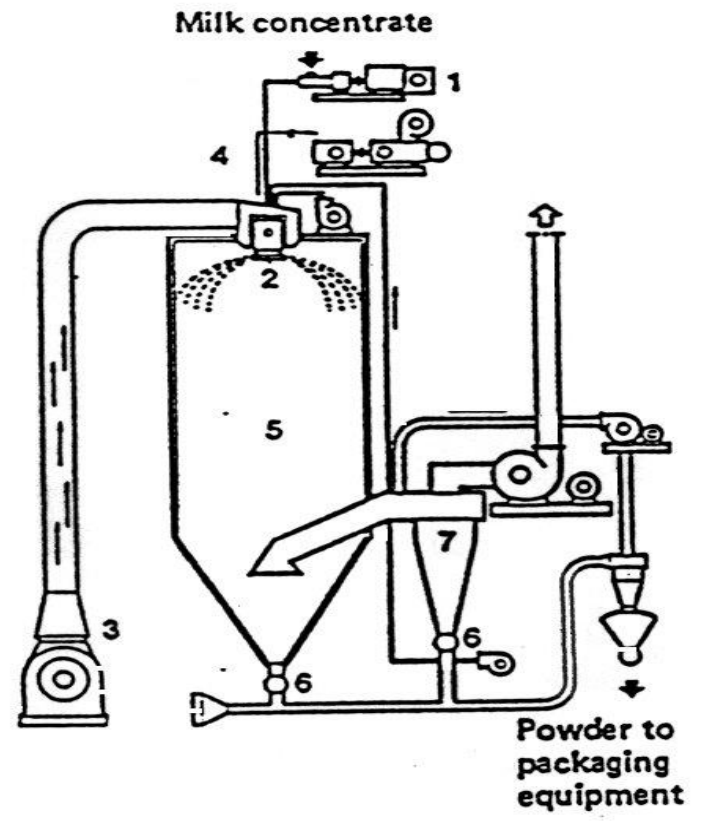
## UF

Concentration	3	
<b>Permeate</b>		200
Fat	0.00%	0
Protein	0.00%	0
CHO	18.00%	36
Ash	2.20%	4.4
<b>Totals</b>	<b>20.20%</b>	<b>40.4</b>
<b>Rententate</b>		100
Fat	1.80%	1.8
Protein	9.60%	9.6
CHO	18.00%	18
Ash	2.20%	2.2
<b>Totals</b>	<b>31.60%</b>	<b>31.6</b>





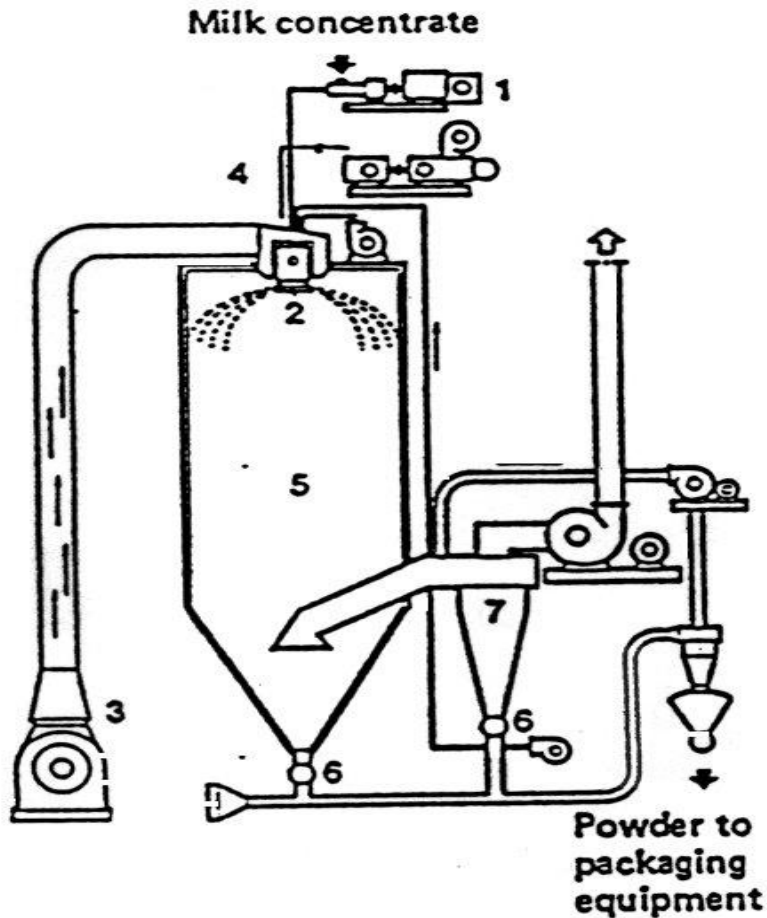
滚筒干燥



喷雾干燥



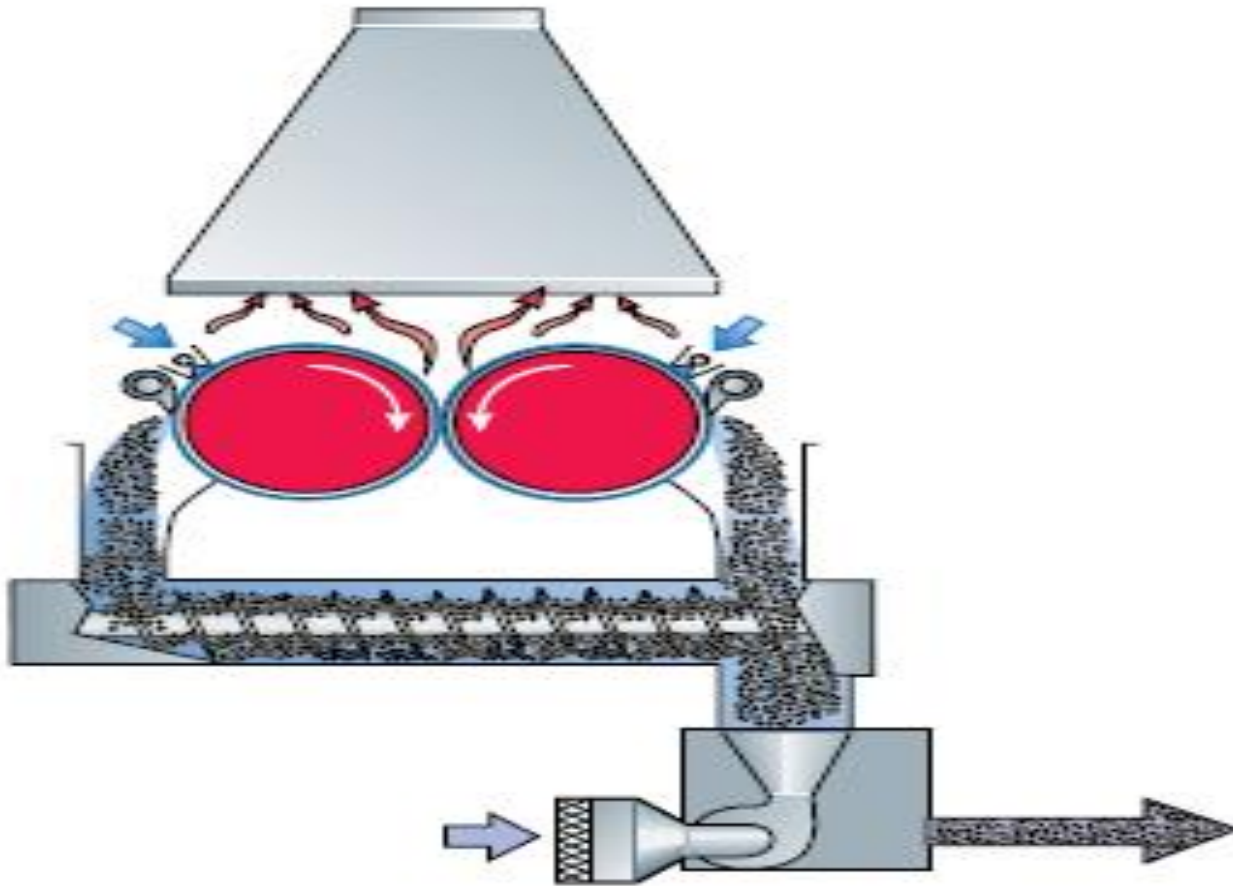
# 喷雾干燥



1. 高压泵
2. 雾化设备
3. 热空气供给
4. 混合舱
5. 干燥室
6. 分流设备
7. 清洗设备

内温. 200-250° C  
产品. 80-95° C

# 滚筒干燥机





IIC 滚筒干燥机







DAIRYLAC 80 "POPCORN"







**DAIRYLAC 80<sup>®</sup>**



# Roller Drying Whey Products

- Requires high quality, fresh liquid whey steams.
- Gentle, rapid drying process.
- No pH neutralizing agents or bleaches.
- Promotes  $\beta$ -lactose formation (sweeter than  $\alpha$ -form).
- Results in granular, free flowing, non-hygroscopic whey products.



# 滚筒干燥

- 滚筒温度 **125 - 150 °C**
- 干后乳清温度\* **45 - 50 °C**
- 滚筒转速 **29 rpm**
- 干燥时间 **1.5 seconds**

\*蒸发具有降温的作用，以防治产品达到滚筒的温度





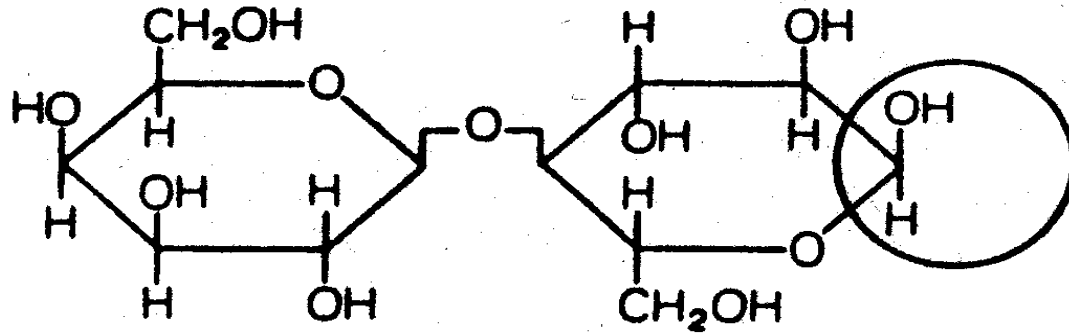
# 滚筒乳清粉与喷雾乳清粉的差异

- 如果工艺控制的好，两方法都能生产出较好的产品。
- 滚筒干燥
  - 颗粒, 自由流动
  - $\beta$ -乳糖 (甜度超过 $\alpha$ -乳糖)

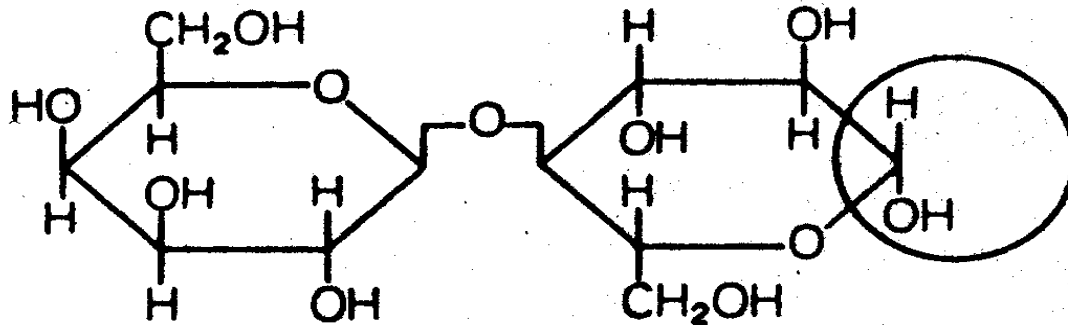


# 乳糖: $\alpha$ -、 $\beta$ -同分异构体

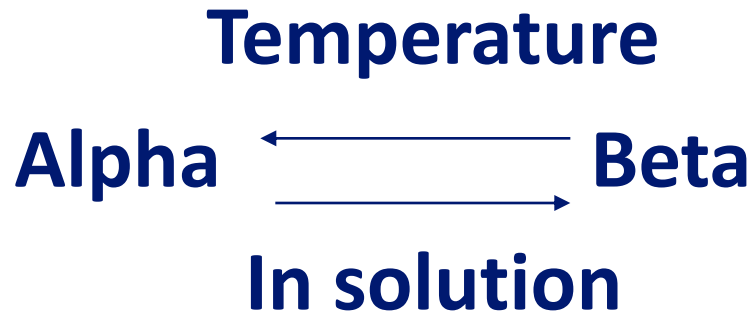
$\alpha$ -lactose:



$\beta$ -lactose:



# $\alpha$ -Lactose vs. $\beta$ -Lactose



In the dry whey product, the ratio of  $\alpha$ - and  $\beta$ - lactose is fixed at the final drying temperatures.



# Formation of $\alpha$ -Lactose vs. $\beta$ -Lactose

## Spray Dryer (favors $\alpha$ -lactose formation)

- Inlet temperature      highest
- Outlet temperature      lowest

## Roller Dryer (favors $\beta$ -lactose formation)

- Initial temperature      lowest
- Final temperature      highest



# Roller Dried Whey

- **Research proven animal performance**
  - **Roller dried whey has equivalent feeding value as spray-dried whey (Dr. Gary Cromwell, U. of KY)**
  - **Protein (lysine) quality in roller dried whey is equivalent to spray-dried whey (Dr. Tom Crenshaw, U of WI)**
  - **Roller dried whey is equivalent to spray-dried whey in early weaned pigs (Dr. Gary Allee, U. of MO)**



# Research Summary—4 Trials

## *(Relative weight gain)*

Investigator	Trial age (d)	Spray Whey (ADG set at 100)	Roller Whey (Relative ADG)
Cromwell	28	100	<b>102</b>
Crenshaw	10	100	<b>110</b>
Radke	21	100	<b>106</b>
Allee	17	100	<b>109</b>
<b>AVERAGE</b>		100	<b>107</b>



# Dairylac<sup>®</sup> 80 Research Summary

## *(8 trials, Relative ADG)*

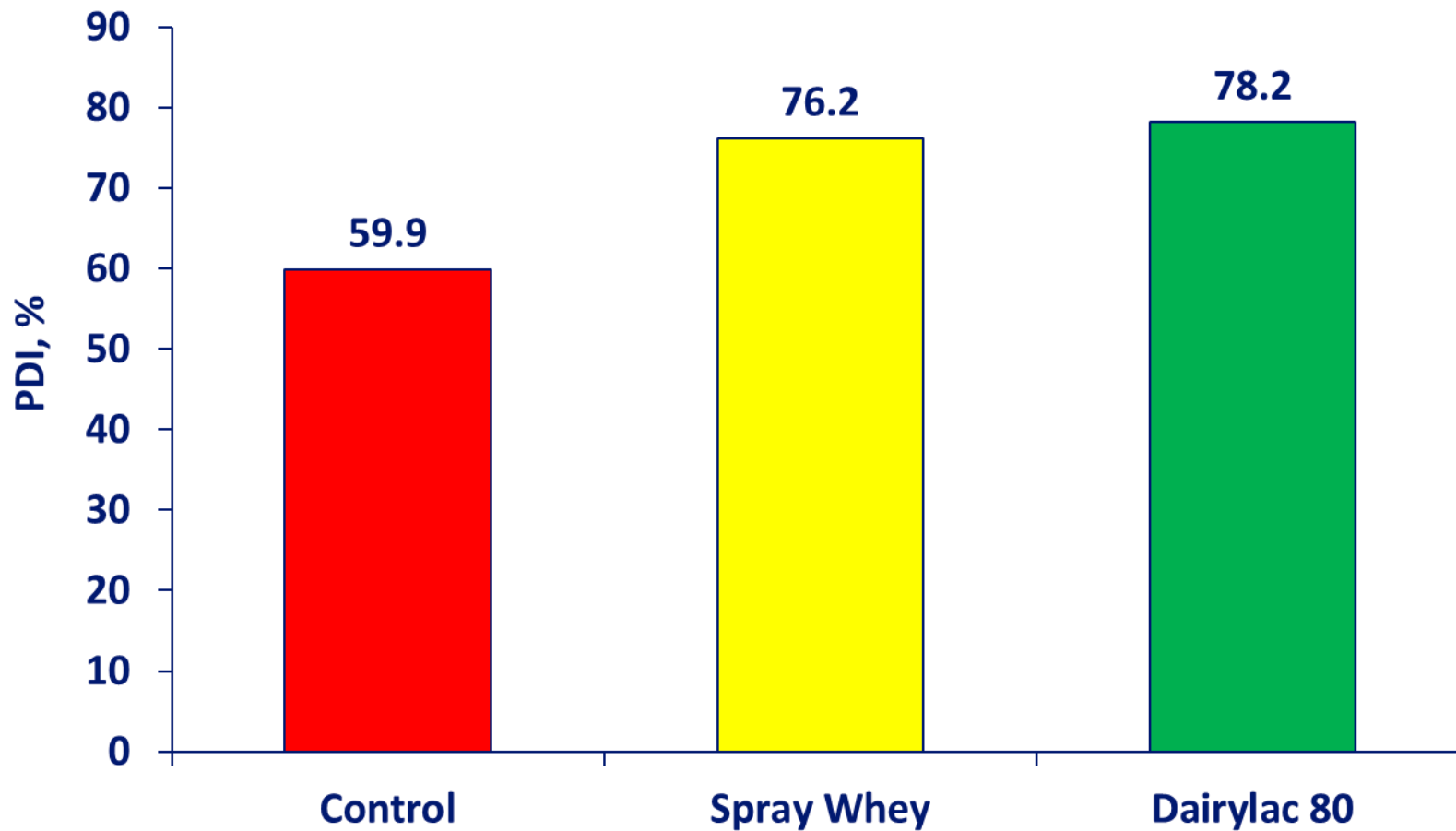
Investigator	SDW or Lactose (ADG set at 100)	DL-80 (Relative ADG)
1. Cromwell	SDW 100 (n=27)	110 (n=27)
2. Allee	SDW 100 (n=30)	95 (n=120)
3. Mahan	SDW 100 (n=36)	98 (n=36)
4. Easter	SDW 100 (n=36)	100 (n=72)
5. Tokach	SDW 100 (n=60)	106 (n=60)
6. Tokach	SDW 100 (n=102)	101 (n=51)
7. Cromwell	Lactose 100 (n=59)	105 (n=59)
8. Allee	SDW +L 100 (n=138)	GW + DL 106 (n=138)
AVERAGE	100 (n=488)	103 (n=563)





# Dairylac<sup>®</sup> 80

## *Pellet Durability Index*



# Conclusions

- Pigs fed roller-dried whey performed at least equivalent to pigs fed spray-dried whey.
- Roller-dried whey and whey permeate have the added advantage of being free flowing and less likely to pressure cake.
- Although there are coarse particles in roller dried whey products, research indicated that these particles do not affect pellet durability.



# Dairylac<sup>®</sup> 80

- 80% 乳糖
- $\beta$ -乳糖 (比  $\alpha$ -型甜).
- 颗粒状, 吸水性低, 流动性好
- 自然乳清色泽 (无漂白剂)
- 研究证明和动物生产企业的普遍好评



# 乳制品的质量控制

## ➤ 营养成分

- 乳糖(乳碳水化合物), 乳蛋白, 乳脂, 乳灰分(乳矿物质), 水分

## ➤ 物理特性

- 色泽, 味道(嗅觉, 味觉), 结晶和颗粒大小

## ➤ 流动性



# 美国乳制品协会低蛋白乳清粉标准

Nutrient(营养物质)	Whey Permeate (低蛋白乳清粉)	Remark (备注)
Crude Protein (粗蛋白)	典型 3 -7%， 最大 7.0%	AOAC 991.20 (N x 6.38)
Lactose (乳糖)	典型 76 – 85%， 最小76%	HPLC ISO 22662/IDF 198
Crude Fat (粗脂肪)	典型 0 – 1.0%， 最大 1.5%	AOAC 989.05
Ash (灰分)	典型 8 -11%， 最大 14%	Oven at 550 C AOAC 942.05
Moisture (水分)	典型 3 – 4.5%， 最大5.0%	Vacuum oven AOAC 925.45
pH	5.5 到 6.6	





# 色泽

- 乳白色 - 正常
- 浅黄色 - 可以
- 深黄到褐色-高蛋白乳清粉可能有问题
- 如果没有脱色, 奶酪颜色会影响到乳清粉色泽
- 过度加热影响乳清粉色泽
- 美拉德反应影响乳清粉色泽



**SILICON**  
**RICH CREAMY FULL BLUE**  
**FLAVORS**

**Sweetbay** Cheddar Cheese

**Extra Sharp White**  
aged 10 months

**Nutrition Facts**

Amount Per 1/2 Cup		Amount Per 1/2 Cup	
Total Fat 1/2	14%	Total Carb 1/2	0%
Sat Fat 1/2	27%	Fiber 1/2	0%
Soc. Antioxidant 1/2		Sugars 1/2	0%
Cholesterol 1/2	8%	Protein 1/2	7%
Total Cal. 80		Sodium 1/2	8%

INGREDIENTS: MILK, CHEESE CULTURE, SALT, ENZYMS.

Distributed by Sweetbay Supermarket, Tampa, FL 33608  
 For product questions or concerns contact us at 1-800-210-2010.  
[www.sweetbaysupermarket.com](http://www.sweetbaysupermarket.com)

**Sweetbay** New York Cheddar Cheese

**Extra Sharp**  
aged 10 months

**Nutrition Facts**

Amount Per 1/2 Cup		Amount Per 1/2 Cup	
Total Fat 1/2	14%	Total Carb 1/2	0%
Sat Fat 1/2	27%	Fiber 1/2	0%
Soc. Antioxidant 1/2		Sugars 1/2	0%
Cholesterol 1/2	8%	Protein 1/2	7%
Total Cal. 80		Sodium 1/2	8%

INGREDIENTS: MILK, CHEESE CULTURE, SALT, ENZYMS AND PHOSPHO-POTASSIUM SALTS.

Distributed by Sweetbay Supermarket, Tampa, FL 33608  
 For product questions or concerns contact us at 1-800-210-2010.  
[www.sweetbaysupermarket.com](http://www.sweetbaysupermarket.com)

**Sweetbay** Wisconsin Cheddar Cheese

**Sharp**  
aged 6 months

**Nutrition Facts**

Amount Per 1/2 Cup		Amount Per 1/2 Cup	
Total Fat 1/2	14%	Total Carb 1/2	0%
Sat Fat 1/2	27%	Fiber 1/2	0%
Soc. Antioxidant 1/2		Sugars 1/2	0%
Cholesterol 1/2	8%	Protein 1/2	7%
Total Cal. 80		Sodium 1/2	8%

INGREDIENTS: MILK, CHEESE CULTURE, SALT, ENZYMS AND PHOSPHO-POTASSIUM SALTS.

Distributed by Sweetbay Supermarket, Tampa, FL 33608  
 For product questions or concerns contact us at 1-800-210-2010.  
[www.sweetbaysupermarket.com](http://www.sweetbaysupermarket.com)





20¢  
Compare to: 2.19

2.29

2.29

2.29



Savings on the spot  
20¢  
Compare to: 2.49



1.99  
Savings on the spot  
20¢  
Compare to: 2.19

2.29  
Savings on the spot  
20¢  
Compare to: 2.49

2.29  
Savings on the spot  
20¢  
Compare to: 2.69

2.29  
Savings on the spot

1.99  
Savings on the spot

2.29  
Savings on the spot

Savings on the spot  
**You Pay \$2.29**  
Kraft Shredded Cheese  
You Save 20¢  
Compare to: \$2.49



RECYCLABLE

RECYCLABLE

KEEP REFRIGERATED



42-44 SLICES



Colby Jack  
Deli Sliced Cheese

NET WT  
2 LBS (907g)

BEST WHEN USED BY: NOV/24/06 G

Timber Lake  
Colby Jack  
Deli Sliced Cheese  
NET WT  
2 LBS (907g)

FACTS  
(g)  
36  
at 30  
%  
17%



419 10 01108



**JALAPENO JACK**

JALAPENO JACK  
SEMI-SOFT CHEESE



**COLBY JACK**

SEMI-SOFT  
JACK CHEESE



**SWISS CHEESE**

NUTTY MELLOW  
SWISS CHEESE



**SALSA CHEDDAR**

ZESTY SALSA  
CHEDDAR CHEESE

**GREAT MIDWEST**  
**WISCONSIN CHEESE COLLECTION**  
ALL NATURAL

For Best Results Serve At Room Temperature

NET WT 2 LB (907g)



DIST BY: DCI CHEESE CO.  
MAYVILLE, WI 53050  
www.dci-cheese.com





**SPRAY DRIED WHEY**



**SPRAY DRIED WHEY**



**SPRAY DRIED WHEY**



**DAIRYLAC<sup>®</sup> 80**



# 流动性

- 颗粒过小影响乳清粉流动性, 大颗粒增加流动性
- 不同乳糖结晶影响乳清粉吸水性
  - 不规则乳糖结晶 (amorphous) 吸水性高
  - 一水乳糖结晶吸水性稳定 ( $\alpha$ -monohydrate)
  - $\beta$ -乳糖的吸水性最低
  - 大颗粒减少表面积, 降低吸水性
- 吸水以后容易结块, 减少流动性, 容易变色



# 低蛋白乳清粉中粗蛋白的理解

- 尽管困难有少量的氨基酸和小分子肽存在，低蛋白乳清粉中的粗蛋白主要是非蛋白氮(NPN)。
- 这些NPN包括尿素，肌酸，肌酐，尿酸，乳清酸，和氨。这些含氮化学物质的分子量小可以通过超过滤膜。
- 这些非蛋白氮物质对单胃动物无营养价值。因此，低蛋白乳清粉中的蛋白质价值被人们高估了。
- 使用低蛋白乳清粉的目的是为了它的高乳糖含量。而不是为了它的粗蛋白。



# 灰分含量的理解

- 正常情况下，低蛋白乳清粉的灰分含量为 8.5 到 11%
  - 几乎所有的灰分都来自于天然的乳源灰分
  - 乳源性的灰分具有营养价值而不是负面的东西
    - 0.5% Ca, 0.84% P, 生物学利用率极高
    - 铁, 锌, 镁, 钾和其他



## 乳清粉中的Na和Cl

- 正常的蛋白乳清粉的盐分含量不超过3%
  - 部分来自于牛奶本身
  - 部分来自于奶酪脱水过程中添加的
  - 经过脱盐以后，含量和牛奶相近 2.62%
  - 我们的低蛋白乳清粉为2.62%
- NRC 2012, 5到7 公斤体重保育和生长猪Na和Cl最低需要量分别为0.4 %到0.5%
- 美国常见的保育料Na和Cl含量是0.9 到1.15%



# 纯乳糖和低蛋白乳清粉的比较

- 一般情况下，商业食品级乳糖是以100%的乳糖为 $\alpha$ -一水乳糖结晶的形式存在。
- 1分子乳糖 + 1 分子水 = 1分子 $\alpha$ -一水结晶乳糖
- 乳糖的分子量为342，水的分子量为18. 一次含有一个结晶水的 $\alpha$ 乳糖的分子量为380. 其中95% 是乳糖，而另外5%是结晶水。
- 因此在购买纯乳糖时，应该使用95% 乳糖和含有80%乳糖的低蛋白乳清粉作比较。



# 不同乳制品典型性营养分析

蛋白	蛋白	脂肪	乳糖	灰分	钙	磷	钾	钠	氯
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
脱脂奶粉	35.0	0.9	50.0	8.0	1.3	1.0	1.6	0.5	1.0
部分脂奶粉	25.0	17.0	35.0	6.0	0.8	0.8		0.4	
酪蛋白	88.0	0.8	0.0	6.0	0.6	0.9	0.01	0.01	0.04
奶酪产品	34.0	20.0	10.0	6.0	0.8	0.8		1.18	1.82
纯奶酪粉	30.0	40.0	0.0	11.0	1.0	1.2	0.00	2.87	3.06
乳清粉	12.0	1.0	70.0	8.5	0.8	0.7	2.0	0.9	1.4
乳酪乳清复合物	11.5	5.5	65.0	8.5	1.1	1.0			
乳糖	0.3	0.0	95.0	0.1	0.03	0.002	0.02	0.01	
低乳糖乳清粉	23.0	1.1	55.0	16.0	2.0	1.4	4.7	1.9	3.4
脱盐乳清粉	13.0	1.3	75.0	3.5	0.1	0.2		0.02	
乳清渗透物	2.0 - 3.5	0.2	82.0	8.5-11	0.9	0.7	2.1	1.0	2.2
乳清浓缩蛋白	34.0	4.0	50.0	5.0	0.5	0.6	1.7	0.6	1.5







# INTERNATIONAL INGREDIENT CORPORATION

---

## **CONTACT INFORMATION**

QINGPING LIU | 150 LARKIN WILLIAMS INDUSTRIAL CT., P.O. BOX 26377 | FENTON, MO 63026  
800.643.1680 | [QLIU@IICAG.COM](mailto:QLIU@IICAG.COM) | [IICAG.COM](http://IICAG.COM)