

豆乳工业化生产不稳定原因的分析及其品质控制方法讨论

韩英 北京义利食品公司 100053

前言

豆乳是从大豆中萃取可溶性营养成份,经现代化工艺加工成的,有别于豆浆而优于豆浆营养的植物性蛋白饮料。深受人们的喜爱。但是近年来,豆乳的生产却不尽人意。无论是我国的南方还是北方,豆乳软包装涨包率困扰着生产企业。特别是北方地区,有的厂家生产工艺不过关,产品质量差;有的厂家引进国外豆乳生产线却并未发挥更大作用,工业化生产不稳定,时有软包装(纸盒、塑料袋)涨包,出现沉淀、絮状物、风味变化或色泽灰暗等现象,对消费者造成不必要的浪费,对企业造成严重的经济损失。

而对豆乳工业化生产中常出现的不稳定状况,并非以牛奶代替大豆进行生产可以面对消费者。据有关部门介绍,奶源已日趋减少。更为重要的是:豆乳是天然植物性蛋白饮料,可利用蛋白质高于牛奶;不含乳糖,有利于人体的消化吸收;不含胆固醇,脂肪含量低,且多数为不饱和脂肪酸;是碱性食品,可中和人们食用酸性食品过多带来的身体不适。因此用大豆生产的豆乳营养和生理的特点是牛奶无法代替的。

本文旨在对豆乳工业化生产中摸索的实践加以总结,给生产企业以借鉴。分析工业化生产中出现不稳定生产原因及其品质控制的方法。

1 材料

- 1.1 黄豆:水份 $\leq 13\%$,无霉变、虫蛀。
- 1.2 砂糖:含蔗糖 $\geq 99\%$ 。
- 1.3 植物油:无异味,酸价 ≤ 3 ,水份及挥发物 $\leq 0.15\%$ 。
- 1.4 培养基:肉汤培养基、芽孢杆菌培养基。

- 1.5 染色液:草酸铵——结晶紫、蕃红等。
- 1.6 恒温箱。
- 1.7 显微镜:XSB生物显微镜。
- 1.8 GB-3141色标。
- 1.9 pH酸度计。
- 1.10 Tetra Pak TAB/3无菌包装机、塑料袋AS₂无菌包装机。

2 提出问题

某批豆乳产品的,生产工艺记录如下:①脱皮率67%,②杀菌温度、时间:121°C、3 s,③均质机压力11.76 MPa (120 kg/cm²)。产品以Tetra Pak(利乐包)及塑料袋AS₂无菌包装。入库24 h以后,发现少数利乐包、塑料袋涨包(3%),打开涨包样品,测定pH < 4.5 ,有臭味,蛋白质变性成絮状物;打开未涨包样品,测定pH从6.0至4.5不等,有沉淀分层或絮状物;有的产品色泽灰暗,以GB-3141做为参照,灰暗豆乳色度250。

从上述现象发现如下问题:

- 1) 什么原因使产品涨包,污染了哪种微生物?如何消灭涨包?
- 2) 为什么不涨包产品也出现变质现象?污染了什么微生物?怎样测定其已变质?
- 3) 使豆乳色泽灰暗、口感不愉快的原因及解决方法?

3 分析问题

3.1 涨包

取涨包样品及未变质样品(不分层、无絮状物、pH6.8)各5件,分别接种肉汤培养基,经37°C恒温箱培养24 h以后,正常样品无菌落生

长,变质样品培养基中长出大量菌落。菌落大小均匀,以圆型为主,乳头状,菌落边缘整齐,表面光滑有光泽,分别呈白色、黄色、粉红色,不透明。再多培养几日无更大菌落出现,菌落表面不呈皱缩状,也不呈绒毛状、棉絮状,蜘蛛网状。由菌落特征初步判断无酵母菌、霉菌。经革兰氏染色均为革兰氏阳性菌。并做酵母菌、霉菌培养基培养无生长。将菌落挑起进行镜检,发现有大量的革兰氏球菌、短杆菌。球菌为黄色、粉红色、白色,有的单独存在,有的联在一起,短杆菌经芽孢染色,不需接种芽孢培养基,油镜

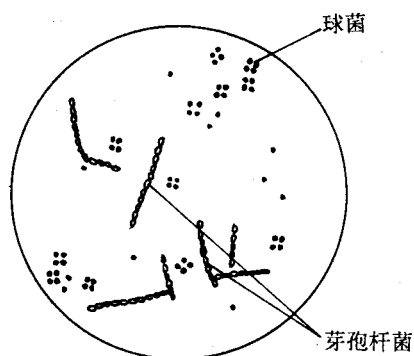


图1 涨包样品细菌形态(低倍)

分析使产品涨包的球菌、杆菌主要来自于①原料污染严重,如脱皮率67%。②生产管道残存微生物多,环境不清洁。③杀菌强度低,杀菌温度低。消灭涨包的方法为:脱皮率高于80%,每天用酸液、碱液清洗管道,提高杀菌强度,杀菌温度应为 $145 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

3.2 絮状物或沉淀等蛋白质变性

取沉淀分层、絮状样品及未变质样品(不分层、无絮状物、pH6.8)各5件,分别接种肉汤培养基, 37°C , 24 h以后,正常样品无菌落生长,沉淀、絮状样品也无菌落生长,再培养4~7天,长出很少表面光滑,有光泽白色的菌落。经革兰染色为革兰氏阳性。镜检非球菌。做酵母霉菌培养无菌落生长。从菌落特征初步判定为杆菌。将白色菌落接芽孢培养基。48 h以后,长出大量表面光滑、光泽乳白色菌落,经芽孢染色,油镜镜检,全部为椭圆型芽孢杆菌,芽孢位于细胞中央。不涨包变质样品微生物统检见图2。

镜检,十分清楚看到椭圆型芽孢杆菌,细菌芽孢位于细胞中央。涨包样品微生物镜检见图1。

这时测定样品 pH 值, pH 值下降较大,为4.5左右,产品由于细菌中球菌、杆菌的严重污染,已产酸、产气,而使包装膨涨、有臭味。

由于芽孢杆菌中芽孢有较厚的壁和高度的折光性,在显微镜下观察芽孢为透明体,芽孢难以着色,为了便于观察,芽孢必须进行染色。涨包样品细菌污染严重,芽孢数量多,不经芽孢培养基培养镜检已很清楚。

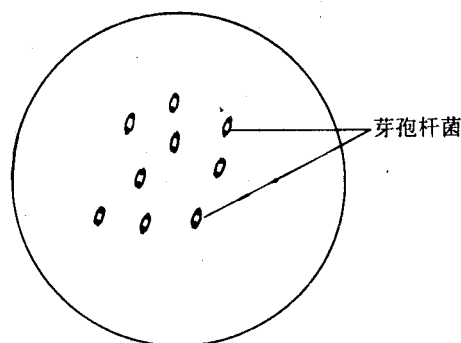


图2 沉淀分层、絮状样品芽孢杆菌(油镜)

测定产品 pH 值为5.0左右。不涨包但已变质样品中,球菌已被杀灭,而芽孢杆菌仍然存在。由于芽孢在不良环境中仍能保持活力,产品一旦污染上芽孢而未杀死,对产品的保质期是一个严重的威胁。产品中芽孢一旦在合适的条件下(营养、水份、温度)即可萌发,长出新菌体。使产品在一定时期内变质。这就是产品生产时合格,在一定货架期内即有变质现象出现的原因。从上述分析过程也可看出,产品是否为芽孢杆菌污染,只接种肉汤培养基是检查不到的。

造成这种污染的原因是:①杀菌强度仍然不够,只杀灭了细菌中的球菌,对耐热性嗜热芽孢杆菌(嗜热脂肪芽孢杆菌、嗜热醋酸杆菌)应加大杀菌力度。②黄豆从土壤中带来的芽孢数量多,原料被污染程度高。

3.3 口感不愉快,产品色泽灰暗

大豆中存在着脂肪氧化酶、卵磷脂分解酶、蛋白质水解酶等氧化酶类。在大豆加工过程中,

这类氧化酶,特别是脂肪氧化酶催化氧分子氧化脂肪中顺,顺——1,4二烯转化为过氧化物,当大豆中的细胞壁破碎后,这类酶可以与脂类底物反应,发生氧化降解,产生豆腥味的醛、酮、醇类、异黄酮类化合以及具有若味肽和磷脂酰胆碱等。防止产生不良口感的最佳方法为钝化或抑制脂肪氧化酶等的活性,去除豆腥及苦涩味,再采用真空脱臭的方法去除不良气味,两者相互结合。以0.1%NaHCO₃溶于80~100℃热水中快速通过去胚芽破碎大豆,并以180~200目细度进行粗细热磨。豆乳经加热杀菌后控制真空脱臭罐20 kPa (150 mmHg)的真空度,进行脱臭处理,除净豆乳中的不良气味,脱臭的豆乳与其它辅料很好调合确保产品组织细腻、口感柔和。

豆乳色泽灰暗是因为大豆中存在着大豆黄素、花青素以及调糖豆乳在加热杀菌时发生羰氨反应,致使豆乳色泽灰暗,因此生产中加入甜味剂必须加入双糖,如蔗糖等。豆乳中加入植物油脂也可提高口感、改善色泽,生产中加热的次数不易过多,过热或加热次数过多、时间过长,可造成产品色泽灰暗,各种因素对产品色泽等的影响见表1。

表1 甜味剂、油脂、杀菌次数对豆乳口感、色泽等影响

指标	加入砂糖	加入植物油	未加入植物油	超高温杀菌		
				1次	2次	3次
口感	好	好	不好	好	一般	不好
色泽	好	好	不好	好	一般	不好
体态	好	好	一般	好	一般	不好
结论	好	好	一般	好	一般	不好

4 品质控制方法讨论

4.1 豆乳生产工艺流程及要点

工艺流程

原料大豆 热风 破碎脱皮 (85%脱皮) → 灭酶 蒸汽 → 第1次磨碎 热水 NaHCO₃ → 第2次微磨 (150~200目) → 离心分离 → 豆乳 → 调制 双糖、油脂 → 均质 → 高温杀菌 → 真空脱臭 (20kPa) → 均质 (14.7 MPa) → 冷却 → 无菌冷藏 → 无菌包装 → 入库 → 检验 → 出厂。

工艺要点

4.1.1 钝化脂肪氧化酶和磨碎: 1%NaHCO₃加80~100℃热水中,迅速在研磨机内粗、细研磨80~200目细度,水份80%~85%,以保证蛋白质收得率。

4.1.2 调整: 调整原豆乳固性物≥5Brix,加入其它调味料后应快速搅拌均匀,液料温度不要高于70℃,以防蛋白质变性。

4.1.3 杀菌: 杀菌工艺是豆乳生产的重要环节,必须严格按145℃,30 s进行杀菌操作。如有蒸汽压力下降或停机出现必须重新整个杀菌过程。

4.1.4 冷却: 物料脱臭均质后应迅速冷却20℃以下。温度过高,影响产品保质期。

4.1.5 清洗: 班前班后必须用碱、酸液清洗管道,防止管道中有残存豆乳滋生的细菌繁殖。

4.2 严格的杀菌工艺是生产合格产品的重要保证

豆乳各种氨基酸组成齐全,碳、氮、氧源丰富,因此非常适合细菌的繁殖生长。大豆在生长和采收后污染了多种土壤中耐热性细菌,带菌数量多,细菌耐热性强。特别是豆乳中的嗜热脂肪芽孢杆菌、嗜热醋酸杆菌生长到一定时期,繁殖速度下降,菌体细胞的原生质浓缩,细胞内形成椭圆形孢子,芽孢形成时产生的2,6——吡啶二羧酸 (DPA),无论在什么条件下,对不良环境有很强的抵抗能力,使芽孢尤其耐高温,杀死芽孢的温度为130℃,5 s。因此,高于杀灭芽孢杀菌温度及时间是最佳杀菌方式。

根据芽孢热效应速率曲线 (见图3) 及杀死芽孢时间的计算公式:

$$D = t / (\log a - \log b)$$

t—加热时间 (min)

D—杀死90%芽孢所需时间

a—原始芽孢数

b—经 t min 加热后残存芽孢数

芽孢杆菌在加热杀菌中的致死特性是以加热时间的延长,芽孢数按对数规律降低的。以多年的实践经验及目前国内使用原料、生产环境、设备诸多因素确定杀菌条件为143℃±5℃,30~40 s最佳。不同杀菌条件下产品性能对比见

表2

表2 不同杀菌条件下的产品性能对比

方式	微生物污染	色泽	香气	体态	保质期
120℃ 3s	球菌、杆菌	好	不好	不好	1周或更短
145℃ 30~40s	/	好	好	好	1年
143℃ 3s	少数芽孢	一般	不好	一般	30 d

4.3 Niss 生物食品防腐剂对低酸性豆乳作用

Niss 是一种多肽类抗菌物质或抑菌类。是由兰斯费氏 N 类的乳链球菌在改进的牛奶培养基中发酵而制得的。通过大量实验证明, Niss 在酸性条件下对微生物有抗菌能力, 对芽孢杆菌有抑制作用。Niss 对酸性豆乳芽孢杆菌的抑制见表3, 产品 $\text{pH} \leq 3.8$ 。

表3 Niss 对酸性豆乳芽孢杆菌的抑制

区别	色泽	口感	体态	残留芽孢数/100ml	保质期
加入 Niss 100 10 ⁻⁶ (ppm)	好	较好	好	0	1年
未加 Niss	好	好	好	1×10 ²	60d

4.4 健全的验测方法是鉴别产品质量的最佳手段

豆乳是否被微生物污染, 可用感官方法测定, 更科学的是用微生物学的方法分析被污染的种类、程度, 以便及时发现工艺生产问题, 严把产品质量关。

方法1: 豆乳分班平均取样放入37℃恒温箱中, 每天打包观察到第7天, 无变质, 产品合格可出厂。

方法2: 取样品稀释后接种肉汤培养基, 37℃培养24 h 后, 无菌落生长, 再培养3日, 无菌落生长产品合格, 出厂。有菌落生长观察菌落特征, 并革兰氏染色。观察菌落时要注意是否有酵母、霉菌, 并接种两者培养基。一般豆乳生产没有酵母、霉菌存在, 而且细菌中球菌也较少出现。对革兰氏阳性菌进行统检, 观察球菌及短

杆菌是否都存在, 并将革兰氏阳性菌接种芽孢培养基, 如菌落生长缓慢, 可做芽孢斜面培养, 48 h 后, 对芽孢培养基长出的菌落进行芽孢染色, 油镜镜检即可发现芽孢的数量及形态, 以此方法鉴别豆乳中球菌及杆菌的存在。

因为细菌是否形成芽孢是由其遗传性质决定的, 但也需要自身的环境。特别是嗜热性脂肪芽孢杆菌的生长需要在某种盐类如锰盐等存在的培养基中, 芽孢萌发, 吸收水分及盐类和营养物质, 孢子壁破裂通过中部长出新菌体。而在肉汤培养基中无芽孢生长的锰盐, 芽孢生长缓慢或不生长。因此取已被芽孢污染的豆奶用肉汤培养基培养后无芽孢生长判断产品合格是错误的。带来的结果是: “合格”产品出厂一段时间后产品涨包或无涨包变质。所以生产豆乳应做芽孢杆菌的检验工作。

肉汤、芽孢杆菌培养基分别如下:

肉汤培养基		芽孢杆菌培养基	
牛肉膏	3 g	牛肉膏	10 g
蛋白胨	10 g	蛋白胨	10 g
NaCl	5 g	MnSO ₄	0.02 g
琼脂	15~20 g	NaCl	5 g
水	1000 ml	琼脂	20 g
pH	7.4	水	1000 ml
		pH	7.3

4.5 大力开发各种风味豆乳

利用大豆生产各种风味豆乳可开发的产品有: 纯豆乳、浓缩豆乳、酸豆乳、麦乳豆乳、水果豆乳、豆沙豆乳、蔬菜豆乳等, 以红豆沙豆乳为例配方为:

原料	配比	原料	配比
砂糖	13%	植物油	0.5%
黄豆	10%	NaCl	0.1%
红豆沙	4%	软化水	67%

参考文献

1. 戴宗焜. 软饮料工艺学. 轻工业出版社, 北京, 1983.
2. 杨浩彬等. 食品微生物学. 北京农业大学出版社, 北京, 1989.
3. 阎进福. 食品科学, 1992.
4. 赵春风. 食品与发酵工业. 1989.
5. 佟恩浦等. 软饮料工业, 1993.