

# Research on the Key Technology of Chinese Herbal Medicine for Preventing and Curing the White Spots of Bean Curd

Congzhong Zou

Hunan Guoxiang Food Co. Ltd., Yueyang Hunan  
Email: 13908409099@163.com

Received: Feb. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Feb. 18<sup>th</sup>, 2020; published: Feb. 25<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Fermented bean curd is a traditional microbial fermented soybean product in China. It is known as "Oriental Cheese" because of its high nutritional value. However, due to the unique production process of fermented bean curd and because fermented bean curd is a complex microbial metabolic process, some product quality problems are easy to occur. This article specifically discusses the white point problem that seriously affects the appearance of fermented bean curd, analyzes the mechanism of the formation of white points by microorganisms such as tyrosine and calcium oxalate, and finally puts forward research methods using key techniques of Chinese herbal medicine formulas to prevent and cure.

## Keywords

White Bean Curd, Chinese Herbal Medicine (Natural Plant), Key Technology, Control Method

---

# 利用中草药关键技术防治腐乳白点的研究

邹聪终

湖南国湘食品有限公司，湖南 岳阳  
Email: 13908409099@163.com

收稿日期：2020年2月9日；录用日期：2020年2月18日；发布日期：2020年2月25日

---

## 摘 要

腐乳是中国传统的微生物发酵大豆制品，因其营养价值极高而素有“东方奶酪”之称，但由于腐乳生产

工艺独特，且腐乳发酵是复杂的微生物代谢过程，很容易出现一些产品质量问题。本文特别针对严重影响腐乳外观的白点问题进行了论述，分析了其主要成分为酪氨酸及草酸钙等微生物形成白点的机理，最后提出了利用中草药配方关键技术防治的研究方法。

## 关键词

腐乳白点, 中草药(天然植物), 关键技术, 防治方法

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 腐乳白点产生的原理

腐乳白点指的是附着于成熟腐乳表面上的乳白色硬质圆粒状小晶体，大者直径达 1 毫米；有时也结成片状，有时则附着于腐乳表面松散的菌丝体上呈悬浮态或沉积于容器底部(图 1)，它严重影响腐乳的外观质量，影响腐乳的销量，如何控制腐乳白点产生是我国腐乳生产中一大难题。



Figure 1. White spot of Sufu  
图 1. 腐乳白点

1) 腐乳在后发酵阶段，大豆蛋白受毛霉中蛋白质水解酶系催化水解，释放出酪氨酸并进一步积聚形成结晶的结果。

1.1) 通过腐乳白点的化学本质进行了全面系统的化学和仪器分析，确定白点主要由酪氨酸组成，酪氨酸属芳香族氨基酸。根据华南理工大学袁振华教授研究认为白点是酪氨酸聚集产物，腐乳在后期发酵中，大豆蛋白受蛋白酶系催化，水解出酪氨酸，游离态的酪氨酸难溶于水，其溶解度仅为 0.045%，所以腐乳后发酵时时间越长酪氨酸积累越多，而后发酵中的酶系是在前发酵中形成的。华文食品股份有限公司在生产“尚味佳”香辣腐乳的过程中，研究发现当腐乳在酪氨酸含量超过 200 mg/100g 时就产生白点[1]。白点的形成是腐乳在发酵阶段中，大豆蛋白质受毛霉蛋白水解酶系催化。水解释放出酪氨酸，酪氨酸进一步积累的结果，其中与酪氨酸释放有关的蛋白酶如下两类[2]：

- (1) 内肽酶：毛霉在老熟时能积聚优先切断肽链中的酪氨酸肽链的蛋白酶。
- (2) 外肽酶：内肽酶作用生成了酪氨酸末端的肽链。接着再受酪氨酸羧基肽酶的作用生成酪氨酸。

### 1.2) 对其氨基酸组分析:

可见白点主要是由氨基酸组成,氨基酸含量占 96.1% (表 1)。这些氨基酸中以酪氨酸为主;占 86.87%,以苯丙氨酸次之;占 7.97%,白点腐乳及其腐乳汁中酪氨酸含量为 753.67 mg/100g, 55.40 mg/100g, 与上述议论相一致,证明白点是由酪氨酸组成。

**Table 1.** The R & D center of Hunan Guoxiang Food Co. Ltd. respectively tested the dried white point base, dried white point Sufu base and dried white point Sufu milk (unit: mg/100g)

**表 1.** 湖南国湘食品有限公司研发中心分别对白点干基、白点腐乳干基、白点腐乳汁(单位: mg/100g)进行检测

名称	白点干基	白点腐乳	白点腐乳汁
	mg/100g	mg/100g	mg/100g
氨基酸			
天氨酸	—	112.30	92.46
谷氨酸	—	2103.51	233.12
丝氨酸	—	—	23.16
甘氨酸	57.64	520.72	93.59
组氨酸	—	498.17	103.02
精氨酸	—	—	—
苏氨酸	—	—	—
丙氨酸	86.87	1129.23	146.82
脯氨酸	—	—	195.87
酪氨酸	86869.16	753.67	55
缬氨酸	—	825.68	221.35
蛋氨酸	—	340.32	71.51
半胱氨酸	—	—	15.57
异亮氨酸	67.82	849.69	230.47
亮氨酸	85.67	1205.79	289.47
色氨酸	—	2796.28	438.86
苯丙氨酸	7969.49	955.38	260.39
赖氨酸	—	812.67	120.38

### 2) 有研究者认为, 腐乳白点的本质也是草酸钙。

2.1) 其产生的原因是由于腐乳在前期发酵时毛霉菌在腐乳胚表面生长后, 毛菌生长时间越长, 毛菌孢子老熟的数量越多, 老熟后孢子囊壁所含的针状草酸钙结晶就越多, 在菌丝的顶端长出孢子囊, 抱囊壁有针状结晶的草酸钙, 当腐乳在后发酵过程中, 抱囊壁中所存在的微小草酸钙结晶, 逐渐进行凝结, 从而形成了草酸钙的白色小颗粒, 即所谓腐乳白点。

2.2) 按这个道理, 每批腐乳发酵时间一样, 老熟的孢子亦应一样, 故整批腐乳每瓶都应有白点出现, 但结果并不是每瓶腐乳都有白点出现。笔者亦做过试验, 将腐乳前期毛菌培养 72 小时发酵, 成熟的腐乳亦不是每瓶都出现白点。但有一个共同点可以肯定, 就是腐乳前期毛菌生长时间越长, 成熟的腐乳出现白点也越多。

### 3) 笔者认为, 这是由于前期毛菌培养时间越长, 污染产生的微生物 II 的机率就越大, 腐乳在后发

酵期间, 由于腐乳坯上生长的微生物与在腌制腐乳胚、装瓶、灌装腐乳卤水等期间, 受外界侵入微生物及所加入的配料中的微生物(主要是细菌)有十分密切的关系。

在这些微生物中, 有些是腐乳生产中的有害微生物(是指这些能产生白点的微生物)。这些有害微生物在腐乳后发酵过程中, 通过一系列极其复杂的生物代谢过程, 能产生形成腐乳白点的代谢物质, 这些物质最终进一步积聚凝结成了白点, 使成熟的腐乳出现白点就多了[3]。当然, 不管腐乳白点是酪氨酸还是草酸钙组成, 目前这种白点除了对产品的对感官略有不良影响外, 尚未发现其他对健康有何不利的作用。

## 2. 如何防治腐乳白点形成

“尚味佳”腐乳作为天然植物秘制腐乳, 通过一种低盐腐乳的生产新工艺, 在执行完大豆浸泡、磨浆、滤浆、煮浆、点浆、养花、压榨和切块、前发酵、凉花、搓毛处理后, 添加 7~8%食盐腌制, 腐乳成品的含盐量控制  $\leq 4.5\%$ , 借助独特的中草药秘制配方, 对腐乳发酵后期微生物分布进行有效控制, 有效解决了腐乳白点形成问题。

### 一、严格工艺过程控制, 防止微生物污染。

1.1) 建立无菌车间, 完善腐乳生产各阶段微生物的检测手段。从腐乳白坯的制作、培菌、腌制、配卤汤所用的辅料、灌装, 到灌装后的成品要定期定时进行微生物的检测, 做到对感染早期发现并及时采取预防措施[4]。

1.2) 工人的防菌装备必须做到更衣室杀菌; 工衣工帽要消毒; 手套及口罩必须要戴; 工人必须洗手喷 75%酒精才能上岗。

1.3) 内包装车间、预制车间必须用臭氧机对空气杀菌, 达到十万级以上无菌级别才能生产; 对包装用的塑料瓶、玻璃瓶、瓶盖等用臭氧杀菌; 可以用一间消毒房专门对塑料瓶、玻璃瓶、瓦罐等进行杀菌, 在清洗干净的瓶子和瓶盖、然后低温风干过程中会染一些细菌、如果瓶子里面沾有水珠, 消毒不严格, 腐乳会带酸性、产生白点现象。

1.4) 对生产车间产品的灭菌, 用紫外线灯或高浓度臭氧直接对产品表层杀菌, 杀死表面的微生物, 防止其他微生物的干扰。选择的生产用具, 尤其是腐乳发酵筛、要以环保的 PE/原色塑料筛为佳, 相比传统的竹木、金属所制作的腐乳发酵筛, 具有不易滋生细菌, 不易发霉, 易清洗, 卫生, 轻便易操作, 寿命长, 使用成本低等优点。传统的作坊生产大多是木制品用具, 消毒灭菌很难干净、彻底, 容易滋生杂菌污染, 微生物的生长繁殖逐渐积聚, 产生白色结晶并附着在腐乳表面而形成白点。

1.5) 中草药原料一般都以粉末的形式使用。原料库房要凉爽干燥, 相对湿度应控制在 60%~65%。中草药原料中所含的芳香油多属低沸点挥发性物质, 在高温下易挥发散失, 使其香味下降, 因此要相应控制库房温度及灭菌储藏, 不得和带有异味的物品混放, 以免串味, 影响其本身纯正香味, 杜绝杂菌的污染来源。

### 二、缩短前发酵时间, 合理控制温湿度, 可抑制白点的生长。

前期发酵如果采取方式是自然发霉过程, 即豆腐坯培养毛霉或根霉的过程[5], 发酵的结果是使豆腐坯长满菌丝, 形成柔软、细密而坚韧的皮膜并积累了大量的蛋白酶, 以便在后期发酵中将蛋白质慢慢水解, 还要掌握毛霉的生长规律, 控制好培养温度、湿度及时间等条件。将豆腐块平放在笼屉内, 将笼屉中的温度控制在  $15^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ , 并保持在一定的湿度。约 48 h 后, 毛霉开始生长, 3 d 之后菌丝生长旺盛, 5 d 后豆腐块表面布满菌丝。豆腐块上生长的毛霉来自空气中的毛霉孢子, 而现代的腐乳生产是在严格无菌的条件下, 将优良毛霉菌种直接接种在豆腐上, 这样可以避免其他菌种的污染, 保证产品的质量。

随着工厂产业化生产, 腐乳前期发酵大多是毛霉菌种发酵过程, 即豆腐胚块在酶房内进行前发酵, 控制酶房温度  $16^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ , 冬天保暖, 夏天排湿。在 24 小时、36 小时分别上下移动 1 次, 坯温超过  $24^{\circ}\text{C}$

时,应揭开腐乳筛顶盖的湿布,通风散热。夏天,要适时向地面喷洒凉开水,保持 90~95%的湿度,防止过于干燥,酶房要用深色布帘遮阴避光。发酵具体时间要注意观察豆腐胚块的颜色变化,待到变黄色并发软的情况下说明就可以再加工了。毛霉培养时间越长,蛋白水解酶系中酞酞氨酶积聚越多,因而释放出的酪氨酸也越多,白点形成也越多。温室的毛霉培养时间 45 小时为佳。再加,没有控制好湿度,毛霉生长不旺,发生老化的结果,发酵的豆腐胚块会变成红褐色或黄褐色(呈绿色就表明已经坏了),容易滋生腐乳白点的生长。(注意:期间千万不能碰到水,否则很容易变质)

### 三、合理调配中草药原料,有效控制白色结晶的产生

中草药原料中含有颗粒比较大杂质会有利于白色晶体的产生,在原料的预处理过程中应注意尽可能的粉碎,颗粒较小,呈粉末状。特别是一些生产企业者使用香辛料过程中用料最多的是小茴香、丁香(含草酸钙簇晶),据实验分析,小茴香:每一糊粉粒中含细小簇晶 1 个。丁香:簇晶细小、极多、油室众多、纤维。虽说小茴香、丁香都具有防腐增香的作用,但腐乳白点的产生本质就包含着草酸钙,因此,笔者经过长期的实践探索,并根据生产工艺和实验,研发的 16 种中草药原料配方[5]:花椒 100 克、甘草 150 克、八角 150 克、肉桂 150 克、枸杞子 100 克、孜然 150 克、草果 100 克、白扣 100 克、金钱草 100 克、砂仁 150 克、五味子 100 克、陈皮 100 克、厚朴 150 克、山茱萸 150 克、紫丹参 150 克、良姜 100 克(以 150 公斤豆腐白坯为标准计量)。每 150 公斤豆腐白坯需配:碘盐、辣椒(粉料)、中草药(细粉)配方比例是 3:2:1。另外,100 斤豆腐白坯控制在 7 至 8 斤食用碘盐。辣椒(粉料)也可根据南北口味适量调料。

3.1) 孜然具有醒脑通脉、降火平肝、祛腥解腻等功效,能祛寒除湿,理气开胃,祛风止痛。对消化不良、胃寒疼痛、肾虚便秘均有疗效。用孜然调味还能防腐杀菌。

据《唐本草》记载,将孜然炒熟后研磨成粉,就着醋服下去,还有治疗心绞痛和失眠的作用。此外,由于孜然有防腐杀菌的功效,放入豆制品食品中不容易变质。

3.2) 金钱草味甘、微苦、性凉,金钱草的醇不溶物中的多糖成分,对草酸钙的结晶有抵制作用。且抑制作用随浓度的增加而增加,还能清热解毒,散瘀消肿。

3.3) 厚朴是中药中的芳香化湿药,实验表明,同黄连、黄芩、大黄中药相比,厚朴对白色葡萄球菌、枯草杆菌、大肠杆菌及伤寒杆菌的作用最强。其对白色葡萄球菌和枯草杆菌的作用为杀菌作用,在试管内,厚朴对金黄色葡萄球菌的抑菌作用仍强于金霉素。煎剂的抗菌作用不因加热而破坏。(因为腐乳后期发酵中,容易被金黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌和枯草杆菌感染,引发白点产生。)

3.4) 五倍子是一味收敛药,是中医常用药物之一,体外试验对金黄色葡萄球菌、链球菌、绿脓杆菌等均有明显的抑菌或杀菌作用。五倍子除鞣酸外尚含有其他抗菌有效成分,主要分布在皮部,其抑菌作用不是由于鞣酸的酸性,而是因其对蛋白有凝固作用;经乙醚提出鞣质后的五倍子液仍有抗菌作用,五倍子煎剂和粉末加放在腐乳中去臭味,抵制白点生长。

3.5) 同时,山茱萸、砂仁、八角、肉桂、良姜等中草药配方加放在腐乳后期发酵中去臭味、增香,抵制白点生长。

3.6) 按生产工艺加入适量辣椒粉、中草药配方,一次性分装入小瓶,发酵、贮存,在自然条件下,后发酵 1~2 个月产品即显成熟,比其他一般腐乳的发酵周期缩短了一半时间。

华文食品股份有限公司研发中心全面地研究了腐乳发酵工艺参数,控制发酵温度、湿度、菌种的驯化、菌种生长时间、控制腌制的含盐量、泡乳时间等工艺参数,并在装瓶时加入中草药(粉剂)防止白点生成(表 2);解决黑水问题有效缩短半成品存放时间和增加香气取得成功。

实验证明:在装瓶时加入中草药(粉剂)有较好的抑制白点产生的作用,并能解决黑水问题使蛋白酶加速水解有效缩短半成品发酵周期并有效提升香气(表 3、表 4),B、C、D 类添加物对白点的影响无明显的规律。

**Table 2.** Data of some Sufu experiments are as follows: (200 bottles for each group) unit: 100 g  
**表 2.** 部分腐乳实验数据如下: (每组各做 200 瓶) 单位: 100 克

项目	A	B	C	D	E
添加剂	空白试验	双乙酸钠	脱氢乙酸	山梨酸	中草药(粉剂)
添加量	0	1.0%	0.3%	0.5%	0.3%

**Table 3.** Amino acid test data generated after 40 days storage unit: Mg

**表 3.** 存放 40 天后生成氨基酸检验数据 单位: mg

批次	A	B	C	D	E
I	0.52	0.49	0.5	0.53	0.67
II	0.48	0.43	0.47	0.46	0.62

**Table 4.** Relationship between late fermentation additives and white spot production rate: (90 days after storage) unit: Mg

**表 4.** 后期发酵添加物与白点产生率的关系: (存放 90 天后) 单位: mg

批次	A	B	C	D	E
I	20	22.8	42.9	57.2	0
II	25	12.8	19.7	25.3	0

### 3. 小结

研究腐乳生产工艺参数对其白点形成的影响, 实验结果表明为减小腐乳白点的形成, 应掌握有效工艺参数, 合理控制发酵的温度、湿度, 控制好腌制时间、盐量和泡乳时间, 另外在装瓶时加入中草药(粉剂)抵制白点的形成, 有效缩短半成品发酵周期, 增加香气, 口味独特、营养丰富、色香浓郁、开胃健脾、回味无穷。

### 参考文献

- [1] 林影, 卢荣德, 李国基, 耿予欢. 腐乳产品的氨基酸分析与白点研究[J]. 中国调味品, 1999(9): 13-14.
- [2] 江景泉, 张惟广. 腐乳的白点问题研究进展[J]. 四川食品与发酵, 2008, 44(1): 24-27.
- [3] 林振佳. 防止腐乳白点产生的试验[J]. 上海调味品, 1991(1): 22-24.
- [4] 马国安. 腐乳生产过程中微生物的污染与防治[J]. 中国调味品, 2000(2): 9-11.
- [5] 邹聪终, 何君英. 一种中草药保健腐乳的生产工艺[P]. 中国专利, ZL201210458993.8, 2014-04.