

# 银杏粉丝加工中添加剂的研究

王梅桂<sup>1</sup>, 何文森<sup>1</sup>, 冯 翥<sup>\*1,2</sup>, 张晓鸣<sup>1,2</sup>, 贾承胜<sup>1</sup>

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 采用差式扫描量热仪、快速黏度分析仪与物性分析仪研究了大豆分离蛋白、壳聚糖、海藻酸钠、氯化钠和明矾对银杏粉丝品质的影响。结果表明,海藻酸钠和明矾对银杏粉丝品质的影响较大,当海藻酸钠与明矾的添加量分别为质量分数 0.50% 和 0.75% 时,银杏粉丝品质较佳。通过对比添加海藻酸钠和明矾的银杏粉丝与市售绿豆粉丝的品质,发现添加海藻酸钠与明矾的银杏粉丝品质相近,接近市售粉丝,表明海藻酸钠可替代明矾添加到银杏粉丝中。

**关键词:** 银杏粉丝;海藻酸钠;明矾;市售粉丝

中图分类号: TS 236.5 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)07—0726—08

## Study on Additives in the Processing of Ginkgo (*Ginkgo biloba L.*) Starch Noodles

WANG Mei-gui<sup>1</sup>, HE Wen-sen<sup>1</sup>, FENG Biao<sup>\*1,2</sup>, ZHANG Xiao-ming<sup>1,2</sup>, JIA Cheng-sheng<sup>1</sup>

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The effects of isolated soybean protein, chitosan, sodium alginate, sodium chloride and alum on the quality of ginkgo starch noodles (GBSN) were investigated by differential scanning calorimeter, rapid viscosity analyzer and texture analyzer. Results showed that sodium alginate and alum influenced the quality of GBSN, and the quality of GBSN added with 0.50% sodium alginate or 0.75% alum was best. Compared with commercial mung bean starch noodles (MBSN), the quality of GBSN added with sodium alginate or alum was close to that of commercial MBSN. GBSN added with sodium alginate and alum had similar quality, suggesting that sodium alginate could replace alum as an additive of GBSN.

**Keyword:** ginkgo starch noodles, sodium alginate, alum, commercial starch noodles

银杏为世界珍贵的药食兼用的植物资源,我国银杏资源拥有量占世界总量的 70%<sup>[1]</sup>。银杏种仁含有丰富的营养成分和特异的化学物质,如黄酮苷、

银杏内酯等生物活性物质<sup>[2]</sup>,其中淀粉占银杏种仁干重的 60%~70%<sup>[3]</sup>。目前银杏淀粉性质研究<sup>[4-6]</sup>越来越多,但对其开发利用报道较少,所以对银杏淀粉

收稿日期: 2013-03-28

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK2011155)。

\* 通信作者: 冯 翥(1953—),男,江苏无锡人,法国博士,教授,博士研究生导师,主要从事食品科学研究。

E-mail: bfeng@jiangnan.edu.cn

进一步的开发利用是有意义的。

银杏种仁中含有大量的淀粉,可作为加工粉丝的原料,淀粉中直链淀粉含量是影响粉丝质量的重要因素<sup>[6]</sup>,银杏淀粉中直链淀粉质量分数为 33%<sup>[7]</sup>,与传统粉丝加工最佳原料绿豆淀粉中的直链淀粉含量相近<sup>[8]</sup>;近年来,粉丝以其原料和品种的多样化,销售势头良好,有广阔的市场前景<sup>[9]</sup>。作者利用银杏淀粉的特点,保留其营养价值的条件下制成易于储存和便于运输的粉丝。

在银杏粉丝制作中,与市售粉丝相比,银杏粉丝的黏度较大和硬度较小等质量问题,工业上可以通过添加一些食品添加剂来解决这方面的问题。研究发现<sup>[10-12]</sup>,添加大豆分离蛋白使粉丝较透明,黏度小且有很好的拉伸强度和弹性形变,在制作过程中粉丝之间很容易分开;添加壳聚糖的粉丝具有较好的质构特性和可接受性;海藻酸钠作为一种天然的多糖,其形成凝胶的能力较强,可提高粉丝的硬度与强度,但未曾应用到银杏粉丝中。氯化钠和明矾是传统粉丝加工中常用的添加剂,但目前粉丝生产过程中明矾的添加量高达质量分数 1%以上,铝污染非常严重,常吃含明矾的食物会导致人的思维和智力降低、记忆力衰退,容易引起早衰、老年痴呆等症<sup>[13]</sup>,基于以上因素考察大豆分离蛋白、壳聚糖、海藻酸钠、氯化钠和明矾对银杏粉丝品质的影响,可寻找代替明矾的添加剂应用到粉丝加工当中。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

银杏淀粉:实验室自制;大豆分离蛋白:谷神生物科技集团有限公司产品;壳聚糖:浙江澳兴生物科技有限公司产品;海藻酸钠:美国 FMC Biopolymer 公司产品;粉丝 1(喜百年龙口粉丝(纯绿豆)),粉丝 2(健之源绿豆粉丝(纯绿豆)),粉丝 3(龙头龙口粉丝(纯豌豆)):均为市售产品。

Pyris 1 dsc 差式扫描量热仪:美国 Perkin Elmer 公司产品;RVA-4 快速黏度分析仪:澳大利亚 Newport Scientific 公司产品;TA.XTPlus 物性分析仪:英国 SMS 公司产品;C21-SK2112 美的电磁炉:广东美的生活电器创造有限公司产品;BZG 鼓风干燥箱:上海博讯实业有限公司产品;旋转蒸发器,上海亚荣生化仪器厂产品。

### 1.2 方法

**1.2.1 银杏淀粉主要成分测定** 直链淀粉质量分数的测定:按照 GB/T 15683-2008 测定银杏淀粉中直链淀粉的质量分数;水分质量分数的测定:按照 GB/T 12087-2008 测定银杏淀粉中的水分质量分数;蛋白质质量分数的测定:按照 GB 5009.5-2010 微量凯式定氮法测定银杏淀粉中蛋白质质量分数;脂肪质量分数的测定:按照 GB/T 22427.3-2008 中的索氏提取法测定银杏淀粉中总脂肪质量分数。

**1.2.2 银杏淀粉与添加剂混合体系糊化特性的测定** 利用快速黏度分析仪测定升温过程中银杏淀粉的黏度变化来考察糊化和短期回生特性。准确称取 1.60 g 干淀粉,加入 25 g 去离子水调制成质量分数 6%的淀粉溶液,按以下程序进行测试:在 50 °C 保温 1 min,以 6 °C /min 的速率由 50 °C 升温至 95 °C,在 95 °C 保持 5 min,再以 6 °C /min 的速率降温至 50 °C,在 50 °C 保温 2 min。添加剂的添加量为淀粉干重的 0.25%。

**1.2.3 银杏淀粉与添加剂混合体系热力学特性的测定** 称取干燥的淀粉样品 2.5 mg,加入 5.0 μL 去离子水,以铝制样品盘密封后置于 4 °C 冰箱平衡 24 h,在测试前取出回温 1 h,然后放入差示扫描量热仪中糊化,糊化后的样品在 4 °C 下储藏 24 h 测定长期回生热力学参数。参照文献<sup>[14]</sup>设定糊化扫描范围 30~100 °C,储藏后再进行温度扫描,范围为 30~120 °C,扫描速率均为 10 °C/min。添加剂的添加量为淀粉干重的 0.25%。

### 1.2.4 银杏粉丝品质评价指标

1) 粉丝蒸煮特性测定 参照 C. mestres 等人<sup>[15]</sup>的方法,取长 2 cm 的粉丝 5 g,在 105 °C 下烘 4 h,称干物质的重量  $m_0$ ,在 150 mL 沸水中煮 15 min,冷却、控水 5 min 后称质量  $m_1$ 。煮后粉丝放于 105 °C 烘干至恒重,称重量  $m_2$ 。煮汤在 5 000 r/min 离心 15 min,将沉淀物和上清液在 105 °C 烘干,分别称重量  $m_3$ 、 $m_4$ 。总蒸煮损失包括煮沸过程的固形物损失和可溶性损失,计算公式如下:

$$\text{总蒸煮损失}(\%) = \frac{(m_0 - m_2)}{m_0} \times 100\%; \text{固形物损失}(\%) = \frac{m_3}{m_0} \times 100\%; \text{可溶性损失}(\%) = \frac{m_4}{m_0} \times 100\%; \text{膨胀度}(\%) = \frac{(m_0 - m_2)}{m_2} \times 100\%$$

2) 断条率的测定 取长 10 cm 粉丝 50 根, 在 500 mL 沸水中煮 30 min, 去除水分, 记其总条数  $X$ , 计算断条率(%)。

$$\text{断条率}(\%) = \frac{(X-50)}{50} \times 100\%$$

3) 粉丝 TPA 全质构测定 参照 Han 等人<sup>[16]</sup>的方法, 取长 6 cm 粉丝样品 10 根, 在 1000 mL 蒸馏水中煮 10 min, 冷却、去除水分。利用物性分析仪 P/35 探头, 测前速度 5.0 mm/s, 测试速度 1.0 mm/s, 测后速度 5.0 mm/s, 距离为 15 mm, 两次压缩间隔时间 3 s, 感应力 5 g, 测试形变 75%。每次测量 1 根, 共测 7 次。从显示的全质构曲线上可以得到硬度、黏度、弹性和凝聚性等参数, 每个参数的处理采用去掉最大值和最小值, 求平均值的方法。

4) 粉丝剪切性能测定 参照 Cham 等人<sup>[17]</sup>的方法, 取长 10 cm 粉丝样品 10 根, 在 300 mL 蒸馏水中煮 10 min, 冷却、去除水分。利用物性分析仪 A/LKB 探头, 测前速度 2.0 mm/s, 测试速度 1.0 mm/s, 测后速度 2.0 mm/s, 感应力 20 g, 测试形变 75%。每次测量 5 根, 共测 7 次。平均剪切应力的计算方法见文献<sup>[18]</sup>, 处理后的参数采用去掉最大值和最小值, 求平均值的方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 银杏淀粉主要成分质量分数

粉丝加工要求的淀粉纯度较高, 非淀粉成分的质量分数要小于 1%<sup>[19]</sup>, 自制银杏淀粉中蛋白质和总脂肪质量分数均在 0.15% 左右, 淀粉品质较高, 此种淀粉能制得高质量的粉丝。直链淀粉能够促进淀粉的老化, 与脂质形成螺旋复合物, 影响淀粉的凝胶强度<sup>[20]</sup>, 因此直链淀粉质量分数是影响粉丝品质的重要因素, 银杏淀粉中直链淀粉质量分数为 33.93%。

表 1 银杏淀粉主要成分质量分数

Table 1 Main composition contents of ginkgo starch

种类	蛋白质	总脂肪	直链淀粉	水分
银杏淀粉	0.13	0.10	33.93	10.12

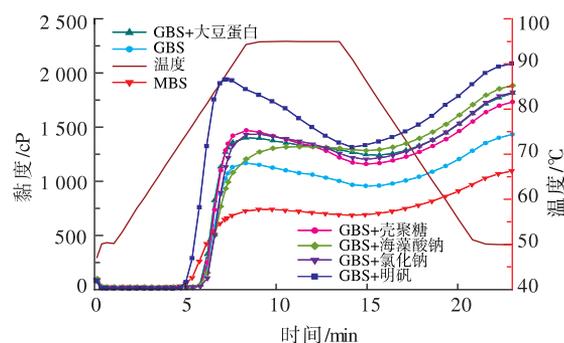
注: 除水分外, 其他均为干基质量分数。

### 2.2 添加剂对银杏淀粉糊化特性和短期回生的影响

文献报道<sup>[8]</sup>, 热稳定性好的淀粉制成的粉丝煮沸损失小, 粉丝口感好, 制成的粉丝不易断条。绿豆

淀粉是制作粉丝的较佳原料, 因此以绿豆淀粉作为考察银杏淀粉糊热稳定性的参照。由图 1 可知, 银杏淀粉糊的破损值比绿豆淀粉糊的高, 表明绿豆淀粉糊的热稳定性比银杏淀粉好; 银杏淀粉回生值比绿豆淀粉高, 表明银杏淀粉较易老化; 糊化温度较绿豆淀粉高, 表明银杏淀粉不易糊化。

大豆分离蛋白、海藻酸钠、氯化钠的添加使银杏淀粉的峰值黏度下降, 破损值下降, 终值黏度上升; 但大豆蛋白使回生值下降, 说明大豆蛋白抑制银杏淀粉的回生<sup>[21]</sup>; 海藻酸钠使回生值增加, 但增幅不大; 氯化钠使回生值增加, 对银杏淀粉的回生起促进作用。壳聚糖和明矾的添加使银杏淀粉的峰值黏度上升, 破损值增加; 添加壳聚糖的银杏淀粉回生值下降, 表明壳聚糖对银杏淀粉的回生有一定的抑制作用; 添加明矾后回生值增加, 表明明矾能够促进银杏淀粉的回生。



GBS: 银杏淀粉; MBS: 绿豆淀粉; GBS+大豆蛋白、GBS+壳聚糖、GBS+海藻酸钠、GBS+氯化钠和GBS+明矾分别代表添此种添加剂的银杏淀粉混合体系

图 1 银杏淀粉与各种添加剂混合体系的 RVA 黏度曲线  
Fig. 1 RVA curves of ginkgo starch added with various additives

### 2.3 添加剂对银杏淀粉热力学特性的影响

#### 2.3.1 添加剂对银杏淀粉糊化热力学特性的影响

由表 2 可见, 添加大豆蛋白的银杏淀粉并没有明显改变其糊化温度范围, 而焓值明显减小, 可能是此大豆蛋白与银杏淀粉在糊化过程中形成凝胶结构<sup>[22]</sup>, 此凝胶结构较容易被破坏; 添加壳聚糖的银杏淀粉糊化温度降低不明显; 添加海藻酸钠能够明显提高银杏淀粉的糊化温度, 可能是制样静置过程中海藻酸钠与淀粉中的矿物质发生键合导致银杏淀粉的糊化温度升高<sup>[23]</sup>; 氯化钠对银杏淀粉的糊化特性影响不显著; 明矾的添加使银杏淀粉的糊化温度略有降低。

表 2 银杏淀粉及其添加剂混合体系糊化热力学参数

Table 2 Gelatinized thermodynamic parameters of ginkgo starch added with various additives

淀粉种类	$T_0/^\circ\text{C}$	$T_p/^\circ\text{C}$	$T_e/^\circ\text{C}$	$\Delta H/(\text{J/g})$
GBS	72.70	76.67	83.19	9.83
GBS+大豆蛋白	72.85	76.50	82.34	6.49
GBS+壳聚糖	71.89	75.99	81.83	10.67
GBS+海藻酸钠	74.63	80.06	86.43	9.43
GBS+氯化钠	72.12	76.60	83.20	11.98
GBS+明矾	72.04	75.56	81.78	13.72

注:1) $T_0$ —起始糊化温度; $T_p$ —峰值温度; $T_e$ —终止糊化温度; $\Delta H$ —焓值;2)GBS:银杏淀粉;GBS+大豆蛋白、GBS+壳聚糖、GBS+海藻酸钠、GBS+氯化钠和 GBS+明矾分别代表添此种添加剂的银杏淀粉混合体系。

### 2.3.2 添加剂对银杏淀粉回生热力学特性的影响

由表 3 可见,大豆蛋白与银杏淀粉混合体系的起始糊化温度、峰值温度提高,终止糊化温度降低,焓值(2.86 J/g)高于银杏淀粉(2.55 J/g)。Zhou 等人<sup>[23]</sup>认为混合体系回生后淀粉中蛋白质的二硫键强度增加了。壳聚糖的加入使回生混合体系的起始糊化温度、峰值温度和终止糊化温度均提高了,但焓值有所降低。海藻酸钠的加入使回生混合体系的峰值温度提高,而起始糊化温度、终止糊化温度和焓值降低。氯化钠的加入使回生混合体系的起始糊化温度、峰值温度和终值糊化温度均提高了,焓值(2.35 J/g)与银杏淀粉(2.55 J/g)接近。明矾的添加使回生混合体系的起始糊化温度、峰值温度、起始糊化温度有所降低。

表 3 银杏淀粉及其添加剂混合体系的回生热力学参数

Table 3 Retrogradation thermodynamic parameters of ginkgo starch added with various additives

淀粉种类	$T_0/^\circ\text{C}$	$T_p/^\circ\text{C}$	$T_e/^\circ\text{C}$	$\Delta H/(\text{J/g})$
GBS	47.19	53.99	62.44	2.55
GBS+大豆蛋白	54.40	56.02	61.38	2.86
GBS+壳聚糖	48.68	56.91	63.84	1.81
GBS+海藻酸钠	46.03	54.45	58.81	1.91
GBS+氯化钠	50.60	58.53	63.60	2.35
GBS+明矾	46.88	53.78	61.21	2.41

注:1) $T_0$ —起始糊化温度; $T_p$ —峰值温度; $T_e$ —终止糊化温度; $\Delta H$ —焓值;2)GBS:银杏淀粉;GBS+大豆蛋白、GBS+壳聚糖、GBS+海藻酸钠、GBS+氯化钠和 GBS+明矾分别代表添此种添加剂的银杏淀粉混合体系。

### 2.4 添加剂对银杏粉丝品质的影响

#### 2.4.1 添加剂对银杏粉丝品质的影响

大豆蛋白、壳聚糖、海藻酸钠、氯化钠和明矾对银杏粉丝的蒸煮损失均有所改善,其中壳聚糖的改善效果最好,是因为壳聚糖与羟基有强作用力,而淀粉含有较多的数目的羟基,因此壳聚糖与淀粉结合较为紧密<sup>[1]</sup>,具体固形物损失和可溶性损失见表 4。银杏粉丝的膨润度(593%)较小,添加此 5 种添加剂后膨润度明显提高,海藻酸钠和明矾对银杏粉丝的膨润度的改善作用较大。银杏粉丝的断条率为 100%,添加剂对断条率改善作用的大小依次为:海藻酸钠>明矾>氯化钠和 大豆蛋白>壳聚糖,依此看出海藻酸钠对银杏粉丝断条率改善作用最大。蒸煮特性和断条率的结果表明海藻酸钠和明矾对银杏粉丝的品质影响比较大。

表 4 添加剂对银杏粉丝蒸煮特性及断条率的影响

Table 4 Effects of various additives on cooking qualities and broken rate of ginkgo starch noodles

粉丝种类	蒸煮损失/%	固形物损失/%	可溶性损失/%	膨润度/%	断条率/%
GBSN+大豆蛋白	2.99	0.23	2.76	669.53	60
GBSN+壳聚糖	2.70	0.45	2.25	710.91	80
GBSN+海藻酸钠	3.43	0.46	2.97	770.25	14
GBSN+氯化钠	3.86	0.81	3.05	721.22	60
GBSN+明矾	2.85	0.44	2.41	733.18	42
GBSN	4.02	0.91	3.11	593.17	100

注:GBSN:银杏粉丝;GBSN+大豆蛋白、GBSN+壳聚糖、GBSN+海藻酸钠、GBSN+氯化钠和 GBSN+明矾分别代表添加此种添加剂的银杏粉丝,且添加量占淀粉干重的 0.25%。

由表 5 可见,银杏粉丝的硬度为 436.81 g,添加大豆蛋白、壳聚糖、海藻酸钠、氯化钠和明矾后,粉

丝的硬度有很大改善,其中添加海藻酸钠的粉丝的硬度约达到 720 g,改善效果最好。此 5 种添加剂提

高硬度幅度大小依次为海藻酸钠、明矾、大豆蛋白、壳聚糖和氯化钠。添加剂添加后,粉丝的黏度显著降低,海藻酸钠和明矾的改善作用最明显,黏度分别下降到 2.88 g·s 和 2.18 g·s; 银杏粉丝的弹性和凝聚性有所增加。添加海藻酸钠和明矾后粉丝的剪切应力增加。

**2.4.2 海藻酸钠添加量对银杏粉丝品质的影响**  
由以上结果得到海藻酸钠对银杏粉丝的品质的改善效果较好,此研究考察海藻酸钠的添加量对银杏

粉丝品质的影响。由表 6 可见,海藻酸钠添加量在 0.25%~1.00%时,添加量的增加对银杏粉丝的蒸煮损失影响不大,均在 2.60%~3.50%内,但有所改善。随着添加量的增加,粉丝的膨润度呈现先增加后平缓的趋势,在 0.50%时达到极值。当海藻酸钠的添加量达到 0.50%时,制出的粉丝几乎不断条,较耐煮,当添加量再增加时,粉丝的蒸煮特性和断条率与 0.50%添加量时相近。

表 5 添加剂对银杏粉丝质构特性的影响

Table 5 Effect of various additives on texture properties of ginkgo starch noodles

粉丝种类	硬度/g	黏度/(g·s)	弹性/g	凝聚性/g	平均剪切应力/(g/(mm) <sup>2</sup> )
GBSN+大豆蛋白	634.03	4.05	0.83	0.36	2.92
GBSN+壳聚糖	629.09	3.69	0.84	0.38	3.16
GBSN+海藻酸钠	719.36	2.88	0.80	0.38	3.81
GBSN+氯化钠	534.71	7.24	0.81	0.39	3.03
GBSN+明矾	644.34	2.18	0.90	0.42	3.29
GBSN	436.81	9.19	0.78	0.33	3.19

表 6 海藻酸钠添加量对银杏粉丝蒸煮特性及断条率的影响

Table 6 Effect of sodium alginate on cooking qualities and broken rate of ginkgo starch noodles

海藻酸钠/%	蒸煮损失/%	固形物损失/%	可溶性损失/%	膨润度/%	断条率/%
0.00	4.02	0.91	3.11	593.17	100
0.25	3.43	0.46	2.97	770.25	14
0.50	2.90	0.43	2.46	859.01	0
0.75	2.60	0.22	2.38	851.65	0
1.00	2.79	0.21	2.57	854.73	0

表 7 海藻酸钠添加量对银杏粉丝质构的影响

Table 7 Effect of sodium alginate on texture properties of ginkgo starch noodles

海藻酸钠/%	硬度/g	黏度/(g·s)	弹性/g	凝聚性/g	平均剪切应力/(g/(mm) <sup>2</sup> )
0.00	436.81	9.19	0.78	0.33	3.19
0.25	719.36	2.88	0.80	0.38	3.81
0.50	744.70	2.46	0.86	0.40	3.85
0.75	755.44	2.77	0.89	0.37	3.99
1.00	761.25	2.69	0.90	0.41	5.56

注:硬度、黏度和平均剪切应力的单位分别为 g、g·s 和 g/(mm)<sup>2</sup>。

由表 7 可见,添加海藻酸钠后,银杏粉丝的硬度明显改善。粉丝的硬度随着海藻酸钠添加量的增加而增加。粉丝的黏度明显下降,但依然存在,可能与实验室自制银杏粉丝的最佳工艺有关;粉丝的弹性、凝聚性和剪切应力随着海藻酸钠添加量的增加而增加。通过测定添加海藻酸钠的银杏粉丝的蒸煮

特性、断条率和质构特性,海藻酸钠较佳添加量为质量分数 0.50%。

**2.4.3 明矾添加量对银杏粉丝品质的影响** 传统粉丝制作工艺中添加了明矾来改善粉丝的品质,由表 8 可见,添加明矾后,银杏粉丝的蒸煮损失明显降低,但添加量在质量分数 0.25%~1.00%之间的蒸

煮损失变化不大,均在 2.10%~3.00%内。具体固形物损失和可溶性损失见表 8。粉丝的膨润度随着明矾添加量的增加。当明矾添加量达到质量分数 0.75%时,银杏粉丝的断条率为 10%,当添加量再增加时,断条率改变不大。

由表 9 可见,银杏粉丝的硬度随着明矾添加量的增加呈明显上升趋势,添加量质量分数 1.00%时

最大;添加明矾的粉丝黏度明显降低;粉丝的弹性、凝聚性和剪切应力随着明矾添加量的增加而增加。明矾对粉丝断条率改善较大,当添加量为质量分数 0.75%时,粉丝断条率仅为 10%。通过测定添加明矾的银杏粉丝的蒸煮特性、断条率和质构特性得到,明矾较佳添加量为质量分数 0.75%。

表 8 明矾添加量对银杏粉丝蒸煮特性及断条率的影响

Table 8 Effect of alum on cooking qualities and broken rate of ginkgo starch noodles

明矾/%	蒸煮损失/%	固形物损失/%	可溶性损失/%	膨润度/%	断条率/%
0.00	4.02	0.91	3.11	593.17	100
0.25	2.85	0.44	2.41	733.18	42
0.50	2.15	0.22	1.93	742.83	20
0.75	2.60	0.43	2.17	785.28	10
1.00	2.60	0.40	2.20	898.65	8

表 9 明矾添加量对银杏粉丝质构特性的影响

Table 9 Effect of alum on texture properties of ginkgo starch noodles

海藻酸钠/%	硬度/g	黏度/(g·s)	弹性/g	凝聚性/g	平均剪切应力/(g/(mm) <sup>2</sup> )
0.00	436.81	9.19	0.78	0.33	3.19
0.25	644.34	2.18	0.90	0.42	3.29
0.50	723.91	2.82	0.90	0.41	3.67
0.75	741.40	3.70	0.86	0.39	3.79
1.00	772.09	2.59	0.95	0.45	3.85

### 2.5 银杏粉丝与市售粉丝品质对比

由 2.3 和 2.4 研究结果表明添加质量分数 0.50%海藻酸钠与质量分数 0.75%明矾的银杏粉丝品质较佳,将添加海藻酸钠和明矾的银杏粉丝与 3 种市售绿豆粉丝做品质对比,结果如表 10 和表 11。由表 10 可见,添加海藻酸钠的银杏粉丝蒸煮损失比市售粉丝 1 稍大,比市售粉丝 2 和 3 小,添加明矾的银杏粉丝比市售绿豆粉丝 1、2 和 3 的蒸煮损失小,表明银杏粉丝在蒸煮时较稳定、不易糊汤。具体固形物损失和可溶性损失见表 10。银杏粉丝的膨

润度较市售粉丝 1、2 和 3 的大,表明银杏粉丝蒸煮时吸水性较好。银杏粉丝的断条率在 10%左右,明显小于市售粉丝 2 和 3,与市售粉丝 1 相当。

由表 11 可见,银杏粉丝的硬度低于市售粉丝,这可能与银杏淀粉凝胶强度和粉丝的加工工艺相关;银杏粉丝的黏度较市售粉丝大,可能是市售粉丝中添加了其他降低黏度的添加剂;银杏粉丝和市售绿豆粉丝的蒸煮特性、断条率和质构特性对比可见,添加质量分数 0.50%海藻酸钠与质量分数 0.75%明矾的银杏粉丝品质已接近市售粉丝。

表 10 银杏粉丝与市售粉丝蒸煮特性及断条率对比

Table 10 Comparison of cooking qualities and broken rate of ginkgo and commercial starch noodles

粉丝种类	蒸煮损失/%	固形物损失/%	可溶性损失/%	膨润度/%	断条率/%
GBSN+海藻酸钠	2.90	0.44	2.46	859.01	8
GBSN+明矾	2.60	0.43	2.17	785.28	10
市售粉丝 1	2.80	0.47	2.33	661.36	10
市售粉丝 2	4.09	0.35	3.74	774.66	30
市售粉丝 3	4.95	0.71	4.24	648.03	110

表 11 银杏粉丝与市售粉丝质构特性对比

Table 11 Comparison of texture properties of ginkgo and commercial starch noodles

粉丝种类	硬度/g	黏度/(g·s)	弹性/g	凝聚性/g	平均剪切应力/(g/(mm) <sup>2</sup> )
GBSN+海藻酸钠	744.70	2.46	0.86	0.40	3.85
GBSN+明矾	741.40	3.70	0.86	0.39	3.67
市售粉丝 1	1 380.39	0.30	0.96	0.44	6.23
市售粉丝 2	1 538.35	2.11	0.98	0.53	6.77
市售粉丝 3	1 160.41	4.21	0.93	0.60	2.00

### 3 结 语

大豆蛋白与壳聚糖对银杏淀粉的回生起抑制作用,海藻酸钠、氯化钠和明矾对银杏淀粉回生起促进作用,明矾的促进作用较大。海藻酸钠和明矾

对银杏粉丝品质的改善作用明显,添加质量分数 0.50%海藻酸钠与质量分数 0.75%明矾的银杏粉丝品质相近,且已接近市售粉丝的品质。为了减少铝对人体的危害,在加工过程可以使用海藻酸钠代替明矾添加到粉丝中。

### 参考文献:

- [ 1 ] 黄文,谢笔钧,王益. 白果的研究和开发利用[J]. 湖北农业科技,2002(3):41-42.  
HUANG Wen,XIE Bi-jun,WANG Yi. Research on the development and utilization of ginkgo (*Ginkgo biloba* L) [J]. **Agricultural Science and Technology of Hubei**,2002(3):41-42.(in Chinese)
- [ 2 ] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 中国食品成分表[M]. 北京:人民卫生出版社,1991.
- [ 3 ] Spence K E,Jane J. Chemical and physical properties of ginkgo(*Ginkgo biloba*) starch[J]. **Carbohydrate Polymers**,1999,40: 261-269.
- [ 4 ] 汪兰,邓乾春,张芸,等. 银杏淀粉颗粒结构及物化特性的研究[J]. 中国粮油学报,2007,22(7):66-70.  
WANG Lan,DENG Qian-chun,ZHANG Yun,et al. Morphological and physicochemical properties of ginkgo starch [J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**,2007,22(7):66-70.(in Chinese)
- [ 5 ] MIAO Ming,JIANG Huan,JIANG Bo. Structure and functional properties of starches from Chinese ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) nuts[J]. **Food Research International**,2012,49:303-310.
- [ 6 ] 敖自华,王璋,许时婴. 银杏淀粉的分离纯化[J]. 食品科学,2001,22(1):23-26.  
AO Zi-hua,WANG Zhang,XU Shi-ying. Separation and purification of ginkgo (*Ginkgo biloba*) starch [J]. **Food Science**, 2001,22(1):23-26.(in Chinese)
- [ 7 ] 高桥节子. 日本食品工业学会志[J]. 1985,32(37):181-185.
- [ 8 ] 陈洪兴,顾正彪,洪雁. 粉丝的原料、生产工艺及发展趋势[J]. 食品工业科技,2003(7):94-96.  
CHEN Hong-xing,GU Zheng-biao,Hong Yan. Raw material,production process and development trend of starch noodles[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2003(7):94-96.(in Chinese)
- [ 9 ] 邹光有. 方便粉丝的特点与发展趋势[J]. 农产品加工专题报道,2009,12:12.  
ZHOU Guang-you. Characteristics and development trend of convenient starch noodles [J]. **Report of Agricultural Products Process**,2009,12:12.(in Chinese)
- [10] Takashi S,Hirao K. Effect of added soybean protein on physical-chemical properties of starch noodles [J]. **Japanese Society of Starch Sciences**,1986,33(1):15-24.
- [11] Man-Hee Baek,Dong-Su Cha. Effect of chitosan addition on textural properties of sweet potato starch noodle [J]. **Food Science and Biotechnology**,2001,10(2):161-165.
- [12] 刘品华,陈吉书. 芋头粉丝的研制[J]. 食品科技,2011,36(7):139-142.  
LIU Pin-hua,CHEN Ji-shu. Development of taro bean vermicelli[J]. **Food Science and Technology**,2011,36(7):139-142.(in Chinese)
- [13] 谭洪卓. 甘薯淀粉流变学、热力学特性和分子结构研究及其在粉丝生产中的应用[D]. 无锡:江南大学,2006.

- [14] 谭洪卓,谭斌. 甘薯淀粉热力学特性及其回生机理探讨[J]. 食品与生物技术学报,2008,27(3):21-26.  
TAN Hong-zhuo,TAN Bin. Study on the thermal properties and retrogradation mechanism of sweet potato starch [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2008,27(3):21-26.(in Chinese)
- [15] C.mestres,P.colonna,A.buleon. Characteristics of starch networks within rice flour noodles and mung bean starch vermicelli[J]. **Journal of Food Science**,1988,53(6):1809.
- [16] Jung-Ah Han,Tae-Rang Seo,et al. Utilization of rice starch with gums in Asian starch noodle preparation as substitute for sweet potato starch[J]. **Food Science and Biotechnology**,2011,20(5):1173-1174.
- [17] Supawadee Cham,Prisana Suwannaporn. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality[J]. **Journal of cereal science**,2010,51:284-291.
- [18] 王灵昭,陆启玉,袁传光. 用质构仪评价面条质地品质的研究[J]. 郑州工程学院学报,2003,24(3):29-33.  
WANG Ling-zhao,LU Qi-yu,YUAN Chuan-guang. Study on evaluating the quality of noodles using the texture analysis[J]. **Journal of zhengzhou institute of engineering**,2003,24(3):29-33. (in Chinese)
- [19] 杜连起,刘文和. 粉丝生产新技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [20] Jane J L,Chen J F. Effect of amylose molecular size and amylopectin branch chain length on paste properties of starch[J]. **Cereal Chemistry**,69(1):60-65.
- [21] ZHO Z K,Robards K,Helliwell H S. Effect of changes in protein on starch behaviour[J]. **Starch/Starke**,2003,55:162-169.
- [22] 谭洪卓,谭斌. 甘薯粉丝生产中添加剂对甘薯淀粉回生的影响[J]. 食品科学,2008,29(6):133-138.  
TAN Hong-zhuo,TAN Bin,LIU Ming,et al. Effect of additives on retrogradation of sweet potato starch in production of its noodles[J]. **Food Science**,2008,29(6):133-138.(in Chinese)
- [23] 张曦,齐军茹,杨晓泉,等. 大豆蛋白凝胶制备及其性质研究[J]. 食品与工业发酵,2011,37(7):94-98.  
ZHANG Xi,QI Jun-ru,YANG Xiao-quan,et al. Research on the preparation and properties of soybean protein gel[J]. **Food and Fermentation Industries**,2011,37(7):94-98.(in Chinese)
- [24] 张运铎. 海藻酸钠功能特性应用研究进展[J]. 河南科技工业技术,2011(9):58.  
ZHANG Yun-ze. Function applied research progress of sodium alginate [J]. **Industrial Technology of Henan Science and technology**,2011(9):58.(in Chinese)

## 会 议 信 息

会议名称(中文): 第八届中国蛋白质组学大会  
 所属学科: 细胞生物学,生物技术与生物工程  
 开始日期: 2013-09-07  
 结束日期: 2013-09-11  
 所在城市: 重庆市 渝中区  
 主办单位: 中国生物化学与分子生物学会蛋白质组学专业委员会和中国人类蛋白质组组织  
 承办单位: 重庆医科大学 北京蛋白质组研究中心  
 联系人: 甄蓓、高雪、王琰、隆凯云(北京蛋白质组研究中心) 周新雨(重庆医科大学)  
 联系电话: 010-80705188(学术) 010-80705166(招商) 84351699(会务)  
 传真: 010-80705155  
 E-MAIL: cnhupo8@vip.163.com  
 会议网站: <http://www.cnhupo-congress.cn/cnhupo8/cn/>