

## 改性大豆纤维在戚风蛋糕中的应用

吕 远<sup>1</sup>, 刘 倩<sup>1</sup>, 高红亮<sup>1</sup>, 金明飞<sup>1</sup>, 常忠义<sup>1</sup>, 崔玉红<sup>2</sup>

(1. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200241; 2. 平顶山天晶植物蛋白有限责任公司, 河南 平顶山 467200)

**摘 要:** 将提取过可溶性大豆多糖后的豆渣进行浸酸、均质处理后得到改性大豆纤维。添加面粉质量 10% 的改性大豆纤维能使蛋糕糊的泡沫稳定性达到 240 min, 且没有显著改变蛋糕的比容; 还可在分别添加葡萄干、核桃仁馅料时表现出 61% 和 90% 的悬浮稳定性。通过正交实验获得了改性大豆纤维在戚风蛋糕中的最佳配方为纤维 10 g, 面粉 80 g, 鸡蛋 100 g, 糖 100 g, 油 60 g。保湿性实验表明改性大豆纤维可使蛋糕的含水量在第 8 天时依然保持在 20% 以上。

**关键词:** 改性大豆纤维; 戚风蛋糕; 泡沫稳定性; 悬浮稳定性; 保湿性

**中图分类号:** TS210.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-9841(2012)06-0988-05

## Application of Modified Soybean Fiber in Chiffon Cake

LV Yuan<sup>1</sup>, LIU Qian<sup>1</sup>, GAO Hong-liang<sup>1</sup>, JIN Ming-fei<sup>1</sup>, CHANG Zhong-yi<sup>1</sup>, CUI Yu-hong<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200241; 2. Pingdingshan Tiangjing Plant Albumen Co. Ltd., Pingdingshan 467200, Henan, China)

**Abstract:** The modified soybean fiber was obtained through acid leaching and homogenizing from bean dregs from which the soluble soybean polysaccharides was extracted. With the addition of 10% modified soybean fiber (in mass) in the wheat flour, the foam stability of the cake batter increased to 240 min, the specific gravity did not show significant difference, and the suspension stability demonstrated to be 61% and 90% while adding raisins and walnuts respectively. The result of the orthogonal experiment revealed that the best Chiffon cake recipe was 10 g fiber, 80 g flour, 100 g egg, 100 g sugar and 60 g oil. After 8-9 days, the cake moisture content was still kept over 20% after adding modified soybean fiber.

**Key words:** Modified soybean fiber; Chiffon cake; Stability; Moisture retention

流行病学研究表明, 膳食纤维有助于减少肥胖<sup>[1]</sup>, 对结肠直肠癌<sup>[2]</sup>、胃癌<sup>[3]</sup>、心血管疾病<sup>[4]</sup>及胃肠道疾病<sup>[5]</sup>也有改善作用。尽管许多健康组织都表示膳食纤维每人每天摄入量应该达到 25 ~ 30 g, 但这一数值仍不为大众所知。例如, 美国的纤维平均摄入量仅达到要求摄入水平的 50%<sup>[6]</sup>。

豆渣中含有丰富的大豆膳食纤维。目前国内对豆渣在蛋糕中的应用研究仅限于把豆渣进行烘干或细化等简单的处理后, 直接添加在蛋糕中<sup>[7-8]</sup>。但是这样得到的豆渣纤维蛋糕只能保证少量添加后不影响质量, 却不能解决其口感粗糙、功能性不明显等问题。

改性大豆纤维是豆渣经过浸提高压均质等处理而获得, 其应用特性也得到了很大的改善。本实验选取未经处理的豆渣作为对比, 通过单因素实验研究了改性大豆纤维在戚风蛋糕中的功能, 初步探讨其作用机理, 并通过正交实验筛选添加改性大豆纤维的戚风蛋糕最佳配方, 最后从保湿性的角度考察其对蛋糕货架期的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

普通豆渣和改性大豆纤维均来自平顶山天晶植物蛋白有限公司; 新鲜鸡蛋, 低筋面粉, 维佳液态奶油, 葡萄干, 核桃仁均为市售产品; 柠檬酸, 白糖均为食品级。

### 1.2 设备

电子天平、电热恒温水浴锅、高压均质机、板框压滤机、MIX20 立式打蛋机、粘度计、YXD-80C 恒温远红外线烤箱、电热鼓风干燥箱、恒温培养箱。

### 1.3 方法

**1.3.1 改性大豆纤维的制备** 将普通豆渣分离出可溶性大豆多糖<sup>[9]</sup>后, 经过浸酸、漂洗后, 再通过高压均质和脱水处理, 获得改性大豆纤维。

**1.3.2 改性大豆纤维的主要成分分析** 蛋白质含量利用凯氏定氮法测定; 脂肪含量利用索氏抽提法测定; 灰分根据 GB5009.4-2010 的方法测定。

**1.3.3 戚风蛋糕的制作** 采用常规戚风蛋糕制作

收稿日期: 2012-04-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81072422)。

第一作者简介: 吕远(1988-), 女, 在读硕士, 研究方向为食品生物技术。E-mail: lvyuan0302@gmail.com。

通讯作者: 常忠义(1968-), 男, 副教授, 从事微生物与食品生物化学研究。E-mail: zychang@bio.ecnu.edu.cn。

配方:低筋面粉 100 g,蛋清 150 g,白糖 83 g,蛋黄 58 g,液态奶油 58 g,葡萄干或核桃仁 142 g。工艺流程参考杨莉榕等<sup>[10]</sup>的方法。改性大豆纤维在打发蛋清时加入。

1.3.4 泡沫稳定性的测定 分别取空白组、添加面粉 10% 的普通纤维和改性大豆纤维的蛋糕糊置于烧杯中,计时  $T_1$ ,至有泡沫破灭有液体开始析出计时  $T_2$ ,  $\Delta T = (T_2 - T_1)$  即,表示泡沫稳定性。

1.3.5 比容的测定 将 1.3.4 中的 3 组蛋糕糊进行烘焙,所得蛋糕测其比容<sup>[11]</sup>。

1.3.6 悬浮稳定性的测定 将蛋糕从正中间纵切,选取 3 个以上最高悬浮点,测量此处馅料(如葡萄干或核桃仁等)悬浮高度  $H$  和蛋糕高度  $H'$ (图 1),悬浮稳定性 =  $H/H' \times 100\%$ 。

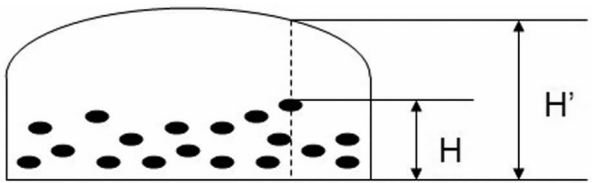


图 1 悬浮稳定性的测量方法  
Fig.1 Method for measuring the cake of suspended stability

1.3.7 感官评定 选取 10 名志愿者(年龄为 18 ~ 55 岁)进行感官评定,每位志愿者品尝各实验组时根据评价标准自行打分。每品尝一个样品前后均进行漱口、清洁等,评价标准参照表 1,按照标准打分后乘以该项目对应的系数即为该项目的得分。

1.3.8 保湿性的测定 根据 GB 5009.3-2010 测定蛋糕中的水分。

表 1 戚风蛋糕评分标准  
Table 1 Standards of Chiffon cake

项目及系数 Projects and coefficient	评分标准 Standard
外观 20% Appearance 20%	10-8:表面金黄,无开裂,无斑点,平整无塌陷; 7-4:表面呈黄褐色,略有开裂,不够平整; 3-1:表面呈深黄色,开裂严重,有严重塌陷。
气味 10% Smell 10%	10-8:有蛋糕的浓郁香气,略带大豆的特殊香味,可以接受; 7-4:蛋糕的香味不够浓郁,被大豆味掩盖; 3-1:大豆味占主体,不能接受。
质地 20% Structure 20%	10-8:弹性良好,气孔大小一致,分布均匀,组织细密; 7-4:弹性下降,气孔大小不够均一,组织不够细密,容易掉渣; 3-1:几乎没有弹性,气孔大小不一,组织粗糙
口感 50% Mouthfeel 50%	10-8:蛋香味纯正,口感松软,弹性适中,湿度适中,香甜可口,不粘牙; 7-4:蛋香味不足,略有哈味,口感不够松软,略有粘牙,偏干或偏湿; 3-1:蛋香味不纯正,有哈味,松软度严重不足,粘牙,过干或过湿

2 结果与讨论

2.1 改性大豆纤维的主要成分

普通豆渣干基的主要成分包括 25% ~ 27% 的蛋白质和 5.7% 的灰分,改性大豆纤维则包含 16% ~ 20% 的蛋白质和 4.21% 的灰分。二者的脂肪含量均小于 1%。

2.2 改性大豆纤维对戚风蛋糕质量的影响

从表 2 知,改性大豆纤维添加量大于 10% 会影响蛋糕的品质,主要表现在香味上的改变、弹性和口感的下降以及组织状态的劣化。Manuel 等<sup>[12]</sup>也发现当膳食纤维添加量在 10% 以上时会导致蛋糕体积的缩小和品质的恶化。

2.3 改性大豆纤维对泡沫稳定性和比容的影响

由表 3 可知,改性大豆纤维大大延长了泡沫稳定性,达到 240 min,而普通豆渣的泡沫稳定时间仅为 80 min,对照组只有 30 min。泡沫稳定时间的延长对于工业生产具有非常重要的意义,不仅可防止由于生产不连续而导致的泡沫破裂,还可使蛋糕糊在机器震动与搅拌传送中保持稳定。从表 3 中还可以看出,改性大豆纤维对于蛋糕比容的影响不大,而普通豆渣却会导致蛋糕比容显著增加。比容是衡量蛋糕打发性的重要指标,因为在蛋糕制作中,打发性决定了蛋糕泡沫的大小和结构。当比容较高时,蛋糕中的空气含量降低,蛋糕就表现出结构致密、体积收缩的现象<sup>[13]</sup>。

表 2 改性大豆纤维对戚风蛋糕质量的影响

Table 2 Quality of Chiffon cake with different levels of modified soybean fiber

改性大豆纤维添加量(占 100 g 面粉的) Addition of modified soybean fiber ( of 100 g flour)/%	感官评价	
	Sensory evaluation	
	描述 Description	得分 Score
0	表面金黄,色泽均匀,外形完整,不歪斜,无塌陷,香味浓郁,弹性良好,有嚼劲不黏牙,气孔大小分布均匀	89.21
10	表面金黄,色泽均匀,外形完整,不歪斜,无塌陷,香味浓郁,弹性良好,有嚼劲不黏牙,气孔大小分布均匀	87.32
15	表面金黄,色泽均匀,外形完整,不歪斜,略收缩塌陷,香味浓郁,并略有大豆香气,弹性良好,嚼劲略有下降,略黏牙,气孔大小分布较均匀	71.68
20	表面金黄,色泽均匀,外形完整,略歪斜,收缩塌陷严重,香味不纯正,大豆味较浓,弹性下降,嚼劲下降,粘牙,气孔大小分布不均,组织状态差	58.96

表 3 改性大豆纤维对泡沫稳定性和比容的影响

Table 3 Foam stability and specific gravity of cake with different soybean fiber

	空白组 Blank group	普通豆渣 Normal okara	改性大豆纤维 Modified soybean fiber
泡沫稳定性 Foam stability/min	30	80 **	240 **
比容 Specific volume/mL · g <sup>-1</sup>	0.49	0.78 **	0.50

\*\* 表示差异极显著( $p < 0.01$ )。

\*\* indicates significant difference( $p < 0.01$ ).

2.4 改性大豆纤维的悬浮稳定性

由图 2 可知,改性大豆纤维可以提高蛋糕馅料的悬浮稳定性。添加葡萄干时,改性大豆纤维的悬浮稳定性达到 62%,添加核桃仁时,改性大豆纤维的悬浮稳定性可达到 90%,均高于同组中的空白组(45%,70%)和普通豆渣(61%,82%)。需要添加高比重馅料的这类蛋糕往往会出现沉底的现象,影

响消费者的消费欲望。而本实验通过添加改性大豆纤维显著提高这类蛋糕的悬浮稳定性。

2.5 正交实验

通过正交实验筛选出添加改性大豆纤维的戚风蛋糕最佳配方。具体评分结果见表 4。

由表 4 可知,鸡蛋和糖是影响蛋糕质量的关键性因素,其次是面粉和纤维,油的作用最小。得出较优的水平组合为 A2B3C1D1E2,通过实验验证,得到的结果与最优组合结果一致,即纤维 10 g,油 60 g,鸡蛋 100 g,糖 100 g,面粉 80 g,所得的蛋糕在外观、气味、质构和口感四个方面都达到了最佳状态。

2.6 改性大豆纤维对蛋糕保湿性的影响

长期的消费调查发现,消费者能够接受的蛋糕湿度为 20% ~ 30%。按照正交设计结果制作戚风蛋糕,测定其保湿性,结果见图 3。空白组蛋糕在第 4 天时水分达到最低标准,普通豆渣虽能延长至第 6 天,但改性大豆纤维在第 8 天时仍有 20% 以上的水分。这可能是由于改性处理使大豆纤维非结晶区遭到破坏<sup>[14]</sup>,从而暴露出更多的纤维素结晶区使其持水性得以提升。因而表现出更好的保湿能力,延长了蛋糕的货架期。

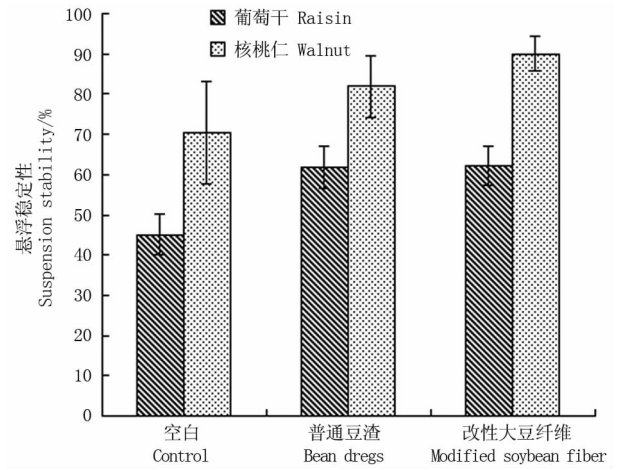


图 2 改性大豆纤维的悬浮稳定性

Fig. 2 Stability of modified soybean fiber

表 4 L16(4<sup>5</sup>) 正交实验结果

Table 4 The result of L16(4<sup>5</sup>) orthogonal experiment

试验号 Test number	A 改性大豆纤维 Modified soybean fiber/g	B 油 Oil/g	C 鸡蛋 Egg/g	D 糖 Sugar/g	E 面粉 Flour/g	综合感官评分 Comprehensive sensory score
1	1(15)	1(100)	1(100)	1(100)	1(100)	62.67
2	1	2(80)	2(80)	2(80)	2(80)	73.33
3	1	3(60)	3(60)	3(60)	3(60)	60.00
4	1	4(40)	4(40)	4(40)	4(40)	40.00
5	2(10)	1	2	3	4	58.33
6	2	2	1	4	3	64.67
7	2	3	4	1	2	74.00
8	2	4	3	2	1	66.00
9	3(5)	1	3	4	2	40.67
10	3	2	4	3	1	20.67
11	3	3	1	2	4	71.33
12	3	4	2	1	3	67.00
13	4(1)	1	4	2	3	41.33
14	4	2	3	1	4	61.00
15	4	3	2	4	1	40.33
16	4	4	1	3	2	71.00
T1	236.00	203.00	269.67	264.67	189.67	
T2	263.00	219.67	238.99	251.99	259.00	
T3	199.67	245.66	227.67	210.00	233.00	
T4	213.66	244.00	176.00	185.67	230.66	
x1	29.50	25.38	33.71	33.08	23.71	
x2	32.88	27.46	29.87	31.50	32.38	
x3	24.96	30.71	28.46	26.25	29.13	
x4	26.71	30.50	22.00	23.21	28.83	
R	15.83	6.50	23.42	19.75	17.33	
优选方案 Optimization scheme	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	
因素主次顺序 Factors primary and secondary order	4	5	1	2	3	

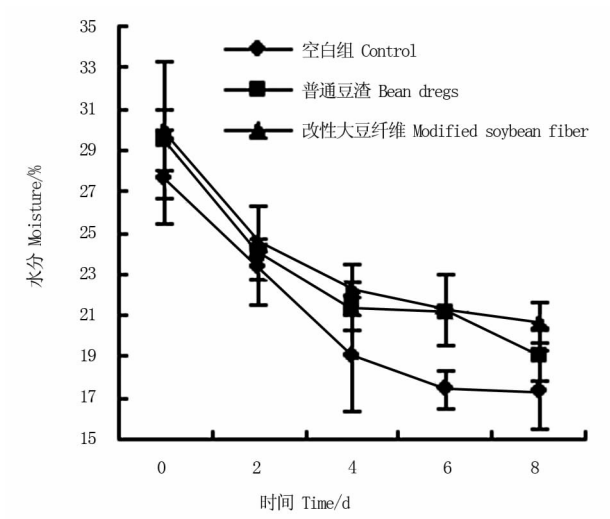


图 3 改性大豆纤维的保湿性

Fig.3 The moisture retention of  
modified soybean fiber

### 3 结 论

单因素实验表明,在戚风蛋糕中添加面粉重量 10% 的改性大豆纤维可以表现出良好的泡沫稳定性和悬浮稳定性,且不会影响蛋糕的比容。通过正交实验获得了改性大豆纤维在戚风蛋糕中的最佳配方为纤维 10 g,油 60 g,鸡蛋 100 g,糖 100 g,面粉 80 g。保湿性实验表明改性大豆纤维能使蛋糕中的水分在第 8 天仍保持在 20% 以上,延长了产品的货架期。

### 参考文献

- [1] Slavin J L. Dietary fiber and body weight[J]. Nutrition,2005,21: 411-418.
- [2] Pike M C. Dietary fiber and colorectal cancer risk;the multiethnic cohort study[J]. Cancer Causes & Control,2007,18:753-764.
- [3] Roth J,Mobarhan S. Preventive role of dietary fiber in gastric cardio cancers[J]. Nutrition Reviews,2001,59:372-374.

- [4] King D E. Dietary fiber, inflammation, and cardiovascular disease [J]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2005, 49: 594-600.
- [5] Mendeloff A I. Dietary fiber and gastrointestinal disease [J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1987, 45: 1267-1270.
- [6] Hudson C A, Chiu M M, Knuckles B E. Development and characteristics of high-fiber muffins with oat bran, rice bran, or barley fiber fractions [J]. *Cereal Foods World*, 1992, 37: 373-378.
- [7] 刘华英, 张锐利. 豆渣纤维蛋糕生产工艺研究 [J]. *中国食品与营养*, 2010(11): 55-57. (Liu H Y, Zhang R L. Research of production technology of soybean fiber cake [J]. *Food and Nutrition in China*, 2010(11): 55-57)
- [8] 孔捷, 赵功玲. 用酶解豆渣做蛋糕原料的研究 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(7): 3232-3233. (Kong J, Zhao G L. Development of enzyme-digested bean dregs cake [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(7): 3232-3233.)
- [9] 孙敏, 陈玮, 高红亮, 等. 大豆水溶性多糖的提取及其对酸性乳饮料的稳定作用 [J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007, 35(1): 106-109. (Sun M, Chen W, Gao H L, et al. Extraction of water-soluble soybean polysaccharides and its application in acid dairy beverages [J]. *Journal of Northwest A&F University (Nat. Sci. Ed.)*, 2007, 35(1): 106-109.)
- [10] 杨莉榕, 常泓, 李彩霞, 等. 戚风蛋糕坯的研制 [J]. *山西农业大学学报(自然科学版)*, 2010, 30(6): 556-559. (Yang L R, Chang H, Li C X, et al. The research on Chiffon cake [J]. *Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2010, 30(6): 556-559.)
- [11] 董海洲, 刘传富, 侯汉学, 等. 粮油食品工艺学实验指导 [M]. 泰安: 山东农业大学, 2003. (Dong H Z, Liu C F, Hou H X, et al. *Experimental instruction of grain and oil food technology* [M]. *Taian: Shandong Agricultural University*, 2003.)
- [12] Manuel G, Ana M, Bonastre O, et al. Effect of fiber size on the quality of fiber-enriched layer cakes [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2010, 43: 33-38.
- [13] Park J E, Jeong H D, Jang M S. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sponge cake with bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves powder [J]. *Korean Journal of Food Cookery Science*, 2009, 25: 317-329.
- [14] 周丽珍, 孙海燕, 刘冬, 等. 改性方法对豆渣膳食纤维的结构影响研究 [J]. *食品科技*, 2011, 36(1): 143-147. (Zhou L Z, Sun H Y, Liu D, et al. Influence of modification methods on the structure of dietary fiber from soybean residue [J]. *Food Science and Technology*, 2011, 36(1): 143-147.)

## 产业动态

### 王连铮研究员荣获 2012 年度何梁何利奖

孙君明, 韩天富

(国家大豆产业技术研发中心)

2012 年 10 月 29 日, 何梁何利基金 2012 年度颁奖大会在北京钓鱼台国宾馆举行。中共中央政治局委员、国务委员刘延东, 全国人大常委会副委员长路甬祥, 全国政协副主席、科技部部长万钢等出席大会并为获奖者颁奖。中国农业科学院原院长王连铮研究员获何梁何利基金科学与技术进步奖。

王连铮, 1930 年生, 辽宁省海城县人。1954 年 5 月从东北农学院农学系本科毕业, 1960 至 1962 年赴俄罗斯国立莫斯科季米里亚捷夫农学院留学, 2005 年获该校作物遗传育种专业博士学位。1962 年回国, 先后在黑龙江省农业科学院任大豆研究所副主任及所长、副院长和院长。1983 年 2 月至 1987 年 12 月任黑龙江省人民政府副省长、常务副省长和党组副书记。1987 年 12 月至 1994 年 11 月任中国农业科学院院长, 1988 年 12 月至 1991 年 5 月任农业部常务副部长、党组副书记。

王连铮研究员长期从事大豆遗传育种研究, 围绕大豆品种改良开展大豆杂交育种、野生大豆资源收集、大豆基因工程及遗传转化等方面的研究工作。1969 至 1987 年间, 在黑龙江省农业科学院与王彬如、胡立成研究员共同主持育成大豆品种 12 个, 包括黑农 10、黑农 16、黑农 26、黑农 34 和黑农 35 等大豆品种, 累计推广面积 7500 多万亩。1987 年以来, 在中国农业科学院主持黄淮海大豆育种研究, 育成大豆品种 22 个, 包括国审大豆品种 9 个。其中, 广适高产大豆品种中黄 13, 2004 年在山西襄垣实收亩产达 312.4 千克。2007 ~ 2012 年连续六年位居全国大豆种植面积之首, 是自 1995 年以来全国唯一年种植面积超千万亩的大豆品种, 累计推广面积 7000 多万亩, 2012 年获得国家科技进步一等奖。高油大豆中黄 35 于 2006 ~ 2009 年先后通过国家黄淮海北片、北方春大豆晚熟组、内蒙古自治区和吉林省审定, 含油量达 23.45%。2009 年在新疆采用良种密植滴灌、结合追肥化控调 pH 值等措施, 亩产达到 402.5 千克; 2010 年再创亩产 405.89 千克的全国大豆高产纪录, 同时创造了我国大豆大面积(86.83 亩)单产 364.68 千克的最高记录; 2012 年再次刷新全国大豆高产新记录, 亩产达到 421.37 千克。

至 2012 年 11 月底, 王连铮研究员共主持育成大豆品种 34 个(其中国审大豆品种 10 个), 累计推广面积 1.5 亿亩; 发表论文 170 余篇, 其中 SCI 收录 4 篇, CABI 收录 27 篇; 合著《Feeding A Billion》、《大豆基因工程的受体系统》、《大豆遗传育种学》、《中国农作物种业》、《现代中国大豆》、《大豆研究 50 年》等专著; 培养硕士研究生 3 名, 博士研究生 3 名, 博士后 1 名。获全国科学大会奖 1 项, 国家科技进步一等奖 1 项, 国家发明二等奖 2 项和省部级奖 9 项。

2012 年 12 月 5 日, 王连铮研究员将他获得的何梁何利奖金 20 万港元捐给中国作物学会, 连同他 2010 年获得中国作物学会科技成就奖的奖金 5 万元和课题组开发收入 5 万元, 作为“王连铮大豆科技发展基金”的启动资金, 用于奖励为我国大豆科技事业做出突出贡献的科技人员。