

文章编号:1673-1689(2005)02-0030-04

不同处理工艺对真空油炸毛豆品质的影响

范柳萍¹, 张懋¹, 韩娟¹, 陶谦¹, 肖功年²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 海通食品集团股份有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 研究了2种预处理工艺结合真空油炸对毛豆水分质量分数、脂肪质量分数和色差的影响。结果表明,与冷冻预处理和直接油炸(对照)相比,预干燥可以有效地降低毛豆的脂肪质量分数,且没有显著性地影响毛豆的色泽($P > 0.05$)。随着前期热风预干燥时间的延长,真空油炸后毛豆的水分与脂肪质量分数逐渐减小,毛豆油炸干燥速度逐渐降低;另一方面,随着真空油炸时间的延长,毛豆自由水分逐渐减少,其后期干燥速率也逐渐降低。

关键词: 真空油炸; 热风干燥; 水分质量分数; 脂肪质量分数; 色差

中图分类号: S 565.1

文献标识码: A

Study on the Combined Vacuum Frying Dehydration of Green Soy Bean

FAN Liu-ping¹, ZHANG Min¹, HAN Juan¹, TAO Qian¹, XIAO Gong-nian²

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Haitong Food Group Ltd. Co, Cixi 315300, China)

Abstract: Effects of two pretreatment, combined with vacuum frying on the moisture content, fat content and color value of fried green soy bean were studied. The results showed that pretreatment of hot air drying could reduce the fat content of green soybean, while there were no significant effects on the color value ($P > 0.05$), comparing with the other pretreatment. The moisture and fat content, as well as drying rate decreased with increasing hot air drying time. On the other hand, free moisture and post-drying rate decreased with the increase of vacuum frying time [Statistic analysis showed that hot air drying time and frying time significantly affected the L , a and b value of green soy bean during combined vacuum frying ($P < 0.01$)].

Key words: vacuum frying; air drying; moisture content; fat content; color

毛豆(或青毛豆、菜用大豆)(*Glycine max* Merr.),是指在R6(鼓粒盛期)至R7(初熟期)生育期间收获的大豆。毛豆籽粒含有丰富的营养成分,其蛋白质质量分数高达13.6%~17.6%,脂肪质量分数5.7%~7.1%,且基本为不饱和脂肪酸。它是一种营养丰富、经济效益高的蔬菜品种。

真空油炸是将油炸和脱水作用有机地结合在

一起的高新技术。它使样品处于负压状态进行食品加工,可以减轻甚至避免氧化作用(例如脂肪酸败、酶促褐变和其他氧化变质等)所带来的危害^[1,2]。与常压油炸相比,真空油炸技术可以显著地降低产品的脂肪质量分数,但产品的脂肪质量分数仍在30%以上,口感有明显的油腻味,影响产品的风味和销售。降低油炸果蔬脂肪含量成为研究的热点,何健

收稿日期:2004-07-07; 修回日期:2004-11-05.

基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK2004017)资助课题.

作者简介:范柳萍(1972-),女,山西晋中人,食品科学与工程博士研究生.

以油炸香蕉片、油炸麻叶为例,阐述了油炸食品含油量的影响因素,并用正交试验选择最佳工艺条件,探索了含油量的控制方法^[3]。罗庆丰等从工艺与设备结构两方面阐述了真空油炸过程中影响果蔬脆片含油率的主要因素,并提出了控制含油率的合理参数^[4]。另外国内还有关于真空油炸苹果、哈密瓜、芋、鲮鱼、土豆^[2,5~9]等果蔬脆片的研究报道。目前为止,国内尚无关于预处理技术,即真空油炸技术结合干燥处理对毛豆品质影响的系统、深入地研究。因此,为更有效地降低产品的脂肪质量分数,提高产品品质,作者研究了不同预处理条件以及真空油炸前、后期热风干燥对毛豆水分质量分数、脂肪质量分数以及色差的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

毛豆:购于无锡天润发超市;大豆色拉油:市售;碳酸氢钠、氯化钠、硫酸锌:均为分析纯。

真空油炸设备:无锡南丰轻化设备有限公司生产;干燥箱:上海跃进医疗器械厂生产;SZC-B脂肪测定仪:上海纤检仪器有限公司生产;WSC-S色差仪:上海精密科学仪器有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 预处理 新鲜毛豆去壳、低温漂烫、浸渍(60℃,3h)、冷却、沥干。浸渍液配方:10g/dL的碳酸氢钠+30g/dL的氯化钠溶液+100mg/L的硫酸锌。分别经以下3种预处理:毛豆经上述处理后直接进行真空油炸、-35℃冷冻过夜后真空油炸和40℃热风干燥2h后真空油炸。

1.2.2 真空油炸 选择真空度为0.09MPa,温度100℃,不同预处理的毛豆分别油炸5,10,15,20,25,30min,确定不同油炸时间下,预处理条件对毛豆基本特性:水分质量分数、水分活度、脂肪质量分数以及色差的影响。每次试验毛豆用量为100g,色拉油5L。

1.2.3 联合真空油炸干燥试验

1) 热风+真空油炸:上述低温漂烫、浸渍后的毛豆在70℃下分别干燥30,60,90,120min,得到水分质量分数不同的预干燥毛豆;最后,预干燥毛豆进行低温真空油炸,条件为真空度0.09MPa,温度100℃,油炸15min;考察其对毛豆基本特性:水分质量分数、色差以及脂肪质量分数的影响。

2) 真空油炸+热风干燥试验:上述预处理毛豆在真空度0.09MPa,温度100℃下分别油炸5,10,15,20,25min,冷却后,预炸毛豆分别在70℃下热风

干燥30,60,90,120min;考察其对水分质量分数、色差以及脂肪质量分数的影响。

1.2.4 水分的测定 以湿基计,按照GB5009.3-85^[10]。

1.2.5 脂肪的测定 以湿基计,按照GB5009.6-85^[10]。

1.2.6 色差的测定 采用WSC-S型全自动测色色差计测定脆片的颜色。工作条件为:C/2光源,测色光斑直径为10mm,以标准白板为标准样,标准白板在D₆₅光源下X,Y,Z分别为92.78,94.64,104.27。采用亨特均匀表色系统测定L,a,b值表示脆片的颜色,重复3次,其中L表示白度;红度a值表示色泽红/绿;黄度b值表示黄/蓝。

2 结果与讨论

2.1 不同预处理条件对毛豆基本特性的影响

2.1.1 不同预处理条件对毛豆水分质量分数和脂肪质量分数的影响 3种预处理条件对真空油炸毛豆水分质量分数和脂肪质量分数的影响见图1,2。随着油炸时间的延长,水分质量分数逐渐减少,而脂肪质量分数逐渐上升。但不同预处理方法其水分和脂肪变化的程度不同,经热风干燥的毛豆水分质量分数降低程度比较缓和,冷冻过夜和直接油炸的毛豆在油炸前15min内,水分急剧下降,但最终3种毛豆的水分质量分数均降到3%以下。对于相同的油炸时间,热风预干燥的毛豆水分与脂肪质量分数均最小,冷冻预处理次之,直接油炸的毛豆含有较高的水分与脂肪质量分数。这是因为热风预干燥降低了油炸前毛豆的初始水分质量分数,而脂肪的吸收与毛豆的水分质量分数呈正相关。

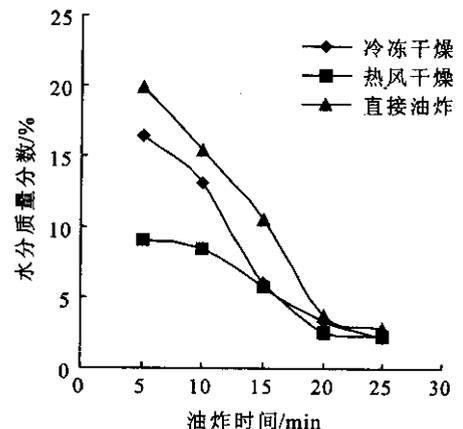


图1 预处理对油炸毛豆水分质量分数的影响

Fig. 1 Effect of pretreatment on moisture content of green soy bean

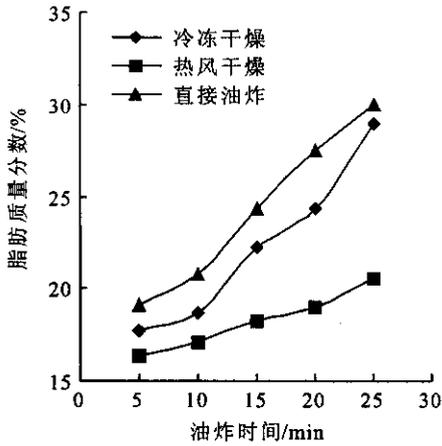


图2 预处理对油炸毛豆脂肪质量分数的影响

Fig. 2 Effect of pretreatment on fat content of green soy bean

2.1.2 不同预处理条件对毛豆色差的影响 预处理条件对油炸毛豆色差的影响见表1. 统计分析表明, 3种预处理条件显著地影响毛豆的 L 值 ($P < 0.05$). 当达到相同的水分质量分数3%时, 热风干燥处理后毛豆的 L 值最低, 直接油炸的毛豆 L 值最高. 前期的热风干燥导致了毛豆的褐变, 从而降低了其 L 值. 对 a, b 值而言, 直接油炸毛豆 a, b 值最小, 冷冻次之, 热风干燥的毛豆 a, b 值最高. 热风干燥预处理毛豆颜色偏黄, 而直接油炸毛豆颜色最绿. 但统计分析表明, 它们之间并没有显著性差别 ($P > 0.05$). 预处理毛豆色差方差分析以及 Duncan's 新复极差法比较分析结果见表1.

表1 不同预处理方法对毛豆色差的影响

Tab. 1 Effect of different pretreatment on the (L, a and b) value of green soybean

预处理	L 值	a 值	b 值
直接油炸	44.75 ± 0.09a	-5.65 ± 0.72a	21.93 ± 0.08a
冷冻	44.69 ± 0.22a	-5.42 ± 0.11a	22.52 ± 0.60a
热风干燥	41.44 ± 0.53b	-5.32 ± 0.39a	22.59 ± 0.10a
因素	P 值		
预处理	<0.0001	0.7008	0.1140

注: 同一列内相同的字母表示没有显著性差异.

2.2 热风干燥+真空油炸工艺对毛豆水分、脂肪质量分数和色差的影响

通过3种预处理试验可知, 脂肪质量分数与毛豆的水分质量分数呈正相关. 采用预干燥技术可以减少产品最初的水分质量分数, 从而有效地降低毛豆的脂肪质量分数. 色泽的统计分析表明, 与其它2种预处理相比, 毛豆预干燥并没有显著性影响毛豆的绿色. 因此, 试验考察真空油炸前、后热风干燥以

及不同的热风干燥时间对毛豆水分质量分数、脂肪质量分数以及色差的影响.

2.2.1 热风干燥+真空油炸工艺对毛豆水分、脂肪质量分数的影响 热风预干燥对油炸毛豆水分、脂肪质量分数的影响见图3. 在热风预干燥阶段, 水分的变化遵循干燥一级动力学规律. 随着热风预干燥时间的延长, 真空油炸后毛豆的水分和脂肪质量分数逐渐减小. 这种变化规律与 Gamble 及 Krokida 等人的研究结果相同^[11,12]. 同时, 随着自由水质量分数的减少, 毛豆油炸干燥速度逐渐降低, 热风干燥90 min后, 水分和脂肪质量分数的降低趋势变缓. 当热风干燥120 min, 油炸15 min后, 毛豆的水分和脂肪质量分数分别降到2.07%和17.88%.

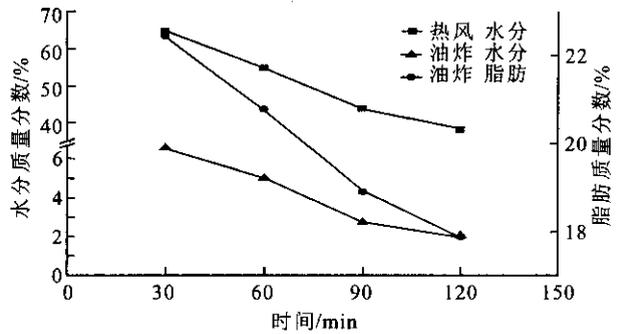


图3 热风前期预干燥对油炸毛豆水分、脂肪质量分数的影响

Fig. 3 Effects of hot air pre-drying on the moisture and fat content of vacuum fried bean

2.2.2 热风干燥+真空油炸工艺对毛豆色差的影响 毛豆的 L 值随热风干燥时间的延长而降低(见表2), 这是因为热风干燥导致了毛豆的褐变以及色素的浓缩; 毛豆 a 值随热风干燥时间的延长而增加, 油炸毛豆 a 值随油炸前热风干燥时间的延长而增加, 表明在热风干燥过程中, 叶绿素受到破坏, 其色泽逐渐变黄. 与此相一致, 随热风时间的延长, b 值呈上升趋势. 毛豆色差方差分析以及 Duncan's 新复极差法比较分析结果见表2. 统计分析表明, 前期热风干燥及油炸时间对毛豆 L, a, b 值的影响具有显著性 ($P < 0.01$), 而热风干燥之后, 真空油炸对毛豆 L 值并没有显著性影响 ($P > 0.05$). 这是因为采用真空油炸, 油炸温度大大降低, 而且油炸锅内的氧气大幅度减少, 可以较好避免毛豆的褐变.

2.3 真空油炸+热风干燥工艺对毛豆基本特性的影响

2.3.1 真空油炸+热风干燥工艺对毛豆水分、脂肪质量分数的影响 随着真空油炸时间的延长, 毛豆水分质量分数逐渐减少, 脂肪质量分数逐渐提高. 同时, 随着自由水分的减少, 毛豆后期干燥速率

逐渐降低(见图 4)。油炸 5, 10 min 时,毛豆脂肪质量分数低,但水分质量分数较高,因此,后期热风干燥需要较长的时间,且产品品质较差。而油炸 20

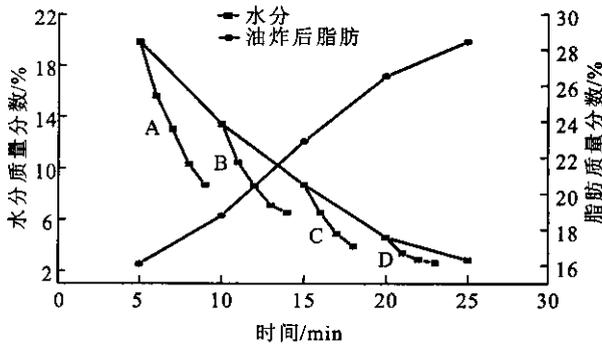
min 后,毛豆的脂肪质量分数较高。油炸 15 min 的毛豆,再经过 90 min 热风干燥后,其水分和脂肪质量分数分别为 3.91%, 22.61%。

表 2 热风干燥+真空油炸工艺对毛豆色泽的影响

Tab. 2 Effect of air pre-drying on the (*L*, *a* and *b*) value of green soy bean

时间	<i>L</i> 值	<i>a</i> 值	<i>b</i> 值	炸后 <i>L</i> 值	炸后 <i>a</i> 值	炸后 <i>b</i> 值
30	51.97±1.02a	-11.22±0.47a	19.02±0.08a	50.38±0.23a	-8.36±0.26a	19.89±0.14a
60	48.60±0.43b	-9.57±0.23b	19.22±0.12a	48.11±0.08b	-7.71±0.17b	20.54±0.15b
90	48.20±0.34b	-9.13±0.40b	19.63±0.12b	45.79±0.34c	-5.96±0.13c	20.87±0.16c
120	45.98±0.67c	-9.02±0.16b	19.74±0.15b	42.73±0.80d	-5.88±0.15c	21.04±0.19c
因素	<i>P</i> 值					
热风	<0.0001	0.0001	0.0003			
油炸	0.09	<0.0001	<0.0001			

注:同一列内相同的字母表示没有显著性差异。



A. 油炸 5 min 之后的热风干燥曲线; B. 油炸 10 min; C. 油炸 15 min; D. 油炸 20 min

图 4 热风后期干燥对油炸毛豆水分、脂肪质量分数的影响

Fig. 4 The effects of air post-drying on the moisture and fat content of fried green soybean

表 3 真空油炸+热风干燥对毛豆色泽的影响

Tab. 3 Effect of air post-drying on the (*L*, *a* and *b*) value of green soy bean

时间	<i>L</i> 值	<i>a</i> 值	<i>b</i> 值	烘后 <i>L</i> 值	烘后 <i>a</i> 值	烘后 <i>b</i> 值
5	50.61±0.93a	-9.27±0.19a	19.70±0.13a	49.63±0.20a	-8.45±0.19a	20.78±0.19a
10	47.58±0.28b	-9.14±0.56a	20.12±0.13b	46.64±0.24b	-7.40±0.14b	21.44±0.16b
15	46.33±0.43b	-8.86±0.21a	20.22±0.13b	45.78±0.43c	-7.10±0.27bc	21.80±0.34b
20	44.75±0.09c	-8.21±0.15b	20.44±0.36b	44.46±0.48d	-6.66±0.40c	22.50±0.15c
因素	<i>P</i> 值					
油炸	<0.0001	<0.0001	0.0001			

注:同一列内相同的字母表示没有显著性差异。

2.3.2 真空油炸+热风干燥工艺对毛豆色泽的影响 毛豆真空油炸 5, 10, 15, 20 min 后,再经过热风干燥 90 min,其色泽变化见表 3。可以看出,*L* 值随油炸时间的延长呈指数下降,而其 *a*, *b* 值呈指数规律上升。毛豆色差方差分析及 Duncan's 新复极差法比较分析结果见表 3。统计分析表明,油炸时间对毛豆 *L*, *a*, *b* 值均有极显著性影响($P < 0.01$);毛豆热风干燥后,其 *L* 值并没有显著性变化($P > 0.01$),而其 *a*, *b* 值发生显著性变化($P < 0.01$)。这是热风干燥使叶绿素发生降解,从而使毛豆偏黄色。

表 7 融合子与亲本菌株的 PVA 降解性能

Tab. 7 Ability to degrade PVA of the fusant and parent mutants

菌株	PVA 去除率/%	COD _{cr} 去除率/%	菌株	PVA 去除率/%	COD _{cr} 去除率/%
K-15	100	100	F-3	94	105
S-7	91	93	F-4	136	104
F-1	89	80	F-5	104	78
F-2	86	110	F-6	82	96

表 8 不同活性污泥处理 PVA 废水的效果

Tab. 8 Comparison results of wastewater treatment using the different active sludge

活性污泥	优势降解菌株	PVA 去除率/%	COD _{cr} 去除率/%
1 [#]	常规	29	69
2 [#]	K-15	63	82
3 [#]	S-7	59	84
4 [#]	F-4	87	85
5 [#]	K-15 混合 S-7	68	86

3 结 论

从自然界中分离到 4 株 PVA 降解细菌,经紫外诱变后,得到两株具有链霉素和卡那霉素单重抗药性的突变株 (S-7 和 K-15),其 PVA 去除率分别比原来提高了 0.47 倍和 0.27 倍。将 S-7 和 K-15 作为亲本菌株,进行原生质体融合,在优化条件下,融合率达到 4.603×10^{-5} 。融合子 F-4 菌株的 PVA 降解能力超过亲本菌株,PVA 去除率达到 79.9%,是原始菌株的两倍;将 F-4 菌株培养成活性污泥后,PVA 去除率可达 87%,是普通活性污泥的 3~4 倍。这充分说明原生质体融合技术在难降解有机工业废水的生物降解菌育种上是有应用前景的。

参考文献:

- [1] 顾鼎言. 印染废水处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1985.
- [2] Suzuki T, Ichihara Y, Yamada M, *et al.* Purification and properties of secondary alcohol oxidase from a strain of *Pseudomonas*[J]. *Agric Biol Chem*,1973,37(6):747-756.
- [3] 诸葛健,王正祥. 工业微生物实验技术手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,1997.5-7.
- [4] 廖劲松. 原生质体融合选育高效菌株净化 PVA 工业废水的研究[D]. 郑州:郑州工程学院,2001.26-35.
- [5] 宋大新. 微生物学实验技术教程[M]. 上海:复旦大学出版社,1992.30-39.
- [6] 温天舜,周大强,刘一勋. 随机数据分析与处理——应用概率统计[M]. 开封:河南大学出版社,1993.5-18.

(责任编辑:李春丽)

(上接第 33 页)

参考文献:

- [1] 张炳文,郝真红,杜红霞. 低温真空油炸技术综述[J]. *粮油食品科技*,1997,(5):10-15.
- [2] 沈泽洞,黄键豪. 鲮鱼低温真空油炸的研究[J]. *食品工业科技*,2001,(22):26-29.
- [3] 何健. 降低油炸食品含油率的研究[J]. *食品科技*,2002,(6):20-22.
- [4] 罗庆丰,夏德昭,刘勤生. 降低真空油炸果蔬脆片含油率的探讨[J]. *农机与食品机械*,1998,(4):6-8.
- [5] 张炳文,郝真红. 利用低温真空油炸技术研发酥脆枣产品[J]. *现代科技*,2002,(10):12-14.
- [6] 刘艳. 苹果脆片的研制和生产[J]. *食品工业科技*,1998,(3):56-57.
- [7] 许牡丹,杨芙蓉. 真空油炸土豆片的主要工艺条件的研究[J]. *西北轻工业学院学报*,1996,(1):93-98.
- [8] 石小琼,邓金星,刘锦华,等. 芋芋真空油炸最佳工艺研究[J]. *中国粮油学报*,2001,(16):54-59.
- [9] 蔡亚东,赵成军. 哈密瓜脆片真空油炸工艺技术[J]. *食品工业科技*,1998,(6):59-60.
- [10] 王肇慈. 粮油食品品质分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999.
- [11] Krokida M K, Oreopoulou V. Water loss and oil uptake as a function of frying time[J]. *Journal of Food Engineering*,2000,(44):39-46.
- [12] Gamble M H, Rice P. Effect of pre-fry drying of oil uptake and distribution in potato crisp manufacture[J]. *International Journal of Food Science and Technology*,1987,(22):535-548.

(责任编辑:杨勇)