

干燥条件对芝麻外观形态和营养成分的影响

范方婷, 陈 伟, 刘红彦*

(河南省农业科学院 植物保护研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 为了明确干燥条件对芝麻外观形态和营养成分的影响, 以豫芝 11 为供试材料, 研究了不同干燥温度、干燥时间下芝麻外观形态以及木脂素、粗脂肪、粗蛋白、脂肪酸含量的变化。结果表明: 随干燥时间、干燥温度的增加, 芝麻蒴果皮、芝麻粒的颜色加深, 硬度和开裂程度增加。干燥温度为 60 ℃ 时, 芝麻中营养成分损失较小, 木脂素、粗脂肪、粗蛋白、脂肪酸含量最高分别达 0.354 1%、76.6 mg/g、22.96 mg/g、593.78 mg/g, 且以上几种指标在同一干燥温度、不同干燥时间均存在一定差异, 综合多方面因素考虑, 干燥时间为 8 h 各营养成分损失较少, 内在品质较好。综合分析, 芝麻的适宜干燥条件应为 60 ℃ 干燥 8 h。

关键词: 芝麻; 干燥条件; 外观形态; 营养成分

中图分类号: S565.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)11-0036-04

Influence of Different Drying Conditions on Appearance and Quality of *Sesamum indicum* L.

FAN Fang-ting, CHEN Wei, LIU Hong-yan*

(Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to explore the impact of appearance and nutritional composition of *Sesamum indicum* L. in different dry conditions, using Yuzhi 11 for the test materials, several quality indices (including appearance, sesame lignans, crude fat, crude protein as well as fatty acid) under different drying temperature and different drying time were determined. The results showed that, at 60 degrees, sesame nutrients limited loss. It was indicated that lignans increased to 0.354 1%, crude fat increased to 76.6 mg/g, crude protein increased to 22.96 mg/g, and total fatty acids increased to 593.78 mg/g. These indices were significantly different in different drying time. Comprehensive analysis of several indicators suggested that sesame drying conditions should be set at 60 ℃ for 8 h, to keep the nutrients and quality.

Key words: *Sesamum indicum* L.; dry conditions; appearance; nutritional composition

芝麻(*Sesamum indicum* L.)属于胡麻科的1年生草本植物,是四大油料作物之一,在中国至少有2 000多年的种植历史。芝麻中含有大量的脂肪和蛋白质,具补肾强腰、滋补肝肾之功效;含有丰富的维生素E,能防止过氧化脂质对皮肤的伤害,起到软化血管、降低胆固醇和延缓衰老的作用^[1-2]。目前,芝麻已被国际植物遗传资源组织(IPGRI)列为有待

充分开发利用的作物之一^[3]。

芝麻中所含的营养成分是影响芝麻品质的重要因素,正确的加工方法对芝麻营养成分的保存有重要作用。目前,关于芝麻的功效和价值方面的报道很多,但对芝麻产后加工方面的研究报道较少,鉴于此,研究了不同干燥温度、干燥时间对芝麻外观形态及营养成分的影响,为芝麻产后加工方法的制定提供理论基础。

收稿日期: 2013-05-19

基金项目: 现代农业产业技术体系资金项目(CARS-15-1-05); 河南省创新型科技人才队伍建设工程项目

作者简介: 范方婷(1986-),女,河南辉县人,在读硕士研究生,研究方向: 中药材安全性评价。E-mail: fanfangting0@163.com *

通讯作者: 刘红彦(1964-),男,河南嵩县人,研究员,博士,主要从事植物病虫害生物防治研究。E-mail: liuhy1219@163.com

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试材料为豫芝 11, 来源于河南省农业科学院试验基地。

1.2 试验处理

将采收的芝麻蒴果放置于烘箱中, 分别在 40、50、60、70 °C 下干燥 2 h、4 h、6 h、8 h、10 h, 取出, 观察各处理芝麻蒴果的外观形态, 然后剥皮, 将得到的芝麻籽粒在组织粉碎机中粉碎, 过孔径为 0.45 mm 的筛后密封于惰性塑料袋中, 贮藏于 -20 °C 冰箱中, 以备测定营养成分。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 芝麻外观形态 每处理随机抽取芝麻蒴果样品 50 个, 观察其蒴果皮颜色、芝麻粒颜色、芝麻粒硬度、开裂程度。

1.3.2 木脂素含量 参照许荣年等^[4]的方法, 稍作改动。(1) 提取与净化: 称取 0.500 0 g 粉碎后 -20 °C 保存的芝麻样品, 加入 15 mL 正己烷和甲醇 (V/V=3:2), 超声 20 min, 重复加入 15 mL 正己烷和甲醇 (V/V=3:2), 抽滤, 用甲醇洗涤 3~4 次, 合并滤液, 转入圆底烧瓶中, 45 °C 旋蒸至干, 加入 6 mL 正己烷, 转入含有 100 mg C₁₈ 粉末的 10 mL 离心管中, 涡旋 1 min 后离心 15 min, 取上层清液, 待测。(2) 测定条件: Agilent TC-C18 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), 检测波长 290 nm, 流速 1.0 mL/min, 流动相为甲醇: 水 = 80:20 (V/V), 进样量 10 μL。

1.3.3 粗脂肪含量 参照 GB/T 5512-2008, 采用索氏抽提法测定。称取 2.500 0 g 粉碎后 -20 °C 保存的芝麻样品, 在 105 °C 温度下烘 30 min, 趁热倒入含有 2 g 脱脂细砂的研钵中。研磨至出油状, 完全转入滤纸筒, 然后放入抽提筒中, 同时注入乙醚, 抽提 8 h 左右, 至抽提管中的乙醚用玻璃片检查 (点滴试验) 无油迹为止, 然后回收乙醚, 将抽提瓶在 105 °C 温度下烘至恒质量, 抽提瓶增加的质量即为粗脂肪的质量, 然后计算其在芝麻中的含量。

1.3.4 粗蛋白含量 按照 GB/T 14489.2-2008 测定。称取 1.000 0 g 粉碎后 -20 °C 保存的芝麻样品, 放入消化管中, 放入 2 片消化片、12 mL 硫酸, 于 420 °C 下的消煮炉上消化至消化液呈透明的蓝绿色, 继续加热 1 h, 取出定容至 100 mL, 采用全自动定氮仪测定。

1.3.5 脂肪酸组成及含量 参照黄玉华等^[5]的方法, 稍作改动。(1) 称取 1.000 0 g 粉碎后 -20 °C 保

存的芝麻样品, 加入石油醚: 乙醚 = 1:1 (V/V) 的混合溶剂 10 mL, 振荡溶解, 再加入 0.4 mol/L 氢氧化钾-甲醇溶液 1 mL, 充分混匀, 于 60 °C 水浴 1 h 进行甲酯化反应, 冷却至室温后加入内标十九碳饱和脂肪酸甲酯, 然后加入 2 mL 蒸馏水, 剧烈振荡后离心, 取上层清液做色谱分析。(2) 色谱条件: 色谱柱为 HP-5 (60 m × 250 μm × 0.25 μm) 石英毛细管柱; 载气及流量为高纯氮气 25 mL/min, 空气 350 mL/min, 氢气 30 mL/min; 进样口温度 250 °C; 检测器温度 280 °C; 柱温箱温度 130 °C, 保持 1 min, 再以 6.5 °C/min 升温至 200 °C, 保持 10 min, 然后以 25 °C/min 升温至 230 °C, 保持 3 min; 分流进样, 分流比 30:1; 进样量 1 μL。利用外标法测定。

1.4 数据处理

试验结果以测定的平均值表示, 数据处理和统计分析采用 Excel 和 SPSS 17.0 软件。

2 结果与分析

2.1 干燥温度和干燥时间对芝麻外观形态的影响

由表 1 可见, 随着干燥时间、干燥温度的增加, 芝麻蒴果皮、芝麻粒的颜色逐渐加深, 分别由青色、白色变为深棕色、浅黄色; 硬度和开裂程度也逐渐增加。

表 1 干燥温度和干燥时间对芝麻外观形态的影响

干燥温度/°C	干燥时间/h	蒴果皮颜色	芝麻粒颜色	芝麻粒硬度/%	开裂程度/%
40	2	青色	白色	6	0
	4	青色	白色	11	2
	6	青色	白色	18	3
	8	青色	白色	24	5
	10	微显黄色	微显黄色	31	5
50	2	青色	白色	8	0
	4	微显黄色	白色	19	16
	6	微显黄色	微显黄色	28	20
	8	浅黄色	微显黄色	37	24
	10	浅黄色	浅黄色	45	33
60	2	青色	白色	27	23
	4	微显黄色	微显黄色	36	38
	6	浅黄色	微显黄色	45	28
	8	棕色	浅黄色	66	33
	10	棕色	浅黄色	70	45
70	2	微显黄色	微显黄色	40	16
	4	浅黄色	微显黄色	45	29
	6	深棕色	浅黄色	58	36
	8	深棕色	浅黄色	67	38
	10	深棕色	浅黄色	78	49

2.2 干燥温度和干燥时间对芝麻木脂素含量的影响

芝麻木脂素是芝麻主要生理活性物质, 也是非常优越的天然抗氧化剂, 占芝麻籽质量的

0.5%~1.0%。芝麻素、芝麻林素是芝麻中主要的木脂素,分别占木脂素含量的0.2%~0.5%和0.1%~0.3%^[6]。由图1可知,不同干燥温度下的芝麻在各干燥阶段其木脂素含量差异显著($P < 0.05$),整体上表现为,干燥温度为60℃的木脂素含量高于其他温度,此温度下,不同干燥时间木脂素含量最高达0.3541%,最低为0.3102%,差异相对较小;随干燥时间增加,各温度的木脂素含量总体呈先增加后降低的趋势,在干燥6h或8h达到最大。

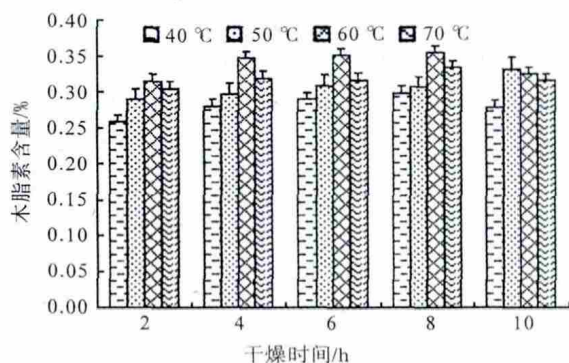


图1 干燥温度和干燥时间对芝麻木脂素含量的影响

2.3 干燥温度和干燥时间对芝麻粗脂肪含量的影响

脂肪在芝麻中具有很高的含量,是人体每天必需摄取的营养物质之一。由图2可知,除干燥2h外,同一干燥时间内,随干燥温度增加芝麻粗脂肪含量的变化趋势是一致的,均呈先降低后升高再降低的趋势,其中干燥4h、6h、8h的变化趋势较干燥10h明显。干燥6h、干燥温度为60℃时,芝麻中粗脂肪含量最高(76.6 mg/g)。在干燥温度为50℃时,不同干燥时间对芝麻中粗脂肪含量的影响不明显,且相同干燥时间,其粗脂肪的含量与其他干燥温度相比也较低,其原因有待于进一步研究。

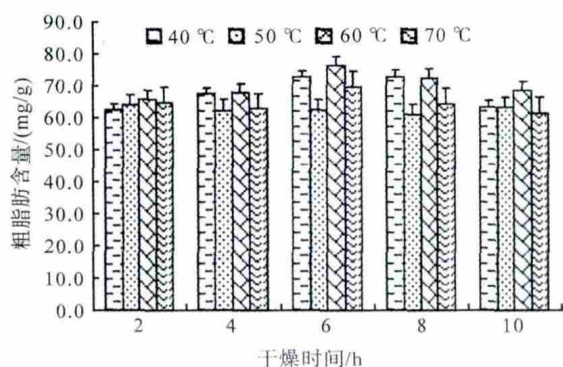


图2 干燥温度和干燥时间对芝麻粗脂肪含量的影响

2.4 干燥温度和干燥时间对芝麻粗蛋白含量的影响

芝麻中蛋白质的含量为20%~22%,榨油后副

产品麻渣或饼中蛋白质含量可达38%~50%,其氨基酸含量除赖氨酸外都接近或达到了FAO/WHO建议优质蛋白^[7-8]。由图3可知,随干燥时间的增加,同一干燥温度芝麻中粗蛋白含量有所增加,到干燥6h或8h达到顶峰,之后基本保持在20.34~22.96 mg/g;同一干燥时间不同干燥温度下芝麻粗蛋白含量差异不明显,干燥温度为60℃、干燥6h其粗蛋白含量最高,可达22.96 mg/g。

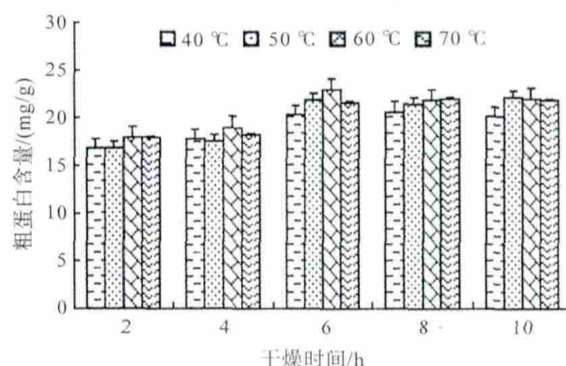


图3 干燥温度和干燥时间对芝麻粗蛋白含量的影响

2.5 干燥温度和干燥时间对芝麻脂肪酸含量的影响

芝麻的脂肪酸含量很高,居油料作物之首,其中,芝麻油中亚油酸含量高达33%~48%,其不但有利于人体吸收还可以降低人体中胆固醇的含量。由图4可见,随着干燥时间的增加,芝麻中总脂肪酸的含量有明显增加的趋势,其中在60℃干燥10h,含量最高(593.78 mg/g)。除干燥8h外,同一干燥时间均表现为干燥温度为60℃时芝麻的脂肪酸含量最高。另外,同一干燥时间,不同干燥温度之间差异明显,最大差异可达39.14%。

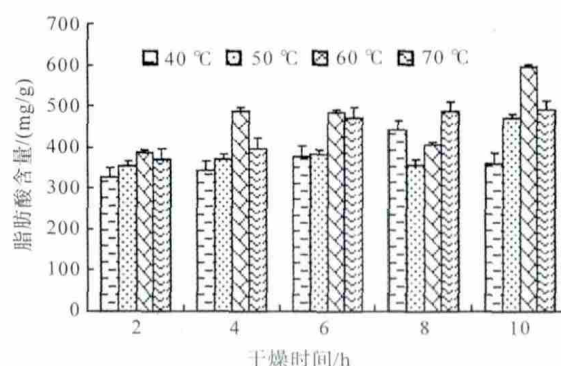


图4 干燥温度和干燥时间对芝麻脂肪酸含量的影响

2.6 芝麻干燥过程中各营养成分的变化

综合以上分析,干燥温度为60℃时芝麻营养成分的含量较高,因此,在干燥温度60℃条件下,监测了芝麻中各营养成分随着干燥时间增加的变化情况,结果见表2。由表2可知,不同干燥时间芝麻中营养成分含量差异明显,芝麻素、芝麻林素、油酸和

亚麻酸在干燥 8 h 含量最高;棕榈油酸干燥 8 h、10 h 无显著差异;棕榈酸在干燥 8 h 含量位居第 2,粗蛋白和硬脂酸在干燥 8 h 时含量位居第 3 位,但与干燥 10 h 无显著差异($P>0.05$)。芝麻中芝麻素和芝麻林素具有优越的抗氧化性和令人瞩目的保健功效,对芝麻品质有重要影响,近年来受到了日本、韩国等国专家的极大关注^[9]。综合考虑,在干燥温度 60 ℃ 条件下,干燥 8 h 芝麻营养成分损失较少。

表 2 不同干燥时间对芝麻营养成分的影响

营养成分	干燥时间/h				
	2	4	6	8	10
芝麻素/%	0.344±0.13	0.338±0.10	0.350±0.07	0.354±0.09	0.332±0.23
芝麻林素/%	0.155±1.22	0.176±0.54	0.178±0.20	0.183±1.30	0.179±1.40
粗脂肪/(mg/g)	63.213±0.13	65.907±0.91	66.053±0.79	62.787±1.42	68.730±0.68
粗蛋白/(mg/g)	17.930±0.45	18.990±0.98	22.960±0.96	21.830±2.21	21.950±2.01
棕榈酸/(mg/g)	30.603±0.08	34.400±1.04	41.260±2.55	50.117±0.77	71.080±1.44
棕榈油酸/(mg/g)	0.437±0.33	0.417±0.67	0.513±0.33	0.670±0.58	0.673±0.88
硬脂酸/(mg/g)	15.570±1.00	16.053±0.12	29.643±2.17	17.547±0.86	17.554±1.53
油酸/(mg/g)	113.501±0.39	112.767±0.07	128.083±0.18	199.730±0.54	167.445±1.28
亚油酸/(mg/g)	195.203±0.21	221.339±0.45	310.763±0.73	260.459±1.55	265.108±1.35
亚麻酸/(mg/g)	1.960±0.19	2.243±0.67	2.183±1.75	2.877±0.96	2.857±2.71

3 结论与讨论

芝麻含有丰富的营养及生理活性成分,具有很强的营养保健功能,被誉为食补佳品^[10]。目前,关于芝麻产后贮藏^[11]及加工炮制方面的研究报道较少,本研究考察了不同干燥温度及干燥时间对芝麻营养成分的影响,结果表明:干燥温度为 60 ℃,芝麻的大部分营养成分含量较高,营养成分的损失较小;不同干燥时间对芝麻营养成分含量的影响差异明显,营养成分达到最高含量时所需的干燥时间不同,综合多方面因素考虑,干燥温度 60 ℃、干燥时间 8 h 条件下芝麻营养成分损失较小。

研究中发现,在一定温度范围内,随干燥温度的升高和干燥时间的增加,芝麻粒颜色逐渐加深,由白色变为浅黄色,芝麻中木脂素呈先增加后降低的趋势,相关报道表明,芝麻木脂素中的主要成分芝麻林素在受热条件下会转化生成芝麻素酚^[9],酚类物质可以与多酚氧化酶生成深色的酮类物质^[12],芝麻颜色加深是否由此造成,有待于进一步研究。

芝麻中营养成分含量的多少是芝麻内在质量的直接反映,本试验通过对干燥条件的考察,筛选出能够保留芝麻较高营养成分的干燥条件,为芝麻的合理加工利用提供了依据。

参考文献:

[1] Lemcke-Norojarvi M,Kamal-Eldin A,Appelqvist L A, et al. Corn and sesame oils increase serum gammatocopherol concentrations in healthy Swedish women[J]. J

Nutr,2001,131:1195-1201.
[2] Takashi Ide, Lakshmikuttyamma Ashakumary, Yoko Takahashi, et al. Sesamin, a sesame lignan, decreases fatty acid synthesis in rat liver accompanying the down regulation of sterol regulatory element binding protein-1 [J]. Biochimica et Biophysica Acta,2001,1534:1-13.
[3] Beatrice A Were, Augustino O Onkwere, Samuel Gudu, et al. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years[J]. Field Crops Research,2006,97: 254-260.
[4] 许荣年,秦志荣,任一平,等. 芝麻油中芝麻素、芝麻林素的研究[J]. 食品科学,2006(27):208-210.
[5] 黄玉华,邓泽元. 芝麻中脂肪酸成分的 GC 分析[J]. 现代食品科技,2006(2):225-226.
[6] 唐传核,彭志英. 芝麻木酚素“芝麻素”研究概况[J]. 粮食与油脂,2000(6):37-39.
[7] 李干红,丁晓雯. 芝麻蛋白研究概况[J]. 粮食与油脂, 2003(4):14-16.
[8] 刘大川,凌关庭. 食用植物油与植物蛋白[M]. 北京:化学工业出版社,2001:112-114.
[9] 陈凤香,曹文明,曹国武,等. 芝麻木脂素研究进展[J]. 粮食与油脂,2012(6):1-6.
[10] 李娜. 芝麻的营养成分与食疗保健作用[J]. 中国食物与营养,2008(5):55-60.
[11] 张超美. 芝麻种子贮藏管理技术[J]. 现代农业科技, 2010(21):104,106.
[12] 李潇,刘宇,谢春阳,等. 不同干燥条件对山富士苹果总多酚及多酚氧化酶活性的影响[J]. 农产品加工, 2011(9):47-50.