

李刚波,陈 刚,赵 林,等. 大棚栽培对砂梨果实生长发育及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(2):136-139.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.02.024

大棚栽培对砂梨果实生长发育及品质的影响

李刚波¹, 陈 刚², 赵 林¹, 张 婷¹, 张 梅¹, 樊继德¹, 盛宝龙³

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏徐州 221121; 2. 江苏省睢宁县双沟镇农业技术推广服务中心, 江苏睢宁 221200;
3. 江苏省农业科学院果树研究所, 江苏南京 210014)

摘要:以砂梨苏翠 1 号和翠冠为材料, 研究大棚栽培对果实生长发育及果实品质的影响, 结果表明, 大棚栽培与露地栽培果实发育期内的生长速度、单果质量增加幅度高于露地栽培, 但并没有达到显著水平。大棚栽培与露地栽培果实可溶性糖含量差异显著, 主要以果糖和蔗糖含量所占可溶性糖含量较高, 其中苏翠 1 号果糖含量大棚栽培较露地栽培显著高 19.36% ($P < 0.05$), 翠冠梨大棚栽培较露地栽培显著高 17.63% ($P < 0.05$)。大棚栽培对砂梨果实酸组分含量影响不尽相同, 除莽草酸外, 果实有机酸含量及酸组分含量均有显著差异。翠冠和苏翠 1 号糖酸比大棚栽培较露地栽培分别显著高 34.47%、44.55% ($P < 0.05$), 可溶性固形物含量均表现为大棚栽培 > 露地栽培, 但差异未达显著水平。综合来看, 砂梨大棚栽培较为适宜在徐淮地区推广。

关键词:砂梨; 大棚栽培; 生长发育; 品质

中图分类号: S661.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)02-0136-04

砂梨是世界上特有的原产于中国的 4 个梨栽培种(砂梨、白梨、秋子梨、新疆梨)之一, 以果肉中含

收稿日期:2018-10-30

基金项目:江苏省徐州市科技计划(编号:KC18128);江苏省苏北科技专项资金项目(编号:SZ-XZ2017035);江苏省农业重大新品种创制项目(编号:PZCZ201726);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(16)1031]。

作者简介:李刚波(1987—),男,山东平度人,助理研究员,主要从事果树栽培生理研究。E-mail: ligangbo127@163.com。

通信作者:盛宝龙,研究员,主要从事梨品种选育和栽培技术研究。E-mail: shengbl@jaas.ac.cn。

有砂砾状的石细胞而得名。苏翠 1 号梨是由江苏省农业科学院果树研究所早熟梨华酥为母本、翠冠为父本杂交选育而成的早熟砂梨新品种, 适应性广, 种植范围广, 在江苏、浙江、湖南、湖北等砂梨适宜栽培区均可种植^[1]。早熟砂梨果实在较短的生长发育周期内即可达到具备梨品种特有的色、香、味的食用状态, 能够提早上市, 越来越受到消费者的喜爱^[2]。

砂梨原产于长江流域及其以南地区, 而南方地区受高温多雨气候影响, 降雨量大, 病虫害发生程

[11] 郭余龙, 闫明旭, 陈 君, 等. 矮牵牛 *PMADS9* 基因启动子的克隆及分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(2): 275-280.

[12] 杨 莎, 张 彬, 韩 垚, 等. 矮牵牛 *PDS* 基因的克隆及其在 shRNA 介导的基因沉默中的应用[J]. 园艺学报, 2017, 44(2): 315-322.

[13] 李 颖, 刘姬艳, 胡江琴, 等. 矮牵牛转基因体系的建立及转 *BIO* 和 *bio* 基因研究初报[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2013, 39(1): 42-49.

[14] 魏 跃, 王开冻, 李洪海, 等. 矮牵牛四倍体的诱导及其形态特征[J]. 江苏农业科学, 2007(3): 125-127.

[15] 张红梅, 张蜀宁, 孔艳娥, 等. 利用青花菜幼嫩雌蕊进行染色体核型分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(5): 727-730.

[16] 张凌媛, 郭启高, 李晓林, 等. 枇杷气孔保卫细胞叶绿体数目与倍性相关性研究[J]. 果树学报, 2005, 22(3): 229-233.

[17] 刁卫平, 崔 利, 江 彪, 等. 黄瓜同源三倍体创制及减数分裂行为观察[J]. 西北植物学报, 2009, 29(1): 36-42.

[18] 魏 跃, 张蜀宁, 隋益虎, 等. 同源四倍体矮牵牛花粉母细胞减数分裂观察[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1742-1745.

[19] 申书兴, 侯喜林, 张成合. 利用小孢子培养创建大白菜初级三体的研究[J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1209-1214.

[20] 钟 程, 张蜀宁, 于旭红, 等. 白菜 2n 配子诱导及有性多倍化创制四倍体的研究[J]. 园艺学报, 2010, 37(11): 1789-1795.

[21] 刘学岷, 申书兴, 孙日飞, 等. 大白菜二倍体与四倍体杂交后代倍性及胚胎学观察[J]. 园艺学报, 1996, 23(3): 309-311.

[22] 胡金良, 徐汉卿, 刘惠吉, 等. 二倍体和四倍体小白菜的胚胎学研究[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(4): 15-19.

[23] 王润奇, 高俊华, 王志兴, 等. 谷子三体系的建立[J]. 植物学报, 1994, 36(9): 690-693.

[24] 柳霖坡, 张成合, 张 丽, 等. 甘蓝异倍体间杂交获得三倍体和非整倍体的研究[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(3): 69-72.

[25] 张成合, 张书玲, 申书兴, 等. ‘青露’菜薹三倍体的获得及其胚胎学观察[J]. 园艺学报, 2001, 28(4): 317-322.

度严重^[3],梨树种植适宜选择大棚栽培。雨水是病原菌传播的重要介质,大棚栽培可以有效隔绝叶片与雨水的直接接触,减少病虫害的发生程度。但大棚栽培多采用聚乙烯薄膜,长时间使用易造成棚内光照度较露地低,使果实品质的形成受到影响。有研究发现,大棚栽培显著降低了设施内环境土壤含水量,大棚内蓝紫光和红光的透光率被削弱,如影响桃果实中的挥发性物质组成^[4]、明显降低大樱桃果实的裂果率^[5]、提高葡萄果粒醛类化合物的合成量升高^[6]并显著降低葡萄病虫害的发生程度^[7]。大棚栽培通过改变果树生长环境中的光照、温湿度、土壤含水量等生态因素,从而间接影响果树的营养生长、生殖生长及果实品质的形成。目前,大棚栽培在桃^[8]、樱桃^[9]、苹果^[10]等果树上已有大量研究,但针对早熟砂梨大棚栽培研究相对较少。本试验通过比较研究大棚栽培与露地栽培下早熟砂梨果实的生长发育及果实糖酸的含量变化差异,探究大棚栽培

对果实生长和糖酸含量的影响,以期及早熟砂梨大棚栽培在江苏徐淮地区推广提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料与设计

1.1.1 供试材料 试验于 2017 年在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所现代农业试验示范基地梨园内进行。黏壤土,土壤有机质含量 5 g/kg,铵态氮含量 45.01 mg/kg,硝态氮含量 14.21 mg/kg,速效钾含量 195.86 mg/kg,速效磷含量 35.24 mg/kg。梨园管理水平较好,5 年生翠冠和苏翠 1 号梨树,株行距 3 m×5 m,物候期如表 1 所示。大棚为生产上常规的卷膜式连栋钢架大棚,单栋棚长×宽×高为 90 m×5 m×5 m,南北走向,透光率为 90% 的聚乙烯薄膜。日常栽培管理为:在无雨天气将棚膜卷起,降雨前将棚膜放下,其他栽培管理方式大棚栽培与露地栽培相同。

表 1 梨物候期

品种	露蕾期 (月-日)	初花期 (月-日)	盛花期 (月-日)	落花期 (月-日)	幼果期 (月-日)	膨大期 (月-日)	成熟期 (月-日)
苏翠 1 号	03-22-27	03-28-31	04-01-05	04-06-09	04-10-05-27	05-28-06-27	06-28-07-15
翠冠	03-22-26	03-27-30	04-01-07	04-08-12	04-12-06-03	06-04-07-09	07-20-08-05

1.1.2 试验设计 试验设 4 个处理,苏翠 1 号和翠冠的大棚栽培处理和露地栽培处理,以露地栽培作为对照。每种处理选择长势一致、留果量大致相同的 30 棵树,自盛花期后 35 d 开始,每间隔 7 d 取树冠外围 20 个果实以作果实纵横径、单果质量的测定。果实成熟采收后随机采取树冠外围成熟果实 20 个用作果实可溶性糖和有机酸含量的测定样品。

1.2 指标测定

采用精度为 0.01 mm 的数显游标卡尺测量果实纵横径;用电子天平测定果实单果质量;每种处理均随机选取 20 个果实测定,取平均值。可溶性固形物含量(soluble solids content, SSC)采用手持 LB32T 折光仪进行测定;果实糖酸组分测定参照姚改芳等的方法,采用美国生产的 Agilent1260 Infinity 高效液相色谱仪,色谱柱为 Zorbax Carbohydrate Analys column(250 mm×4.6 mm,5 mm,Agilent),流动相为 乙腈:水=7:3,流速 0.7 mL/min,柱温 30 ℃,进样量为 20 μL,3 次重复,取均值^[11]。可溶性总糖为蔗糖、果糖、葡萄糖、山梨醇含量的总和,有机酸含量为苹果酸+奎尼酸+柠檬酸的和,糖酸比为可溶性糖含量与有机酸含量的比值。

1.3 试验数据处理

数据采用 SPSS 19.0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 大棚栽培对果实生长及单果质量的影响

从表 2 至表 4 中可以看出,2 种栽培模式下的苏翠 1 号和翠冠在果实生长发育 42~98 d 内,纵横径生长速度和果实单果质量增加均没有表现出明显的差异,果实成熟后,大棚栽培的单果质量较露地栽培高,但差异均没有达到显著水平,说明大棚栽培对 2 种早熟砂梨果实生长、果实成熟后单果质量没有显著影响。

2.2 大棚栽培对糖酸组分含量的影响

从表 5 中可以看出,2 个早熟砂梨品种的果实果糖、葡萄糖含量在大棚栽培和露地栽培 2 种栽培方式下差异较大,均达到了显著水平($P<0.05$),表明大棚栽培对果实糖组分含量的影响较大。苏翠 1 号大棚栽培果糖含量较露地栽培显著高 19.36% ($P<0.05$),翠冠大棚栽培果糖含量较露地栽培显著高 17.63% ($P<0.05$)。另外,从表 5 中可以看出成熟果实主要以果糖和蔗糖含量所占可溶性糖含

表 2 大棚栽培果实纵径的变化

生长时间 (d)	苏翠 1 号纵径(cm)		翠冠纵径(cm)	
	大棚栽培	露地栽培	大棚栽培	露地栽培
42	3.21a	3.25a	3.29a	3.28a
49	3.51a	3.49a	3.52a	3.59a
56	4.07a	4.16a	4.29a	4.32a
63	4.59a	4.50a	4.59a	4.53a
70	5.31a	5.28a	5.29a	5.33a
77	5.88a	5.89a	5.93a	6.00a
84	6.80a	6.84a	6.86a	6.90a
91	7.51a	7.46a	7.59a	7.48a
98	8.11a	8.15a	8.07a	8.16a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

表 3 大棚栽培对果实横径的影响

生长时间 (d)	苏翠 1 号横径(cm)		翠冠横径(cm)	
	大棚栽培	露地栽培	大棚栽培	露地栽培
42	3.11a	3.09a	3.14a	3.09a
49	3.28a	3.31a	3.24a	3.22a
56	4.21a	4.19a	4.25a	4.22a
63	4.70a	4.66a	4.71a	4.75a
70	5.91a	5.98a	5.95a	5.89a
77	6.48a	6.51a	6.42a	6.37a
84	6.75a	6.81a	7.01a	7.15a
91	7.83a	7.74a	7.80a	7.92a
98	8.21a	8.16a	8.45a	8.38a

表 5 大棚栽培对可溶性糖组分含量的影响

品种	栽培方式	果糖含量 (mg/g)	蔗糖含量 (mg/g)	葡萄糖含量 (mg/g)	山梨醇含量 (mg/g)
苏翠 1 号	大棚栽培	39.83±0.47a	30.36±0.72a	17.26±0.26a	24.81±2.02a
	露地栽培	33.37±1.16b	28.47±1.64ab	10.84±1.62b	20.52±2.75ab
翠冠	大棚栽培	37.77±0.55a	25.24±1.59b	16.81±0.66a	20.43±0.85ab
	露地栽培	32.11±2.05b	20.63±2.58c	10.12±0.37b	19.23±0.95b

表 6 大棚栽培果实有机酸组分含量的变化

品种	栽培方式	苹果酸含量 (mg/g)	奎宁酸含量 (mg/g)	莽草酸含量 (mg/g)	柠檬酸含量 (mg/g)
苏翠 1 号	大棚栽培	1.27±0.11c	1.31±0.04b	0.19±0.01a	0.53±0.01c
	露地栽培	1.94±0.05a	1.47±0.04a	0.18±0.01a	0.36±0.08d
翠冠	大棚栽培	1.56±0.06b	1.29±0.06b	0.21±0.05a	0.78±0.03a
	露地栽培	1.87±0.12a	1.48±0.05a	0.21±0.03a	0.68±0.03b

实的苹果酸、柠檬酸、奎宁酸含量变化,而对莽草酸含量影响相对较小,并不显著。

2.3 大棚栽培对果实内在品质的影响

从表 7 可见,大棚栽培对 2 个砂梨品种的可溶性糖含量、有机酸含量、糖酸比较露地栽培均达显著影响($P<0.05$),对可溶性固形物含量影响相对较小,并不显著。其中,苏翠 1 号大棚栽培可溶性糖含量较露地栽培显著高 20.47% ($P<0.05$),翠冠可溶性糖含量大棚栽培较露地栽培显著高 22.13%

表 4 大棚栽培对单果质量的影响

生长时间 (d)	苏翠 1 号单果质量(g)		翠冠单果质量(g)	
	大棚栽培	露地栽培	大棚栽培	露地栽培
42	16.87a	17.20a	15.83a	16.76a
49	26.67a	25.28a	25.91a	26.32a
56	41.53a	42.64a	42.65a	40.99a
63	60.26a	58.81a	61.02a	59.14a
70	99.36a	96.02a	99.44a	101.37a
77	149.72a	140.29a	151.07a	155.23a
84	200.31a	189.96a	211.15a	200.41a
91	260.13a	259.97a	279.52a	259.36a
98	341.60a	330.49a	348.71a	333.54a

量较高。由此可见,大棚栽培主要影响了砂梨果实的果糖、蔗糖、葡萄糖及山梨醇之间的转化与积累量,且对不同梨品种果实糖组分含量的影响也不同。

从表 6 中可以看出,除莽草酸含量外,大棚栽培对苹果酸、奎宁酸和柠檬酸含量影响较大,均达到了显著水平($P<0.05$)。2 个品种的苹果酸和奎宁酸含量表现一致,均为大棚栽培<露地栽培,而柠檬酸含量均是大棚栽培>露地栽培。翠冠大棚栽培苹果酸含量、奎宁酸含量分别较露地栽培显著低 16.58%、12.84% ($P<0.05$);苏翠 1 号大棚栽培苹果酸含量、奎宁酸含量分别较露地栽培显著低 34.54%、10.88%。表明大棚栽培主要影响砂梨果

($P<0.05$);而 2 个品种的大棚栽培有机酸含量均显著小于露地栽培($P<0.05$)。2 个砂梨品种果实糖酸比、可溶性固形物含量均表现为大棚栽培>露地栽培,但可溶性固形物含量差异并不显著。翠冠糖酸比大棚栽培较露地栽培显著高 34.47% ($P<0.05$),可溶性固形物含量大棚栽培较露地栽培高 1.69%;苏翠 1 号大棚栽培糖酸比较露地栽培显著高 44.55% ($P<0.05$),可溶性固形物含量较露地栽培高 1.24%,表明大棚栽培有利于早熟砂梨果实糖

表 7 大棚栽培对果实内在品质的影响

品种	栽培方式	可溶性糖含量 (mg/g)	有机酸含量 (mg/g)	可溶性固形物含量 (%)	糖酸比
苏翠 1 号	大棚栽培	112.27 ± 1.60a	3.30 ± 0.15c	12.26 ± 0.18a	34.07 ± 1.99a
	露地栽培	93.19 ± 3.88b	3.95 ± 0.08b	12.11 ± 0.29a	23.57 ± 1.45b
翠冠	大棚栽培	100.26 ± 2.65b	3.85 ± 0.09b	12.04 ± 0.14a	26.02 ± 1.12b
	露地栽培	82.09 ± 2.17c	4.24 ± 0.07a	11.84 ± 0.09a	19.35 ± 0.32c

酸比和可溶性固形物含量的提高。

3 讨论与结论

大棚栽培通过搭建钢架和覆盖薄膜形成局部小气候,调控环境内植物的生长环境,进而影响植物的生长发育^[12]。有研究表明,赤霞珠葡萄大棚栽培有助于果粒体积及果粒质量的提高^[13]。林志雄等研究发现,大棚栽培下梨果实生长速率比露地栽培小,果实成熟后较露地栽培大,单果质量较露地栽培高^[14]。而本试验结果显示,在果实生长发育期内大棚栽培与露地栽培 2 个砂梨品种果实纵横径生长速度均没有表现出明显的差异,果实成熟后单果质量均表现为大棚栽培高于露地栽培,各个处理之间虽有差异,但差异均没有达到显著水平。

王晓庆等研究发现,梨成熟果实主要以果糖和蔗糖积累为主,且大棚栽培果糖含量较露地栽培高^[15]。本研究结果表明 2 个砂梨品种成熟果实以果糖和蔗糖含量占可溶糖含量比例较高,且大棚栽培均显著高于露地栽培,可能是因为大棚栽培营造的夜间低温及较大的温差有利于砂梨果实的果糖和蔗糖的积累,同时大棚设施形成的局部环境影响了果实内同化物代谢与运转酶类的活性,进而影响了果实中碳同化化合物的分配、转化与积累^[16],致使果糖与蔗糖含量之间的转化与积累量表现各不相同。大棚栽培对有机酸及酸组分含量影响也不尽相同,本试验结果表明大棚栽培对于砂梨果实有机酸含量影响显著,均表现为大棚栽培显著低于露地栽培,而大棚栽培对酸组分含量影响的差别,可能与不同梨栽培种自身品种特性及其对大棚栽培环境适应性不同有关,具体大棚栽培对有机酸影响机理还有待进一步的研究。有研究已发现葡萄大棚栽培果实可溶性固形物的含量较露地栽培显著高^[17],而可溶性固形物含量是评价果实品质的重要指标。陶宇翔等认为,大棚环境温差大利于叶片进行光合作用,有更多的光合产物转化成可溶性固形物^[18]。本试验结果显示,2 个砂梨品种大棚栽培的可溶性固形物含量高于露地栽培,但差异并没有达

到显著水平,推测与卷膜式栽培管理方式有关。综上所述,大棚栽培早熟砂梨果实可溶糖含量、糖酸比较高,有机酸含量相对较低,果实单果质量变化不大,较为适宜在徐淮地区推广。

参考文献:

[1] 蒯 经,盛宝龙,李晓刚,等. 早熟砂梨新品种苏翠 1 号[J]. 果农之友,2013,40(11):7-8.

[2] 李刚波,樊继德,赵 林,等. 追施钾肥对早熟砂梨果实发育特性及品质的影响[J]. 西南农业学报,2018,31(3):526-531.

[3] 郭 磊,张斌斌,宋宏峰,等. 增施钾肥对大棚蟠桃品质及营养生长的影响[J]. 西北植物学报,2015,35(11):2273-2279.

[4] 吴 磊,柳洪入,陈妙金,等. 避雨栽培对桃果实挥发性物质形成的影响[J]. 园艺学报,2015,42(3):535-544.

[5] 钱东南,斜凌娟,周 秦. 不同避雨栽培措施对樱桃果实经济性状的影响[J]. 江西农业学报,2013,25(3):33-35.

[6] 曹 锰,郭景南,魏志峰,等. 避雨栽培对‘金手指’葡萄果实生长及香气物质组分的影响[J]. 果树学报,2015,32(5):894-902.

[7] 栗进朝,段罗顺,张晓申. 避雨对葡萄病害和光照强度的影响[J]. 果树学报,2009,26(6):847-850.

[8] 熊彩珍,凌柏芳,李 洁,等. 避雨设施栽培对桃果实生长发育及糖分的影响[J]. 浙江林业科技,2012,32(3):46-49.

[9] 李延菊,孙庆田,张 序,等. 避雨栽培对大樱桃园生态因子及生理特性的影响[J]. 果树学报,2014,31(增刊1):90-97.

[10] 戴 强,章 镇,罗昌国,等. 避雨栽培对苹果叶片生长的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(22):168-172.

[11] 姚改芳,张绍铃,吴 俊,等. 10 个不同系统梨品种的可溶性糖与有机酸组分含量分析[J]. 南京农业大学学报,2011,34(5):25-31.

[12] 宁鹏飞,贺艳楠,张振文. 避雨栽培对蛇龙珠果实及葡萄酒质量影响研究初报[J]. 中国酿造,2011,30(4):55-58.

[13] 王学娟,徐冬雪,王秀芹,等. 避雨栽培对‘赤霞珠’葡萄果实品质影响的对比研究[J]. 中国农学通报,2011,27(29):114-118.

[14] 林志雄,陆育生,常晓晓,等. 避雨栽培对广东寄接梨生长发育及果实品质的影响[J]. 广东农业科学,2016,43(6):64-68,2.

[15] 王晓庆,骆 军,张学英,等. 大棚栽培梨发育中果实主要营养成分的变化[J]. 上海农业学报,2008,24(3):65-69.

[16] 陈俊伟,张上隆,张良诚,等. 柑橘果实遮光处理对发育中的果实光合产物分配、糖代谢与积累的影响[J]. 植物生理学报,2001,27(6):499-504.

[17] 杜 飞,朱书生,王海宁,等. 不同避雨栽培模式对葡萄主要病害的防治效果和植株冠层温湿度的影响[J]. 云南农业大学学报,2011,26(2):177-184.

[18] 陶宇翔,张振文. 简易避雨栽培对红地球果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2012(1):18-20,25.