

陈 汝,王金政,薛晓敏,等. 追肥对苹果树体结构、叶片及果实品质的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):166-168.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.054

# 追肥对苹果树体结构、叶片及果实品质的影响

陈 汝<sup>1</sup>, 王金政<sup>1</sup>, 薛晓敏<sup>1</sup>, 聂佩显<sup>1</sup>, 张彦欣<sup>2</sup>

(1. 山东省果树研究所, 山东泰安 271000; 2. 山东省沂水县果茶服务中心, 山东沂水 276400)

**摘要:**以 4 年生烟富/SH40/八棱海棠为试材,研究了不同追肥处理对苹果树群体结构、叶片及果实品质的影响。结果表明:不同追肥处理对苹果树树体结构的影响不同,与对照相比,各追肥处理下苹果树树高及干周均高于对照。树体枝类组成以短枝与叶丛枝占比最高,其次是中枝,长枝与徒长枝占比最低。各追肥处理下单叶面积、百叶厚、SPAD 值、比叶鲜质量、比叶干质量等参数均高于对照,各追肥处理均能提高苹果的单果质量,其中 N3 处理下苹果单果质量最高,但硬度、可溶性固形物含量最低,可见增加氮肥用量虽能增大果个,但会降低果实风味;除单果质量低于 N3 处理外,N2 + M3 处理下果实着色指数、光洁指数、可溶性固形物含量均高于其他处理。

**关键词:**追肥;树体结构;果实品质;苹果;叶片参数

**中图分类号:** S661.106+.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0166-03

苹果树生长不仅需要大量元素氮、磷、钾,还需要钙、铁、锰、锌、铜、硫、硼、硅等中量、微量元素。目前,我国主要通过施用化肥来补充大量元素,通过施用有机肥来补充中量、微量元素。果园土壤养分、施肥状况是决定果园产出率的基本因素,不仅影响果树的产量、品质,而且影响果农收入。受传统观念的影响,果农偏爱施用以尿素为主的化肥,轻视有机肥及微量元素等肥料的施用,致使土壤结构遭到破坏,土壤有机质

亏缺,养分比例失调,土壤肥力逐渐退化,不仅导致果园生产能力降低,肥料利用率下降,而且还会影响环境安全<sup>[1-2]</sup>。科学施肥是保证果树高产稳产的重要措施,肥料种类及合理搭配是科学施肥的关键<sup>[3-5]</sup>。关于苹果的科学施肥前人已经作了大量研究<sup>[6-9]</sup>。本研究探讨不同追肥处理对苹果群体树体结构及果实品质的影响,旨在为苹果生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

本试验于 2012—2013 年在山东省沂水县友兰基地进行,试验材料为 4 年生富士/SH40/八棱海棠,树势健壮,生长一致,株行距为 2 m × 4 m,南北行向。果园土层深厚,肥力中等,管理条件良好,管理水平中等偏上。试验所用的肥料为:尿素(含氮量 46%)、绿霞牌袋装有机肥(氮磷钾总含量 6%,

收稿日期:2014-08-20

基金项目:国家现代农业(苹果)产业技术体系专项(编号:CARS-28)。

作者简介:陈 汝(1985—),女,山东兖州人,博士,助理研究员,主要从事水果育种与栽培生理研究。E-mail:chenrugss@163.com。

通信作者:王金政,研究员,主要从事水果育种栽培和设施果树研究。E-mail:wjz992001@163.com。

[13]白青华,马红勇,殷雪莲,等. 低温期不同结构日光温室温度变化及其对樱桃番茄生长的影响[J]. 北方园艺,2013(22):59-62.

[14]冯颖竹,梁 红,黄 璜. 广东冬季寒害指标研究[J]. 自然灾害学报,2005,14(1):59-65.

[15]杜尧东,李春梅,毛慧琴. 广东省香蕉与荔枝寒害致灾因子和综合气候指标研究[J]. 生态学杂志,2006,25(2):225-230.

[16]刘可群,杨文刚,刘志雄,等. 冬季大棚蔬菜低温冰雪灾害评估与预警研究[J]. 湖北农业科学,2011,50(22):4617-4621,4625.

[17]李 宁,申双和,黎贞发,等. 基于主成分回归的日光温室低温预测模型[J]. 中国农业气象,2013,34(3):306-311.

[18]黎贞发,王 铁,宫志宏,等. 基于物联网的日光温室低温灾害监测预警技术及应用[J]. 农业工程学报,2013,29(4):229-236.

[19]Korkmaz A, Dufault R J. Developmental consequences of cold temperature stress at transplanting on seedling and field growth and yield. I. Watermelon[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science,2001,126(4):404-409.

[20]周 曼,蔡兴来. 海南省大棚西瓜生产存在问题及改进措施[J]. 中国蔬菜,2010(5):50-51.

[21]高祥斌. 图像处理技术在室内观叶植物叶面积测量中的应用[J]. 安徽农业科学,2009,37(34):16814-16815.

[22]刘可群,黎明锋,杨文刚. 大棚小气候特征及其与大气气候的关系[J]. 气象,2008,34(7):101-107.

[23]蔡德存,赵玉清. 冀中南地区塑料日光温室的两种灾害性天气及其对策[J]. 中国农业气象,1991(4):46-48.

[24]杨再强,朱 凯,赵 翔,等. 中国南方塑料大棚气象灾害风险区划[J]. 自然灾害学报,2012,21(5):213-221.

[25]何春生. 海南岛 50 年来气候变化的某些特征[J]. 热带农业科学,2004,24(4):19-24,41.

[26]Bates M D, Robinson R W. Cucumbers, melons, and water-melons: Evolution of crop plants[M]. Essex: Longman Scientific and Tech Press, 1995.

[27]林 焱. 棚栽西瓜关键技术百问百答[M]. 北京:中国农业出版社,2009.

[28]张玉杰. 日光温室小型西瓜高效栽培技术[M]. 北京:科学技术文献出版社,2009.

含氮量为 2.4%,有机质含量≥40%)、明月牌袋装海藻肥(氮磷钾总含量≥5%,含氮量为 2.4%,有机质含量≥45%,海藻酸≥5%)、腐熟的豆饼(含氮量为 7%)。6 月下旬施肥,采用追施的方式进行施肥,共设 10 个处理,每处理 5 棵树,单株小区重复。具体施肥量见表 1,其他管理措施保持一致。

表 1 不同追肥处理组合

处理		追肥量
CK	不追肥	
N1	75 g/株尿素	
N2	150 g/株尿素	
N3	300 g/株尿素	
M1	986 g/株豆饼	
N2 + M1	75 g/株尿素 + 493 g/株豆饼	
M2	3 450 g/株绿霞牌有机肥	
N2 + M2	75 g/株尿素 + 1 725 g/株绿霞牌有机肥	
M3	3 450 g/株明月牌海藻肥	
N2 + M3	75 g/株尿素 + 1 725 g/株明月牌海藻肥	

1.2 方法

测定苹果树树高、干周、干高,调查树体叶丛枝数、短枝数、中枝数、长枝数及徒长枝枝数,计算枝类比等。应用 SPAD-502 叶绿素仪(日本美能达)测定距离地面 1.5 m 处的外围无果短枝或中枝成熟叶片的 SPAD 值,每部位测定 25 张叶,重复 3 次,取其平均值作为叶片的 SPAD 值,同时用直

尺测量叶片的长度、宽度,计算单叶面积。在叶片主脉两侧用 1 cm 口径打孔器打 200 个叶圆片,用电子天平称量鲜质量,置烘箱 105 ℃ 杀青 15 min,再于 80 ℃ 烘 24 h 至恒质量,计算比叶鲜质量、比叶干质量。果实采收时随机选取 30 个果实,运回实验室测定果实单果质量、纵横径、着色指数、光洁度指数、果肉硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量。用 1/100 电子天平称量单果质量。用数显游标卡尺测量果实纵径、横径,用 GY-1 型果实硬度计测量果实去皮硬度,用数显糖量计测定可溶性固形物含量,用 NaOH 中和滴定法测定果实可滴定酸含量。着色指数、光洁度指数计算公式如下:

着色指数 =  $\Sigma$  (每级果数 × 代表级值) / (总果数 × 最高级值) × 100% ;

光洁度指数 =  $\Sigma$  (每级果数 × 代表级值) / (总果数 × 最高级值) × 100% 。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同追肥处理对苹果树树体结构参数的影响  
苹果树的枝类组成直接影响树体的生长势、花芽形成、果实产量。不同追肥处理对树体结构的影响不同(表 2)。与对照相比,各追肥处理的树高与干周均高于对照。树体枝类组成以短枝与叶丛枝占比最高,其次是中枝,长枝与徒长枝占比最低。

表 2 不同追肥处理对苹果树体结构、枝类组成及枝类比的影响

处理	树高 (m)	干高 (cm)	干周 (cm)	叶丛枝		短枝		中枝		长枝		徒长枝		单株枝量 (条)
				数量 (条)	占比 (%)	数量 (条)	占比 (%)	数量 (条)	占比 (%)	数量 (条)	占比 (%)	数量 (条)	占比 (%)	
CK	3.02	62.42	23.18	168	31.05	186	34.38	68	12.57	63	11.65	56	10.35	541
N1	3.07	62.61	23.65	160	27.30	215	36.69	97	16.55	36	6.14	78	13.31	586
N2	3.32	56.75	25.46	164	26.54	188	30.42	108	17.48	54	8.74	104	16.83	618
N3	3.35	54.67	27.50	105	18.92	121	21.80	78	14.05	105	18.92	146	26.31	555
M1	3.34	64.84	25.33	221	37.39	182	30.80	75	12.69	88	14.89	25	4.23	591
N2 + M1	3.28	67.53	27.12	175	31.14	206	36.65	93	16.55	44	7.83	44	7.83	562
M2	3.25	65.03	26.46	172	32.95	162	31.03	90	17.24	28	5.36	70	13.41	522
N2 + M2	3.21	55.84	24.45	192	33.05	162	27.88	78	13.43	54	9.29	95	16.35	581
M3	3.14	54.72	26.35	187	28.68	212	32.52	85	13.04	105	16.10	63	9.66	652
N2 + M3	3.17	69.33	24.38	168	30.66	198	36.13	76	13.87	58	10.58	48	8.76	548

2.2 不同施肥处理对苹果树叶片各参数的影响

由表 3 可知,各追肥处理下单叶面积、百叶厚、SPAD 值、比叶鲜质量、比叶干质量等叶片参数均高于对照,并且 N2 + M3 处理下叶片各参数均显著高于其他处理,其次是 N2 + M2,N1 处理效果最差。

2.3 不同施肥处理对苹果树果实品质的影响

由表 4 可知,各追肥处理均能提高苹果的单果质量,其中 N3 处理下苹果单果质量最高,但硬度、可溶性固形物含量最低,可见增加氮肥用量虽能增大果个,但会降低果实风味;除单果质量低于 N3 处理外,N2 + M3 处理下果实着色指数、光洁指数、可溶性固形物含量均高于其他处理,硬度及可滴定酸适中,综合效果较佳。

3 结论与讨论

苹果的树势状况对其产量有重要影响,苹果树冠结构的

表 3 不同追肥处理对苹果树叶片各参数的影响

处理	单叶面积 (cm <sup>2</sup> )	百叶厚 (cm)	SPAD 值	比叶鲜质量 (mg/cm <sup>2</sup> )	比叶干质量 (mg/cm <sup>2</sup> )
CK	21.89	3.65	56.25	9.65	3.88
N1	22.51	3.84	56.57	10.14	4.17
N2	26.90	4.10	58.68	10.74	4.42
N3	26.07	3.92	58.46	10.92	4.68
M1	22.85	3.89	57.72	10.22	4.27
N2 + M1	27.05	4.14	58.70	11.29	4.65
M2	23.98	3.74	57.98	10.36	4.34
N2 + M2	28.33	4.29	59.79	11.59	4.88
M3	24.27	3.83	58.12	10.68	4.52
N2 + M3	28.36	4.36	61.05	11.84	4.93

形状、大小适宜与否等,均影响着树体的生长发育,从而影响苹果的产量和品质<sup>[10-12]</sup>。在枝量适宜的情况下,枝类也显著

表 4 不同追肥处理对苹果果实品质的影响

处理	单果质量 (g)	着色指数 (%)	光洁指数 (%)	果形指数	硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	可溶性固形物含量 (%)	可滴定酸含量 (%)
CK	156.91	87.86	64.04	0.816	10.40	14.67	0.35
N1	158.32	88.90	70.24	0.805	8.44	14.84	0.29
N2	196.27	92.00	78.50	0.831	9.66	15.88	0.36
N3	233.62	90.96	78.50	0.851	8.21	14.01	0.39
M1	158.85	88.90	73.34	0.807	8.35	14.90	0.30
N2 + M1	196.98	93.03	79.53	0.843	9.52	16.08	0.26
M2	172.88	89.93	76.44	0.819	9.19	15.06	0.32
N2 + M2	206.67	93.03	83.67	0.848	9.38	16.60	0.31
M3	193.36	90.96	76.44	0.829	8.21	15.84	0.24
N2 + M3	229.63	93.17	91.67	0.869	9.49	16.89	0.29

影响苹果的优质高产, 树体枝类组成能反映植株的生长势, 发育枝越多, 植株的生长势越强, 苹果产量的高低很大程度上取决于短枝和叶丛枝所占比例<sup>[13]</sup>。本研究结果表明, 不同追肥处理对苹果树树体结构的影响不同, 与对照相比, 各追肥处理下苹果树树高及干周均高于对照。树体枝类组成以短枝与叶丛枝占比最高, 其次是中枝, 长枝与徒长枝占比最低。为保证果树丰产、稳产、高品质, 应尽可能增加优质短枝的比例<sup>[14]</sup>。叶绿度 SPAD 值用来衡量叶绿素含量高低, 也可以间接衡量叶片养分丰缺, 施肥利于提高 SPAD 值<sup>[15]</sup>。对苹果树增施氯化钾肥, 无论基施或追施, 对提高当年叶片的鲜质量、干质量、叶绿素含量、叶片中氮钾的含量均表现出不同程度的促进作用<sup>[16]</sup>。本研究结果表明, 各追肥处理下单叶面积、百叶厚、SPAD 值、比叶鲜质量、比叶干质量等参数均高于对照, 各追肥处理均能提高苹果的单果质量, 其中 N3 处理下苹果单果质量最高, 但硬度、可溶性固形物含量最低, 可见增加氮肥用量虽能增大果个, 但会降低果实风味; 除单果质量低于 N3 处理外, N2 + M3 处理下果实着色指数、光洁指数、可溶性固形物含量均高于其他处理。无机肥料养分释放快但容易淋失、变性, 有机肥透气性好但养分释放慢, 生物有机肥中含有一定量的速效无机养分且所含的微生物、腐殖酸等能释放更多的养分。适时平衡施入氮磷钾、有机肥等可以提高苹果品质, 促进果实的单果质量、硬度、着色、花青苷以及可溶性固形物的含量等品质指标的提高<sup>[17-18]</sup>。各追肥处理均能提高单果质量, 虽然 N3 处理下单果质量最高, 但硬度、可溶性固形物含量最低, 可见增加氮肥用量虽能增大果个, 但会降低果实风味。氮素过高或过低都不利于果实品质的提高<sup>[19]</sup>。

参考文献:

[1] 束怀瑞. 提高果树产业发展质量科学有序解决存在问题[J]. 中国果菜, 2004(1): 5-6.  
[2] Dong S, Neilsen D, Neilsen G H, et al. Foliar N application reduces soil NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N leaching loss in apple orchards[J]. Plant Soil, 2005, 268: 357-366.  
[3] 路克国, 朱树华, 张连忠. 有机肥对土壤理化性质和红富士苹果

果实品质的影响[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2003, 7(3): 205-208.  
[4] 王圣瑞, 马文奇, 徐文华, 等. 陕西省苹果施肥状况与评价[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1): 146-151.  
[5] 杜志辉, 樊红科, 吕周锋, 等. 渭北旱塬不同施肥方案对富士苹果生长、产量及品质的影响[J]. 西北农业学报, 2011, 20(5): 121-125.  
[6] 赵佐平, 同延安, 高义民, 等. 不同肥料配比对富士苹果产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1130-1135.  
[7] 刘汝亮, 同延安, 樊红柱, 等. 喷施锌肥对渭北旱塬苹果生长及产量品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 62-65, 72.  
[8] 王 勤, 何为华, 郭景南, 等. 增施钾肥对苹果品质和产量的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(6): 424-426.  
[9] 赵佐平, 同延安, 刘 芬, 等. 渭北旱塬苹果园施肥现状分析评估[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(8): 1003-1009.  
[10] 薛 跳, 李丙智, 张林森, 等. 黄土高原地区优质高产苹果树体结构与产量相关性研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 101-103, 126.  
[11] 路 超, 王金政, 薛晓敏, 等. 泰沂山区优质高产苹果园树体和群体结构参数的研究[J]. 山东农业科学, 2011(9): 44-47.  
[12] 张 强, 魏钦平, 刘松忠, 等. SH6 矮化中间砧富士苹果幼树至结果初期树冠结构、产量和品质的形成[J]. 中国农业科学, 2013, 46(9): 1874-1880.  
[13] 薛晓敏, 王翠玲, 王金政, 等. 优质高产苹果园结构参数及生理指标研究[J]. 农业科学与技术: 英文版, 2014, 30(11): 1953-1956, 1959.  
[14] 邹秀华, 姜远茂. 优质短枝比例对红富士苹果产量品质的影响[J]. 山东林业科技, 2008, 38(4): 22-23.  
[15] 胡玉玲, 胡冬南, 周城师, 等. 施肥对赣无系列油茶叶片 SPAD 值及养分的影响[J]. 林业科技开发, 2011, 25(2): 20-23.  
[17] 金会琴, 张林森, 李丙智, 等. 增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 100-104.  
[18] 赵佐平, 高义民, 刘 芬, 等. 化肥有机肥配施对苹果叶片养分、品质及产量的影响[J]. 园艺学报, 2013, 40(11): 2229-2236.  
[19] 孙 霞, 柴仲平, 蒋平安. 滴灌条件下水氮耦合对南疆红富士苹果品质的影响[J]. 核农学报, 2011, 25(5): 1042-1046.