

# 有机无机肥配施对旱地“红富士”苹果品质的影响

李涛涛<sup>1,2</sup>, 翟丙年<sup>1,2</sup>, 李永刚<sup>1,2</sup>, 刘玲玲<sup>1,2</sup>, 严明灏<sup>1,2</sup>, 赵政阳<sup>3</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 农业部西北植物营养与农业环境重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 3. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为了研究不同肥料配比对旱地“红富士”苹果品质的影响,以“长富二号”苹果为试材,研究了生草覆盖和清耕制下不同施肥处理对苹果品质的影响。结果表明:生草能促进苹果果实果形指数的提高,养分供应不足或施肥不平衡均会降低果实果形指数;有机肥与氮磷钾肥配合(MNPK)生草较清耕提高2.26%;生草可以降低果实中可滴定酸、可溶性糖含量,但程度不同,以清耕制为对照,生草覆盖下单施氮磷肥(NP)处理糖酸比显著降低17.44%,MNPK显著提高17.42%;不同肥料配比使果实中维生素C含量提高12.56%~59.28%,其中有机肥与氮磷钾肥配合(MNPK)处理效果最佳。综合分析,无论在生草覆盖,还是清耕制下有机无机肥配施均可提高红富士苹果的品质,尤以生草覆盖下的效果更为明显。

**关键词:**有机无机肥配施;旱地;苹果;品质

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0178-04

渭北旱塬是陕西苹果主产区,被公认为全国乃至世界优质苹果生产区<sup>[1]</sup>。目前,陕西苹果的种植面积已接近66.67万hm<sup>2</sup>,挂果面积达43.33万hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>,超过了山东省,跃居全国第一<sup>[3]</sup>,现已成为促进陕西省经济发展的支柱产业。但由于渭北旱塬降雨量较小且分布不均匀,长期以来果园的管理模式以清耕、裸露为主<sup>[4]</sup>,施肥以化肥为主,忽视有机肥的施用、化肥施用不尽合理,从而导致土壤板结、肥力下降、养分不平衡,进而影响了苹果品质的提高。为此,通过大量研究,人们提出了不同的解决措施。在对不同覆盖方式研究中发现<sup>[5-9]</sup>,生草除能有效培肥土壤外,对改善果实品质也发挥非常重要的作用<sup>[10-11]</sup>,近年来生草覆盖已成为改善果园土壤的重要农艺措施。施肥对果实品质改善方面也有不少报道,不同的施肥配比对果实影响很大<sup>[12-13]</sup>,高氮可以提高果实硬度,平衡施肥能提高苹果商品率,以及果实中可溶性糖、维生素C含量,大大改善果实品质。

现对生草覆盖下有机无机配施对旱地“红富士”苹果品质的影响进行研究,以期通过合理的覆盖和养分调控措施提高旱地苹果果实品质提供理论依据及技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在位于陕西省白水县的西北农林科技大学苹果试验站内进行。试验站地处东经109°16'~109°45',北纬35°4'~35°27',常年年均降雨量为570 mm左右,年际变化较大,冬春易干旱少雨,年均气温11.4℃,年极端最高气温39.4℃,年最低气温-16.7℃;无霜期207 d左右。2011~2012年试验期内年降水量449.3 mm。试验地土壤类型为垆土,质地中壤,其基础肥力水平为:有机质13.02 g/kg、全氮(N)1.03 g/kg、硝态氮(NO<sub>3</sub>-N)22.70 mg/kg、铵态氮(NH<sub>4</sub>-N)2.20 mg/kg、速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)15.94 mg/kg、速效钾(K<sub>2</sub>O)151.28 mg/kg、pH 8.30,有一定的灌溉条件。

### 1.2 试验材料

供试品种为矮砧“长富二号”(Malus pumila Mill.),富士系列,基础砧为M26,果树为6 a树龄,2010年开始结果,株行距为2 m×4 m,树形为自由纺锤形,生草草种为小冠花,果树生长期清耕带定期除草,行间生草带定期刈割。试验地管理水平同当地果农。

### 1.3 试验方法

试验于2008年10月设置处理,已进行4 a。试验采取裂区设计,2个主处理为行间小冠花覆盖和清耕制(树

**第一作者简介:**李涛涛(1987-),女,山东枣庄人,硕士,研究方向为旱地苹果树的养分资源利用。E-mail:tao\_er\_@126.com.

**责任作者:**翟丙年(1967-),男,博士,教授,现主要从事植物营养调控与旱地水肥管理等研究工作。E-mail:bingnianz@sohu.com.

**基金项目:**国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201103005-9;201303104);陕西省科技统筹创新工程计划重大科技难题苹果专项资助项目(2011KTZB02-02-05);陕西省农业科技创新资助项目(2012NKC01-04);西北农林科技大学基本科研业务费专项资助项目(ZD2012013)。

**收稿日期:**2013-05-14

盘均为春季黑色膜覆盖),副处理为不同施肥处理,即单施氮磷肥(NP),单施有机肥(M),氮磷钾配合(NPK),有机肥与氮磷钾肥配合(MNPK),以不施肥为对照(CK)。副处理按行排列,每行 1/3(7 株树)为清耕区,2/3(15 株树)为生草覆盖区。施用肥料种类为尿素(N 46%)、过磷酸钙( $P_2O_5$  16%)和硫酸钾( $K_2O$  50%),有机肥为羊粪(有机质 35.10%、N 0.402%、 $P_2O_5$  0.39%、 $K_2O$  0.41%),具体施肥量见表 1。有机肥磷肥以基肥形式于秋季一次性施入;氮钾肥分 3 次,即 50%作基肥于秋季施入,30%于开花期和 20%于膨果初期以追肥方式施入。该试验数据是 2011 年 10 月至 2012 年 10 月的试验结果。

表 1 副处理施肥方案

Table 1 The experimental plan of split treatment		kg/株		
副处理 Split treatment	羊粪 Goat manure	N	$P_2O_5$	$K_2O$
CK	0	0	0	0
NP	0	0.74	0.40	0
NPK	0	0.74	0.40	0.55
MNPK	45	0.74	0.40	0.55
M	45	0	0	0

#### 1.4 项目测定

于果实成熟期分别选取不同处理生长正常的果树 3 株,从每株果树东、西、南、北 4 个方向随机选取 4 个长势

相似的果实样品,用游标卡尺测量其果形指数;PAL-1 糖量计测定可溶性固形物含量;可滴定酸含量采用滴定法测定<sup>[14]</sup>;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定(GB/T 2003);维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定<sup>[14]</sup>。

#### 1.5 数据分析

所有试验数据均采用 DPS v 7.05 统计软件进行分析,用 LSD 法进行多重比较,检验差异显著性。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同施肥处理对苹果果形指数的影响

果形指数是果实纵径与横径之比,通常果形指数为 0.8~0.9 时果实为圆形或近圆形,0.6~0.8 时为扁圆形,0.9~1.0 时为椭圆形或圆锥形,1.0 以上为长圆形。品种特性和环境条件都影响其果形指数。果形指数为 0.8~0.9 的果实,其果实端正、高桩,很容易赢得人们青睐。由表 2 可知,生草覆盖和清耕制均以 NP、M 处理的果形指数最小,NPK、MNPK 处理的果形指数最大;与不施肥 CK 相比,NP、M 生草处理果形指数分别降低 1.53%和 2.83%,均与对照差异显著;与清耕制相比,生草覆盖下各施肥处理果形指数均有所增加,但增加程度不同,其中 MNPK 最大,增加了 2.26%,说明生草及平衡施肥都可以促进果形指数的提高,改善果实外观品质。

表 2 不同施肥处理对果实品质的影响

Table 2				The effect of different fertilizer treatments on fruit quality											
施肥处理 Fertilizer treatment	果形指数 Fruit shape index			可溶性固形物含量 Content of TSS/%			可滴定酸含量 Content of titration acid/%			可溶性糖含量 Content of soluble sugar/%			糖酸比 Sugar-acid ratio		
	生草 Grass cover	清耕 Conventional tillage	平均 Average	生草 Grass cover	清耕 Conventional tillage	平均 Average	生草 Grass cover	清耕 Conventional tillage	平均 Average	生草 Grass cover	清耕 Conventional tillage	平均 Average	生草 Grass cover	清耕 Conventional tillage	平均 Average
CK	0.847 a	0.841 a	0.844± 0.008 a	15.70 a	15.25 a	15.48± 0.227 a	0.44 a	0.42 a	0.43± 0.012 bc	10.63 a	11.36 a	11.00± 0.386 c	24.37 a	26.78 a	25.58± 1.531 bc
NP	0.834 a	0.828 a	0.831± 0.002 b	16.16 a	15.76 a	15.96± 0.637 a	0.48 a	0.48 a	0.48± 0.006 a	10.24 b	12.30 a	11.27± 0.186 bc	21.31 b	25.81 a	23.56± 0.638 c
NPK	0.853 a	0.846 a	0.850± 0.006 a	16.13 a	15.10 b	15.62± 0.394 a	0.40 b	0.50 a	0.45± 0.013 b	11.08 b	12.44 a	11.76± 0.593 ab	27.51 a	25.13 a	26.32± 1.343 b
MNPK	0.860 a	0.841 b	0.850± 0.001 a	16.22 a	15.67 a	15.94± 0.402 a	0.35 b	0.44 a	0.42± 0.008 c	11.56 b	12.84 a	12.20± 0.270 a	34.10 a	29.04 a	31.57± 0.791 a
M	0.823 a	0.830 a	0.827± 0.007 b	15.31 a	14.98 a	15.37± 0.035 a	0.36 b	0.42 a	0.39± 0.015 d	11.10 b	12.75 a	11.92± 0.390 ab	30.54 a	30.47 a	30.51± 1.887 a

注:方差检验采用 LSD 法,表中小写字母代表在  $P<0.05$  水平上差异显著,前 2 列为同一施肥处理下生草与清耕的比较,平均列字母为不同施肥处理之间的比较。

Note: Variance check by using LSD, lowercase letters stand for in the table marked the difference on the  $P<0.05$  level, the first two as the grass under the same fertilizer treatments compared with conventional tillage, comparisons between average column letter for fertilization.

#### 2.2 不同施肥处理对苹果果实可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物含量是评价果实品质的另一项品质指标,它包括可溶性糖、可滴定酸以及纤维素等<sup>[15]</sup>,参照

国家标准 GB10651-89 关于优等鲜苹果的规定,“富士”系列可溶性固形物含量应不低于 13%。从表 2 可以看出,“长富二号”苹果可溶性固形物含量均在 15%以上,符合国家关于优质果的标准。除生草覆盖 NPK 可溶性固形

物含量显著高于清耕制外,其余施肥处理虽有所升高但差异不显著,这与和润喜等<sup>[11]</sup>的研究结果有差异;各施肥处理间均差异不显著,说明生草及施肥对果实可溶性固形物含量影响不大<sup>[16-17]</sup>。

### 2.3 不同施肥处理对苹果果实可滴定酸、可溶性糖含量及糖酸比的影响

可滴定酸、可溶性糖含量是评价果实风味品质的重要指标,果实的口感好坏不仅取决于果实中可滴定酸与可溶性糖含量的多少,还取决于它们的相对含量,即糖酸比。由表 2 可知,不同施肥配比降低了果实中可滴定酸和可溶性糖含量,但降低的程度不同,即糖酸比不同。以清耕制为对照,生草覆盖下 NPK、MNPK、M 3 个处理的可滴定酸含量均显著降低,下降幅度分别为 20.00%、20.45%和 14.29%,MNPK 下降幅度最大;与不施肥 CK 相比,NP 处理的可滴定酸含量升高,NPK、MNPK 处理之间差异不明显,M 处理的可滴定酸含量则显著降低,说明生草覆盖下平衡施肥能显著降低果实中可滴定酸含量,特别是有机肥的作用,这与吴春森等<sup>[18]</sup>的研究结果相似。生草对降低可溶性糖含量的影响较明显,除 CK 处理外,其余施肥处理可溶性糖含量生草均显著低于清耕;与不施肥 CK 处理相比,MNPK、M 处理可溶性糖含量分别提高了 10.91%、8.36%,且与对照差异显著,这是因为 K 的补充促进了果实淀粉及糖的形成<sup>[19]</sup>,说明生草覆盖不利于果实可溶性糖的积累,只有平衡施肥才能增加可溶性糖含量。果园种植生草降低了果实中可滴定酸以及可溶性糖含量,但二者降低程度不同,即糖酸比不同,与清耕相比,生草覆盖下 NP 处理糖酸比显著降低 17.44%,MNPK 显著提高 17.42%,M、NPK 糖酸比也有所提高,但差异不显著;较不施肥 CK 处理,MNPK、M 处理糖酸比分别提高 23.42%和 19.27%,差异显著。综合说明生草覆盖下平衡施肥能改善果实口感,特别是有机无机肥配合施用效果显著好于二者单独施用。因此,提倡施肥时要注意有机肥与无机肥的配合施用。

### 2.4 不同施肥处理对苹果果实维生素 C 含量的影响

维生素 C 是对人体很重要的一种维生素,苹果维生素 C 含量是反映其果实品质高低的一项重要指标。对成熟期苹果维生素 C 含量进行统计分析,由图 1 可以看出,不同处理维生素 C 含量差异较大。与清耕制相比,生草显著提高果实维生素 C 含量,在同一施肥方式下生草覆盖果实维生素 C 含量均高于清耕制的,CK、M 处理分别提高 21.33%和 8.45%,差异显著。对副处理不同施肥量进行多重检验可知,维生素 C 含量顺序为 MNPK>NPK>M>NP>CK,以不施肥 CK 处理为对照,各施肥处理维生素 C 含量分别提高 59.45%、42.43%、27.03%和 12.64%,且两两处理之间呈显著性差异。综上可知,生

草可以明显促进果实维生素 C 含量,不同的施肥模式对果实维生素 C 含量影响不同,有机无机肥配施效果最好,且化肥效果好于有机肥。

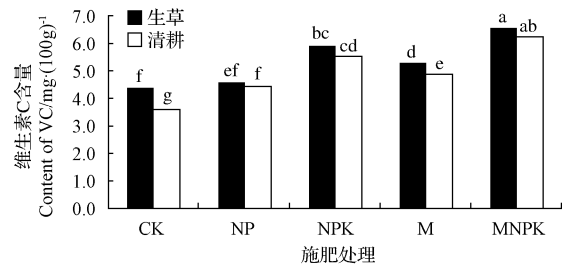


图 1 不同施肥处理对果实维生素 C 含量的影响

Fig.1 Effect of different fertilizer treatments on VC content of apple

## 3 结论与讨论

果实品质的高低是多种指标综合作用的结果。从该试验结果可以看出,生草覆盖及平衡施肥可以促进果实形指数的提高,但对可溶性固形物含量的影响不大,有研究证明,单施有机肥可以显著降低果实中可溶性固形物含量<sup>[20]</sup>,也有不少人持有不同的观点,当有机肥施入一定量<sup>[16]</sup> (150 kg/株)时,会提高可溶性固形物含量,过多或过少,效果均差异不显著。

生草覆盖可降低“红富士”苹果可滴定酸含量和可溶性糖含量<sup>[11]</sup>,在该研究结果中,与清耕相比,生草覆盖下可滴定酸含量降低了 0~25.7%,可溶性糖含量降低了 6.87%~20.11%,出现这种现象的具体原因还有待于进一步研究;而一些研究表明,不同生草品种对可溶性糖含量影响不同,部分生草能提高果实中可溶性糖含量<sup>[21-22]</sup>。施用肥料可以提高果实可溶性糖含量,在研究各营养元素对“红富士”苹果糖分积累的影响表明钾>磷>氮<sup>[23]</sup>,试验中 MNPK 处理较 CK 处理显著提高 10.91%。对可滴定酸和可溶性糖含量的影响带来对糖酸比的影响,施用肥料能够提高果实糖酸比,MNPK、M 处理糖酸比显著提高了 23.42%和 19.27%。

在同一施肥方式下生草覆盖果实维生素 C 含量均高于清耕制,这可能与生草能够改善土壤性状,有利于果树平衡吸收养分有关,具体原因有待于进一步探索。在不同施肥处理中,以有机无机配合效果最为明显,很多研究都证明了这一点<sup>[24-25]</sup>,而在对黄土高原地区梨枣的研究中,施用无机肥料则会降低梨枣维生素 C 含量<sup>[18]</sup>。

综上所述,在生草覆盖和清耕制下有机无机肥配施均可显著提高“红富士”苹果品质,尤以生草覆盖下的效果更为明显。

## 参考文献

[1] 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):146-150.
- [2] 果业信息. 陕西苹果总产今年有望突破千万吨[J]. 果农之友,2012(10):22.
- [3] 白志礼,穆养民,赵政阳. 陕西苹果产业发展的新思考与新探索[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(4):172-175.
- [4] 李会科,赵政阳,张广军. 种植不同牧草对渭北苹果园土壤肥力的影响[J]. 西北林学院学报,2004,19(2):31-34.
- [5] 高茂盛,廖允成,李侠,等. 不同覆盖方式对渭北旱作苹果园土壤贮水的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(10):2080-2087.
- [6] 张义,谢永生. 不同覆盖措施下苹果园土壤水文差异[J]. 草业学报,2011,20(2):85-92.
- [7] 张先来,李会科,张广军,等. 种植不同牧草对渭北苹果园土壤水分影响的初步分[J]. 西北林学院学报,2005,20(3):56-59.
- [8] 梅立新,李会科. 渭北旱地苹果园生草小气候效应研究[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(1):187-192.
- [9] 李华,惠竹梅,张振文,等. 行间生草对葡萄园土壤肥力和葡萄叶片养分的影响[J]. 农业工程学报,2004(20):116-119.
- [10] 刘蝴蝶,郝淑英,曹琴,等. 生草覆盖对果园土壤养分、果实产量及品质的影响[J]. 土壤通报,2003,34(3):184-186.
- [11] 和润喜,邵扶民,石卓功. 生草覆盖对苹果产量及果实品质的影响[J]. 河南农业科学,2008(5):100-103.
- [12] 席瑞卿,赵晓进,张考学,等. 不同施肥水平对苹果产量、品质及养分平衡的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(2):141-145.
- [13] 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.
- [14] 曹建康,姜维波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,15-122.
- [15] 孙通,应义斌,刘魁武,等. 梨可溶性固形物含量的在线近红外光谱检测[J]. 光谱学与光谱分析,2008,28(11):2536-2539.
- [16] 焦蕊,于丽辰,贺丽敏,等. 有机肥施肥方法和施肥量对富士苹果果实品质的影响[J]. 河北农业科学,2001,15(2):37-38,61.
- [17] 周天华,樊庆忠. 有机肥对红富士苹果生长及品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2008(2):52-55.
- [18] 吴春森,王敏,徐福利,等. 有机与无机肥料对山地梨枣品质的影响[J]. 北方园艺,2010(21):5-9.
- [19] 覃杰凤. 果树矿质营养的研究进展[J]. 安徽农业通报,2011,17(7):94-95.
- [20] 王宏伟,张连忠,路克国. 有机肥对红富士苹果生长及品质的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(28):13572-13573.
- [21] 刘蝴蝶,郝淑英,曹琴,等. 生草覆盖对果园土壤养分、果实产量及品质的影响[J]. 土壤通报,2003,34(3):184-186.
- [22] 孙霞,柴仲平,蒋平安. 氮磷钾配比对南疆红富士苹果产量和品质的影响[J]. 干旱农业地区农业研究,2011,29(6):130-134.
- [23] 秦伟,郭艺鹏,陈波浪,等. 不同 NPK 配比施肥处理对新疆红富士苹果糖分积累的影响[J]. 经济林研究,2012,30(4):41-46,59.
- [24] 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.
- [25] 米热古汗·阿不都热木,齐曼·尤努斯,玉山·库尔班,等. 有机无机复混肥对无核白葡萄产量和果实品质的影响[J]. 新疆农业科学,2011,48(12):2294-2298.

## Effect of Combined Application of Organic and Inorganic Fertilizers on Quality of 'Red Fuji' Apple in Dry Land

LI Tao-tao<sup>1,2</sup>, ZHAI Bing-nian<sup>1,2</sup>, LI Yong-gang<sup>1,2</sup>, LIU Ling-ling<sup>1,2</sup>, YAN Ming-hao<sup>1,2</sup>, ZHAO Zheng-yang<sup>3</sup>

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Key Laboratory of Plant Nutrition and Agricultural Environment of Northwest of Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100; 3. College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** In order to elucidate the effect of fertilizer ratio on 'Red Fuji' apple quality in dry land, taking 'Changfu 2' apple as material, the effect of 5 fertilizer treatments on the quality of it under grass covering and conventional tillage management was studied. The results showed that the grass covering could promote fruit index, and nutrient insufficient or no balance could decrease fruit shape index. Compared with conventional tillage management, MNPK under grass covering was enhanced 2.26%. Soluble sugar and titration acid contents decreased to different extent under grass covering. Compared with conventional tillage management, the sugar-acid ratio significant decreased 17.44% in NP treatment, and increased 17.42% in MNPK treatment under grass covering. Compared with no fertilizer, VC content increased 12.56%~59.28% under other fertilizer treatments, with MNPK had the best effect. It suggested that in the orchard with grass covering or conventional tillage management, mixed fertilizer of inorganic fertilizers and organic fertilizer was a rational management in promoting apple quality, especially the grass covering orchard.

**Key words:** combined application of organic and inorganic fertilizers; dry land; apple; quality