

麦草覆盖条件下施氮水平对旱地梨树 生长发育和果实品质的影响

刘小勇¹, 张 坤¹, 李建明², 赵明新¹, 王 玮¹, 李红旭¹

(1. 甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 静宁县果业局, 甘肃 静宁 743400)

摘 要: 为探明覆草条件下施氮水平对旱地梨树(*Pyrus bretschnei deri* Rehd.)生长发育和果实品质的影响, 设置在全园覆草条件下株施纯氮 1 kg(T1)、0.5 kg(T2)、0.25 kg(T3)和不施氮(T4, CK)四种处理, 2011 年至 2012 年测定了土壤和叶片养分、树体营养生长和果实产量品质等指标。结果表明, 麦草覆盖条件下施氮能显著降低土壤 pH 值, 提高土壤钙、锌含量, 明显促进了梨叶片组织结构生长。随着施氮量的增加, 梨树新梢生长量、叶面积和百叶重量、叶绿素含量显著提高。不同施氮处理均能提高梨果品产量, T1、T2、T3 处理分别比对照提高 25.4%、17.0%、11.6%。施氮后梨果实可溶性糖、有机酸含量明显降低, 而果实硬度、可溶性固形物、水分含量等品质指标处理间差异不显著。

关键词: 麦草覆盖; 施氮水平; 梨树; 养分含量; 生长指标; 果实品质

中图分类号: S661.206; S143.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)03-0139-05

Effect of nitrogen rates on pear tree growth and fruit quality under wheat straw mulching in dryland

LIU Xiao-yong¹, ZHANG Kun¹, LI Jian-ming², ZHAO Ming-xin¹, LI Hong-xu¹, WANG Wei¹

(1. Institute of Fruit and Floriculture of Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Jingning county Fruit Industry Bureau, Jingning, Gansu 743400, China)

Abstract: This study aims to determine the effect of nitrogen application under wheat straw mulching on pear growth and fruit quality in dryland. From 2011 to 2012, the experiment was performed with four nitrogen treatments of different levels, being 1 kg (T1), 0.5 kg (T2) and 0.25 kg (T3) and CK (without nitrogen input). Soil properties and leaf chlorophyll contents, vegetative growth, fruit yield and quality traits were analyzed. The results showed that the different N application reduced soil pH value significantly, improved soil calcium and zinc contents. N applications promoted leaf growth. N fertilizer significantly promoted shoot growth, leaf area and leaf weight and chlorophyll contents, with fruit yield of T1, T2, T3 being 25.4%, 17.0%, and 11.6% higher than that of CK, respectively. N fertilization decreased fruit soluble sugar, organic acid contents significantly. By contrast, quality parameters such as the fruit hardness, soluble solids, water contents were not significantly different among treatments.

Keywords: wheat straw mulching; nitrogen supply; pear tree; nutrient content; growth index; fruit quality

地面覆盖技术作为一项成熟技术已在我国北方地区果园推广应用, 在降水量较小的干旱半干旱地区进行果园生草不利于土壤保水^[1-3], 而利用植物秸秆、砂石、地膜等有机、无机物覆盖^[4-8]是干旱地区果园一项行之有效的节水保墒措施。秸秆作为传统的覆盖材料因其资源丰富, 操作方法简单, 对果树生长发育及果园土壤保墒作用效果明显^[9-12]。

陇东地区是甘肃梨主产区之一, 也是我国重要的优质果品生产基地之一, 果品产业成为促进该地

区经济发展和改善生态环境的支柱产业。该区为雨养农业区, 春季和初夏常发生干旱, 是限制果品质量和产量的关键因子^[13]。因此, 解决春夏干旱问题, 充分利用自然降水、提高果园水分利用效率十分重要。氮素是植物需求量最大的矿质营养元素, 在果树生长发育过程中起到十分重要的作用, 目前在果园氮素管理上普遍存在偏施氮肥和盲目施氮的现象, 所以, 确定合理的施氮量是果园养分管理的重要内容之一。本文结合甘肃省陇东旱地果园现状, 以

早酥梨 (*Pyrus bretschnei deri* Rehd.) 园为对象, 研究覆草条件下施氮水平对梨树生长发育的影响, 以期为旱地梨园氮素高效利用和同类地区果园土壤养分管理提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

试验地选在陇东旱塬的静宁县界石铺镇李堡村国家梨产业技术体系兰州综合试验站试验园。试验区为雨养旱作农业区, 位于东经 105°37.864'、北纬 35°34.124', 园地海拔 1703 m, 年平均气温 8.3℃, 降雨量 412.5 mm。土壤为黄绵土, pH 8.64。土壤有机质含量 6.95 g·kg⁻¹, 全氮 0.61 g·kg⁻¹, 全磷 0.66 g·kg⁻¹, 全钾 22.08 g·kg⁻¹, 碱解氮 29.26 mg·kg⁻¹, 有效磷 33.22 mg·kg⁻¹, 速效钾 138.35 mg·kg⁻¹(表 1)。

表 1 试验区土壤理化性状

Table 1 Soil physical and chemical properties for the experimental site

土层 Soil layer /cm	全氮 Total N /(g·kg ⁻¹)	全磷 Total P /(g·kg ⁻¹)	全钾 Total K /(g·kg ⁻¹)	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	pH	有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)	碱解氮 Available N /(mg·kg ⁻¹)
0~20	0.73	0.85	23.44	9.65	8.60	82.32	213.61	43.28
20~60	0.55	0.58	21.38	6.06	8.82	16.70	107.70	28.48
60~100	0.55	0.56	21.42	5.14	8.49	0.64	93.75	16.03

1.3 调查测定内容

测定土壤和叶片养分, 观察叶片组织结构, 调查新梢生长量、叶面积、百叶重量、叶绿素含量、果实产量和品质指标等。

1.3.1 土壤营养 测定土壤有机质、全氮、全磷、全钾, 碱解氮、有效磷、速效钾, 速效锌、锰、铜、铁、硼, 钙、镁离子和 pH 等 15 个指标。样品养分含量测定, 均采用土壤农业化学常规分析方法^[14]。测定方法: 土壤有机质, 重铬酸钾法; 全氮, 半微量凯氏法; 全磷, 氢氧化钠熔融—钼锑抗比色法; 全钾, 氢氧化钠熔融—火焰光度法; 碱解氮, 碱解扩散法; 有效磷, 碳酸氢钠提取—钼锑抗比色法; 速效钾, 乙酸铵提取—火焰光度法; 速效锌、锰、铜、铁, 火焰原子吸收分光光度法; 钙、镁离子, 滴定法; 有效硼, 甲亚胺—H 酸法; pH, 电极法。按“X”形随机选择样点 5 个, 于果实采收后在树冠外缘, 用土钻按 0~20 cm, 20~60 cm 分 2 个土层分别取样, 将 5 个点同一土层土样混合, 用四分法选留土样 1 kg, 标记好装入自封袋中, 并尽快送实验室测定。2012 年测定。

1.3.2 叶片营养 测定叶片全氮、全磷、全钾、钙、镁、铁、铜、锌、锰、硼等 10 个指标。于梨树新梢停止生长期, 每个处理选择正常发育枝中部叶 100 片, 为

1.2 试验设置

供试品种为早酥梨, 砧木为杜梨 (*Pyrus betulae-folia* Bge), 树龄 14 a 生, 栽植株行距 3 m×4 m。试验面积 1 200 m², 其中全园覆草 600 m², 覆草厚度 15 cm, 试验于 2011 年 5 月 25 日布置, 2012 年春季重复进行。

试验设置 4 个处理, 在覆草条件下施用不同量氮肥, 于梨树开花后一次性施入。采用穴状施肥方法, 每株挖深 20 cm、长约 50 cm 左右的四个施肥坑, 施肥后每穴灌水约 5 kg, 覆土填平。选用氮肥为尿素(甘肃刘化集团有限责任公司生产, 含 N 46%)。T1: 株施纯氮 1 kg; T2: 株施纯氮 0.5 kg; T3: 株施纯氮 0.25 kg; T4: CK(不施氮肥)。试验区其它施肥管理一致。每处理 6 株, 单株重复 6 次, 顺序排列。

了保持叶片鲜度, 减少养分损失, 将样叶装入加冰瓶的塑料泡沫箱中, 尽快送实验室处理。测定方法: 全氮, 半微量凯氏法; 磷, 酸溶—钒钼黄比色法; 钾, 酸溶—火焰光度法; 钙、镁、铁、锰、锌、铜, 火焰原子吸收分光光度法; 硼, 甲亚胺—H 酸—比色法。为 2012 年测定数据。

1.3.3 叶片结构 于新梢停止生长期分别选择正常发育枝中部叶片, 装入加冰瓶的塑料泡沫箱中, 尽快送实验室处理。操作流程: 先将叶片固定, 然后进行洗涤、脱水与硬化、脱酒精、封埋、切片、粘片、脱蜡、染色、脱水、透明和胶封等程序, 制成切片保存, 并完成拍片。测量叶片栅栏组织长度、宽度和海绵组织长度, 统计其差异显著性。

1.3.4 新梢生长量 于新梢停止生长期进行, 每个处理分别选择树体外围正常生长发育枝 60 个(每株 10 枝), 新梢长度用普通卷尺测量, 粗度用 SF2000 三按键电子数显卡尺(0~150 mm)测量。数据为 2011 年和 2012 年平均数。

1.3.5 叶绿素含量 每个处理选择正常发育枝中部叶片 100 片, 采用分光光度法(Cary50 紫外可见分光光度计)测定叶绿素含量。数据为 2011 年和 2012 年平均数。

1.3.6 果实产量和品质 于果实成熟期分别在树冠1.5~2 m高度随机选取果实50个测定果实品质,统计不同处理单株果实个数,测定平均单果重,估算单株产量。测定可溶性固形物、果实硬度、水分、可溶性糖、有机酸和维生素C含量等果实品质指标。维生素C、总糖、有机酸分别采用荧光法、费林法和指示剂滴定法测定;单果重、果实硬度和可溶性固形物分别用ES-1000E型电子天平(1000 g×0.1 g)、GY-1型果实硬度计和WYT型手持测糖仪测定。数据为2011年和2012年平均数。

试验数据用Excel 2003和DPS 3.1统计分析。

2 结果与分析

2.1 土壤养分变化

覆草条件下,梨园土壤增施氮素可以明显降低土壤pH值,施用不同量的氮素对表层(0~20 cm)土壤有机质含量影响不大,而提高了深层土壤(20~60 cm)有机质,但随着施氮量的减少,降低了深层土壤有机质含量。增施氮素明显提高了土壤全氮含量,这种作用表现为当施氮量达到一定程度才有利于土

壤全氮量的增加,而少量施氮与对照无显著差异;对土壤全磷含量影响不明显,但增加了土壤表层有效磷的含量;随着施氮量的增加,土壤钾素含量获得提高,但增加幅度不大(见表2)。

连续两年的施氮结果表明,在覆草条件下,不同施氮水平均能显著提高土壤钙、锌含量,特别是增加了土壤表层有效锌含量,而降低了土壤表层镁、铁和土壤深层锰含量,对土壤铜、硼含量影响作用不明显(见表3)。

2.2 叶片营养

覆草梨园不同的施氮量,影响了梨叶片营养元素含量。施氮后明显降低了叶片铜和锰元素含量,而不同氮水平对叶片其它营养元素含量的影响程度不同,株施纯氮0.5 kg叶片中磷、钾、钙、硼含量最高,而铜、锰含量最低;土壤施氮能提高叶片氮含量,施氮对叶片镁、铁和锌含量影响不大(见表4)。

2.3 叶片结构

覆草条件下不同施氮水平对梨叶片组织结构效果不同。栅栏组织和海绵组织是叶片的营养组织,也是叶肉的重要组成部分,是果树叶片进行光合作

表2 土壤养分含量 I (2012)

Table 2 The soil nutrient content I

处理 Treatment	土层深度 Soil depth /cm	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	全氮 Total N /(g·kg ⁻¹)	全磷 Total P /(g·kg ⁻¹)	全钾 Total K /(g·kg ⁻¹)	碱解氮 Available N /(mg·kg ⁻¹)	有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)	pH
T1	0~20	8.98	1.04	0.79	20.85	88	29.21	276	8.25
	20~60	9.79	1.02	0.60	20.85	328	2.11	188	8.22
T2	0~20	8.78	0.85	0.91	20.85	57	89.78	276	8.57
	20~60	4.88	0.46	0.64	20.85	87	4.36	138	8.23
T3	0~20	8.44	0.82	0.73	20.22	66	8.57	247	8.43
	20~60	5.62	0.49	0.63	20.22	41	0.56	104	8.47
T4(CK)	0~20	8.49	0.84	0.70	19.60	50	8.95	276	8.73
	20~60	6.21	0.54	0.64	19.60	46	3.33	109	8.92

表3 土壤养分含量 II (2012)

Table 3 The soil nutrient content II/(mg·kg⁻¹)

处理 Treatment	土层深度 Soil depth/cm	钙 Ca	镁 Mg	锰 Mn	铜 Cu	铁 Fe	锌 Zn	硼 B
T1	0~20	150	15	5.35	0.71	4.46	1.18	0.73
	20~60	270	98	4.87	0.77	3.63	0.58	1.52
T2	0~20	80	49	2.95	2.59	6.05	3.10	0.96
	20~60	150	85	2.33	0.68	3.53	0.51	0.83
T3	0~20	100	46	3.39	0.67	4.38	0.71	0.72
	20~60	120	37	2.55	0.64	3.66	0.52	0.61
T4(CK)	0~20	60	61	4.14	0.68	4.17	0.80	0.59
	20~60	55	46	7.31	0.74	4.56	0.32	0.68

表 4 叶片养分含量(2012)

Table 4 Leaf nutrient content

处理 Treatments	全氮 Total N (g·kg ⁻¹)	全磷 Total P (g·kg ⁻¹)	全钾 Total K (g·kg ⁻¹)	钙 Ca (g·kg ⁻¹)	镁 Mg (g·kg ⁻¹)	铜 Cu (mg·kg ⁻¹)	铁 Fe (mg·kg ⁻¹)	锌 Zn (mg·kg ⁻¹)	锰 Mn (mg·kg ⁻¹)	硼 B (mg·kg ⁻¹)
T1	25.3	1.70	10.90	18.44	7.41	11.30	336.76	16.25	173.64	21.65
T2	24.6	2.13	15.27	20.44	7.06	10.69	307.54	16.86	154.00	22.48
T3	24.6	1.82	11.62	20.11	7.03	11.63	294.90	16.84	162.81	19.63
T4(CK)	24.4	1.63	11.38	18.03	7.16	13.60	310.13	16.44	198.88	22.02

用制造有机物的主要组织器官,其越发达,光合作用能力越强。表 5 中显示,T1 叶片栅栏组织长度和厚度显著高于其它处理,而 T2、T3 和 T4(CK)间差异不显著,说明增施氮肥可以促进叶片组织结构生长。不同处理海绵组织差异不显著。

表 5 不同处理叶片结构/ μm

Table 5 The leaf structures of different treatments

处理 Treatment	栅栏组织 Palisade tissue		海绵组织 Spongy tissue
	长度 Length	厚度 Thickness	长度 Length
T1	1007.214a	92.167a	1073.073a
T2	867.602 b	77.667b	1043.421a
T3	874.764b	76.583b	1085.587a
T4(CK)	920.616b	81.833b	1052.229a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different small letters in the same column meant significant difference at 0.05 level. The same as below.

2.4 新梢生长量

覆草条件下施氮可以显著提高梨树新梢生长量,增大叶面积和百叶重量,且随着施氮量的增加,这种作用越明显。少量施氮(T3)促进了新梢长度的增加,但对新梢粗度、单叶面积和百叶重影响不大(见表 6)。

2.5 叶绿素含量

覆草下增施氮素可以显著提高梨叶片叶绿素 a 和总叶绿素含量,且随着施氮量的增加,作用效果越明显(见表 7)。

2.6 果实产量和品质

覆草下,不同施氮处理均能提高梨果品产量,T1、T2、T3 处理分别比对照提高产量 25.4%、17.0%、11.6%(见表 8)。

覆草下施不同量的氮素对梨果实品质影响效果明显。施氮后梨果实可溶性糖、有机酸明显降低,不同施氮量之间差异不显著;而果实硬度、可溶性固形物、水分含量稍有增加,但处理间差异不显著;少量施氮有利于果实维生素 C 含量的增加,当株施氮量

大于 0.25 kg 时,维生素 C 含量随着施氮量的增加而明显下降(见表 9)。

表 6 新梢生长量和百叶重

Table 6 Shoot growth parameters and leaf weight

处理 Treatment	新梢长度 Shoot length /cm	新梢粗度 Shoot diameter /mm	叶面积 Leaf area /cm ²	百叶鲜重 Fresh 100-leaf weight/g	百叶干重 Dry 100-leaf weight/g
T1	21.5a	6.36a	45.22a	110.28a	40.21a
T2	19.9ab	5.89ab	41.36b	108.39a	40.05a
T3	18.5b	5.79b	39.21bc	98.56b	37.63a
T4(CK)	16.4c	5.61b	38.55c	96.27b	37.48a

表 7 不同处理叶绿素含量/(mg·kg⁻¹)

Table 7 Chlorophyll contents of different treatments

处理 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	总叶绿素 Total chlorophyll
T1	3.21a	0.79a	3.98a
T2	2.91b	0.76ab	3.67b
T3	2.92b	0.73ab	3.65b
T4(CK)	2.51c	0.70b	3.21c

表 8 不同处理产量

Table 8 Yields of different treatments

处理 Treatment	果实个数 Fruit number	单果重/g Weight of single fruit	单株产量/kg Production per tree	比 T4 增产/% Increased by
T1	385	188.4	72.5	25.4
T2	366	184.8	67.6	17.0
T3	349	184.7	64.5	11.6
T4(CK)	322	179.4	57.8	

3 讨论

氮素的施用对果树营养生长、花芽分化^[15]和光合作用^[16]等具有促进作用,氮肥的充足供应是获得高产的保证。苹果产量与叶片氮含量密切相关,其花芽数量随叶片氮含量的增加而增加^[17],在叶片全氮量为 1.70%~2.75%时,产量与叶片氮含量呈正相关^[18]。氮素对苹果生长发育的影响通过果实的

表9 不同处理果实品质
Table 8 Fruit quality of different treatments

处理 Treatment	硬度/(kg·cm ⁻²) Hardness	可溶性固形物/% TSS	Vc/(mg·kg ⁻¹) Vitamin C	可溶性糖/(g·kg ⁻¹) Soluble sugar	有机酸/(g·kg ⁻¹) Organic acid	水分/% Water content
T1	7.98a	10.26a	36.2b	65.3b	2.69b	87.0a
T2	7.73a	10.03a	38.4b	66.1b	2.94b	86.6a
T3	7.95a	10.92a	46.1a	65.1b	2.65b	86.8a
T4(CK)	7.64a	10.63a	43.8a	71.8a	3.33a	86.6a

激素水平调控,从而导致了有关品质指标的变化,随施氮量的增加,果实中水分含量增加,果皮叶绿素与果肉可滴定酸浓度提高,果皮花青苷与果肉可溶性糖浓度降低^[19]。不同的试验表明,过量施氮降低了果实钙含量和果肉硬度,影响果皮着色,但对苹果产量、果个及可溶性固形物含量无影响^[20]。这种不同结论可能与施氮量、施氮时期、品种、土壤性质等有关。本文结果表明,覆草条件下梨树施氮显著提高了产量,这与上述结论一致^[15-18],但果实可溶性糖、有机酸、Vc等含量降低,而彭福田等^[19]在苹果上的试验结论表明,随施氮量增加果肉可溶性糖浓度降低,而果实水分和可滴定酸含量提高,这可能与不同树种及栽培条件等有关。所以,生产上要在增施有机肥的基础上,合理使用化肥,才能达到果实品质和产量的提高。

覆草对果园土壤理化性状的影响研究报道较多。覆草果园减少了雨水对氮素的淋溶,降低了土壤容重,增加了土壤有效养分和有机质含量^[21-25]。本文结果表明,覆草条件下梨园增施氮肥可以明显降低土壤pH值,施用不同量的氮素对表层(0~20 cm)土壤有机质含量影响不大,而提高了深层土壤(20~60 cm)有机质,其原因可能是覆草缓解了土壤养分的流失,而氮素加速了秸秆腐解率,并随降雨下移,土壤中供应养分的能力增加^[26],从而增加了土壤有机质含量。当施氮量降低时,秸秆腐解率降低,深层土壤有机质含量随之降低。可见,覆草下增施氮素对降低土壤pH值的作用明显,这有利于干旱半干旱高盐碱地区果园的土壤改良。在果园覆草施氮条件下,其氮素利用率以及与作物秸秆互作影响土壤有机质的作用机理有待于进一步研究。

土壤有机质含量与土壤各形态氮素含量间均有较高的正相关性,因为土壤有机质和粘粒一样具有较强的吸附作用,二者是保持土壤养分,特别是速效养分的活力中心^[27]。大量施用氮肥时,由于果树不能全部吸收利用,而土壤胶体又不能吸收一价的硝酸根离子,在降水或灌溉条件下,土壤中的硝酸盐易被向下淋洗而污染地下水^[28],同时,过多施氮常会

造成叶面积过大、植株间通风透光不良,水分利用效率降低^[29]。而覆草条件下,增加了土壤保水蓄水的同时,避免硝态氮向深层淋失。当氮素供应适量时,能提高叶片中叶绿素含量和叶片束缚水含量,从而提高植物的抗旱性^[30]。本文中覆草下每株施0.5 kg氮对促进梨叶片营养元素的吸收效果最好,叶片磷、钾、钙、硼等营养元素含量最高,而微量元素铜和锰含量最低,可见,不同施氮量表现出对营养元素吸收量不同。

参考文献:

- [1] 李会科,张广军,赵政阳,等.生草对黄土高原旱地苹果园土壤性状的影响[J].草业学报,2007,16(2):32-39.
- [2] 赵政阳,李会科.黄土高原旱地苹果园生草对土壤水分的影响[J].园艺学报,2006,33(3):481-484.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 徐 雄,张 健.生草和生物覆盖对果园土壤肥力的影响[J].四川农业大学学报,2004,22(1):88-91.
- [6] 张 琳,袁德义,赵思东.秸秆覆盖对梨树树体营养及果实产量与品质的影响[J].中南林学院学报,2005,25(4):71-75.
- [7] 王中英,杨佩芳,古润泽,等.秸秆覆盖对黄土高原旱地苹果园的影响[J].中国农业科学,1992,25(5):42-49.
- [8] 张 坤,尹小宁,刘小勇,等.陇东旱地果园覆沙对苹果树蒸腾耗水及果实品质的影响[J].应用生态学报,2010,21(11):2755-2762.
- [9] 赵德英,吕德国,刘国成,等.不同土壤管理制度对‘寒富’苹果树体养分回流的影响[J].东北林业大学学报,2009,37(4):18-21,39.
- [10] 温晓霞,殷瑞敬,高茂盛,等.不同覆盖模式下旱作苹果园土壤酶活性和微生物数量时空动态研究[J].西北农业学报,2011,20(11):82-88.
- [11] 冯锦泉,王中英.秸秆覆盖对苹果树叶片几项生理指标的影响[J].果树科学,1996,13(3):149-152.
- [12] 张 坤,王发林,刘小勇,等.地面覆盖对果园土壤水分分布和果实品质的影响[J].西北农业学报,2010,19(11):125-130.
- [13] 魏钦平,程述汉,唐 芳,等.红富士苹果品质与生态气象因子关系的研究[J].应用生态学报,1999,10(3):289-292.

实品质的提高。因此,今后果树研究中,特别是红枣,要加强果树专用肥的研究,掌握适合不同品种果树优质高产的肥料配施比例,促进新疆特色林果业的发展。

参考文献:

- [1] 曲泽洲,孙云蔚.果树种类论[M].北京:农业出版社,1990:232-243.
- [2] Brummitt P K. Vascular plant families and genera[J]. Kew Royal Botanic Gardens, 1992,10(3):646-647.
- [3] 龙兴桂.现代中国果树栽培[M].北京:中国林业出版社,2001:545-550.
- [4] 王宏明,孙 昊.阿克苏垦区红枣栽培技术[J].园林技术,2006,2(2):23-25.
- [5] 刘晓芳,蒋 腾,李 萍,等.新疆发展特色林果的优势与途径[J].经济林研究,2006,24(3):88-91.
- [6] 刘侯俊,巨晓棠,同延安,等.陕西省主要果树的施肥现状及存在问题[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):38-44.
- [7] 王 斌,张月华,王玉奎,等.氮磷钾施肥比例对枣幼树生长和结果的影响[J].园艺学报,2007,34(2):473-476.
- [8] 常兴秋,常延明,韩丽红,等.不同数量肥水对枣树生长及产量的影响[J].防护林科技,2006,(1):33-37.
- [9] 杨 丹,曲柏宏.苹果、梨叶片叶绿素含量的变化规律[J].湖北农业科学,2007,46(4):585-587.
- [10] 胡桂娟,刘嘉芬,刘寄明.果树营养成分测定法[M].泰安:山东农业大学出版社,1997:10-15.
- [11] 杨曦光,范文义,于 颖.基于 PROSPECT + SAIL 模型的森林冠层叶绿素含量反演[J].光谱学与光谱分析,2010,30(11):144-148.
- [12] George A P. Effect of the time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flowering and fruiting of Maiden apple trees grown in sand culture[J]. Scientia Horticulturae, 1992,49(3):197-207.
- [13] 周瑞金,杜晓华,刘遵春,等.金光杏梅叶绿素含量变化规律研究[J].中国农学通报,2010,26(6):201-203.
- [14] 王 刚,侍 瑞,努尔尼萨,等.氮磷钾施肥配比对骏枣叶绿素荧光参数的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(9):187-194.
- [15] 史沉鱼,李向民,苗 玲,等.不同氮磷钾肥配比与红富士苹果叶片叶绿素含量的关系研究[J].陕西农业科学,2009,55(1):23.
- [16] 郑文君,范崇辉,韩明玉.不同天气对苹果叶片光合特性的影响[J].西北农业学报,2007,16(6):124-127.
- [17] Grozov D N, Shishkanu G V. Photosynthesis by apple trees on a dwarfing rootstock Sadovodstvo [J]. Vinogradarstvo Vinodelie Moldavii, 1972,(12):10-13.
- [18] 孙 霞,柴仲平,蒋平安,等.水氮耦合对苹果光合特性和果实品质的影响[J].水土保持研究,2010,17(6):271-274.
- [19] 柴仲平,王雪梅,孙 霞,等.不同缺素处理对香梨坐果期光合特性的影响[J].北方园艺,2013,(2):15-19.
- [20] 蒋万峰,周建斌.氮磷钾化肥配合施用对无核白葡萄品质与产量的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2009,10(3):4-8.
- [21] 邹耀湘,梁 智,张计峰,等.红枣氮磷钾及微肥配合施用效果研究[J].新疆农业科技,2009,187(4):69-71.
- [22] 柴仲平,王雪梅,孙 霞,等.不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J].果树学报,2011,28(2):229-233.
- [14] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社.2000:263-268.
- [15] Khemira H. Influence of canopy orientation on fruiting of "Anjou" pears and postharvest urea spray on ovule longevity and fruit set of "Comice" pears[D]. M. S. thesis, Corvallis: Oregon State University, 1991.
- [16] Dejong T M, Day K R, Johnson R S. Partitioning of leaf nitrogen with respect to within canopy light exposure and nitrogen availability in peach[J]. Trees, 1989, (3):89-95.
- [17] Tami M, Lombard P B, Righetti T L. Effect of urea nitrogen on fruitfulness and fruit quality of Starkspur Golden Delicious apple trees [J]. Journal of Plant Nutrition, 1986,9(1):75-85.
- [18] 耿玉韬.苹果高产优质关键技术[M].郑州:河南科技出版社,1996.
- [19] 彭福田,姜远茂,顾曼如,等.氮素对苹果果实内源激素变化动态与发育进程的影响[J].植物营养与肥科学报,2003,9(2):208-213.
- [20] Olivier C M, Wooldridge J. Apple quality as related to nitrogen and phosphorus nutrition[J]. Journal of Plant Nutrition, 1994, 17(6):1005-1015.
- [21] 王 进,欧 毅,谢永红,等.山地李园树盘覆盖效应研究[J].西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(4):601-605.
- [22] 赵长增,陆 璐,陈佰鸿.干旱荒漠地区苹果园地膜及秸秆覆盖的农业生态效应研究[J].中国生态农业学报,2004,12(1):155-158.
- [23] 孙 鹏,王丽华,李光宗,等.麦草覆盖对果园土壤理化性质影响的研究[J].水土保持研究,2001,8(3):37-39,109.
- [24] 王庆江,程福厚,赵志军.生草和覆盖对梨园土壤水分和结构的影响[J].中国农学通报,2010,26(9):259-262.
- [25] 曹燕荣,谷继成,王有年,等.不同覆盖材料对圆黄梨幼树土壤性状及树体生长的影响[J].北京农学院学报,2010,25(1):5-8.
- [26] 董守坤,刘丽君,孙聪殊,等.氮肥施用方式对土壤有机质与氮素含量的影响[J].大豆科学,2010,29(5):836-839,844.
- [27] 包耀贤,吴发启,贾玉奎.黄土丘陵沟壑区坝地和梯田土壤氮素特征与演变[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(3):97-104.
- [28] 文宏达,刘玉柱,李晓丽,等.水肥耦合与旱地农业持续发展[J].土壤与环境,2002,11(3):315-318.
- [29] 张雷明,杨君林,上官周平.旱地小麦群体生理变量对氮素供应量的响应[J].中国生态农业学报,2003,11(3):63-65.
- [30] 姚维传.作物节水研究进展[J].安徽技术师范学院学报,2001,15(4):13-16.

(上接第 143 页)