

山东栖霞市红富士苹果花样营养诊断研究

陈志强 李絮花 赵庚星 朱希存

(山东农业大学 资源与环境学院 植物营养实验室,山东 泰安 271018)

摘要:通过对32个有代表性果园苹果花矿质营养分析,采用平衡指数法对山东栖霞市红富士苹果进行了花样营养诊断。结果表明:红富士苹果花样N、P、K、Ca、Mg、B、Fe、Mn、Cu、Zn的适宜含量分别为(28.79 ± 4.65) g/kg、(5.11 ± 0.74) g/kg、(16.24 ± 1.02) g/kg、(84.01 ± 20.68) mg/kg、(43.54 ± 9.46) mg/kg、(94.13 ± 12.27) mg/kg、(109.08 ± 38.9) mg/kg、(60.25 ± 16.7) mg/kg、(10.09 ± 3.15) mg/kg、(28.31 ± 5.06) mg/kg;各营养元素的变幅表现为:Fe > Cu > Mn > Ca > Mg > Zn > N > P > B > K;花样各营养元素之间存在着增效或拮抗效应;对Fe、Mn、Cu元素需求强度较大的果园分别占供试果园的53.1%、46.9%、37.5%;所有营养元素基本都有处于正常值区和高值区,在其他区域分布较少,K则全部处于正常值区。

关键词: 苹果花样; 营养诊断; 平衡指数法

中图分类号:S661.1 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2010)增刊-0220-05

Flower Sample Nutrition Diagnosis of Red Fuji Apple in Qixia City Shandong Province

CHEN Zhi-qiang, LI Xu-hua, ZHAO Geng-xing, ZHU Xi-cun

(Laboratory of Plant Nutrition, College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: Flowers samples were taken from 32 red Fuji apple orchards in Qixia Shandong Province and flower nutrition diagnosis was done using Equilibrium Index method. The results showed that the optimum concentrations of N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Cu, Zn in Fuji apple flowers were (28.79 ± 4.65) g/kg, (5.11 ± 0.74) g/kg, (16.24 ± 1.02) g/kg, (84.01 ± 20.68) mg/kg, (43.54 ± 9.46) mg/kg, (94.13 ± 12.27) mg/kg, (109.08 ± 38.9) mg/kg, (60.25 ± 16.7) mg/kg, (10.09 ± 3.15) mg/kg, (28.31 ± 5.06) mg/kg, respectively; The different nutrient element change ranges Fe > Cu > Mn > Ca > Mg > Zn > N > P > B > K; and there were synergistic effects or antagonistic effects in them. The orchards with Fe, Mn and Cu deficit accounted for 53.1%, 46.9% and 37.5% of total studied orchards, respectively. All the nutrient elements were almost in the optimum dose zone and high dose zone, less in other zones, K was completely in the optimum dose zone.

Key words: Apple flower sample; Nutrition diagnosis; Equilibrium index method

山东栖霞市素有“胶东屋脊”之称,主要地形为丘陵山地,有“六山一水三分田”之特点,非常适宜栽植苹果,苹果已成为支柱产业,享有“中国苹果之都”和“中国苹果第一市”之称。矿质营养是苹果生长发育、产量形成和品质提高的物质基础^[1],叶片是生理活动活跃的器官^[2],利用叶片矿质营养状况可以对果树进行营养诊断^[3],且不同地区的营养诊断结果具有很大差异性。

目前,关于苹果叶片营养诊断的研究已很深入,但对苹果花的营养诊断还鲜有报道。苹果花期是苹果栽培管理的关键性阶段,对于苹果最终产量的形成及果品品质具有直接的影响。本研究以此为基点,通过对32个有代表性果园苹果花矿质营养分析,研究各营养元素的盈亏状况、各营养元素含量之间的相互关系,并利用平衡指数法对栖霞地区红富士苹果花作出营养诊断,为制定红富士苹果配方施

收稿日期:2010-05-18

基金项目:国家“863”计划项目(2008AA10Z203)

作者简介:陈志强(1984-),男,山东淄博人,硕士,主要从事植物营养机理与调控研究。

通讯作者:李絮花(1964-),女,山东德州人,教授,主要从事植物营养机理与调控、元素循环与环境方面的研究。

肥方案提供一些理论和实践依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于2009年4月24-28日在苹果盛花期进行,试验区设在山东省苹果主产区栖霞市,选择14个镇有代表性的红富士苹果种植园32个,每个果园按“S”形线路选取苹果树6株。在晴天8:00-10:00,于东、南、西、北四个方向均匀采集冠层外圈位置完全展开花,采回花样迅速带回实验室,用85℃恒温杀青30 min后于60℃烘干至恒重。然后用碾磨粉碎,放于阴凉干燥处保存。

1.2 测定项目和分析方法

1.2.1 花样营养元素含量的测定

1.2.1.1 N、P、K含量的测定^[4] 浓硫酸-过氧化氢消煮,凯氏定氮法测N,钼钒黄比色法测P,火焰光度计法测K。

1.2.1.2 B、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn含量的测定^[4]: 样品干灰化后,用稀盐酸溶解、定容,姜黄素比色法

测B,原子吸收分光光度法测定其他元素。

1.2.2 平衡指数的计算 采用Kenworthy法^[5]把叶营养元素含量换算成养分平衡指数,判断果园养分丰缺状况及需肥顺序,平衡指数小的元素是最小养分因子,需肥顺序排在前面。平衡指数分为5级,17~50为缺乏,50~83为低于正常值,83~117为正常值,117~150为高于正常值,150~183为过量。计算公式如下:

$$P = X / S \times 100; I = (100 - P) \times CV; B = P + I.$$

S标准值(平均值),X花样含量,B平衡指数, CV变异系数。

所有数据采用Excel和DPS统计分析软件处理。

2 结果与分析

2.1 苹果花样营养元素含量分析

红富士花样营养元素含量丰缺指标全国尚无统一指标,本试验测定32个果园192株红富士苹果花样的营养元素含量,每个果园的营养元素含量取6株果树花样的平均值(表1)。

表1 红富士苹果花样营养元素含量

Tab.1 The content of nutrient element in red Fuji apple flower

地点 Site	N /(g/kg)	P /(g/kg)	K /(g/kg)	Ca /(mg/kg)	Mg /(mg/kg)	B /(mg/kg)	Fe /(mg/kg)	Mn /(mg/kg)	Cu /(mg/kg)	Zn /(mg/kg)
1	22.25	4.53	15.50	98.38	40.40	107.61	76.25	87.06	11.22	24.85
2	20.87	4.11	15.35	74.39	40.05	87.97	80.22	75.21	11.51	24.05
3	22.35	4.55	15.54	69.72	41.54	88.09	82.83	84.01	16.55	24.83
4	26.93	4.36	15.87	65.80	40.38	86.23	90.70	63.14	11.55	26.53
5	26.92	4.45	15.63	110.78	42.77	93.00	94.14	67.67	16.33	22.56
6	24.73	4.40	15.95	137.41	42.83	108.26	84.71	63.23	13.08	23.22
7	32.44	4.58	15.96	57.17	43.77	91.99	105.67	60.89	7.49	19.67
8	31.83	4.59	16.00	73.12	43.41	101.57	93.77	57.07	8.81	17.54
9	29.37	4.45	16.21	108.57	44.14	97.79	99.91	60.60	5.67	21.95
10	32.97	5.07	15.77	72.98	41.63	86.64	86.38	94.68	8.92	23.26
11	30.87	4.93	16.10	89.56	41.23	85.73	85.64	87.14	10.16	24.44
12	30.50	4.58	16.02	116.08	42.94	94.51	80.91	102.38	8.78	24.89
13	24.22	6.25	14.89	95.23	40.88	107.41	144.67	70.00	11.97	30.47
14	23.91	5.97	15.19	76.65	39.28	117.20	128.68	55.76	11.85	32.15
15	21.94	6.18	16.07	95.65	41.09	109.68	175.24	70.46	18.13	33.23
16	22.96	5.94	14.77	48.99	41.06	73.04	176.53	52.10	5.84	31.24
17	26.31	6.66	15.99	48.93	41.46	97.41	169.11	47.43	9.24	32.41
18	25.83	6.32	15.68	49.31	39.60	75.74	163.28	38.41	7.34	30.79
19	28.49	5.96	19.01	77.97	41.47	80.62	160.69	36.46	5.74	30.20
20	23.19	5.83	15.47	61.79	40.24	95.44	169.27	35.11	7.23	28.85
21	24.49	6.55	15.08	114.18	44.86	77.79	179.75	45.01	7.68	29.59
22	32.34	4.44	18.28	78.62	50.25	73.93	144.30	50.38	12.79	34.39
23	35.30	4.90	16.14	100.38	39.43	102.67	116.00	67.60	12.28	30.54
24	31.38	4.73	16.99	79.51	44.87	94.83	83.12	51.00	13.00	30.46
25	34.12	5.31	18.48	83.96	60.05	77.88	72.51	50.31	14.15	32.20
26	31.57	4.99	17.09	75.28	43.25	77.38	61.33	48.72	13.93	28.15
27	32.28	5.14	16.41	88.61	45.69	100.25	68.13	55.24	9.93	28.75
28	32.26	4.60	15.97	99.93	85.04	96.72	118.87	48.84	10.41	25.17
29	35.16	4.28	17.07	79.26	27.02	99.31	64.42	48.13	10.48	35.31
30	34.37	4.91	17.52	79.02	26.83	106.12	63.90	50.42	10.40	34.98
31	35.94	5.10	17.44	88.21	47.20	113.36	84.45	52.28	13.44	40.94
32	33.04	4.95	16.06	92.90	48.78	106.11	85.25	51.13	13.07	28.21
标准差 SD	4.65	0.74	1.02	20.68	9.46	12.27	38.90	16.70	3.15	5.06
平均值 Mean	28.79	5.11	16.24	84.01	43.54	94.13	109.08	60.25	10.90	28.31
变异系数/% CV	16.17	14.57	6.29	24.61	21.74	13.04	35.66	27.72	28.89	17.87

研究表明,不同环境条件下红富士苹果花样的营养元素含量存在差异,N、P、K、Ca、Mg、B、Fe、Mn、Cu、Zn 的平均含量分别为(28.79 ± 4.65) g/kg,(5.11 ± 0.74) g/kg,(16.24 ± 1.02) g/kg,(84.01 ± 20.68) mg/kg,(43.54 ± 9.46) mg/kg,(94.13 ± 12.27) mg/kg,(109.08 ± 38.9) mg/kg,(60.25 ± 16.7) mg/kg,(10.09 ± 3.15) mg/kg,(28.31 ± 5.06) mg/kg。

各营养元素的变幅表现为:Fe > Cu > Mn > Ca > Mg > Zn > N > P > B > K。其中 Fe 含量的变幅最大,变异系数达 35.66%,其次是 Cu,变异系数为 28.89%;K 的变幅最小,变异系数为 6.29%。大量营养元素中,N 的变幅最大但是含量之间差别不大;其他元素中,除 B 外,变幅都较大。重视 NPK 肥的施用而其他元素肥料施用较少,是造成营养元素差

异性的根本原因;B 比较集中分布于花器官中,对繁殖器官的形成具有重要作用,在苹果植株中的移动性较大,故变幅较小。

2.2 苹果花样各营养元素的相关性分析

果树体内的营养元素,不但与土壤养分含量有直接关系^[6],而且与果树内营养元素之间的相互作用密切相关^[7]。将苹果花样的营养元素含量做简单的相关分析(表 2)结果表明:苹果花样各营养元素之间存在着拮抗或增效作用。其中,呈极显著正相关的元素有 N-K、P-Fe;呈显著正相关的元素有 P-Zn、K-Zn、Ca-B。呈极显著负相关的元素有 N-B、Mn-Zn;呈显著负相关的元素有 P-Mn、K-Mn、Fe-Mn。根据花样各种营养元素之间的相关关系,可以调节养分的平衡,有时还可通过减少养分的过量施用达到纠正另一种养分缺乏的目的。

表 2 花样各营养元素间的相关系数(n=32)

Tab.2 Correlation coefficients among the nutrient elements in flowers

元素 Element	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn
N										
P	-0.34									
K	0.61**	-0.16								
Ca	0.06	-0.28	-0.01							
Mg	0.18	-0.08	0.10	0.20						
B	0.03	-0.08	-0.19	0.36*	-0.13					
Fe	-0.48**	0.78**	-0.24	-0.25	0.05	-0.21				
Mn	-0.14	-0.38*	-0.35*	0.32	-0.12	0.16	-0.39*			
Cu	-0.03	-0.23	0.09	0.28	0.09	0.29	-0.32	0.24		
Zn	0.18	0.43*	0.41*	-0.17	-0.14	0.09	0.24	-0.45**	0.19	

注: * . 表示差异显著($P < 0.05$), ** . 表示差异极显著($P < 0.01$)。

Note: * . Significantly different ($P < 0.05$), ** . Extremely significantly different ($P < 0.01$) .

2.3 苹果花样营养诊断

由于地域和采样时间的不同,苹果花样的标准值差异较大。为了克服这些缺陷,本试验采用 32 个果园花样营养元素的平均值作为苹果花样的标准值,运用平衡指数法得到每个果园苹果花样营养元素的平衡指数(表 3),根据平衡指数的大小,判定其需肥顺序。

结果表明:需肥顺序中 Fe、N、Zn 和 Cu 排在第一位的果园分别占供试果园的 28.1%、15.6%,

15.6% 和 12.5%。排在前三位次数较多的元素为 Fe、Mn、Cu,它们分别占供试果园的 53.1%、46.9%、37.5%;其中,需 Fe 强度最大的分布在 1、2、25、26、27、29 和 30 号地点,需 Mn 强度最大的分布在 18、19、20 和 21 号地点,需 Cu 强度最大的分布在 7、9、16、18、19、20 和 21 号地点。需肥顺序排在 Fe、Mn、Cu 后面的元素是 P、Ca、Zn,分别占供试果园的 34.4%、28.1%、31.3%。相对来说,N、K、Mg、B 所占比例较小,能满足树体营养的需求。

表 3 花样营养元素的平衡指数(n=32)

Tab.3 The equilibrium index of nutrient element in flower

地点 Site	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn	需肥顺序 Order of fertilizer requirement
1	80.95	90.25	95.75	112.90	94.35	112.45	80.63	132.16	102.08	89.95	Fe > N > Zn > P > Mg > K > Cu > B > Ca > Mn
2	76.94	83.34	94.84	91.37	93.73	94.31	82.98	117.95	103.95	87.64	N > Fe > P > Zn > Ca > Mg > B > K > Cu > Mn
3	81.24	90.66	95.96	87.17	96.41	94.42	84.52	128.50	136.86	89.91	N > Fe > Ca > Zn > P > B > K > Mg > Mn > Cu
4	94.58	87.43	97.84	83.66	94.33	92.70	89.16	103.46	104.22	94.84	Ca > P > Fe > B > Mg > N > Zn > K > Mn > Cu
5	94.54	89.02	96.49	124.03	98.62	98.95	91.19	108.90	135.43	83.32	Zn > P > Fe > N > K > Mg > B > Mn > Ca > Cu
6	88.17	88.13	98.32	147.92	98.73	113.05	85.63	103.57	114.22	85.22	Zn > Fe > P > N > K > Mg > Mn > B > Cu > Ca
7	110.62	91.16	98.36	75.92	100.40	98.02	97.99	100.77	77.75	74.93	Zn > Ca > Cu > P > Fe > B > K > Mg > Mn > N

续表 3:

地点 Site	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn	需肥顺序 Order of fertilizer requirement
8	108.86	91.36	98.64	90.23	99.76	106.87	90.97	96.18	86.35	68.75	Zn > Cu > Ca > Fe > P > Mn > K > Mg > B > N
9	101.70	88.88	99.83	122.04	101.08	103.38	94.59	100.43	65.87	81.55	Cu > Zn > P > Fe > K > Mg > Mn > N > B > Ca
10	112.17	99.38	97.32	90.10	96.57	93.08	86.61	141.31	87.05	85.34	Zn > Fe > Cu > Ca > B > Mg > K > P > N > Mn
11	106.05	96.97	99.18	104.98	95.84	92.24	86.18	132.26	95.16	88.77	Fe > Zn > B > Cu > Mg > P > K > Ca > N > Mn
12	104.99	91.10	98.76	128.78	98.93	100.35	83.38	150.54	86.20	90.07	Fe > Cu > Zn > P > K > Mg > B > N > Ca > Mn
13	86.68	119.04	92.20	110.07	95.22	112.27	120.99	111.69	106.95	106.25	N > K > Mg > Zn > Cu > Ca > Mn > B > P > Fe
14	85.79	114.38	93.95	93.40	92.34	121.31	111.56	94.62	106.23	111.13	N > Mg > Ca > K > Mn > Cu > Zn > Fe > P > B
15	80.05	117.82	99.01	110.44	95.59	114.37	139.02	112.25	147.14	114.27	N > Mg > K > Ca > Mn > Zn > B > P > Fe > Cu
16	83.02	113.91	91.51	68.57	95.53	80.52	139.78	90.22	66.97	108.51	Cu > Ca > B > N > Mn > K > Mg > Zn > P > Fe
17	92.77	125.87	98.55	68.52	96.26	103.03	135.41	84.62	89.18	111.89	Ca > Mn > Cu > N > Mg > K > B > Zn > P > Fe
18	91.38	120.23	96.78	68.86	92.91	83.01	131.97	73.79	76.76	107.19	Ca > Mn > Cu > B > N > Mg > K > Zn > P > Fe
19	99.13	114.19	116.01	94.58	96.28	87.52	130.44	71.46	66.31	105.49	Cu > Mn > B > Ca > Mg > N > Zn > P > K > Fe
20	83.68	112.00	95.58	80.06	94.07	101.21	135.50	69.84	76.05	101.57	Mn > Cu > Ca > N > Mg > K > B > Zn > P > Fe
21	87.47	124.03	93.30	127.08	102.37	84.91	141.69	81.72	78.97	103.72	Cu > Mn > B > N > K > Mg > Zn > P > Ca > Fe
22	110.33	88.87	111.75	95.16	112.06	81.34	120.77	88.16	112.35	117.64	B > Mn > P > Ca > N > K > Mg > Cu > Zn > Fe
23	118.97	96.41	99.42	114.69	92.62	107.89	104.08	108.81	109.01	106.47	Mg > P > K > Fe > Zn > B > Mn > Cu > Ca > N
24	107.55	93.60	104.35	95.96	102.38	100.64	84.69	88.90	113.69	106.24	Fe > Mn > P > Ca > B > Mg > K > Zn > N > Cu
25	115.54	103.42	112.94	99.95	129.68	84.99	78.43	88.07	121.17	111.27	Fe > B > Mn > Ca > P > Zn > K > N > Cu > Mg
26	108.09	97.92	104.93	92.16	99.49	84.53	71.83	86.17	119.76	99.54	Fe > B > Mn > Ca > P > Mg > Zn > K > N > Cu
27	110.16	100.44	101.01	104.13	103.86	105.66	75.84	93.99	93.70	101.27	Fe > Cu > Mn > P > K > Zn > Mg > Ca > B > N
28	110.12	91.44	98.47	114.28	174.59	102.40	105.77	86.31	96.78	90.88	Mn > Zn > P > Cu > K > B > Fe > N > Ca > Mg
29	118.54	86.08	104.80	95.74	70.31	104.78	73.66	85.46	97.28	120.32	Mg > Fe > Mn > P > Ca > Cu > B > K > N > Zn
30	116.26	96.63	107.39	95.53	69.96	111.08	73.35	88.21	96.73	119.35	Mg > Fe > Mn > Ca > P > Cu > K > B > N > Zn
31	120.83	99.84	106.94	103.77	106.59	117.77	85.47	90.44	116.60	136.65	Fe > Mn > P > Ca > Mg > K > Cu > B > N > Zn
32	112.38	97.37	98.94	107.98	109.42	111.06	85.95	89.06	114.13	99.70	Fe > Mn > P > K > Zn > Ca > Mg > B > N > Cu

2.4 栖霞地区苹果花样营养状况

对栖霞市红富士苹果花样的分析数据进行平衡指数法营养诊断(表4) 结果表明: 所有营养元素均没有处于缺乏区; N、Ca、Fe、Mn、Cu 处于低值区的比例分别是 12.5% ,15.6% ,21.9% ,12.5% ,21.9%; N、P、K、Ca、Mg、B、Fe、Mn、Cu、Zn 处于正常值的比例分别是 78.1% ,84.4% ,100% ,68.8% ,87.5% ,87.5% ,50% ,68.8% ,62.5% ,78.1%; P、Ca、Fe、Mn、Cu、Zn 处于高值区的比例分别是 15.6% ,15.6% ,28.1% ,15.6% ,15.6%; Mg、Mn 在过量区的所占比例仅为 3% ,其他矿质元素均没有处于过量区。

由此可见 ,营养元素的含量基本都处于正常值和高值区;除少量处于低值区外 ,在缺乏区和过量区分布极少;K 则 100% 处于正常值区。

表 4 苹果花样平衡指数法的诊断结果(各级别的花样个数)

Tab.4 The flower amounts of each grade of equilibrium index

分级 Classification	平衡指数 Equilibrium index	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn
缺乏 Lack dose	17 ~ 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
低值 Low dose	50 ~ 83	4	0	0	5	2	2	7	4	7	3
正常值 Optimum dose	83 ~ 117	25	27	32	22	28	28	16	22	20	25
高值 High dose	117 ~ 150	3	5	0	5	1	2	9	5	5	4
过量 Excessive dose	150 ~ 183	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

3 讨论与结论

花样营养诊断的准确性与参比值(标准值或适宜值)的选择关系密切 ,不同国家或地区的花样营养元素适宜值存在着差异;同一树种在不同环境条件下的花样营养元素含量具有种间相似性 ,差异较

小。本研究选用全部 32 个果园花样营养元素的平均值作为标准值 ,最大限度的减小了种间差异性。

重视施用 N、P、K 肥料而忽略微量元素肥料的施用 ,是造成元素含量差异性的根本原因 ,重视施用微量元素肥料对果树营养具有重要作用^[8 9]。花样中营养元素并不是孤立存在的 ,它们之间存在着增

效或拮抗作用且必须达到一定的平衡关系,才能发挥其应有的生理功能。运用营养元素之间的相关关系,可以调节这种平衡,达到增产增效的目的。

本研究利用平衡指数法对栖霞市红富士苹果花样进行了营养诊断,并提出了不同果园的需肥顺序和丰缺状况,结果表明:Fe、Mn、Cu 是需肥强度最大的元素,P、Ca、Zn 是需肥适中的元素,N、K、Mg、B 是需肥强度较少的元素,进一步验证了对微量元素肥料的需求。对于元素丰缺状况,所有元素基本都处于正常值区和高值区,在其他区域分布较少,说明栖霞市苹果花样营养状况优良,有利于优良品种的培育生长。花样营养元素标准值是栽培措施、环境条件、果树树龄及生长状况等因素相互作用的结果,因此在确定营养元素标准值时,应充分考虑以上因素。

参考文献:

- [1] 李保国,徐爱春,齐国辉,等. 红富士苹果叶片主要矿物质元素含量变化规律研究[J]. 河北林果研究, 2006, 3(21): 296-299.
- [2] 耿增超,张立新,赵二龙,等. 陕西红富士苹果矿质营养 DRIS 标准研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1422-1428.
- [3] 李港丽,苏润宇,沈 隽. 几种落叶果树内矿质元素含量标准值的研究[J]. 园艺学报, 1987, 2(14): 82-89.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 264-282.
- [5] Kenworthy A L. Leaf Analysis as an Aid in Fertilizing Orchards[M]//Walsh L M, Bearon J D. Soil Testing and Plant Analysis. Madison W I: Soil Science Society of America, 1973: 381-392.
- [6] 魏雪梅,廖明安,周廷国,等. 金花梨叶片营养与土壤养分之间的相关性研究[J]. 现代园艺, 2008, 9: 4-6.
- [7] 许 敏,吴启发,张 扬,等. 陕西省红富士苹果叶片营养诊断研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 5(27): 161-165.
- [8] 杜海涛,江丽华,刘兆辉,等. 施用硫酸钾镁对苹果产量、品质和叶片矿质营养的影响[J]. 山东农业科学, 2007, 6: 86-88.
- [9] 管本勤. 花期喷硼提高元帅苹果坐果率[J]. 果树科学, 1990, 7(4): 248-249.