

木霉菌剂对连作草莓的影响

王素素^{1,2}, 杜国栋^{1*}, 杨旭¹

(1 沈阳农业大学园艺学院 辽宁沈阳 110866 2 河北省内丘县林业局)

摘要: 草莓生长周期短、管理方便、果实营养丰富, 在果品生产中占有重要地位。但近年来草莓产区连作现象十分普遍, 致使草莓生长发育不良、根部病害加重、产量和品质下降, 严重制约了草莓生产的可持续发展。由前人研究发现, 土壤中病原微生物的激增是导致连作障碍产生的重要原因, 对其进行深入细致地研究将为解决连作障碍问题提供重要的理论依据。为有效缓解草莓连作障碍问题, 本试验采用的健根粉主要活性成份是绿色木霉 (TR-8), 此外还包括拮抗细菌 BA-21, 以“红颜”草莓为研究对象, 设置 4 个处理, 分别按照 1:800、1:400、1:200、1:100 加入健根粉的土壤, 采取盆栽种植。处理后对草莓进行形态指标与生理指标的测定。测定结果表明, 连作土壤加入健根粉后, 表现为光合能力和生物量的提高, 解除草莓根部的抑制作用提高根系呼吸速率进而促进地上部的生长, 进而减轻或解除连作障碍。由此可见, 木霉菌对连作障碍有一定的缓解作用。

关键词: 草莓; 木霉菌; 连作障碍

中图分类号: S668.4 **文献标识码:** A **DOI 编码:** 10.19440/j.cnki.1006-9402.2018.05.005

草莓 (*Fragaria ananassa* Duch), 属于蔷薇科, 草莓属, 多年生草本果树, 其果实形如鸡心, 红似玛瑙, 果肉柔软多汁, 无皮无核, 味酸甜爽口, 有特别的风味和浓郁的芳香味, 是一种营养价值高, 且为人们喜爱的低糖、低热量浆果^[1]。目前, 我国草莓栽培以设施栽培为主, 随着促成和半促成设施栽培方式的广泛采用, 再加上耕地数量的限制, 造成很多产区多年连续在同一地块种植草莓, 不能进行规范化轮作, 致使草莓生长发育不良, 根部病害加重, 产量和品质急剧下降, 病毒病和重茬障碍问题也十分严重^[2]。因此, 连作障碍已成为一个广泛存在、危害严重的生产性问题。目前, 生产上防治草莓连作障碍多采用轮作倒茬、客土、无土栽培、选用抗病品种及溴甲烷化学药剂消毒^[3-4]等方法。这些方法在应用过程中存在各种问题, 因此, 探索克服草莓连作障碍的新途径是目前草莓产区亟待解决的问题。

当前在防治草莓连作障碍的措施中, 利用拮抗微生物进行植物生物防治备受青睐。L. Cotxarrera 研究木霉菌对番茄枯萎病的防治效应, 发现从堆肥泥炭混合土中分离出的木霉菌对番茄枯萎病有抑制作用, 可有效恢复土壤微生态环境^[5]。Federico G. Rojo 利用哈茨木霉菌 (*T.harzianum*) 生物防治引起花生褐根腐病的腐皮镰刀菌, 结果表明哈茨木霉菌 *T.harzianum* 和真菌杀菌剂混合使用很好的抑制花生褐根腐病发生, 利用木霉菌的这个生物防治特性开发出了一些商业生物制品^[6]。本试验采用的健根粉主要活性成份是绿色木霉 (TR-8), 此外还包括拮抗细菌 BA-21。试验以连作土壤中加入木霉菌剂措施, 研究它们对草莓植株生长及生理代谢的影响, 探索减轻草莓连作障碍的

技术措施, 以期为解决草莓连作障碍、获得高产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试材供试材料为日本草莓品种“红颜” (*Fragaria ananassa* Duch cv. Benihoppe)。木霉菌剂: 沈阳农业大学生产的“健根宝”可湿性粉剂, 其主要活性成分是“绿色木霉” (*Trichoderma viride*) TR-8, 此外菌剂中还包括拮抗细菌 BA-21。

1.2 试验处理 共设 5 个处理 CK (连作 30 年土壤)、处理 I (按 1:800 加入健根粉的土壤)、处理 II (按 1:400 加入健根粉的土壤)、处理 III (按 1:200 加入健根粉的土壤)、处理 IV (按 1:100 加入健根粉的土壤)。取整齐一致的草莓组织培养苗, 采取盆栽种植, 每处理 30 株。

1.3 测定方法

1.3.1 草莓叶绿素含量的测定 丙酮、乙醇混合法。

1.3.2 根呼吸速率的测定 参照 Bouma (2001) 和毛志泉等 (2004) 的方法进行测定^[20-21], 仪器采用英国 HANSATECH 公司生产的液相 Oxytherm 型氧电极。根系测定时, 于处理盆中取直径 1.5 mm 左右, 长度约 2~3 cm 的白色新根, 放入保温箱中带回实验室。用双面刀将根切成 2 mm 左右根段, (现用现切, 如中间有耽搁则需放入冰箱中保鲜), 迅速称取 0.05 g 放入反应杯加盖并启动测量程序。反应杯中反应液温度用恒温浴控制在 25 °C, 每个处理 3 个 (株) 重复。

1.3.3 呼吸途径的测定 参照余让才和潘瑞炽 (1996)

收稿日期 2018-10-20

的方法进行测定^[22]。糖酵解途径 (EMP)、三羧酸循环 (TCA) 和磷酸戊糖途径 (PPP) 分别用 0.5 mol/L 的 NaF、丙二酸和 Na₃PO₄ 抑制,反应介质为 0.2 mol/L pH6.8 的磷酸缓冲液。每个处理测定 3 次。

1.2.4 草莓生物量的测定 草莓生长季结束后,采用常规方法对草莓的根长、地上部鲜重、根鲜重、地上部干重、根干重进行测定,重复 3 次。

1.3 数据分析 测定数据经 DPS 7.05 统计软件进行单因素方差分析, Duncan 新复极差法检验差异显著性, Excel 2003 软件进行数据处理并绘图。

2 结果与分析

2.1 木霉菌剂处理对草莓根呼吸速率的影响 试验结果由图 1 可以看出,对照草莓根系呼吸速率只有 0.69 $\mu\text{mol O}_2/\text{min/gFW}$,连作土壤加入木霉菌剂后,随着浓度的增加根系总呼吸速率逐渐升高,分别是对照

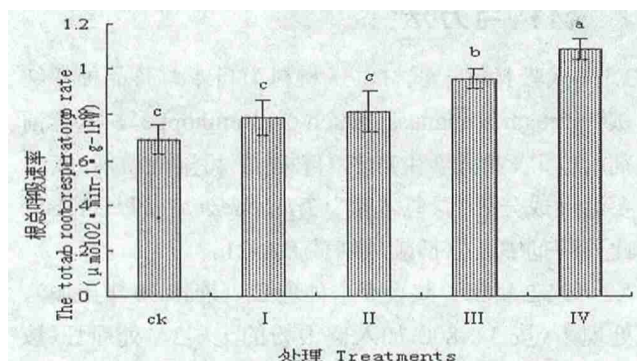


图 1 土壤加入木霉菌剂对根系总呼吸速率的影响

的 1.14 倍、1.18 倍、1.38 倍和 1.57 倍。

2.2 木霉菌剂处理对草莓根系呼吸途径的影响 从图 2 可知,在连作 30 年草莓的土壤栽培条件下 (CK),草莓植株的呼吸代谢途径表现为 PPPTCAEMP,且 PPP 呼吸途径所占比例是 TCA 呼吸途径的 1.50 倍,为根系的主要呼吸途径。

处理 I、II 呼吸途径虽然也表现为 PPPTCAEMP,但 TCA 呼吸途径与 PPP 呼吸途径的差异减少,PPP 呼吸途径所占比例是 TCA 呼吸途径的 1.29 倍、1.15 倍。而处理 III、IV 呼吸途径表现为 TCAPPPEMP, TCA 呼吸途径分别为 PPP 呼吸途径的 1.09 倍和 1.39 倍,为根系主要呼吸途径。研究表明,处理 III、IV 效果较好,而处理 I、处理 II 效果次之。

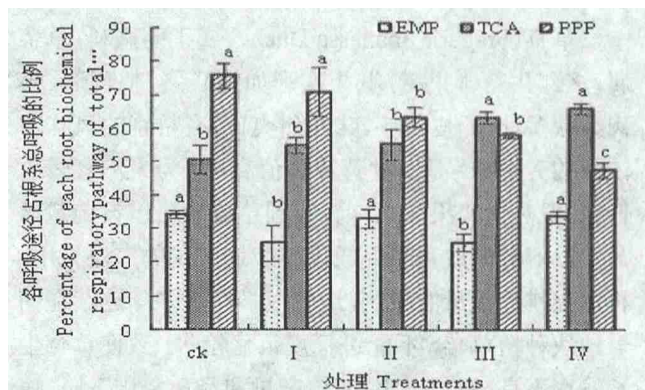


图 2 土壤加入木霉菌对根系呼吸生化途径的影响

2.3 木霉菌剂处理对草莓叶片叶绿素含量的影响 由表 1 可见,除处理 I 外,各个处理对叶绿素含量都

表 1 连作土壤加入木霉菌剂对草莓叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素含量/(mg/g · FW)			叶绿素 a/b	胡萝卜素含量/(mg/g · FW)
	Chl a	Chl b	Chl a+b		
CK	1.59±0.03bc	0.52±0.02bc	2.12±0.05bc	3.04±0.03ab	0.50±0.01bc
I	1.46±0.02c	0.49±0.01c	1.95±0.03c	2.98±0.05b	0.48±0.03c
II	1.61±0.11b	0.52±0.04bc	2.13±0.15bc	3.08±0.02ab	0.51±0.03bc
III	1.70±0.10b	0.56±0.03b	2.26±0.13b	3.05±0.10ab	0.53±0.03b
IV	1.89±0.08a	0.61±0.03a	2.50±0.11a	3.10±0.03a	0.58±0.02a

表 2 木霉菌剂处理对草莓叶片光合参数的影响

处理	净光合速率/($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	蒸腾速率/($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	胞间 CO ₂ 浓度/($\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)	叶内外水汽压差/(VPD)
CK	11.00±0.56b	2.83±0.15c	241.33±6.66b	18.47±1.35ab
I	10.80±1.04b	2.63±0.15c	241.67±7.23a	19.10±0.76a
II	10.67±1.43b	3.00±0.10abc	267.00±14.80b	16.33±0.25c
III	14.03±2.02a	3.43±0.35ab	242.67±11.53b	16.07±0.45c
IV	11.90±1.41ab	3.60±0.43a	238.00±13.86b	17.12±0.87bc

有不同程度的促进作用,叶绿素总含量分别是对照的

1.01 倍、1.07 倍、1.18 倍 叶绿素 a 含量分别是对照的

1.01 倍、1.07 倍和 1.19 倍;叶绿素 b 含量分别是对照的 1.00 倍、1.08 倍和 1.17 倍 类胡萝卜素含量分别是对照的 1.02 倍、1.06 倍和 1.16 倍。处理IV对叶绿素总含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、类胡萝卜素含量的促进作用最明显,且均与对照达显著差异水平。

2.4 木霉菌剂处理对草莓叶片光合指标的影响 由

表 3 木霉处理对草莓生物量的影响

处理	根长度 /cm	地上部鲜重/g	根鲜重/g	地上部干重/g	根干重/g
CK	18.23±1.04bc	3.70±0.21c	9.6±1.20b	1.71±0.07c	3.52±0.36b
I	16.80±1.25c	5.32±0.04b	9.94±0.84ab	1.86±0.24bc	3.57±0.08b
II	20.56±3.96abc	5.33±0.34b	10.31±0.85ab	1.82±0.09c	3.56±0.30b
III	23.4±4.01ab	5.76±0.77ab	10.81±0.83ab	2.13±0.19ab	4.11±0.10a
IV	24.77±4.05a	6.56±0.96a	11.51±0.42a	2.23±0.06a	4.26±0.37a

2.5 加入木霉菌剂处理对草莓生物量的影响 由表 3 可以看出,除处理 II 的地上部干重、根干重外,随健根粉浓度的增加根长度、地上部鲜重、根鲜重、地上部干重、根干重均逐渐增加。且处理IV的这几项指标都与对照达到显著水平,分别比对照提高 35.9%、77.3%、19.9%、30.4%和 21.0%。

3 讨论

土壤中病原微生物的激增是导致连作障碍产生的重要原因^[7]。据不完全统计,木霉至少对 18 个属 29 种病原真菌在体外或体内有拮抗作用^[8]。并且目前国内外已经有 50 多种木霉商品化制剂。木霉(*Trichoderma spp.*)在土壤中可快速传播,强势定殖并能长期存活在植物根系表面,穿透植物根表皮和皮下的部分细胞,分泌多种化合物,诱导植物产生局部或系统抗性^[9]。本试验采用的健根粉主要活性成份是绿色木霉(TR-8),此外还包括拮抗细菌 BA-21。试验结果显示,不同浓度的健根粉对连作草莓的生长指标、根系呼吸速率、光合指标等有不同程度的促进作用,其中健根粉浓度最大的处理(健根粉:土壤=1:100)促进效果最为明显,这应该是由木霉的孢子制剂多为活菌制剂,因此其田间应用常常受温度、湿度、雨水等多种因素的干扰,活性成份一般不能完全被利用,浓度高的促进效果较明显。高苇通过对菌糠发酵物的添加剂量及与栽培土作用时间的研究,明确了菌糠木霉发酵料的应用方式。将菌糠木霉发酵物与栽培土 1:20 的比例混拌,二者作用 7 d 后,用于栽培植株可以对植株的根部病害起到很好的防效^[10]。

大量研究表明,作物连作后根际土壤中微生物原

表 2 可知,处理III、IV的净光合速率 P_n 高于对照,分别是对照的 1.28 倍和 1.08 倍。处理 II、III、IV的蒸腾速率 E 高于对照,分别是对照的 1.06 倍、1.21 倍和 1.27 倍。胞间 CO_2 浓度只有处理 I 高于对照,其他处理差别不明显。处理 II、III和IV的叶内外水汽压差均低于对照,分别比对照低 11.59%、13.00%和 7.31%。

有的种群失衡,某些有益菌对病原微生物的颉颃作用被减弱或消除,导致植株受害^[11-13]。已有研究揭示了木霉菌的木聚糖或其它的激发子能够诱导植物的抗病性。例如,用木霉处理菜豆种子后,木霉对腐霉菌的作用包括产生抗生素及重寄生作用两种机制。木霉在产生抗生素的同时,也产生各种降解细胞壁的胞外酶以抑制土传植物病原菌的菌丝生长和孢子萌发。另外,不同的细胞壁降解酶之间也存在协同作用^[14]。本试验中连作土壤加入健根粉后,木霉菌可以通过这两种机制抑制连作土壤中的病原菌菌丝的生长,从而解除草莓根部的抑制作用提高根系呼吸速率进而促进地上部的生长,表现为光合能力、生物量的提高,进而减轻或解除连作障碍。这与陈为京^[15]研究结果表明,黄绿木霉 T1010 对日光温室番茄不同时期功能叶主要光合色素含量及低温逆境胁迫下 PS II 光化学效率均有不同程度的积极影响,有助于提高秋冬茬日光温室番茄各时期特别是收获中期亚低温胁迫下的光合生产力,进而提高番茄产量相一致。

参考文献:

- [1] 谭昌华,代汉平,雷家军.世界草莓生产与贸易现状及发展趋势(上)[J].世界农业,2003,(5):10-12.
- [2] 谢一清,李志真. VAM 菌根的研究进展及其应用前景[J].江西农业大学学报,2002,24(4):448-454.
- [3] 齐永志,甄文超,代丽,等.连作条件下不同品种草莓生长发育和根部病害发生状况的研究[J].中国农学通报,2008,24(6):374-378.
- [4] Yuen G Y, Schroth M N, Weinhold A R, et al. Effects of soil fumigation with methyl bromide and chloropicrin on root health and yield of strawberry [J]. Plant Disease, 1991,75(4): 416-420.
- [5] L. Cotxarrera, M.I. Trillas-Gay, C. Steinberg, (下转第 15 页)

表2 膨大剂吡效隆处理对森田尼无核葡萄的影响

编号	平均单粒重	5%水平显著	1%水平显著	编号	单粒重	5%水平显著	1%水平显著
1	7.86	ab	A	10	9.41	b	B
2	8.46	b	B	11	8.32	b	B
3	7.25	b	B	12	8.78	b	B
4	7.35	ab	AB	13	7.83	ab	AB
5	8.92	b	B	14	8.23	b	B
6	9.42	b	B	15	7.48	b	B
7	8.64	b	B	16	7.27	b	B
8	8.46	b	B	17	6.21	a	a
9	8.98	b	B				

3.2 膨大剂处理对葡萄内质的影响 从表3可以看出,经吡效隆处理后,森田尼无核葡萄果实的含糖量与对照相比均有所下降,但方差分析没有显著性差异,这说明膨大剂处理对葡萄的含糖量影响不大。

经吡效隆处理后森田尼无核葡萄的含酸量也都

表3 膨大剂处理对葡萄内质的影响

处理编号	总糖 (%)	5%水平显著	总糖 (%)	5%水平显著	糖酸比	5%水平显著	Vc	5%水平显著
1	14.2	a	0.64	a	22.19	b	4.12	a
2	14.6	a	0.53	a	25.17	b	4.11	a
3	14.5	a	0.61	ab	24.26	b	4.09	a
4	14.1	a	0.58	ab	23.90	b	4.03	a
5	14.4	a	0.61	a	28.52	b	4.11	a
6	13.6	a	0.51	b	30.59	b	4.06	a
7	14.3	a	0.52	b	26.42	b	4.04	a
8	13.7	a	0.53	b	25.64	b	4.05	a
9	14.4	a	0.58	a	30.20	b	3.98	a
10	13.8	a	0.51	b	30.98	b	4.02	a
11	13.6	a	0.52	b	26.03	b	4.06	a
12	13.8	a	0.51	b	25.34	b	4.05	a
13	14.3	a	0.57	a	28.87	b	3.89	a
14	13.9	a	0.52	b	30.38	b	4.03	a
15	14.2	a	0.52	b	22.56	b	4.06	a
16	14.5	a	0.51	b	22.32	b	3.92	a
17	14.7	a	0.66	a	21.36	a	4.12	a

有所下降,经方差分析,1、2、5、9、13 这些处理的葡萄果实的含酸量与对照相比差异显著外,其余各项处理均差异不显著。这说明在 5 ppm 和 10 ppm 浓度处理中酸含量降低得多,以 5 ppm 和 10 ppm 的效果明显。

糖酸比方差分析得出差异极显著。说明膨大剂吡效隆处理使葡萄果实的含糖量的下降要低于含酸量的下降,因而糖酸比加大。其中经过吡效隆 5 ppm 和 10 ppm 浓度处理后葡萄果实糖酸比增加最为显著。

经吡效隆处理后葡萄果实 Vc 含量与对照相比均下降,但减少不大,差异均不显著,说明葡萄膨大剂处理对葡萄果实 Vc 含量无太大影响。处理后 Vc 含量与对照相比均有下降,但减少不大,差异均不显著,这说明葡萄膨大剂处理对葡萄果实 Vc 含量无太大影响。

4 讨论

膨大剂吡效隆对不同品种葡萄的糖度和酸度的影响报道不一,在葡萄上使用膨大剂一般都使果实的可溶性固形物含量下降,但在有些品种上使用却能增加其可溶性固形物含量。如陶建明等利用 25 mg/L GA4+7+20 mg/L CPPU, 12.5 mg/L GA3+10 mg/L CPPU 处理维莎品种,却发现其果实内可溶性固形物显著提高了^[2],可见不同品种对不同浓度处理的反应不一样。膨大剂能够降低或推迟葡萄的着色,浓度越高,应用时期越迟,该现象越明显^[3]。不同植株对膨大剂增大的处理反应不一致。付炎等指出,在生长势弱的树体上喷药处理效果均不明显,而在生长势强的树体上喷施果粒的增大效果才能充分地表现出来。因此,只有充分满足树体的肥水条件要求,加强田间管理,才能有效地发挥植物生长调节剂的促进作用。

参考文献:

- [1] 付炎,唐东梅,蔡军社. 葡萄膨大剂在无核白葡萄上的应用[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1997, (2): 11-14.
- [2] 陶建敏. CPPU 与 GA₄₊₇ 及 2HGA₅ 不同浓度对无核葡萄品种果实生长的影响[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1998, (03): 3-6.
- [3] Green, D. W. CPPU influences McIntosh apple crop load and fruit characteristics[J]. HortScience. Amer. 1989, 24(1): 94-96.
- [4] 549-555.
- [7] 甄文超. 草莓再植病害发生机理及控制措施的研究[D]. 河北: 河北农业大学, 2003.
- [8] 乔宏萍, 宗兆锋. 用重寄生菌防治植物病害[J]. 中国生物防治, 2002, 18(4): 176-179.
- [9] Harender R Sharma S D, Sharma. Integration of soil solarization and chemical sterilization with beneficial microorganisms for the control of white root rot and growth of (下转第 27 页)

(上接第 13 页) C. Alabouvette. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium wilt* of tomato. Soil Biol [J]. Biochem, 2002, (34): 467-476.

- [6] Federico G. Rojo, Maria M. Reynoso, Marcela Ferez, Sofia N. Chulze, Adriana M. Torres. Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut crown root rot under field conditions [J]. Crop Protect, 2007, (26):

产品,俗称“苹果片”。苹果深加工上延伸的产品很多,例如苹果罐头、苹果醋、苹果酱、苹果汁等,邢台市苹果深加工产业上未来发展还潜力无限。

2.3 自然灾害前,应对能力欠缺,需专业技术团队来指导 冻害、严寒、多雨等自然灾害时有发生,例如2018年春季的突如其来的冻害,面对自然灾害发生,有听天由命之感。由于种植苹果农户大多年龄是40~60岁间居多,文化程度是小学、初中,造成专业知识欠缺、观念滞后、对市场不够了解。在苹果管理上,急需专业技术服务团队来指导。

3 苹果产业提质对策研究

3.1 技术服务

3.1.1 改善水利条件 在果园下游沟道打大口井或修塘坝,使用高程扬水水泵直接灌溉,或先将水抽到高岗上的蓄水池,再通过管道输水灌溉;在果园坡地易积水地段修建20~30 m³防渗水窖,水窖入水口处设有泥沙沉淀缓冲坑,积储自然降水,用于喷药和定点灌溉。在果园上游沟道修建拦水坝,铺设防渗渠等,实现关键时临期的自流灌溉。

3.1.2 改土施基肥 秋季果实采收后,在树盘外围挖宽深40~60 cm的放射沟或环状沟,回填基肥(秸秆、圈粪、磷肥、少量氮肥和微量元素铁、锌、硼肥)与表土,秸秆分层施入,每层厚度15~20 cm。每亩要施有机肥3 000 kg以上,钙镁磷100~150 kg,碳铵5~10 kg,微量元素铁、锌、硼肥各2~3 kg。

(上接25页) [J]. 河北林果研究, 2008, 23 (2) : 200-205.

- [6] 周俊辉. 南丰蜜桔裂果问题的探讨[J]. 江西果树, 1995 (2) : 6-8.
- [7] 张建成, 屈红征, 张小伟. 石榴裂果机理及防治措施[J]. 河北果树, 2004 (6) : 29-30.
- [8] 杨每宁. 杏裂果原因及防止措施[J]. 山西果树, 2002 (2) : 37.
- [9] 黎德荣. 李树裂果的原因分析及综合防治措施[J]. 广西热带农业, 2006 (2) : 10.
- [10] 王振亮, 田银萍, 刘孟军, 等. 不同品种枣树果实的抗裂性及其抗裂机理[J]. 经济林研究, 2011, 29 (3) : 74-77.
- [11] 吴建阳, 何冰, 陈妹, 等. 果实裂果机理研究进展及展望[J]. 广东农业科学, 2017, 44 (4) : 38-45.

(上接第15页) nursery apple [J]. Scientia Horticulturae, 2009, 119 (2) : 126-131.

- [10] 高 苇. 菌糠木霉发酵物防治黄瓜土传病害及其机理研究. [硕士论文]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2008.
- [11] 胡元森, 吴 坤, 李翠香, 贾新成. 黄瓜连作对土壤微生物区系影响 II - 基于 DGGE 方法对微生物种群的变化分析 [J]. 中国农业科学, 2007, 40 (10) : 2267-2273.
- [12] 胡江春, 王书锦. 大豆连作障碍研究 I. 大豆连作土壤紫青

3.1.3 地面保墒 春季浇萌芽水或浇果实套袋前水后, 在距树干0.5 m远的树盘两侧用厚0.06 mm、宽幅90 cm的地膜覆盖, 用土将压实, 雨季到来时撤去地膜。雨季深锄树盘15~20 cm, 树盘覆盖杂草20 cm。

3.1.4 树体管理 以改良纺锤形为主。长枝型品种采用疏放结合的缓势剪法, 配合夏季抹芽、扭梢等, 减少树体营养消耗和树体的蒸发量。短枝型品种采用短截、回缩结合的促势剪法, 配合夏季摘心、扭梢等, 减少花芽量促进树势, 提高树体的抗旱能力。

3.2 依托丰收节、自然资源观光休闲模式, 宣传品牌 今年设立“中国农民丰收节”, 国家对农民的利好消息越来越多。充分依托“中国农民丰收节”这个重要节日, 同时依托邢台市发展自然风光游、乡村旅游和休闲采摘等模式, 对邢台市苹果品牌在广做宣传、营销上, 进一步做大做强苹果产业。

3.3 多扶持龙头企业, 扩大经营深加工产业链 扶持重点龙头企业在苹果深加工、生产上, 发挥示范和推广的作用。学习先进技术、延伸深加工产业链。招商引资深加工企业, 根据市场需求, 研发更多产品, 能带动农户进行生产、加工上的经济效益。

参考文献:

- [1] 陈学森, 韩明玉, 苏桂林等. 当今世界苹果产业发展趋势及我国苹果产业优质高效发展意见 [J]. 果树学报, 2010, 27 (4) : 598-604.
- [2] 翟衡, 赵政阳, 王志强, 等. 世界苹果产业发展趋势分析 [J]. 果树学报, 2005, 22 (1) : 44-50.
- [12] 李伟才, 谢江辉, 陈佳瑛, 等. 果树裂果机理及防治措施研究进展 [J]. 热带农业科学, 2007, 27 (1) : 55-60.
- [13] 汪志辉. 油桃裂果原因及防治技术研究 [J]. 四川农业大学硕士学位论文, 2005.
- [14] 丁勤, 韩明玉, 田玉命. 套袋对油桃裂果及品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2004, 32 (9) : 81-83.
- [15] Cline J A, Trought M. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries [J]. Canadian Journal of Plant Science, 2007, 87 (3) : 545-552.
- [16] 丁改秀, 王保明, 王小原, 等. GA3对壶瓶枣细胞壁组分代谢及裂果率的影响 [J]. 山西农业科学, 2013, 41 (8) : 819-821.
- [17] 霉菌的毒素作用研究 [J]. 应用生态学报, 1996, 7 (4) : 396-400.
- [13] 李 坤. 葡萄连作障碍机理及调控途径的研究. [博士论文]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2010.
- [14] 高克祥, 刘晓光, 郭润芳等. 木霉菌对五种植物病原真菌的重寄生作用 [J]. 山东农业大学学报, 2002, 33 (1) : 37-42.
- [15] 陈为京, 李润芳, 杨焕明, 等. 黄绿木霉 T1010 对日光温室番茄功能叶光合色素含量及光系统 II 光化学效率的影响 [J]. 中国农学通报, 2010, 26 (9) : 178-183.