

GPIT生物制剂对高寒区杏树抗冻丰产的作用

王 纶¹, 王星玉¹, 杨红军², 那郅焯², 侯玉梅³, 元改香³, 元慕田³

¹山西省农业科学院农作物品种资源研究所, 山西农业大学农业基因资源研究中心, 山西 太原

²云南生态农业研究所, 云南 昆明

³山西省奥圣农业开发有限公司, 山西 太原

Email: wanglun976pzs@sina.com

收稿日期: 2020年11月3日; 录用日期: 2020年11月13日; 发布日期: 2020年11月20日

摘 要

每年春季的倒春寒, 会给北方各地正在开花结果的各类果树带来不同程度的冻害。GPIT生物技术, 由云南省生态农业研究所那中元研究员于20世纪90年代中期创建, 全称植物基因表型诱导调控表达技术 (Gene Phenotype Induction Technique)。GPIT生物制剂在高光效的作用下, 可起到丰产、优质、高抗病和高抗逆的效果。为了验证其在高抗逆中的抗冻效果, 我们在北方高寒地区山西省阳高县的杏树上进行了试验。结果表明, 在春季突发霜冻-7℃的冻灾下, 经处理的杏树树势强, 落花落果少, 不论在农艺性状上, 还是在产量因子、产量品质 and 经济效益上均比对照取得了尤其明显的效果。GPIT生物制剂的这种功效, 为今后高寒地区农作物的防霜抗冻走出一条新的道路。

关键词

GPIT生物制剂, 杏树, 抗冻, 丰产

Effect of GPIT Biologic Preparation on Frost Resistance and High Yield of Apricot Trees in High Cold Area

Lun Wang¹, Xingyu Wang¹, Hongjun Yang², Zhiye Na², Yumei Hou³, Gaixiang Yuan³, Mutian Yuan³

¹Center for Agricultural Genetic Resources Research, Shanxi Agricultural University, Institute of Crop Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan Shanxi

²Yunnan Institute of Ecological Agriculture, Kunming Yunnan

³Shanxi Aosheng Agricultural Development Co. Ltd., Taiyuan Shanxi

Email: wanglun976pzs@sina.com

Received: Nov. 3rd, 2020; accepted: Nov. 13th, 2020; published: Nov. 20th, 2020

文章引用: 王纶, 王星玉, 杨红军, 那郅焯, 侯玉梅, 元改香, 元慕田. GPIT生物制剂对高寒区杏树抗冻丰产的作用[J]. 农业科学, 2020, 10(11): 902-908. DOI: 10.12677/hjas.2020.1011138

Abstract

Every year, the late spring cold will bring different degrees of freezing damage to all kinds of fruit trees that are blossoming and bearing fruits in northern China. GPIT biotechnology, founded in the mid-1990s by Na Zhongyuan, a researcher at Yunnan Institute of Ecological Agriculture, is known in full as the Gene Phenotype Induction Technique in plants. GPIT biologic preparation can have high yield, high quality, high disease resistance and high resistance under the action of high luminous efficiency. In order to verify its antifreeze effect in high stress, we carried out experiments on apricot trees in Yanggao County, Shanxi Province in the northern alpine region. The results showed that the apricot trees had stronger potential and fewer fruits and flowers under the spring frost at -7°C , and the effect was especially obvious in terms of agronomic trait, yield factor, yield quality and economic benefits. This effect of GPIT biologics will pave a new way for frost and frost prevention of crops in the future.

Keywords

GPIT Biological Preparation, Apricot Tree, Antifreeze, High Yield

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国北方地区由于纬度较高,加之海拔高度大,因此气候比较寒冷,昼夜温差大,无霜期短,特别是长城沿线地区,这种气候特点尤为突出[1]。这些地区种植的农作物一般都生育期短,耐寒性强。尽管如此,春季和秋季频繁突发的霜冻灾害却一直困扰着当地农民,给当地的农业生产造成巨大的经济损失[2]。位于山西省最北部长城脚下的阳高县罗文皂镇杨家堡村就是如此,近年来在各级政府的帮扶之下,因地制宜大面积引种发展“大接杏”作为精准扶贫的项目,杏农也因此受益匪浅,但经常突发的早春“霜冻”灾害,也给“大接杏”产量的丰收和杏农经济效益的增收带来很多不利的影响。GPIT生物制剂在农业生产上推广应用以来,其高光效使农作物在高产优质的前提下,也大大提高了农作物的抗病和抗逆性。在抗病性方面如抗黍稷的黑穗病、抗玉米的大斑病和番茄的黑斑病等;在抗逆性方面如抗盐碱、耐瘠薄、抗霜冻等均起到了明显的效果和积累了丰富的经验。为了进一步验证 GPIT 生物制剂在高寒区的杏树上,在抵抗突发的早春“霜冻”灾害上发挥的作用,同时也为高寒区不仅在杏树上,也为各种农作物的防霜抗冻上走出一条新的道路,我们于 2019 年 9 月底至 2020 年 7 月在阳高县罗文皂镇杨家堡村安顺采摘园,杏农席忠的 1.33 hm^2 杏园上进行了 GPIT 生物制剂在杏树上的抗冻丰产性试验,结果如下:

2. 材料和方法

2.1. 试验地位置与生态环境

阳高县罗文皂镇杨家堡村位于长城脚下,与内蒙古交界,行政区划属大同市管辖,其地理坐标为东经 $113^{\circ}38'$,北纬 $40^{\circ}38'$ 。生态环境为无霜期 125 天,年平均气温 5°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3500°C ,年降水量 400

mm, 海拔高度 1340 米, 土壤为黄沙土壤, 耕作层土壤 pH 值 7.5, 属微碱性。农作物适宜种植马铃薯、黍稷、谷子、莜麦、胡麻等高寒区短日期作物, 果树类作物以杏树最为适宜[3]。

2.2. 试验材料

在安顺采摘园选择杏农席忠的 1.33 hm²杏树园, 作为试验基地, 品种为大接杏(从陕西引入的良种), 树龄为 8 年, 其中的 0.67 hm²为 GPIT 生物制剂处理, 另外的 0.67 hm²为对照(CK)。GPIT 生物制剂“果上丰”由山西奥圣农业开发有限公司提供。

2.3. 试验方法

对 0.67 hm²面积上栽植的 660 株杏树在 2019 年 9 月底土壤上冻前进行 GPIT 生物制剂灌根, 制剂浓度为 1:100 倍液, 即 1 kg 原液(4 瓶)兑水 100 kg, 每株树灌 2 kg; 2020 年春季在花开后, 座果期以 200 倍液的浓度根外喷施 1 次; 在果实膨大期, 以 1:300 倍液的浓度再喷施 1 次。对 0.67 hm²面积上作为对照(CK)的 660 株杏树不做任何处理。不论处理还是对照(CK)各项田间管理相同[4]。

2.4. 调查项目及方法

调查项目共 21 项, 包括 3 个内容, 第 1 个内容为处理和对照农艺性状的差异; 第 2 个内容为产量因子和产量的差异; 第 3 个内容为经济效益的差异。

2.4.1. 处理和对照农艺性状的差异

调查项目包括 9 项内容, 分别为树势、落花落果、含糖量、色泽、口感、香味、成熟期、虫害、耐寒度。调查方法为: ① 树势: 以春季杏树枝叶茂盛程度来衡量, 分为强、中、弱三级。② 落花落果: 以霜冻降临后处理和对照落花落果的程度比较, 分为极少、少、多 3 级。③ 含糖量: 通过上海产便携式 CVT-380 测糖仪测定处理和对照成熟杏果的含糖量[5]。④ 色泽: 目测处理和对照成熟果实的色泽和亮度。⑤ 口感: 以果实的酸甜度比较。⑥ 香味: 处理和对照杏果采摘存放 10 天后散发果香浓度的差异。⑦ 成熟期: 处理和对照杏果发黄成熟的日期。⑧ 虫害: 处理和对照有无食心虫的危害。⑨ 耐寒度: 在开花结果期, 霜冻降临时能够耐受寒冷的温度。

2.4.2. 处理和对照产量因子和产量的差异

包括单杏直径、单杏质量、单株杏数、单株产量、折合公顷产量、较 CK 增产、较 CK 增幅等 7 项。调查方法为: ① 单杏直径和单杏质量同步完成, 随机取处理和对照 20 个收获后大小不一的杏, 以卡尺测量每一个杏的直径, 取平均值; 同步称质量后取平均值。② 单株杏数和单株质量计算方法为随机取收获后处理和对照(CK) 10 株成熟的杏, 数一下收获杏的个数, 然后称质量, 除以 10, 即单株杏数和单株质量的平均值。③ 折合每公顷产量的计算方法: 单株质量乘以每 667 m²的株数, 再乘以 15, 即单株质量 × 66(株) × 15。

2.4.3. 处理和对照(CK)售后经济效益的差异

包括每千克售价、单株效益、折合公顷效益、较 CK 增收和较 CK 增幅等 5 项内容[6], 计算方法以处理和对照每千克售价和单株效益为基础, 然后折合成每公顷效益来比较。

3. 结果与分析

3.1. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏农艺性状的影响

3.1.1. 树势

树势的强弱是决定当年大接杏产量的高低和对抗病性和抗逆性抵抗能力大小的前提条件, 经第 1 年上冻前 GPIT 生物制剂灌根的 0.67 hm²大接杏树, 根部发育良好, 经强大的根系向土壤纵深处发展, 吸收

更多的营养和水份,进而促进了更多花芽的生成。更加强壮的根系,也为第二年杏树的提早萌发和茁壮的生长创造了条件,在开花结果后加之再以 GPIT 生物制剂不同浓度“根外喷施”的双重配合下,使经处理的大接杏树更加郁郁葱葱,枝叶繁茂,叶片大而厚实,叶色浓绿,与对照(CK)形成了明显的差异。这就为经处理的大接杏树大幅提高太阳光能的利用,提高抗病、抗逆能力,为大接杏的前期抗冻耐寒性以及后期的丰产优质性奠定了良好的基础(表 1) [7]。

Table 1. Effects of GPIT biologic preparation on the agronomic trait of Apricot Damask in high and cold regions
表 1. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏农艺性状的影响

| | 树势 | 落花落果 | 含糖量/% | 色泽 | 口感 | 香味 | 成熟期/月.日 | 虫害 | 耐寒度℃ |
|----|----|------|-------|----|----|----|---------|-----|------|
| 处理 | 强 | 极少 | 12.3 | 橘黄 | 绵甜 | 浓郁 | 07.03 | 无 | -7 |
| 对照 | 弱 | 多 | 9.6 | 绿黄 | 酸甜 | 清淡 | 07.09 | 食心虫 | -2 |

3.1.2. 落花落果

从表 1 可以看出,经 GPIT 生物制剂处理后的杏树,落花落果明显比对照减少。直观就可以看出二者明显的差异,造成这种情况的原因主要是处理的杏树根系明显发达,在杏树生长前期能充分满足营养和水分的需求,增强了杏树对冻害的抵抗能力,同时也促进了枝叶的繁茂,提高了光合效率,使枝叶、花和果实中的含糖量增加,这就更加强化了处理杏树对冻害的抵抗能力。因此也就大大减少了花和果实因冻害造成的损失。此外,经处理的大接杏树强生理代谢的功能也是减少落花落果的一个重要因素。

3.1.3. 含糖量

从表 1 中看出,处理和对照杏果实的含糖量上也出现了明显的变化,处理的含糖量比对照提高了 2.7 个百分点,这就意味着经处理后的杏果更加甜绵可口,营养也比对照更加丰富。出现这种情况的原因与经 GPIT 生物制剂处理后光合功能的大幅提高,制造出更多的碳水化合物有直接的关系。同时也说明,即使是在出现霜冻灾害的情况下,经处理后的杏果并未受到大的影响,而对照的杏果却存在明显的酸涩口感。这就更加提高了处理后大接杏的商品价值和经济效益[8]。

3.1.4. 色泽

处理和对照的杏果实不仅在个头大小上出现了明显差异,处理的大接杏直观的看个头就明显大于对照,而且在果实的色泽上也变得更加亮丽,不仅出现橘黄色的漂亮外观,而且个个大小匀称,表面出现光泽,与对照浅黄色、大小不匀称、无光泽的外观,形成了很大的反差。出现这种差异的原因与 GPIT 生物制剂对杏树的营养生长与生殖生长的合理调控有着直接的关系,在杏树生长期间更加协调准时的营养和生殖生长的精准交替,对杏果的正常膨大发育过程以及良好的成熟度等均创造了良好的条件,在此前提下也会在杏果实的色泽上得到了明显的表达[9]。

3.1.5. 口感

大接杏是近年来农业科研工作者通过嫁接改良的优良新品种,具有个大,皮薄、味酸甜的特点,在阳高县引种种植后,由于气候寒冷,导致酸度增大。经 GPIT 生物制剂处理的大接杏由于含糖量的增加,使杏果实更加绵甜适口,加之成熟度更好,使肉质细嫩,纤维减少,酸度降低,甜液增多,使原本就品质优良的大接杏,更加锦上添花,成为杏中“珍品”。

3.1.6. 香味

经 GPIT 生物制剂处理后杏果散发出杏果特有的香味,明显比对照浓郁,这是由于处理在高光效的

作用下, 导致杏果营养品质、口感品质和商品品质得到大幅度提升后, 在味觉上的一种明显体现, 归根到底还是 GPIT 生物制剂的高光效作用在杏果实上间接发挥的作用。

3.1.7. 成熟期

GPIT 生物制剂对高寒区大接杏的处理, 使杏果的成熟期也产生了明显的变化, 从表 1 中可以看出, 处理比对照提早成熟 6 d。这在高寒地区无霜期短的情况下, 能使大接杏比对照提早上市, 对于提高高寒贫困地区杏农的经济效益意义重大, GPIT 生物制剂的这种功效主要取决于高光效的作用下, 加快了杏树新陈代谢的速度。这种功效不仅在大接杏得到了体现, 而且今后对于高寒地区引种生育期较长的其它果树和农作物也打开了一条通道[10]。

3.1.8. 虫害

从表 1 虫害的比较情况来看, 处理的没有出现食心虫和其它虫类的危害, 而对照出现不同程度的食心虫危害, 说明 GPIT 生物制剂在大幅度提高太阳光能利用的核心作用下, 还同时具有杀灭害虫的效果。这种功效主要取决于 GPIT 生物制剂的溶液自身对杏树软体害虫就具有触杀的效果, 只要软体虫接触到溶液就会内吸干枯而死亡。但 GPIT 生物制剂自身无毒, 这种独特的触杀软体害虫的功效是无公害的, 并不会带来对杏果和生态环境的污染[11]。

3.1.9. 耐寒度

阳高大接杏在气候寒冷的阳高罗文皂镇种植几年后, 也逐渐对当地的低温冷害产生了适应性, 在开花结果后, 遭遇短时间突发的冻害, 只要不在 -2°C 以下更低的温度, 一般造不成更大的危害, 但低于 -2°C 以下的气温, 而且持续时间较长的话, 就会出现大量的落花落果, 造成毁灭性的减产。经 GPIT 生物制剂处理的大接杏树耐寒度大大提高, 能在短时间忍耐 -7°C 的冻害, 比对照的耐寒度提高 5°C , 出现很少的落花落果现象, 保持持续的增产、稳产。GPIT 生物制剂的这种功效, 仍然要归功于在高光效作用下出现的强生理代谢所发挥的作用。

3.2. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏产量因子和产量的影响

3.2.1. 对大接杏产量因子的影响

影响大接杏产量的产量因子, 主要包括单杏直径、单杏质量、单株杏数和单株质量。从单杏直径的比较来看, 处理比对照大 0.5 cm, 表明处理比对照单杏的个体明显要大。大的个体就会导致单杏质量的提高, 从单杏质量的比较来看, 处理比对照多 6 g, 说明杏个头的大小与杏质量的高低是相辅相成的。从单株杏数的比较来看, 处理比对照多 196.3 个, 是对照的 5.13 倍, 说明在突发霜冻冷害的情况下, 处理杏树的强生理代谢, 抵御了冻害, 防止了大量花和果实的掉落, 保证了杏果实的正常生长。在单株产量方面, 处理的比对照高 10.9 kg, 是对照的 7.1 倍(表 2), 出现这样的结果与单杏质量的较大提高和单株杏数的大幅提高存在着必然的因果关系, 处理单株产量比对照的大幅提高, 也就奠定了处理比对照单位面积产量大幅提高的结果, 说明 GPIT 生物制剂对大接杏树防霜抗冻的效果在大接杏 4 个产量因子的体现上就已经是十分明显的。

Table 2. Effects of GPIT biologic preparation on yield factor and yield of Apricot Damask in high cold region

表 2. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏产量因子和产量的影响

| | 单杏直径(cm) | 单杏质量/g | 单株杏数/个 | 单株质量/kg | 产量/(kg/hm ²) | 较 CK 增产/kg | 较 CK 增幅/% |
|----|----------|--------|--------|---------|--------------------------|------------|-----------|
| 处理 | 5.2 | 54.0 | 234.6 | 12.7 | 12573.0 | 10791.0 | 605.6 |
| 对照 | 4.7 | 48.0 | 38.3 | 1.8 | 1782.0 | | |

3.2.2. 对大接杏产量的影响

从表 2 中处理和对照折合每公顷的产量结果就可以看出处理和对照每公顷增产 10791.0 kg/hm²，增幅为 605.6%。处理比对照增产 6 倍还多。在阳高县罗文皂镇杨家堡村高寒区生态环境下，春季频发的霜冻灾害，对各种农作物的正常生长带来很大的制约和危害，特别是 2020 年的 5 月 15 日突发的冻害，使气温骤然下降到-7℃，比往年同期的-2℃还低 5℃，使正在开花结果的大接杏大量掉落，有些地势较高，树势较弱的大接杏树甚至整树的花果全部掉落，给当地杏农带来毁灭性的灾害。而在安顺采摘园，杏农席忠的 0.67 hm² 大接杏树由于经过 GPIT 生物制剂的处理，不仅战胜了霜冻带来的灾害，产量比往年还翻了一番，比作为对照，处在地理位置相对较好的大接杏产量竟然翻了六倍还多，这完全出乎所有人的意料。说明 GPIT 生物制剂在高光效的前提下，在大接杏上出现的强生理代谢的作用，在抵抗冷冻灾害中作用是非常明显的[12]。

3.3. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏经济效益的影响

影响大接杏经济效益高低的因素取决于产量和品质。GPIT 生物制剂在高寒区大接杏上的应用，不仅抵御了霜冻灾害，获得了高产，而且在口感品质上更加绵甜适口，减少了酸度，在外观上个头大小匀称，色泽亮丽，也就大大提高了大接杏的商品价值。从表 3 的销售价格中可以看出，经 GPIT 生物制剂处理后的大接杏每 kg 的销售价格高于对照 8 元，单株效益处理比对照提高 232.4 元，折合每公顷比对照增收 2300.76 元，增幅为 1075.93%。

Table 3. Effects of GPIT biologic preparation on economic benefits of Apricot Damask in alpine region

表 3. GPIT 生物制剂对高寒区大接杏经济效益的影响

| | 单价/(元/kg) | 单株效益/(元) | 收益 | | |
|----|-----------|----------|-------------------------|------------------------------|-------------|
| | | | 收益/(元/hm ²) | 较 CK 增收/(元/hm ²) | 较 CK 增幅/(%) |
| 处理 | 20 | 254 | 251,460 | 230,076 | 1075.93 |
| 对照 | 12 | 21.6 | 21,384 | | |

由此可见，在 2020 年春季在冷冻灾害给阳高县罗文皂镇杨家堡村杏农带来巨大损失的情况下，本次试验在席忠家的 0.67 hm² 的 660 株大接杏上，经 GPIT 生物制剂处理后，比对照 0.67 hm² 660 株大接杏一共可增加经济效益为： $(254 \text{ 元} \times 660 \text{ 株}) - (21.6 \text{ 元} \times 660 \text{ 株}) = 167,640 \text{ 元} - 14,256 \text{ 元} = 153,384 \text{ 元}$ 。增加的幅度是对照的 10.76 倍。比过去哪一年的受益都高，这在杨家堡村还是第一次见到[13]。

4. 结论与讨论

GPIT 生物制剂“果上丰”在高寒区阳高县罗文皂镇杨家堡村大接杏上的应用试验，表明 GPIT 生物制剂的高光效作用，在高寒区杏树上的抗冻丰产上也发挥了重要的作用。在这之前，当地的杏农在早春霜冻来临之际，整夜不睡觉采用烟熏或水灌的方法，往往效果甚微。此次试验的结果不仅为高寒区的杏农带来了福音，也为高寒区其它作物的防霜抗冻开创了一条新的道路[14]。为了今后更加广泛和高效地推广应用这一技术，2020 年 7 月 2 日阳高县委、县政府在罗文皂镇杨家堡村召开了大接杏防冻试验效果现场观摩交流会，大同市的相关领导和周边各县(区)的负责人及阳高县乡镇负责人和杏农代表 50 余人参加了会议，对 GPIT 生物制剂在大接杏上抗冻丰产性效果给予了充分的肯定和高度的评价。从大同市云岗区口泉乡专门赶来参加会议的杏农郭占平激动地说：“耳听为虚，眼见为实，活生生的事实证明高科技技术为杏农的致富达小康架起了金色的桥梁，明年我的 3.33 hm² 杏树也要全部采用 GPIT 生物制剂这一高科技技术”。会议最后对此次 GPIT 生物技术在杏树上的防霜抗冻效果，以及丰产、优质性进行了全

面的总结。多家媒体也纷纷报道此次会议的相关情况。市场信息报也于7月9日以“席忠的‘杏’福配方”为题对此次会议相关内容进行专门报道。大同电视台、大同日报也以“杏农席忠的增收秘方”为题，在当天的新闻节目中这一高科技技术在大接杏上的应用效果进行了报道，山西晚报也于7月13日同样以杏农席忠的“杏”福秘方为题刊登了这条消息，紧接着山西日报也于7月14日在讲山西故事客户端栏目，以抗冻良方带来好收成进行了专题论述。一时间 GPIT 生物制剂作为高寒地区农作物防霜抗冻的灵丹妙药不胫而走，人们为解除多少年来由于霜冻灾害给当地人们带来巨大损失的困惑而奔走相告。GPIT 生物制剂的这一特殊功效，也将成为今后我国北方高寒地区各种果树及其它农作物的抗冻卫士，有效抵御频发的倒春寒及秋季突然降临的早霜的危害。无独有偶，原平市子干乡东南贾村赵顺宝梨园栽植的酥梨和玉露香梨也以同一时间同样的方法对 0.67 hm² 的梨树以 GPIT 生物制剂进行了处理，结果也是硕果累累，一派丰收景象，预计可比对照提前成熟 7 d，9月15日上市；而未处理的 0.67 hm²，不论是酥梨还是玉露香梨只是零零星星，偶尔发现寥寥几个，形成了鲜明的对比。原平市子干乡东南贾村于 2020 年 4 月 21 日遭受 -6℃~-8℃ 的短时霜冻危害，GPIT 生物制剂“果上丰”在全村梨树全部遭受严重冻害的情况下，抢救了赵顺宝家的 0.67 hm² 的梨园，为梨树免遭冻害获取丰收打下了基础。这就更加验证了 GPIT 生物制剂的应用，不仅对高寒区杏树具有抗冻丰产性表现的效果，对梨树及其它果树类作物以及各种农作物也会具有同样明显的效果[15]。

参考文献

- [1] 庾正平, 王星玉. 山西省农作物品种志[M]. 太原: 山西科学教育出版社, 1985: 6-9.
- [2] 庾正平, 王星玉. 山西省农作物品种资源目录[M]. 太原: 山西省农业区划委员会内部资料, 1982: 3-12.
- [3] 王星玉. 五寨县农业科技资料[M]. 五寨: 山西省五寨县科技局内部资料, 1977: 59-63.
- [4] 王纶, 王星玉, 温琪汾, 等. GPIT 生物制剂对枣树的试验效果[J]. 山西农业科学, 2017, 45(1): 47-50.
- [5] 王纶, 王星玉, 温琪汾, 等. GPIT 生物制剂在苹果树上的应用[J]. 山西农业科学, 2013, 41(6): 567-571.
- [6] 王纶, 王星玉, 杨红军, 等. GPIT 生物制剂在玉露香梨上的试验效果[J]. 山西农业科学, 2019, 47(7): 1198-1202.
- [7] 郑丽萍, 史丽娟. 光合作用增效剂在高粱上的应用[J]. 山西农业科学, 2011, 39(12): 1269-1271.
- [8] 王纶, 王星玉, 温琪汾, 等. GPIT 生物制剂在番茄上的应用效果[J]. 山西农业科学, 2014, 42(9): 971-976.
- [9] 陈国强, 郭兰英, 董玮. 优质苹果生产配套技术[J]. 河北农业科学, 2016(8): 128-129.
- [10] 王树红, 王星玉, 元改香, 等. GPIT 那氏齐齐发诱导剂实用手册[M]. 太原: 山西农村财政研究会, 2010: 18-24.
- [11] 王纶, 王星玉. GPIT 生物技术的研究与应用[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018: 192-194.
- [12] 王纶, 王星玉, 杨红军, 等. GPIT 生物制剂在胡萝卜上的应用效果[J]. 山西农业科学, 2015, 43(5): 552-555.
- [13] 王纶, 王星玉, 杨红军, 等. GPIT 生物制剂对露地甜椒的试验效果[J]. 山西农业科学, 2018, 46(8): 1309-1313.
- [14] 王星玉. GPIT 生物技术在山西农业上的应用前景(上) [N]. 山西经济日报, 2002-05-30.
- [15] 王星玉. GPIT 生物技术在山西农业上的应用前景(下) [N]. 山西经济日报, 2002-06-06.