



GPIT 生物技术的研发与应用

◎ 王 纶 王星玉 编著



中国农业科学技术出版社

GPIT 生物技术研究与应用

◎ 王 纶 王星玉 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

GPIT 生物技术的研究与应用 / 王纶, 王星玉编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5116-3413-9

I. ①G… II. ①王…②王… III. ①农业生物工程 IV. ①S188

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 310729 号

责任编辑 王更新

责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106639 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106639

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm×1 000mm 1/16

印 张 15.25 彩插 4 面

字 数 288 千字

版 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价 120.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

前 言

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，全称是植物基因表型诱导调控表达技术（Gene Phenotype Induction Technique）。其应用产品最初被称为那氏 778 诱导剂，后在农业部注册时，又改为谐音那氏齐齐发诱导剂，后期试验统称为 GPIT 生物制剂。其核心作用是大幅度提高作物的光能利用率，从而达到高产、优质、高光效和无污染的目的。1999 年该项技术通过农业部的评审，结论为“属世界领先水平，顶尖技术”，2002 年又通过农业部的成果鉴定，结论为“此项成果总体达到了国内同类研究的领先水平”。10 多年来已在全国各地农业生产上大面积推广应用。山西省于 1999 年由山西省农业科学院引进该项技术，并同步在各种作物上进行精准的试验研究，撰写并发表相关的试验研究报告，及时总结经验和教训，以更好地指导在大田生产中的推广应用，从而更大地发挥该项技术在农业生产中的作用。

编入本书的内容有两大部分，第一部分是 GPIT 生物技术在不同作物上的试验研究报告；第二部分是 GPIT 生物技术在推广应用中的使用方法、注意事项和应用效果。本书中不论试验研究和推广应用中提到的作物均具有代表性，对未提到的作物也同样具有重要的参考价值。

本项目由山西省农业科学院作物品种资源研究所牵头，在试验研究和推广应用中，由山西省科技推广项目（2013071019）和山西省发改委项目（晋发改委高新发〔2009〕119 号）立项支持，参加单位主要有山西省农业科学院作物品种资源研究所、农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室、山

西奥圣农业开发有限公司、云南省生态农业研究所、山西省财政厅农村财政研究会、山西省扶贫办、忻州市土肥站、山西农业大学、宁夏农林科学院荒漠化治理研究所等单位。杨红军、那郅烨、元改香、王树红、赵和平、金文明、侯玉梅、元慕田、李雨竹、王林梅、杜建民、温琪汾、刘润堂、樊凤仙、郭精才、郑茂生、翟彦铭、吕凤祥、李燕、杜雁梅、闫廷福等同志参与了部分工作。

本项目试验研究由 GPIT 生物技术的创始人那中元研究员担任技术总顾问，并提供 GPIT 那氏齐齐发的原始粉剂材料和用 GPIT 生物技术手段育成的大穗小麦、大穗玉米原种，由山西奥圣农业开发有限公司生产和提供 GPIT 生物制剂（那氏齐齐发水剂）。在试验研究和推广应用过程中，得到了时任山西省主管农业的领导刘维佳副省长、山西省科技厅、山西省农业科学院、山西省农业厅、山西省发改委、山西省农业科学院品种资源研究所、山西省农业科学院资源与经济研究所、山西省农业科学院推广处、农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室等领导和单位的大力支持，在此一并致谢。

由于本书初次成册，书中难免存在一些错误和不足，恳请大家批评指正。

著者

2017 年 10 月 10 日

目 录

GPIT 生物制剂在露地番茄上的试验效果	(1)
GPIT 生物制剂在胡萝卜上的试验效果	(13)
GPIT 生物制剂在露地西葫芦上的应用试验	(24)
GPIT 生物制剂对露地甜椒的试验效果	(36)
GPIT 生物制剂在大白菜、西芹上应用的试验研究	(49)
GPIT 生物制剂在苹果树上的应用研究	(54)
GPIT 生物制剂对枣树的试验效果	(65)
GPIT 技术在小麦上的应用	(76)
GPIT 生物制剂对黍稷农艺性状及产量的影响	(80)
GPIT 生物制剂对盐碱地玉米的增产效果	(87)
GPIT 生物制剂在中度盐碱地黍稷上的试验效果	(93)
GPIT 生物制剂对黍稷光合生理的影响及其效应	(102)
GPIT 生物制剂对不同种植密度黍稷的影响	(114)
Q28 超大穗大粒小麦在晋南新绛试点的示范试验	(125)
GPIT 那氏大穗玉米在太原娄烦试点的示范试验	(136)
GPIT 那氏大穗玉米在山西北部的引种试验	(148)
GPIT 那氏大穗玉米在沙化土地的种植试验	(160)
GPIT 那氏大穗玉米在重度盐碱地的种植试验	(171)
GPIT 那氏大穗玉米的特征特性及发展前景	(181)

高光效强抗逆肥料——GPIT 那氏齐齐发诱导剂	(191)
GPIT 技术在生物治理盐碱地中的作用	(205)
GPIT 生物技术在山西农业上的应用前景	(209)
GPIT 生物技术在推广利用中的使用方法、注意事项和应用效果	(214)

GPIT 生物制剂在露地番茄上的试验效果

王 纶¹, 王星玉¹, 温琪汾¹, 元改香², 王树红², 王林梅²

(1. 山西省农业科学院农作物品种资源研究所, 农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室, 山西太原 030031;

2. 山西省奥圣农业开发有限公司, 山西太原 030001)

摘 要: GPIT 生物制剂是进入 21 世纪以后, 在我国农业生产上广泛应用的一种生物技术。为了验证 GPIT 生物制剂在露地番茄上的应用效果, 以苗床喷灌、泥浆沾根移栽、叶面喷施等方法在露地番茄上进行试验。结果表明, 在成活率、产量因子、产量、品质和生物特性等方面均有明显变化, 说明 GPIT 生物制剂对提高露地番茄产量、改善品质以及提高抗病、抗逆均有明显效果, 也进一步证实了 GPIT 生物制剂在农业上的广阔应用前景。

关键词: GPIT; 番茄; 试验效果

Effect of GPIT biological preparation in tomatoes

Wang Lun¹, Wang Xingyu¹, Wen Qifen¹,

Yuan Gaixiang², Wang Shuhong², Wang Linmei²

(1. Institute of Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences,

Taiyuan 030031, China; 2. Shanxi Aosheng Agricultural

Development Co. Ltd., Taiyuan 030031, China)

Abstract: To verify the effect of GPIT biological preparation application in tomato seedbed, irrigation, mud stained root transplanting, leave surface spraying method tests were conducted in the tomato open field. The result shows that: in the survival rate, yield, quality and biological characteristics there are significant changes, which indicat that GPIT biological agents are significantly effective to the open field tomato yield, quality and disease/stress resistance. The result also confirmed the broad application prospects of GPIT biological agents in agriculture.

Key words: GPIT; biological preparation; tomatoes; effect

GPIT 那氏齐齐发⽣物制剂是我国在进⼊ 21 世纪以后, 农业⽣产上广泛推⼴应⽤的⼀种⽣物技术。21 世纪的⼤三技术⾰命, ⼀是信息技术, ⼆是⽣物技术, 三是纳米技术。GPIT ⽣物制剂作为先进的农业⽣物技术手段, 其核⼼作⽤是⼤幅度提⾼作物光合速率, ⼀般可提⾼ 50%~470%, 光合速率的提⾼意味着光合效率的提⾼, 即作物对光能利⽤率的提⾼, 而光能利⽤率的提⾼最终导致产量和品质的提⾼。在此前提下, 在作物⽣长过程中有 3 点明显的表⽰: ⼀是强化作物⽣理代谢的速度和强度, 在形态特征上表⽰出叶⽚肥厚, 叶⾊浓绿, 根系发达, ⽣长健壮, 为作物⽣育后期的⽣殖⽣长奠定了良好的基础; ⼆是高抗光氧化, 延缓作物早衰枯黄, 直到籽粒或果实成熟时, 仍然保持青枝绿叶, 强化了植株的⽣命⼒, 提⾼了抗病和抗逆性; 三是双向合理调控, 平衡作物营养⽣长和⽣殖⽣长的时间, 防止茎叶徒长, 使营养更加有效积累, 从而提⾼产量。3 点表⽰使作物在全⽣育期达到能量与效率、营养与环境完美的统⼀, 最终获得优质⾼额的产量^[1]。GPIT ⽣物制剂在山西⽴项推⼴以来, 在各种作物上已经取得了明显的成效, 为了总结在推⼴应⽤过程中的经验和教训, 我们同步进⾏各种作物在使⽤⽅法上和效果上的试验研究, 以获得更加科学合理的试验数据, 从而有效指导 GPIT ⽣物制剂在⼤田⽣产中的广泛应⽤。2013 年我们在晋源区翠岛农业⽣态园进⾏了 GPIT ⽣物制剂在露地番茄上的试验研究, 其试验结果汇总如下。

1 材料与⽅法

1.1 材料

试验地土地平整, 抽地下水灌溉, 土质黑色, 沙壤, 微碱性, pH 值 7.5, 前茬玉米。土地⾯积 666m²。333m²为 GPIT ⽣物制剂处理试验, 333m²为对照。各施腐熟牛粪混鸡粪 4 000 kg、过磷酸钙 60kg 作底肥。打畦定植, 畦宽 1.2m, 株距 33cm, 行距 60cm, 每畦定植两行。移栽定植 5d 后对死亡株进⾏补栽。幼苗植株长至 30cm 左右时搭⼈字架绑蔓, 开始打杈、整枝, 留单杆, 不打顶。品种为晋红 1 号, 属中晚熟种, 无限⽣长类型。⽣育期间浇水 6 次, 均未追施化肥、喷施农药。

1.2 试验方法

1.2.1 苗床喷灌

4月15日苗床播种育苗,5月14日以GPIT生物制剂和水1:120倍的稀释浓度对幼苗和苗床进行喷灌,到渗入根部为止;对照只喷灌清水。

1.2.2 沾根移栽

5月28日从苗床向畦田裸根移栽时,以GPIT生物制剂和水1:80倍稀释液加入过筛细土和成稀泥浆沾根,风干1h后分株移栽;对照只带少量泥坨移栽。

1.2.3 茎叶喷施

移栽成活后在第1穗花序现蕾时,以1:200倍的稀释液对茎叶喷施第1次,在盛果期以1:200倍液喷施第2次;对照也同步喷施清水^[2]。

1.2.4 观察记载、调查项目及方法

移栽定植后到拉蔓前,观察记载和调查项目的内容分为两大部分。第一部分为成活率、产量因子及产量。项目包括成活率、叶色、果穗数、单穗果数、单穗质量、单果质量、小区产量、折合公顷产量,比对照增产,增产率等10项;第二部分为品质和生物学特性。项目包括含糖量、果肉、成色、裂果、畸形果、病害、虫害、耐寒度、耐储性等9项。处理和对照各项的调查方法如下。

第一部分:(1)成活率。移栽定植5d后调查,以处理和对照的小畦为单位,各数出每小畦的移栽株数和死亡株数,然后各畦相加,最后以移栽株数减去死亡株数再除以移栽株数。如果以 k 表示成活率, A 表示死亡株数, B 表示移栽株数的话,则其计算公式为: $k = \frac{B - A}{B}$ 。(2)叶色。在座果期观察叶的颜

色,以浓绿、绿和淡绿3种色差进行比较。(3)果穗数。从第1果穗到拉蔓时的有效果穗数,也就是菜农指的结果层数,以10株的统计数字平均。(4)单穗果数。以第3果穗为代表,全部采摘第3果穗果实后,以果梯计算每穗果的数量,取10株的平均值。(5)单穗果质量。第3果穗先后成熟后采摘存放,待全穗果都成熟采摘后称重,10株平均值。(6)单果质量。单穗果质量除以单穗果的数量,10株平均值。(7)小区产量。处理和对照的333m²的试验地,从第1果穗果实成熟采摘就开始计产,直到拉蔓前采摘完最后1个果穗果实的累计产量。(8)公顷产量。以小区产量乘以30,计算出折合每公顷的产量。(9)比对照增产。以处理折合每公顷的产量减去对照折合每公顷

的产量。(10) 增产率。以处理比对照的增产量,除以对照的产量。

第二部分:(1) 果实含糖量^[3]。以测糖仪测定处理和对照第3果穗最大的1个果实成熟后果肉的含糖量,10株平均值。(2) 果肉。测定含糖量后品尝处理和对照果肉的口感,分为沙甜和酸硬两个等级评价。(3) 成色。观察处理和对照成熟果实的鲜亮度,以鲜亮和无光评价。(4) 裂果。处理和对照各随机取20个采摘的成熟果实,数出有裂痕果的数量,取3次重复的平均值,根据裂果的数量,定为 <2 为少, $\geq 2 < 4$ 为中, ≥ 4 为多。(5) 畸形果。与品种果型不相符或不规范的果实,分为有和无。(6) 病害。指感染病毒和真菌性病害的程度,根据实际情况观察,定为0、轻、重3个等级。(7) 虫害。主要指番茄易感染的常见的茎叶虫害,如蚜虫、白粉虱、棉铃虫等,根据虫害的多少,以轻、中、重3个等级评价。(8) 耐寒度。观察降霜前后番茄植株萎蔫前能承受的温度。(9) 耐储性。随机取处理和对照成熟果实各100个装箱,3次重复,储存在7~10℃和相对湿度70%~80%的地窖中,存放1个月后开箱,调查处理和对照的烂果数,取3次重复的平均值。烂果率 $<2\%$ 为储性长, $\geq 2\% < 10\%$ 为储性中, $\geq 10\%$ 为储性短。

2 结果与分析

2.1 GPIT 生物制剂处理和对照对番茄成活率、叶色、产量因子及产量的比较

2.1.1 对成活率的比较

移栽定植是番茄传统的种植方法,但从苗床到大田移栽成活率的高低,是番茄栽培过程中关键性的技术环节。为了提高成活率,近年来普遍推广应用营养钵育苗移栽,由于成本较高,除规模化生产外,一般常规的种植仍采用苗床育苗的方法,但苗床育苗容易散坨伤根,降低成活率。GPIT 生物制剂在番茄上的应用,从苗床育苗就开始,而且在移栽时采取裸根沾 GPIT 生物制剂 1:80 倍泥浆的方法,和对照带泥坨移栽相比,成活率的情况如何呢?试验的调查结果表明,处理的成活率比对照提高 7.4%,见表 1。

GPIT 生物制剂虽然不是植物生长刺激素,也不像“生根粉”那样单独促进作物的根部生长,之所以能起到在移栽时提高成活的效果,完全归功于 GPIT 生物制剂具有双向调控的功效。在作物生长的全生育期,能自身合理调控营养生长和生殖生长的时间,在幼苗生长阶段,主要促进根部的发育生长,

起到蹲苗的作用,达到根长、根多的目的,从而为后期的“叶茂”创造了条件,为光合效益的提高,奠定了前期的基础^[4]。它的这种功效应用到“移栽”上,能使移栽的幼苗不仅在移栽时就根系比较发达,而且在移栽后根部的生长发育速度也大大强于对照,所以在移栽时虽然根系受到一些损伤,但未伤及元气,再加之移栽后在 GPIT 生物制剂的作用下,根系的生长发育迅速启动,很快弥补了移栽时被损伤根系的不足,这样就导致了移栽后番茄幼苗成活率的提高;而对照原本根系的发育就不看好,稀疏的根系尽管有泥坨的保护,但也经受不了在移栽过程中被折损的根系,更没有在移栽时经过象 GPIT 生物制剂处理过的幼苗一样,再有一种外来的因素激发,促进根系的快速发育,短时间内补充不了缺少的根系,从而不能满足继续生长发育所需的水分和养份,导致幼苗短期内很快枯死,这就是对照的成活率之所以要比处理相对要低的原因。

表 1 GPIT 生物制剂处理和对照对番茄成活率、叶色、产因子及产量的量

项目	成活率 / %	叶色	果穗数	单穗 果数	单穗 质量/g	单果 质量/g	小区 产量/kg	公顷 产量/kg	比对照 增产/kg	增产 率/ %
处理	99.1	浓绿	8.4	4.1	482.5	117.7	3 148	94 440	23 280	32.7
对照	91.7	绿	7.6	3.6	398.2	110.6	2 372	71 160		

2.1.2 对叶色的比较

GPIT 生物制剂的核心是大幅度提高光能利用率,各种作物的叶片所发挥的作用不可小觑,就番茄来说也不例外。叶是作物吸收阳光的主要工具,而要把光能转化成碳水化合物,叶要靠叶中的叶绿素,可见叶绿素的含量多少就显得至关重要。叶绿素含量的高低,通常通过肉眼就可以直观出来,一般可以分为 3 个等级,含量高的为浓绿,中高的为绿,低的为淡绿。从表 1 可以看出,处理的比对照的叶色要高一个等级。其实,在实践中只要在观察中更细致一点,就会发现处理的叶色和对照不仅有明显的色差,就是在叶的光泽上也存在明显差距,处理的叶片明光发亮,而对照却显得灰暗无光。此外,叶的肥厚、大小上也有较大差异。这种差异为光能的更好吸收利用提供了良好的条件。光合作用是绿色植物制造有机养分的全过程,叶是完成这个过程的主要器官,叶绿素、阳光、二氧化碳和水是完成这个过程的必需条件,其中叶中的叶绿素是制造有机养分的工厂,空气和土壤中的二氧化碳和水是原料,阳光是能源,在光能的作用下,叶绿素把二氧化碳和水合成碳水化合物,即有机物和养分,包括作物自身异化所需的养分和同化积累产生的籽粒和果实。这个过程可用下方程式表示: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{光能} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2 \uparrow$ 。由此可见,经过 GPIT 生

物制剂处理过的番茄植株,其浓绿的叶色以及大而肥厚、明亮发光的叶的形态特征表现,已经奠定了在后期的生长发育过程中,各项指标要明显比对照占有优势的基础^[5]。

2.1.3 产量因子的比较

产量因子是决定最终产量高低的重要因素,每一个产量因子都是组成产量的重要组成部分,其中任何一个产量因子的或高或低都会引起产量的波动,如果所有的产量因子或多数产量因子都高,就会导致最终产量的提高。我们以果穗数、单穗果数、单穗质量、单果质量作为番茄的产量因子进行比较。由于番茄果实的采摘和花序的形成不是一次性完成的,加之越是后面形成的花序结出的果实,不论在数量和质量上较前均有较大差异,难以准确地完成全生育期单株结果产量因子的抽样调查比较。鉴于这种特殊情况,我们选择了生长盛期的第3花序所结的果实,作为抽样调查处理和对照单穗果数、单穗质量和单果质量3个产量因子的样本,来比较经GPIT生物制剂处理植株和对照之间的差异。另外一个产量因子果穗数在拉蔓前,处理和对照分别抽样调查完成。表1中的调查数据说明,从4个产量因子的总体情况来看,处理的均高于对照,只是高出的程度不同。从果穗数来看,高出0.8个;从单穗果数来看,高出0.5个;从单穗质量来看,高出84.3g;从单果质量来看,只高出7.1g。在前3个因子的平均数增幅较大的情况下,相对来说单果质量的增幅是比较小的。这个情况和实际直观果实大小的匀称度也是比较吻合的。用GPIT生物制剂处理植株结出的果实,大小均匀,商品性很好;而对照结出的果实悬殊很大,大的有400g左右,小的只有40g左右,大小相差10倍。由此看来,单果质量增幅较小,由此带来果实更加匀称的结果也并非偶然,还要归功于GPIT生物制剂在番茄的生长发育过程中,导致番茄自身在营养生长和生殖生长过程中更加合理调控分配的结果。

2.1.4 产量的比较

从番茄移苗定植后成活率的多少开始就影响到番茄产量的形成,对死苗的重新补苗不仅费工、费时,也缩短了后补苗子的生育期限,因此成活率的高低也是制约产量高低的一个不可忽视的因素。处理比对照的成活率明显提高,就已经形成了一个增产的优势。再加之叶片叶绿素的提高导致的光合效率的提高,由此更是带来各项产量因子全面提高的明显趋势,已经注定了最终处理比对照产量明显提高的结果。经过结果期陆续采摘果实质量的累加统计,在333m²的面积上,处理比对照竟增加了776kg的产量,折合公顷产量后,每公顷增产23 280kg,增产32.7%。

2.2 GPIT 生物制剂处理和对照对番茄品质及主要生物学特性的比较

2.2.1 品质的比较

对番茄果实品质好坏的衡量从三方面考虑,一是营养品质,二是口感品质,三是商品品质。营养品质主要以含糖量的多少来比较,口感品质主要以品尝果肉的口感来比较,商品品质以果实的成色、裂果和畸形果的多少来比较。从含糖量的情况来看,表 2 表明处理比对照的含糖量高 2.9 个百分点。追根溯源,果实含糖量的提高与 GPIT 生物制剂光合效率的提高不无关系。由于光合效率的提高,合成碳水化合物的质量也在提高,而碳水化合物的表现形式有两种,一种是在酶的作用下,一部分转化成有机物,即我们食用的番茄果实;而另一部分过剩的碳水化合物或是由于夜间气温的骤然下降,转化酶来不及转化或用来御寒异化的碳水化合物就以可溶糖的形式存储在果实中^[6],这就是用 GPIT 生物制剂处理过的番茄,不仅产品提高了,而且果实的含糖量也得以提高的机理,归根结底还是光合功能提高所产生的效果。由于番茄果实含糖量的提高,而可溶糖又是人体健康不可缺少的营养元素,是人体发出热量的源泉,所以含糖量提高了,从果实营养品质的角度来讲,对照和处理相比之下,自然要逊色许多了。

更重要的是,在当代人们生活水平不断提高的情况下,对口感品质的要求也越来越高,所谓口感品质就是人们常说的适口性。各种营养品质的元素含量高低,很多是隐性潜在的,人们的食用味觉一时难以感觉出来,而可溶糖含量的高低却不然,是显性敏感的,所以果实含糖量的提高必然导致果实口感品质的提高,二者是相辅相成的,缺一不可。既然如此,处理和对照的番茄果实口感品质的表现如何呢?从表 2 可以看出,二者的表现截然不同,吃到嘴里一个是沙甜绵软的感觉,一个是酸硬的感觉。以直接的观感来看,也有明显差异。用手各掰开一个果实,一个是果肉沙沙的、软软的,象熟透的西瓜,充满汁液,籽粒稀疏;而另一个却是果肉发硬,隔室分明,汁液不多,籽粒稠密。经多人品尝观察得出这样的差异评价。之所以出现这样明显的差异,我们分析,含糖量提高是一个主要因素,因为含糖量的提高可以降低酸性,使果肉更加酸甜适口。而 GPIT 生物制剂的诱导调控机理也不能忽视,正是由于这种诱导调控机理的作用使得籽粒减少,把减少籽粒的营养以可溶糖的形式储存起来,这就进一步增加了果实的含糖量。不仅如此,在果实的成熟度上也发生了质的改变,使原本就红熟的番茄果肉由硬变沙,而且由此还析出了更多的水分,使果

肉中充满了甘甜的汁液。由此可见, GPIT 生物制剂对番茄所发挥的作用处处可见。也难怪原来归类到蔬菜类的番茄, 一经 GPIT 生物剂处理后已经升格到美味水果的行列里了。除了提高营养品质和口感品质外, 我们再看商品品质, 商品品质主要以果实的“容貌”为主, 通过果实大小的匀称度、成色和裂果、畸形果的多少来衡量, 对于果实的匀称度前面已经谈到, 由于 GPIT 生物制剂合理的诱导调控机理, 使得处理植株单穗果数和果穗数都得以增加, 不仅导致产量提高, 也同时调控了果实的大小, 使果实更加匀称。其次, 从果实的成色度来看, 虽然成熟的番茄从外表看都是红色, 但经处理的番茄更加鲜红发亮, 光彩夺目, 与对照形成了明显的反差。内在品质的提高以及外表的亮靓更提升了番茄果实的商品价值^[7]。更令人称道的是, 果实大小的匀称无意间又带来减少裂果的好处。试验发现, 越是大的果实, 几乎都伴有严重的裂痕, 特别是在果蒂附近, 有纵向的, 也有横向的, 裂果的发生不仅影响到内在品质的好坏, 更使果实的外表“容颜”受到了破坏, 也降低了商品价值。更为严重的是, 由于裂果的出现大大增加了病菌侵染的机会, 使烂果率增加, 也降低了果实的耐储性。可见由裂果带来的不利还不仅仅是使商品品质受到了影响, 对产量和产后都带来一系列的影响。用 GPIT 生物制剂处理后的番茄果实能够出现减少裂果的效果, 即使出现也是很小的裂痕。其原因还不仅仅是调控了果实大小的匀称度, 在果皮的厚度和韧性上也发挥了明显的作用, 这个作用在果实的储运中和耐储性上也明显地凸显出来。究其原因, 仍然与 GPIT 生物制剂合理诱导调控的机理分不开。

再看畸形果的调查结果。表 2 表明, 处理的未发现畸形果, 而对照却明显发现有畸形的桃形果, 主要集中在中等大小和小果实中, 和正宗的晋红 1 号近圆形果实相比, 分明是另类的杂品牌, 给品种的纯度带来不利, 自然也会降低对商品品质的评价和减少利润的空间。畸形果的发生主要是在果实膨大期间, 在外界环境变化引起的植株同化和异化过程的紊乱, 以致造成果实大小的形态参差不齐, 再加之大果对小果的挤压以及亲本品种基因的分离显性, 这些都是造成畸形果的诸多原因^[8]。但经处理的果实, 尽管在生长过程中同样也遭受了不利生长环境的影响, 但 GPIT 生物制剂产生的强生理代谢作用, 使得植株同化和异化过程有条不紊地完成, 这种协调发展的生长过程, 不仅使果实大小均匀, 而且也不会在生长发育过程中出现畸形的发展, 更何况大小匀称的果实, 也不会相互挤压, 对畸形果的发生又起到了明显抑制作用, 二者相辅相成, 才出现了处理不会出现畸形果的效果。

表 2 GPIT 生物剂处理和对照对番茄品质和主要生物学特性的影响

项目	含糖量/%	果肉	成色	裂果	畸形果	病害	虫害	耐寒度℃	耐储性
处理	9.7	沙甜	鲜亮	少	无	0	重	-1	长
对照	6.8	酸硬	无光	多	有	轻	轻	1	短

2.2.2 生物学特性的比较

主要以处理和对照在抗病、抗虫和抗逆性方面来比较，内容分为病害、虫害、耐寒度和耐储性 4 点。番茄的病害种类繁多，但归纳起来主要是病毒性和真菌性病害两大类^[9]。由于晋红 1 号番茄品种本身就是一个抗病性较强的品种，加之前茬是玉米，土壤中没有残留下致番茄感染的病毒和真菌，相对来说病害的症状不明显，但是只要仔细观察，在生长盛期在处理和对照之间还是有些差别，在对照少数的植株叶片上有轻度的白粉，属真菌引发的灰霉病，但相邻的经 GPIT 生物制剂处理的植株叶片上却未发现此种病害。说明 GPIT 生物制剂导致植株根深叶茂、生长健壮的枝叶，对抵抗病害的感染和传播，表现出了强劲的防御和抵抗能力。

再看虫害。番茄的地上虫害发现的主要有棉铃虫、灰粉虱和蚜虫。在生长期除发现蚜虫比较严重外，棉铃虫、灰粉虱并没有形成规模，所以为害不大。就从蚜虫的侵染程度来看，经处理的植株要比对照明显严重，分析原因，经处理的植株光合功能大大增强，最先合成的碳水化合物以可溶糖的形式分布在茎叶中，增加了茎叶汁液的甜度，再加之肥厚的叶片，为蚜虫提供了吸吮甘甜“美食”的良好场所，所以处理的茎叶也就成为蚜虫群体的聚集地，导致了处理植株成为蚜虫虫害的重灾区。蚜虫的迁徙能力较强，又具有择优选择食物的能力，这样相对来说就减轻了蚜虫对对照造成的危害。蚜虫是传播病毒病害的载体，所幸试验地的周边并没有种植大片的番茄，因此蚜虫带来的危害只是对番茄茎叶局部造成轻度的损伤，还未发现番茄病毒病害的侵染和蔓延。更何况虽然经处理的茎叶成为蚜虫的聚集地和重灾区，但好景不长，随着 GPIT 生物制剂对茎叶的喷施，不仅起到了增加光合功能的效果，同时 GPIT 对蚜虫、棉铃虫等软体虫又具有内吸触杀的效果。因为 GPIT 生物制剂无毒，但对软体虫具有内吸作用，能致其脱水而死。只需一个外加条件，要在对番茄茎叶喷施 GPIT 生物制剂的同时，在喷施的溶液中另外加入少许的洗衣粉，起到外力粘附和固定虫体的作用，经太阳一晒蚜虫就会全部脱水干枯死亡，看来解铃还须系铃者，GPIT 生物制的这种特殊功效，加之对病毒和真菌病害的高度抵抗能力，不用农药就能以自身的能力解除或减轻病毒、真菌病害和蚜虫及其软

体虫的危害,这就为生产有机、绿色的番茄果实开拓了一条行之有效的广阔渠道,完全可以作为生产有机绿色农产品的一种主要手段^[10]。从耐寒性情况来比较,以耐寒度衡量。在早霜降临后,对照的植株就会很快萎蔫,而处理的植株在轻霜冻的情况下仍然可以正常的生长,可延长生育期 10d 左右,经测定耐寒度可提高 2℃,见表 2。究其原因也与光合功能的提高关系密切,光合功能的提高导致可溶糖含量的提高,而可溶糖含量的提高其表现形式不仅仅局限在果实的产量和营养品质上,叶和茎秆除了是可溶糖的制造者外,也是向果实传导可溶糖的必经之路,自然可溶糖的含量也要远高于对照,可溶糖含量的提高最终导致了处理的植株耐寒性也提高。

最后我们再以处理和对照的耐储性来比较。在产后选择比较适宜的温度和湿度的储存条件下,储存 1 个月,处理的烂果率为 1.7%,而对照的烂果率却高达 10.3%,二者相差 8.6 个百分点,说明经 GPIT 生物制剂处理的番茄果实,耐储性提高,果实收获后耐储存时间也相对延长。这种结果也决非偶然,大多耐储存的果实,不外乎有以下几个原因:一是果实表面光滑无痕,减少了病菌感染生存的机会;二是果实的含糖量高,种子少,又相对制约了病菌的生长、繁殖;三是果皮较厚、韧度较大,不易开裂,没有形成感染病菌的创口。而 GPIT 生物制剂处理的番茄果实基本上都达到了以上能够耐储存的要求,所以,在和对照的耐储性来作比较的话,自然也就占有明显的优势。

3 结论与讨论

GPIT 生物制剂在番茄上的应用试验,不论是在 GPIT 生物制剂的使用方法上,还是调查项目的内容上,都是根据番茄的栽培特点和生长特性有针对性地做了相应的调整。例如,在使用方法上由常用的以 GPIT 生物制剂浸种、拌种调整为苗床喷灌和沾根移栽;在调查项目上由出苗率调整为成活率^[11],并相应地增加了果肉、裂果、耐寒度和耐储性等对番茄浆果有针对性的比较项目,为的是使处理和对照的差异更加能明显地凸显出来。试验结果表明,GPIT 生物制剂能明显提高番茄在移栽定植后的成活率,由此可以想到这个结论,不仅在番茄的移栽定植上有效,在其他的作物移栽定植中,例如茄科蔬菜中的茄子、辣椒以及另类的青菜、瓜类等作物的移栽定植中也可产生明显的效果,甚至在果树类、绿化苗木类的乔、灌木的树种移栽过程中,也可延用以 GPIT 生物制剂泥浆沾根的移栽方法,从而达到提高成活率的目的^[12]。因为原理是一样的,任何一种植物在移栽过程中都会使根系受到不同程度的损伤,从而影响