

# 套袋对黄冠梨果实矿质元素含量的影响

韩彦肖<sup>1</sup>,王永博<sup>1</sup>,刘树海<sup>2</sup>,王亚茹<sup>1</sup>,李勇<sup>1</sup>,李晓<sup>1</sup>,王迎涛<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院 石家庄果树研究所 河北 石家庄 050061; 2. 河北省农林科学院 河北 石家庄 050000)

**摘要:**以黄冠梨为试材,研究套袋果实生长发育过程中矿质营养含量变化与花斑病发生的关系。结果表明,套3层袋和白袋处理后,果皮中K、Ca、Mg、Fe、Cu、Zn和Mn变化趋势与裸果基本一致。在花后80 d,套3层袋处理果皮中K、Mg和Fe含量显著高于裸果,而Ca的含量却显著低于裸果,套白袋的果皮中Ca含量也显著低于裸果。同时套3层袋果皮中Ca/K、Ca/Mg和Ca/(Mg+K)显著地低于裸果。而Cu和Mn含量以套白袋的为最高,其次为3层袋和裸果。套3层袋处理果皮中Zn含量在花后80~90 d与不套袋裸果无显著差异,在花后100 d显著的低于对照,但与套白袋的果实无显著性差异。套袋果皮中Ca含量的下降和K、Mg等矿质营养含量的增加与黄冠梨果面花斑病的发生有密切的关系。

**关键词:**黄冠梨;套袋;矿质营养

中图分类号:S661.01 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)增刊-0144-05

## Effect of Bagging on Contents of Mineral Elements in Huangguan Pear Fruit

HAN Yan-xiao<sup>1</sup>, WANG Yong-bo<sup>1</sup>, LIU Shu-hai<sup>2</sup>, WANG Ya-ru<sup>1</sup>, LI Yong<sup>1</sup>, LI Xiao<sup>1</sup>, WANG Ying-tao<sup>1</sup>  
(1. Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050061, China; 2. Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050000, China)

**Abstract:** The change of mineral element contents in fruit bagged was observed, and its relationship with browning spot of Huangguan pear was explored as well. The resulted showed that: the trends of K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn changes of the fruits of covered three layers bag and white bag were similarly with without bag fruits. For the fruit of 80 days after flowering, the content of K, Mg and Fe in covered three layers bag were significantly higher, but the Ca was lower than without bag fruits. The Ca content in the white bag was lower than which in the without bag fruits. Moreover, the ratios of Ca/K, Ca/Mg and Ca/(Mg+K) in covered three layers bag were significantly lower than the without bag fruits. The content of Cu and Mn was highest in the fruit from white bag, followed by three layers bag and without bag fruits. The content of Zn in the fruit peel 80-90 days after flowering was no difference compared between three layers bag and without bag, but which from three layers bag was significantly lower than the fruit from white bag 100 days after flowering. The contents of Ca decreasing and K, Mg increasing is closely related to the generation of speckles in the surface of Huangguan pear.

**Key words:** Huangguan pear; Bagging; Mineral nutrition

矿质营养是果树生长发育、产量和品质形成的物质基础,对果树生理代谢和果实品质起着极其重要的作用<sup>[1]</sup>。研究果实生长发育期间矿质营养元素含量的变化,对了解果实对矿质营养元素的吸收及利用特性、调节果树的营养需求分配、制定合理的施肥方案具有重要的指导作用。目前有关梨果实矿质营养元素的变化规律已有一些研究<sup>[2-4]</sup>。果实套袋栽培能显著提高果实的外观品质,减少果实的农

药残留,当前已成为我国安全优质果品生产的主要技术手段。然而,果实套袋后,由于改变了果实所处的微域温、湿、光等条件,进而影响到果实生长发育过程中对矿质元素的吸收,产生了一些生理代谢障碍。严重的还可引发一些生理病害,导致果实品质的下降。黄冠梨是河北省石家庄果树研究所育成的优良品种,在河北省以及我国各个梨主产区均有大面积栽培。但黄冠梨实施套袋栽培后,果实表面常

收稿日期:2012-08-13

基金项目:国家梨产业技术体系白梨育种岗位(CARS-29-05)

作者简介:韩彦肖(1966-),女,河北辛集人,副研究员,主要从事梨栽培技术研究。

通讯作者:王迎涛(1964-),男,河北辛集人,研究员,博士,主要从事梨育种及果树生理研究。

有花斑病发生, 而该病害的发生是否与果实所处的微环境改变而导致的果实对钙等矿质元素的吸收和分布的改变有关, 目前研究较少。本研究对不同套袋处理的黄冠梨果实进行了矿质营养吸收动态变化分析, 以期了解套袋处理果实矿质营养变化的特点, 阐明套袋果实花斑病发生与矿质营养变化的关系, 为调控套袋栽培黄冠梨果实品质提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验于 2007 - 2008 年在河北省石家庄果树研究所梨园内进行。供试品种为 8 年生的黄冠梨, 栽植株行距  $3 \times 4$  m, 树势健壮, 生长发育正常, 常规田间管理。梨园内土壤为黄壤土, pH 值 7.26, 速效氮 105.7 mg/kg, 速效磷 7.49 mg/kg, 速效钾 85.6 mg/kg, 土壤交换性钙 3.97 g/kg, 总钙 10.52 g/kg。果实套袋设 3 个处理, 分别为: ①套 3 层袋, 采用灰纸 + 黑纸 + 白绵纸纸袋, 透光率为 0; ②套单层白色蜡纸袋 (简称白袋), 透光率近 60%; ③裸果作为对照。于盛花后共选择长势一致的黄冠梨树 27 株, 每 3 株为一小区, 3 次重复, 随机区组排列。花后 30 d 定果后, 选择果台枝长度相近, 大小一致向阳面树冠的中部外围短果枝上的果实进行套袋处理。从花后 40 d 开始取样, 每隔 10 d 取样 1 次, 取至花后 110 d, 共取样 8 次, 每次每个处理取样 20 个, 削取果皮, 用液态氮处理后冷冻, 用于矿质元素的分析。

### 1.2 试验方法

1.2.1 果实花斑病发生率调查果实发育不同时期每处理随机调查黄冠梨果实 200 个。观察花斑病发生情况, 统计发病率, 发病率/% = (发病果实数量/调查果实数量)  $\times 100\%$ 。

1.2.2 矿质元素的分析方法参照全月澳等<sup>[5]</sup>的方法制备 K、Ca、Mg、Fe、Cu、Zn 和 Mn 待分析样品, 采用 AA-6200 原子吸收分光光度计测定矿质元素的含量。

试验结果采用 SAS 8.0 统计软件进行方差分析, Duncan 新复极差检验法进行多重比较, 显著水平为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 套袋处理对黄冠梨果皮中 K、Ca 和 Mg 含量的影响

#### 2.1.1 套袋处理对黄冠梨果皮中 K 含量的影响

不同套袋处理后果皮中 K 含量 (以鲜质量计) 的变化趋势基本一致 (图 1)。从花后 40 d, 套 3 层袋和白袋果皮中 K 含量分别为 6.377, 7.704 mg/g, 之后

迅速下降。花后 50 d, 不同处理果皮中 K 含量仍呈下降的趋势, 但变化的幅度较小。在花后 50 ~ 60 d, 套 3 层袋处理与不套袋的对照间无显著性差异。花后 70 d, 套 3 层袋处理果皮中 K 含量显著高于对照, 尤其在花后 90 ~ 100 d, 果皮中 K 含量差异更大, 分别为 0.965, 0.972 mg/g。套白袋处理的果皮中 K 含量高于裸果, 但低于套 3 层袋的果实。

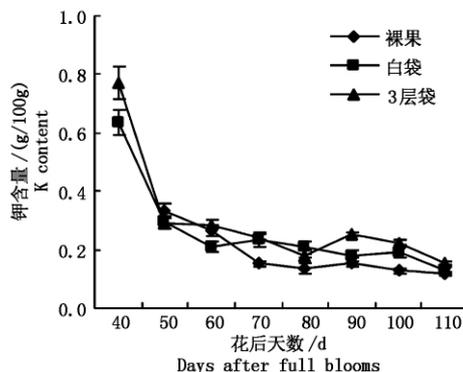


图 1 不同处理果皮中钾含量变化

Fig 1. The change of K content in fruit peel

#### 2.1.2 套袋处理对黄冠梨果皮中 Ca 含量的影响

从图 2 看出, 不同套袋处理果实发育过程中果皮 Ca 的含量 (以鲜质量计) 变化趋势基本一致, 从花后 40 d 开始逐渐下降, 于果实迅速膨大期, 即花后 80 ~ 90 d 出现低谷, 而后随果实成熟逐渐升高。与对照相比, 套白袋处理的果实果皮中钙含量没有显著性差异。而套 3 层袋的果实在花后 60 ~ 70 d 果皮中 Ca 含量显著地高于对照和套白袋的果实, 而在果实开始迅速膨大后, 果皮中 Ca 含量低于另外 2 个处理。在果实成熟时, 套 3 层袋、套白袋以及裸果果皮中钙含量分别为 91.214 6, 113.597 6, 130.535 0  $\mu\text{g/g}$ , 套 3 层袋处理果皮显著地低于另外 2 个处理。由此可以看出, 果袋种类影响果实对钙素的吸收。

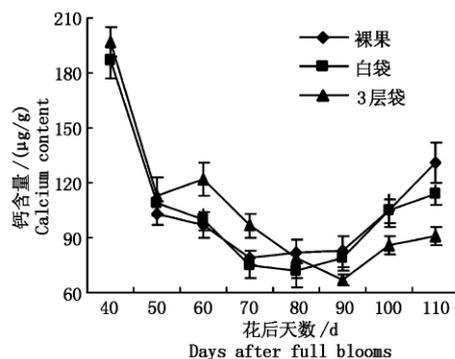


图 2 不同处理果皮中钙含量变化

Fig 2. The change of Ca content in fruit peel

#### 2.1.3 套袋处理对黄冠梨果皮中 Mg 含量的影响

不同套袋处理果皮中 Mg 含量 (以鲜质量计) 的变化趋势也基本相同 (图 3)。花后 40 ~ 50 d, 套 3 层袋和白袋果实果皮 Mg 含量快速下降, 分别由

2.963 2.594 mg/g 降至 2.314 1.653 mg/g。花后 60 d 后,不同套袋处理果皮中 Mg 含量呈缓慢下降的趋势。在果实发育过程中,以套 3 层袋处理果皮中 Mg 含量为最高,其次为套白袋处理的果实,以裸果为最低。从果实进入膨大期,即花后 80 d,套 3 层袋果皮中 Mg 含量显著地高于裸果,但与套白袋处理间差异不显著性。在果实成熟时,套 3 层袋果皮中 Mg 含量为 1.310 mg/g,与套白袋的 1.184 mg/g 无显著性差异,但显著地高于对照的 1.045 mg/g。

2.1.4 套袋处理对黄冠梨果皮中 Ca/K、Ca/Mg 和 Ca/(Mg+K) 的影响 从图 4 可以看出,在花后 40~70 d,套 3 层袋和白袋 Ca/K 与裸果间无显著性差异。在花后 80 d 后,套 3 层袋处理的果皮中 Ca/K 低于裸果,并且随果实的发育其比值的差异逐渐增大,达到显著水平。不同套袋处理果实中 Ca/Mg 和 Ca/(Mg+K) 变化趋势与 Ca/K 基本一致,在花后 80 d 以前与裸果间无显著性差异(图 5 b)。套 3 层袋果实花后 90 d,Ca/Mg 和 Ca/(Mg+K) 显著低于裸果,套白袋果实 Ca/Mg 和 Ca/(Mg+K) 低于裸果,但高于套 3 层袋的果实。

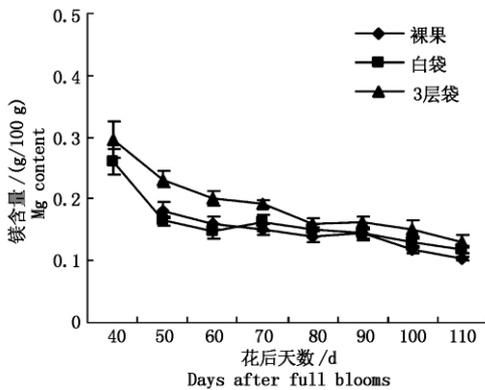


图 3 不同处理果皮中镁含量变化

Fig. 3 The change of Mg content in fruit peel

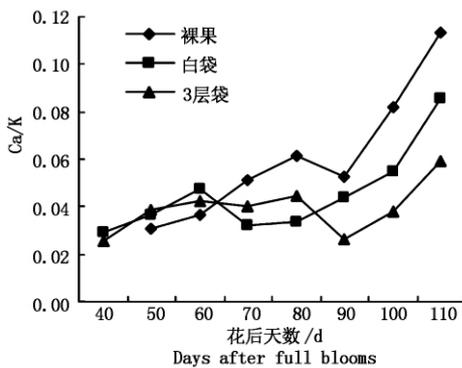


图 4 不同处理果皮中 Ca/K 比例的变化

Fig. 4 The change of proportion Ca/K in fruit peel

## 2.2 套袋处理对黄冠梨果皮中 Cu、Fe、Mn 和 Zn 含量的影响

### 2.2.1 套袋处理对黄冠梨果皮中 Cu 含量的影响

从图 7 可以看出,不同套袋处理果皮中 Cu 含量(以鲜质量计)变化趋势相类似。从花后 40 d 开始,不同处理果皮中 Cu 含量逐渐降低,套 3 层袋和白袋处理果皮中 Cu 含量与花后 70 d 出现低谷,含量分别为 0.641 7 0.830 9  $\mu\text{g/g}$ ,以后呈逐渐上升趋势,但变化幅度较小。而裸果果皮中 Cu 含量则于花后 90 d 才出现低谷,以后随果实成熟又逐渐升高。花后 80 90 d,套白袋果皮中 Cu 含量显著高于套 3 层袋和不套袋果实。花后 90 d,虽套 3 层袋处理果实 Cu 含量低于套白袋果皮,而高于裸果,但不同处理间均无显著性差异。

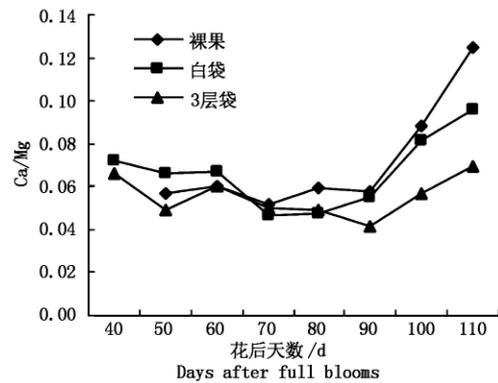


图 5 不同处理果皮中 Ca/Mg 比例的变化

Fig. 5 The change of proportion Ca/Mg in fruit peel

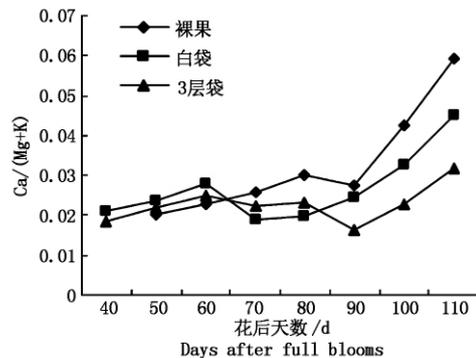


图 6 不同处理果皮中 Ca/(Mg+K) 比例的变化

Fig. 6 The change of proportion Ca/(Mg+K) in fruit peel

### 2.2.2 套袋处理对黄冠梨果皮中 Fe 含量的影响

裸果果皮中 Fe 含量(以鲜质量计)随着果实发育逐渐降低,在花后 90 d 出现低谷,之后逐渐上升(图 8)。从花后 40 d,套 3 层袋和白袋果实果皮中 Fe 含量分别为 6.516 3 6.705 0  $\mu\text{g/g}$ ,之后与裸果基本一致,逐渐下降于花后 90 d 出现低谷,以后又随果实成熟而逐渐增加。从花后 60 d 开始,套 3 层袋果实果皮中 Fe 含量高于裸果和套白袋的处理。套 3 层袋果实果皮中 Fe 含量在花后 90 100 d 与不套袋的差异分别为 0.734 5 0.894 8  $\mu\text{g/g}$ ,差异达到显著水平。但套 3 层袋与套白袋果实果皮中的 Fe 含量无显著性差异。

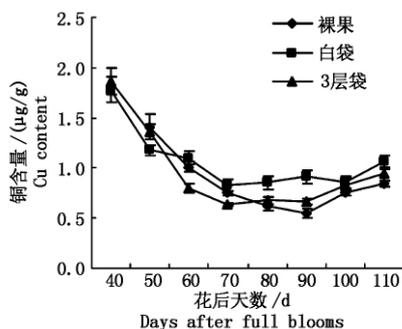


图7 不同处理果皮中铜含量变化

Fig. 7 The change of Cu content in fruit peel

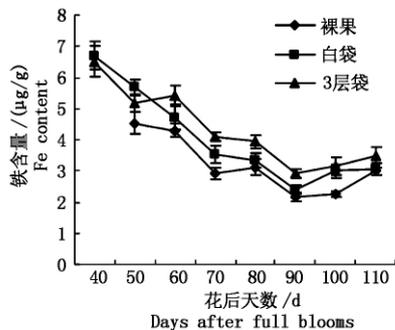


图8 不同处理果皮中铁含量变化

Fig. 8 The change of Fe content in fruit peel

2.2.3 套袋处理对黄冠梨果皮中 Mn 含量的影响

如图9所示,从花后50 d开始,不套袋裸果果皮中 Mn 含量(以鲜质量计)逐渐下降,于果实迅速膨大期,即花后80 d出现低谷,而后随果实发育逐渐增加。不同套袋处理后,果皮中 Mn 含量变化趋势与对照一致,呈“V”形变化,于花后80 d出现低谷,套3层袋和白袋果实果皮中 Mn 含量分别为0.360 8, 0.334 7 µg/g。果实整个发育过程中,以套白袋果皮中 Mn 含量为最高,其次套3层袋果实,以不套袋裸果为最低。在果实成熟时,套3层袋果皮中 Mn 含量为0.562 1 µg/g,低于套白袋的0.627 4 µg/g,显著地高于裸果。

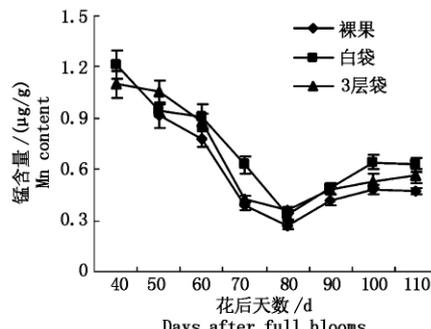


图9 不同处理果皮中锰含量变化

Fig. 9 The change of Mn content in fruit peel

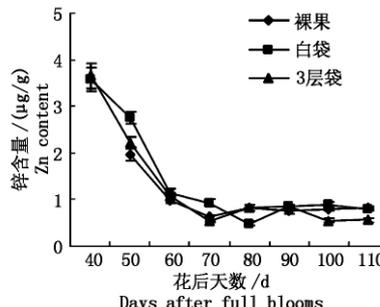


图10 不同处理果皮中锌含量变化

Fig. 10 The change of Zn content in fruit peel

2.2.4 套袋处理对黄冠梨果皮中 Zn 含量的影响

如图10所示,从花后50 d开始,不套袋裸果果皮中 Zn 含量(以鲜质量计)逐渐下降,于花后70 d出现低谷。而后又缓慢增加,从花后80 d果皮中 Zn 含量维持在较低水平,变化范围为0.770 3~0.830 8 µg/g。套3层袋和白袋果实果皮中 Zn 含量变化与裸果一致,在花后40 d含量分别为3.657 3, 3.581 2 µg/g,之后迅速下降,分别与花后60,70 d出现低谷。之后,套白袋和裸果一样,维持在一定的水平,虽在花后90~100 d高于不套袋的对照,但差异不显著。在花后80~90 d,套3层袋处理高于对照,但在花后100 d之后显著低于对照。

表1 套袋处理不同时期的果实花斑发生率

Tab. 1 Frequency of browning spot in different stage of bagging

处理 Treatment	果实花斑发生率 Browning spot rate							
	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d	90 d	100 d	110 d
裸果 Non-bagged fruits	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0c	0.0c	1.0 ± 0.5c	1.5 ± 0.8c
套白袋 White one-layer bagged fruits	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5 ± 1.5b	3.0 ± 1.2b	3.0 ± 1.8b	5.5 ± 2.3b
套3层袋 Three-layers bagged fruits	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0 ± 3.2a	17.0 ± 4.5a	19.5 ± 5.2a	22.5 ± 6.5a

注:不同字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: The different normal letters within the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level.

2.3 套袋对黄冠梨花斑发生率的影响

裸果在花后90 d一直未见花斑病的发生,在果实成熟期发生率为1.5%,且发生的面积和病斑数量少(表1)。套白袋果实花后80 d,即果实膨大过程中花斑病发生率达到2.5%,以后随果实的膨大和成熟,花斑发生率有少量增加,在果实成熟时为

5.5%。套3层袋果实,在花后70 d以前,即果实膨大前期,没有花斑发生。从花后80 d开始,有8.0%果实表面出现花斑,花斑发生面积较少。随后果实花斑发生率快速增长,在花后90 d达到了17.0%。以后随着果实生长减缓,花斑发生率增长速度减缓,但同一个果实发生面积和数量依然增加,在果实成

熟时发生率达到 22.5% ,明显高于不套袋和套白袋的处理。

### 3 讨论

从花后 40 d 到果实成熟,套袋和不套袋果实中矿质元素含量的变化规律基本一致。果实中的 K、Mg、Fe、Zn 元素含量均随果实发育呈下降趋势,这与前人在鸭梨<sup>[2]</sup>、苹果梨<sup>[3]</sup>、黄金梨<sup>[4]</sup>等梨品种上的相关研究结果基本一致。果实中大多数矿质元素在幼果期时处于较高水平,可能是由于此时细胞正在分裂和刚刚分裂结束,细胞中液泡还未完全形成,细胞质浓所致,也可能是矿质元素被大量吸收利用的关键时期。而后随着果实的快速增大和内容物的增加,这些矿质元素含量因稀释作用等因素而逐渐下降。Ca 和 Mn 含量表现出前期逐渐下降,花后 80 d 后又逐渐升高,呈“V”变化。这 2 种元素后期升高,一方面与其在植物体内多数变得相当稳定,几乎不发生再分配与运输所导致的表皮细胞的逐渐累积有关,另一方面可能是根系的发生高峰有关所导致的果实中该元素的大量积累。

一般认为,K 和 Mg 在植物体内移动性很强,主要存在于代谢最活跃的组织器官中。套袋果实中 K 和 Mg 含量高于对照。这主要由于果实套袋后,袋内温度较外界温度高,果实代谢活跃,植株叶片中的 K 向果实转移所致。

植物营养元素的吸收主要有主动和被动 2 种方式,主动吸收与根系活动有关;被动吸收主要受植物蒸腾速率的影响。一般认为,Ca<sup>2+</sup> 向上运转的速率由蒸腾决定。David 等<sup>[6]</sup> 研究认为,如果木质部交换化合物达到饱和或 Ca 被完全螯合,运输速率几乎等于蒸腾速率,可见蒸腾作用对果实吸收 Ca 的重要性;Quintana 等<sup>[7]</sup> 对造成不同品种扁豆荚 Ca 含量不同的原因进行了研究,结果表明,品种间蒸腾流速的差异导致不同品种豆荚 Ca 含量的差异,而与蒸腾流中 Ca 含量的不同关系不大。本研究中,在花后 80 d 套 3 层袋果皮中 Ca 含量显著地低于裸果。这可能是因为套袋果实处于比较封闭的环境,空气流通弱,光照低,造成袋内湿度大,果实蒸腾作用低,而果实周围的叶片形成的蒸腾拉力大,大量的 Ca 进入叶片而进入果实钙减少。Tromp<sup>[8]</sup> 和王涛等<sup>[9]</sup> 也证明相对湿度大,不利于果实中 Ca 的吸收。一般认为,果实 Mg 与 Ca 的吸收呈拮抗现象,套 3 层袋的果实中 Ca 含量较低可能还与 Mg 含量较高有关。

套袋后果实矿质元素之间的平衡关系所发生的变化值得关注。如成熟时,套袋苹果果肉中,Ca/Mg 明显降低。研究认为,Ca/Mg 可作为预测苹果苦痘病发生的相关指标,该比值低时,果实易发生苦痘病,而比值高时,则具有较高的抵抗能力<sup>[10]</sup>。同时,

Ca/Mg、Ca/K 与梨木栓斑点病关系密切<sup>[11]</sup>。关军锋等<sup>[12-14]</sup> 发现黄冠梨果实套袋后,果实中 Ca/Mg、Ca/K 以及 Ca/(Mg+K) 较不套袋的对照低,而果实套袋后表面花斑发生较对照高<sup>[15]</sup>,说明 Ca/Mg、Ca/K 以及 Ca/(Mg+K) 减低与果实表面花斑形成有关。本试验中套 3 层袋和套白袋黄冠在果实表面花斑病的发生期,Ca/Mg、Ca/K 以及 Ca/(Mg+K) 下降,进一步证实了上述观点。套袋导致的果实中 Ca/Mg、Ca/K 以及 Ca/(Mg+K) 的比值降低,有可能为解释套袋果实发生生理失调有帮助意义。

Mn 和 Cu 含量以套白袋果实果皮中为最高,其次为套 3 层袋果实,以不套袋为最低。而果实表面花斑病发生以 3 层袋为最高,其次为套白袋,且差异不显著。在花后 80~90 d,套 3 层果皮中 Zn 含量高于裸果,但在花后 100 d 之后显著低于对照,而果实表面从花后 80 d 开始出现花斑,以后则逐渐加重。上述说明套袋所导致的果皮中 Mn、Cu 和 Zn 变化与果实表面花斑的发生没有明显的关系。在花后 80 d,套 3 层袋果实 Fe 含量增加,表现出与果实表面花斑发生一致的规律,但套袋果实 Fe 含量的增加是否是导致花斑病发生原因还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Marcelle R. Mineral nutrition and fruit quality [J]. ISHS Acta Hort, 1995, 383: 219-226.
- [2] 郝荣庭,胡庆祥,张玉星,等. 鸭梨果实氮和矿质元素含量年变化及其相关性[J]. 园艺学报, 1997, 24(3): 285-286.
- [3] 陈艳秋,曲柏宏,牛广才,等. 苹果梨果实矿质元素含量及其品质效应的研究[J]. 吉林农业科学, 2000, 25(6): 44-48.
- [4] 林敏娟,徐继忠,陈海江,等. 黄金梨叶片、果实中矿质元素含量的周年变化动态[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(6): 23-27.
- [5] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京: 农业出版社, 1982.
- [6] David G, Robert F. The calcium cycle: Uptake and distribution in apple trees [J]. Hortscience, 1983, 18(2): 147-149.
- [7] Quintana J M, Harrison H C, Palta J P. Xylem flow rate differences are associated with genetic variation in Snap bean pod calcium concentration [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1999, 124(5): 488-491.
- [8] Tromp J. Accumulation of calcium, potassium and magnesium in apple fruit under various conditions of humidity [J]. Physiol Plant, 1993, 89(1): 149-156.
- [9] 王涛,冯先桔,林娟,等. 大棚栽培对翠冠梨叶片和果实矿质元素吸收与积累的影响[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(3): 190-194.
- [10] 张新生,赵玉华,王召元,等. 苹果苦痘病研究进展[J]. 河北农业科学, 2009, 13(3): 30-32.
- [11] Tomala K, Trzak M, Sass P. Occurrence of cork spot (pit) in Alexander Luncas pears depends on fruit mineral element content [J]. Acta Hort, 1994, 368: 570-577.
- [12] 关军锋,及华,冯云霄,等. 黄冠梨果皮花斑病与 Ca、Mg、K 营养的关系[J]. 华北农学报, 2006, 21(3): 125-128.
- [13] 关军锋,马文会,及华,等. 套袋和膨大剂对黄冠梨钙、果胶含量和果实品质的影响[J]. 科技导报, 2008, 26(21): 73-76.
- [14] 关军锋,及华,冯云霄,等. 套袋对梨果实 Ca、Mg、K 营养的影响[J]. 科技导报, 2009, 27(10): 52-55.
- [15] 马文会,樊庆耀,黄兰计,等. 黄冠梨鸡爪病发病特点研究[J]. 河北农业科学, 2007, 11(1): 29-32.