



张鹏飞,王爱玲,田时敏,等. 苹果不同生育期水肥需求规律研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2020(8):121-124,125.

苹果不同生育期水肥需求规律研究进展

张鹏飞,王爱玲,田时敏,张健,袁嘉玮,王璐,张战备,梁哲军

(山西农业大学 棉花研究所,山西 运城 044000)

摘要:合理的水肥供应是苹果高产、优质的重要前提,但目前苹果生产中存在的大水漫灌、施肥过量且不平衡现象影响了苹果绿色生产和农业可持续发展。本文根据前人研究成果,对苹果不同生育期水肥需求规律进行总结分析,提出合理施用量、施用种类及施用时期,旨在为苹果科学管理提供参考。

关键词:苹果;生育期;水分;肥料

中国是世界第一大苹果生产国,至2017年苹果栽培面积达到249万 hm^2 ,总产量高达4380万 $\text{t}^{[1]}$,已形成渤海湾、西北黄土高原、黄河故道和秦岭北麓以及西南冷凉高地四大主产区^[2]。苹果按生长周期可划分为萌芽期、开花期、新梢及幼果生长期、花芽分化期、果实膨大期、果实成熟期和落叶休眠期7个生育期^[3],各个时期果树对水肥需求是不同的,且苹果树属于同一地点多年生植物,所以水分及营养元素的供应需根据苹果树的水肥需求规律、肥料特性和土壤状况综合判断。本文综述了苹果树不同生育期水肥需求规律,并提出合理施用量及施用方法,可为苹果科学管理提供参考,对果树绿色、高效、节本生产具有重要意义。

1 苹果树需水量及需水规律研究进展

果树的需水量即指果树在适宜的土壤水分和肥力水平下,经过正常生长发育获得高产时的植株蒸腾、棵间土壤蒸发和光合作用等生理过程所消耗的水量总和^[4],需水规律则指果树全生育期内不同生育阶段需水量占果树总需水量的比例。苹果是需水量较多的一种经济作物,萌芽前树体需要足够的水分才能及时萌芽并确保萌芽整齐^[5];花期水分过多或不足易引起落花落果,降低坐果率;新梢生长期需水量最多,水分不足会抑制生长;花芽分化期需水量较少;果实膨大期若过多灌溉会导致后期落果、裂果及果实病害的发生;果实成熟后及落叶休眠期也要适时适量灌溉以保证

果树根系枝条的生长和营养物质的积累与转化,增强果树越冬能力^[6-7]。有研究表明,盛果期苹果树体的需水量由大到小分别为果实膨大期、果实成熟期、幼果形成期、花期、萌芽期、落叶期和休眠期^[8]。

影响果树需水量的因素归纳起来主要包括气象因素、土壤因素和苹果树本身的生物学因素^[9],因此不同地区、品种、树龄以及土壤条件的苹果树需水量是不同的^[10]。闫琪^[11]采用水量平衡法计算苹果树不同年份和生育期的需水量,结果表明,丰水年、枯水年、平水年的需水量分别为583.6、494.6和475.4 mm,由此可知,丰水年的需水量仍然较大,枯水年的需水量也较小;对物候期树体的需水量研究表明,花期到幼果期的需水量占生育期总需水量的7.2%,幼果期到果实膨大期占比5.9%,果实膨大期到采收期占比高达86.9%,是果树生长需水量最大的时期。王进鑫等^[12]研究发现,渭北旱塬矮化红富士苹果生育期总需水量为494.8~552.7 mm,年生育期6月最大,10月最小,果实膨大期和花芽分化期需水量占总生育期的比重高达46.7%;黄丽^[13]对陕北山地矮化苹果园需水规律研究发现,初果树和盛果树均需在萌芽前(3月)、坐果后(5或6月)及落叶期(11月)灌水以保证果树正常的需水量;宋凯^[10]采用树体茎流量方法对济宁嘉祥县15年生红富士苹果测定得出,在苹果主要生长期内,5-7月累计需水量达403.49 mm,占比51.8%,8-11月分别为110.06、90.49、104.28和70.09 mm。

苹果树在全生育期都需要水分,但并不是水分越多越好,加之果树生长区域基本都是干旱半干旱区,由于灌溉水源紧张也要考虑节水灌溉,而且适度缺水还可促进根系深扎,抑制果树的枝叶生长,使果树尽早进入花芽分化阶段^[6]。王留运

收稿日期:2020-05-12

基金项目:山西省农业科学院科技创新工程(YGC2019TD08);山西省重点研发计划重点项目(201903D211001-2)。

第一作者:张鹏飞(1990-),男,硕士,助理研究员,从事果树栽培与生理研究。E-mail:pengfeizhang0303@163.com。

通信作者:梁哲军(1973-),男,博士,研究员,从事作物高产与资源高效利用研究。E-mail:sxlzj@126.com。

等^[14]通过研究北京丘陵山区滴灌黄元帅苹果需水规律发现,苹果树在花前期、开花期和生长后期土壤水分含量为田间持水量的65%~75%,坐果期和果实膨大期为70%~85%,果实成熟期只占60%,后期不宜过多灌水;李子春等^[15]根据山东平阴县多年的试验成果得出,成熟期苹果处在着色和糖分转化期间,土壤湿度不宜过高,否则苹果贪青晚熟易遭霜冻,土壤湿度控制在田间持水量的65.22%左右;焦梦妮等^[16]研究得出密云县管灌苹果全生育期的最佳灌水期为萌芽前、新梢生长和幼果膨大期、果实迅速膨大期和封冻前,灌溉定额为 $1\ 050\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。通过黄土高原和渤海湾两大优生区综合比较,10~15年生矮化富士苹果全生育期需水量约为450~770 mm^[10,15,17]。

2 苹果树需肥规律研究进展

苹果各生育期对氮、磷、钾和中微量元素的需求是不同的,从萌芽到新梢加速生长为大量需氮期^[18];在新梢旺长期追肥时要重视磷肥的施用以促进花芽分化;在果实发育期的6-8月要及时追施钾肥来提高果实品质^[19];在果实采收后的营养物质回流量要及时施入有机基肥,同时要重施氮肥,配施磷肥,且基肥的施用量要占全年施肥总量的70%^[20]。目前美国、欧洲等苹果生产发达地区N、P₂O₅、K₂O推荐施肥量分别为150~200、100~150、150~200 kg·hm⁻²^[21-23]。

2.1 氮肥

氮是果树生长发育所需营养元素中的核心元素,关系着器官建造及树体结构的形成,氮素的增加有利于叶绿体的合成,增强光合作用。适量氮肥可满足树体对养分的需求,提高叶片光合速率^[24]、增加光合叶面积^[25-26]、促进花芽分化、提高坐果率、增加平均单果重和产量。对山东苹果主产区12个不同类型的果园调查发现,苹果产量与土壤及根系的氮素水平呈正相关;彭福田等^[24]对8年生短枝红富士氮肥试验表明,土施氮肥可通过提高果实生长速率和延长果实生长期提高高低负载量果树的单果重;当施氮量达900 kg·hm⁻²时,10年生盛果期矮化苹果株产量是对照的2.27倍,达到丰产要求。但过量施入氮肥会引起树体生长过旺、树冠郁闭、芽体质量差、坐果率和产量低的问题;在对果实品质的影响方面,过量氮肥会降低果实硬度和可溶性固形物含量^[27-29],使果实风味变劣,延迟红色品种果实着色,亦会引起苦痘病、

斑点病^[30]等生理病害的发生。

顾曼如等^[18]将苹果整个生育期对氮的需求分为三个时期:第一期为从萌芽到新梢加速生长的大量需氮期,萌芽期的氮素主要来源于贮藏氮,而新梢生长所需的氮则主要由萌芽前的追肥来提供,可在3月中旬对盛果期果树追施尿素500~600 g·株⁻¹,初果期追施150~250 g·株⁻¹,幼树株施100 g·株⁻¹即可^[31];第二期为新梢旺长后到果实采收前的氮素营养稳定期,盛果期可在5月中旬追施尿素350~400 g·株⁻¹;第三期为果实采收后到落叶前的氮素营养贮备期,此期决定着果树能否丰产稳产,施用量应占全年用量的60%左右。

氮肥施用量的多少是困扰苹果主产区的关键问题,近年来学者针对不同树龄果园氮用量开展了大量研究,但由于各产区土壤性状差异大、果树品种多、且为多年生存在大小年等因素,很难给出一个定量统一的施肥量,大部分还是以果树产量确定施肥量。日本对全国13.33万hm²果园调查研究得出,产量为1000~3000 kg·667 m⁻²时,纯氮用量30~50 kg·667 m⁻²^[32];赵佐平等^[33]提出陕西黄土高原产区苹果产量保持在1500~3000 kg·667 m⁻²较适宜,建议施氮量16~24 kg·667 m⁻²;而实际生产中90%以上果农的氮肥施用量达到37.2 kg·667 m⁻²,山东鲁中南和胶东半岛产区氮肥施用量也在35~42 kg·667 m⁻²^[34],远高于苹果规范管理技术推荐的施氮标准(每生产100 kg苹果化肥氮用量为0.8 kg)^[35],也高于黄土高原产区苹果专家推荐施氮标准(氮肥投入>24 kg·667 m⁻²即为过量),为此苹果生产上要坚持总量控制、以果定量、重视基肥、追肥后移、少量多次原则。

2.2 磷肥

磷也是果树生长发育所需大量元素之一,参与植物体内碳代谢及核酸合成等重要生理过程,并以磷酸化方式促进糖分运动,增加果实色泽度和含糖量,施磷还能促进果树对氮、钾等营养元素的吸收,增强树体发育和抗病能力^[36],苹果树缺磷时,花芽分化停滞、新梢生长缓慢、叶片萎缩、叶柄发紫、果实色泽不鲜艳^[37]。目前我国苹果主产区的磷肥投入总体处于较高水平,山东半岛、黄土高原和渤海湾产区苹果园磷肥投入量分别为45、68和73 kg·667 m⁻²,90%果园磷素处于盈余状态^[38],未被果树根系吸收的磷素通过淋溶、降解

等方式进入土壤和地下水,引起农业面源污染和水体富营养化^[39]。为此根据果树不同生育期对磷素养分需求进行科学适量追施很有必要,产量保持在 $1\ 500\sim 3\ 000\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$ 的 P_2O_5 用量为 $15\sim 22\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^2$,其中70%与有机肥在苹果采收后作底肥施入,剩余在果树萌芽期和幼果膨大期分次施入。

2.3 钾肥

钾素是公认的品质元素,在果树生长发育过程中不可或缺。钾素可提高作物气孔导度、进而改善果树光合特性、协调树体营养生长与生殖生长、增加新梢粗度;增施钾肥也能平衡氮素,促进树体对钙、铁、镁等中微量元素的吸收,提高树体营养贮存水平;施钾还能提高苹果坐果率与单果重,对果实硬度、色泽、可溶性固形物以及糖酸组成的提升也有显著作用^[40-41]。苹果树在生长初期对钾素需求较少,主要利用树体中贮存的钾素营养按芽—蕾—花—幼果有规律转移,在膨大期对钾素需求渐增,至8月达到高峰,因此苹果园施钾应遵循追肥为主、底肥辅助、重视中后期肥的原则。在6月中上旬的花芽分化和幼果发育期,盛果树可按 $450\sim 750\text{ kg}\cdot \text{hm}^{-2}$ 的用量增施钾肥,在7月底8月初的果实膨大期可按 $600\text{ kg}\cdot \text{hm}^{-2}$ 的用量再次增施钾肥^[42],在果实采收后施底肥时可少量配施钾肥。

2.4 中量元素

果树的生长发育离不开钙镁硫中量元素的参与,钙能加固细胞壁增强抗病虫害能力,参与碳水化合物的转化和氮代谢,可减少果实中乙烯的生成,延缓果实衰老、提高果实硬度;镁可促进植物体内叶绿素和蛋白质合成、增强光合作用、激活酶和内激素活性^[43];硫是构成含硫氨基酸和蛋白质的基本元素,直接参与作物新陈代谢,增强果树抗逆性^[44]。果树缺钙不仅影响树体发育,也会引起苦痘病、水心病等果实生理病害的发生;缺镁会导致植株矮小、叶脉间发黄、坐果率降低、膨果速度减慢;缺硫会导致幼叶叶片褪绿黄化、分蘖减少。钙、镁、硫在植物体内移动性均较差,除秋施基肥外还应分多次追肥,钙镁磷肥、硅钙镁复合肥以 $600\sim 1\ 100\text{ kg}\cdot \text{hm}^{-2}$ 的用量作基肥施用,对于缺硫的果园可按 $150\sim 450\text{ kg}\cdot \text{hm}^{-2}$ 的用量施用硫酸铵或硫酸钾。在幼果期和采收前30d的需钙高峰期进行叶面补钙,可选用的钙剂有0.5%硝酸钙、0.37%氯化钙^[41]、速效钙400~600倍液、

800倍氨钙宝肥液、钙尔美800~1000倍液等;盛果期树在3月下旬至4月上旬每株可追施硫酸铵 $1.5\sim 2.0\text{ kg}$ 、硫酸镁 0.25 kg ,果实膨大期近株追施 $15\sim 25\text{ kg}\cdot \text{hm}^{-2}$ 的硫酸钾,苹果需长期贮藏时可用4%氯化钙溶液浸果3min后清洗晾干以避免果实缺钙^[45]。

2.5 微量元素

铁锰铜锌硼钼等微量元素在果树体内含量虽少,但由于功能的专一性,在苹果生育期是不可缺少的。铁能调节叶绿体蛋白和叶绿素的合成,缺铁会导致嫩叶失绿症,可在萌芽期喷0.5%硫酸亚铁溶液,也可将硫酸亚铁与有机肥混施^[46];锰可影响叶绿素的形成,增加磷和钙的有效性,缺锰导致叶脉间失绿直至变褐坏死,可土壤中施氯化锰等含锰肥料,也可叶面喷施硫酸锰^[47];锌是酶和维生素C的活化剂和调节剂,缺锌生长素少,常发生小叶病,可在萌芽前施入硫酸锌或锌铁复合肥^[48-49];硼能促进花粉萌发和结果,缺硼会导致缩果病并伴有枯梢、簇叶现象,可在开花前后各喷1次硼砂水溶液^[50];钼的生理功能主要表现在树体氮代谢方面,钼供应不足时叶面和嫩枝会缺绿,在基肥、追肥、叶面喷肥可用钼酸铵或钼酸钠^[51]。

3 结语

土壤水肥状况是影响果树生长及果实品质的重要因素,生产实践中要根据苹果不同生育期对水分、氮、磷、钾及中微量元素的需求,协调供应,以水促肥、以肥调水,通过激发水肥间的促进效应来达到提高果树生长、产量、品质及水肥利用效率的目的。

参考文献:

- [1] 李丽颖,胡明宝.一个苹果的“借力”与“发力”[J].农村·农业·农民:A版,2018(8):32-34.
- [2] 孟艳玲,汪景彦,康国栋,等.我国苹果生产现状分析[J].中国果树,2007(1):43-44.
- [3] 夏雪,丘耘,李壮,等.苹果关键物候期生态因子对果园典型地形的响应[J].江苏农业科学,2016(9):175-181.
- [4] 佟玲.西北干旱内陆区石羊河流域农业耗水对变化环境响应的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [5] 孙习轩.我国北方苹果树的需水量与灌溉问题的探讨[J].河北农业科技,2008(11):40.
- [6] 艾米热古丽·阿布都热西提.果树需水规律与节水灌溉技术[J].新疆农业科技,2006(6):24.
- [7] 赵运革.不同灌水条件下蓄水坑灌苹果树根系分布与土壤水分动态研究[D].太原:太原理工大学,2017.
- [8] 党宏忠,却晓娥,冯金超,等.土壤水分对黄土区苹果园土

- 壤-植物-大气连续体(SPAC)中水势梯度的影响[J]. 应用生态学报, 2020(3): 829-836.
- [9] 郭冬兰, 钱诚, 程福厚. 不同作物需水特性的比较研究[J]. 节水灌溉, 2013(6): 67-69.
- [10] 宋凯. 成年富士苹果树茎流特征及需水规律的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.
- [11] 闫琪. 红富士苹果树需水规律与产量的相关性[J]. 甘肃农业科技, 2009(4): 19-21.
- [12] 王进鑫, 张晓鹏, 高保山, 等. 渭北旱塬红富士苹果需水量与限水灌溉效应研究[J]. 水土保持研究, 2000(1): 69-72.
- [13] 黄丽. 陕北山地苹果水肥一体化灌溉制度与施肥技术研究[D]. 北京: 中国科学院大学(中国科学院教育部水土保持与生态环境研究中心), 2018.
- [14] 王留运, 岳兵. 果树滴灌需水规律试验研究[J]. 节水灌溉, 1997(2): 16-22.
- [15] 李子春, 周长旭, 张众, 等. 苹果需水量与灌溉管理[J]. 节水灌溉, 1998(4): 21-23.
- [16] 焦梦妮, 杨荣全, 史淑晨, 等. 山区苹果节水灌溉试验研究[J]. 节水灌溉, 2009(9): 46-48.
- [17] 李天星, 曹红霞, 陈红武, 等. 渭北旱塬沟壑区苹果节水灌溉制度分析[J]. 干旱地区农业研究, 2016(5): 255-261.
- [18] 顾曼如, 张若柠, 束怀瑞, 等. 苹果氮素营养研究初报——植株中氮素营养的年周期变化特性[J]. 园艺学报, 1981(4): 21-28.
- [19] 贺琦琦, 郭向红, 杨凯, 等. 滴灌施磷钾肥对矮砧苹果树生理生长和产量的影响[J]. 节水灌溉, 2019(8): 24-27.
- [20] 马磊. 苹果树需肥规律及施肥技术[J]. 山西果树, 2012(6): 19-20.
- [21] Neilsen G H, Neilsen D, Ferree D C, et al. Nutritional requirements of apple[M]//Apples Botany Production Uses. Warrington: CABI Publishing, 2003: 267-302.
- [22] Cheng L L, Raba R. Accumulation of macro-and micronutrients and nitrogen demand-supply relationship of 'Gala'/'Malling 26' apple trees grown in sand culture[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2009, 134(1): 3-13.
- [23] Siddique M, Ali S, Javed A S. Macronutrient assessment in apple growing region of Punjab[J]. Soil & Environment, 2009, 28(2): 184-192.
- [24] 彭福田. 氮素对苹果果实发育与产量、品质的调控[D]. 泰安: 山东农业大学, 2001.
- [25] Stassen P J C, Terblanche J H, Strydom D K. The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach trees [J]. Agoplantae, 1981, 13: 55-61.
- [26] 李晶, 姜远茂, 魏绍冲, 等. 不同施氮水平苹果矮化中间砧幼树光合产物的周年分配利用[J]. 植物营养与肥料学报, 2015(3): 800-806.
- [27] 冯焕德, 李丙智, 张林森, 等. 不同施氮量对红富士苹果品质、光合作用和叶片元素含量的影响[J]. 西北农业学报, 2008(1): 229-232.
- [28] Meheriuk M, Neilsen G H, Hogue E J. The influence of nitrogen fertilization, season of application, and orchard floor management on fruit quality and leaf mineral content of "Golden Delicious" apple trees [J]. Fruit Varieties Journal, 1992, 46: 71-75.
- [29] Vanangamudi K, Subramanian K S, Baskaran M. Influence of irrigation and nitrogen on the yield and quality of chilli fruit and seed[J]. Seed Research, 1990, 18(2): 114-116.
- [30] Curtis D, Righetti T L, Mielker E, et al. Postharvest mineral analysis of corkspotted and extra fancy Anjou pears[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1990, 116: 969-974.
- [31] 张菊红, 高九思. 苹果树氮素失衡的危害及科学施氮技术探讨[J]. 园艺与种苗, 2016(9): 56-59.
- [32] 隋鹏飞, 史进元, 李文祥. 陕西省红富士苹果园施肥调查[J]. 土壤肥料, 1995(1): 35-37.
- [33] 赵佐平, 同延安, 刘芬, 等. 渭北旱塬苹果园施肥现状分析评估[J]. 中国生态农业学报, 2012(8): 1003-1009.
- [34] 魏绍冲, 姜远茂. 山东省苹果园肥料施用现状调查分析[J]. 山东农业科学, 2012(2): 77-79.
- [35] 温树英. 红富士苹果规范化管理技术要点[J]. 北方果树, 1993(1): 31-33.
- [36] 栾本荣, 杨成恒, 高艳敏. 苹果磷素营养诊断指标与适宜用量的研究[J]. 辽宁农业科学, 1987(1): 46-48.
- [37] 姜远茂, 张宏彦, 张福锁. 北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2007.
- [38] 朱占玲, 夏营, 刘晶晶, 等. 山东省苹果园磷素投入调查及磷环境负荷风险分析[J]. 园艺学报, 2017(1): 97-105.
- [39] 赵永宏, 邓祥征, 战金艳, 等. 我国农业面源污染的现状与控制技术研究[J]. 安徽农业科学, 2010(5): 2548-2552.
- [40] 乔晓宇. 不同钾肥施用量对桃树营养状况及果实品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [41] 耿增超. 渭北旱原苹果园施肥管理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [42] 姚润英, 高九思. 苹果树钾素营养需求规律及科学施用技术[J]. 现代农业科技, 2015(17): 122-123.
- [43] 田红, 高九思. 镁肥在苹果生产中的作用及应用技术研究[J]. 园艺与种苗, 2016(8): 25-27.
- [44] 陈慧敏. 豫西地区苹果树硫素营养缺乏症诊断及矫正技术探讨[J]. 园艺与种苗, 2016(8): 46-48.
- [45] 张茹. 苹果补钙技术要点[J]. 河北果树, 2019(2): 53-54.
- [46] 王中英, 古润泽, 杨佩芳, 等. M9 砧苹果树铁含量变化的研究[J]. 果树科学, 1990(2): 101-104.
- [47] 孙瑶. 苹果缺锰症的防治方法[J]. 山西果树, 2014(5): 56-57.
- [48] 王中英, 古润泽, 杨佩芳, 等. 不同砧木苹果树体内锌含量变化的研究[J]. 落叶果树, 1992(3): 9-12.
- [49] 曲桂敏, 黄天栋, 顾曼如. 苹果树 Zn 含量的年变化及与根活力的关系[J]. 山东农业大学学报, 1993(1): 88-92.
- [50] 陈海波, 李婷. 苹果树常见缺素症与防治[J]. 中国果菜, 2018(6): 57-59.
- [51] 陈慧敏, 张莹, 高阳. 豫西地区苹果树钼元素营养缺乏症症状及其矫正技术[J]. 种子科技, 2017(11): 85-86.

张健,袁嘉玮,王璐,等. 苹果主要病毒脱除技术研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2020(8):125-129.

苹果主要病毒脱除技术研究进展

张 健,袁嘉玮,王 璐,张鹏飞,王爱玲,王玉香,田时敏,梁哲军
(山西农业大学 棉花研究所,山西 运城 044000)

摘要:我国是世界上最大的苹果生产国,但在生产上却存在重产量轻品质的弊病,其中植株带毒是造成我国苹果单产低、品质差的主要原因,严重影响了我国苹果产业的发展。本文阐述了茎尖培养、微体嫁接、热处理、化学处理和超低温处理病毒脱除技术,分析了各方法的优点与弊病,以及适合其脱除病毒的种类,以期为我国苹果病毒脱除研究提供参考。

关键词:苹果;脱毒技术;病毒病

苹果作为世界果树的主栽树种有着非常悠久的栽培历史,由于其营养丰富、耐储藏和供应周期长的特点成为人们主要的消费果品之一。我国是世界上最大的苹果生产国和消费国,其栽培面积和总产量均为世界第一^[1-2],苹果已成为我国农业生产中的重要产业。目前在苹果生产上存在重产量轻品质的问题,导致我国苹果很难跻身高端市场。影响苹果品质的原因主要有:果园管理专业化程度低、树木老龄化、苗木带毒等,其中植株带毒是大面积苹果品质下降的主要原因,苹果病毒病造成了我国苹果单产低、商品率低和品质差的缺点,成为制约我国苹果产业发展的重要因素^[3]。

本文介绍了目前我国苹果病毒防控的现状,分别从茎尖培养法、微体嫁接法、热处理法、化学疗法、超低温法 5 个方面阐述了苹果苗木的脱毒方法,以期为我国苹果病毒脱除研究提供参考。

1 我国苹果病毒防控现状

苹果病毒主要分为两类,一类是侵染后有明显病征的非潜隐性病毒,另一类是侵染后无明显病征的潜隐性病毒。目前,全球范围内的苹果病毒有 39 种^[4-6],我国生产中常见的病毒有 6 种,分别为 3 种非潜隐性苹果花叶病毒(ApMV)、苹果锈果病毒(ASSVD)、苹果皱果病毒(AGRCV); 3 种潜隐性病毒苹果茎沟病毒(ASGV)、苹果茎痘病毒(ASPV)和苹果褪绿叶斑病毒(ACLSV)。由于苹果病毒感染为全株系感染,感染后终身带病,病毒在果树细胞中获取能量和核酸进行繁殖,同时释放醛类、醌类等大分子有毒物质,影响果树生长发育,加速果树衰老甚至死亡。苹果病毒的感染通常为复合侵染,即多种病毒同时侵染,严重

收稿日期:2020-04-22

基金项目:山西省农业科学院科技创新工程(YGC2019 TD08);山西省重点研发计划重点项目(201903D211001-2)。

第一作者:张健(1990-),女,硕士,助理研究员,从事生物技术研究。E-mail:mhszhangjian@163.com。

通信作者:梁哲军(1973-),男,博士,研究员,从事作物高产与资源高效利用研究。E-mail:slxjz@126.com。

Research Progress in Water and Fertilizer Demand Rule of Apple in Different Growth Stages

ZHANG Peng-fei, WANG Ai-ling, TIAN Shi-min, ZHANG Jian, YUAN Jia-wei, WANG Lu, ZHANG Zhan-bei, LIANG Zhe-jun

(Cotton Research Institute, Shanxi Agricultural University, Yuncheng 044000, China)

Abstract: Reasonable supply of water and fertilizer is prerequisite to high yield and good quality of apple, but flooding irrigation and excessive and unbalanced fertilization is greatly restricting apple green production and sustainable agricultural development. According to previous research results, this paper summarized the water and fertilizer demand rule of apple in different growth stages, raises reasonable application rate, types and time, aiming to provide references for scientific management of apple.

Keywords: apple; growth stages; water; fertilizer