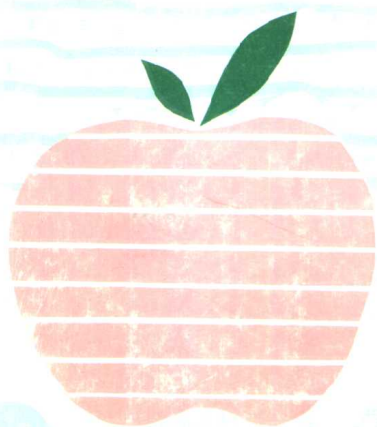


杨 振 伟 主 编

苹果 生长环境 与优质丰产调控技术



气象出版社



苹果生长环境与 优质丰产调控技术

主 编 杨肇伟

(京) 新登字046号

图书在版编目 (Cip) 数据

苹果生长环境与优质丰产调控技术 / 杨振伟主编. — 北京:

气象出版社, 1995.8

ISBN 7-5029-1916-3

I. 苹… II. 杨… III. ①苹果—关系—生物环境 ②苹果—栽培 IV. S661.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第16580号

内 容 简 介

本书着重阐述了苹果与影响其生长的各生态因子之间的相互关系及其变化规律, 并密切联系苹果生产实际, 提出了苹果优质丰产的微环境调控技术。

本书可供从事果树科研、教学、生产的人员和农林院校师生、广大果农及农业气象工作者参考。

**苹果生长环境与
优质丰产调控技术**

杨振伟 主编

责任编辑: 庞金波 李太宇 终审: 周诗健

封面设计: 曾金星 责任技编: 程林 责任校对: 张励坚

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号 邮政编码 100081)

唐山市胶印厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.75 字数: 250千字

1996年1月第一版 1996年1月第一次印刷

印数: 1—1700 定价: 12.00元

ISBN 7-5029-1916-3/S·0268

序

果树栽培是农业生产的重要组成部分，苹果为我国主要栽培果树之一。近年来种植苹果的发展速度之快，栽培面积之广，均居诸种果树之首，已成为农村经济发展中的支柱产业和农民致富的重要途径。

苹果和其他作物一样，在其长期系统发育的过程中，与环境条件形成了相互联系和制约的关系。环境可影响果树的生存、生长和结果，果树也能改变环境条件的强度和水平。因此，欲达果树健壮、丰产和优质之目的，除应重视常规技术管理外，更应深入了解果树与环境之间的关系。因为果树对环境的适应能力是有一定限度的，所以，主动选择、改善、调节和控制果树与其周围环境条件的关系，充分利用当地环境资源，做到“适地适树”和“适时管理”，满足果树正常生长发育的要求，最大限度地发挥苹果增质和增产潜力，已成为当今果树界共识并已提到一个新的高度。

由杨振伟先生主编的《苹果生长环境与优质丰产调控技术》正是出于上述目的。作者集多年观测和调查资料，通过反复实践，取得了年际温度、降水量、日照、湿度、土壤、地势、地形、风及二氧化碳等环境因子对苹果质量和产量影响的可贵结果，并经整理付梓出版，确为我国少见并将为果树工作者欢迎的一部科技新著。

本书除对影响苹果生长发育的主要环境因子进行理论阐述和分析外，对苹果小气候特征、树冠微气候特点以及调节

苹果微气候的相应技术措施也进行了重点论述。最后，根据作者多年研究结果和参考有关资料，对我国苹果气候分布区进行了分析，提出了苹果气候区划指标和分区评价。这对实现苹果高质、高效、高产栽培具有重要参考价值。

本书按应用技术基础理论在前，调控技术措施在后，深入浅出，相互联系，前后相通，既可供从事苹果生产、科技工作者参考，也可供果树专业师生阅读。

欣值这本以我国材料为主，反映苹果生产与环境条件之间关系的新书出版，谨作序致贺。

郝荣庭

1994年11月

于保定河北农业大学

前 言

苹果生长环境与优质丰产调控技术是生态学与栽培学相结合的边缘学科，它既是生态学的一个重要领域，也是生态生理调控的一个应用分支。本书内容反映了近代和当前苹果生态领域的较系统的研究成果和前沿动态，并努力与生理生化及苹果栽培相互衔接。本书以阐述苹果相宜生态、逆境生态为主，并在多数章节中加入如何根据苹果的生态环境要求调控栽培技术，使其达到品质和产量同步提高。在最后一章对苹果的气候分析和区划进行了专题论述。本书特别注意对近年来作者和我国其他学者的有关研究成果的引用，对不同的观点、结果以客观态度加以评述。在问题的讨论方面以苹果生长环境为主，同时也兼顾到优质丰产调控技术的原理。本书采用基础理论在前，调控技术在后，深入浅出，相互联系、前后相通的撰写方式，既可作为从事苹果生产、科技工作者的参考用书，也可供果树专业师生阅读。由于生态环境条件对果品产量和质量的影响很大，越来越受到有关专家的高度重视，因而河北省科委及省自然科学基金会专门立项研究，该书内容即为主研内容之一，前后长达七年*。本书编著者虽然从事苹果栽培和生态研究多年，但由于苹果生态毕竟在我国还是新的学科分支，限于水平、时间和篇幅，编写中的错误、遗漏之处敬希同行惠予指正。

*本书内容为河北省自然科学基金委员会资助研究项目。

本书出版前承蒙河北农业大学郝荣庭教授审阅，并为本书作序。在本书编写过程中，河北农林科学院兰巨生副院长，宽城县曹明哲局长，王连文副主任，昌黎县段振民局长，刘素云同志，本所领导以及很多同志都给予大力支持，谨致衷心的感谢！

杨振伟

1995年3月于昌黎

目 录

序

前言

绪论	(1)
第一章 光对苹果的生态作用	(8)
第一节 不同光谱成分对苹果的影响	(8)
第二节 光强与苹果生长发育	(16)
第三节 成龄集约化果园的光分布特征	(24)
第四节 提高苹果园光能利用率的途径	(41)
第二章 温度对苹果的生态作用	(54)
第一节 苹果的温度周期现象	(55)
第二节 气温与苹果生长	(63)
第三节 积温与苹果生长	(74)
第四节 土壤根际温度	(80)
第五节 调节温度的农业技术	(87)
第三章 水分对苹果的生态作用	(94)
第一节 土壤水分与苹果生长发育需水量	(95)
第二节 大气湿度对苹果生长发育的影响	(109)
第三节 旱涝对苹果的危害和苹果的自抗性	(115)
第四节 提高水分利用率的途径	(126)
第四章 土壤对苹果的生态作用	(134)
第一节 土壤理化性状与苹果生长发育	(134)
第二节 土壤微生物与苹果生态的关系	(150)
第三节 土壤营养和酸碱度与苹果生态的关系	(156)

第四节	土壤管理调控技术·····	(165)
第五章	地形、海拔高度、风及CO ₂ 对苹果的生态作用 ·····	(175)
第一节	地形·····	(175)
第二节	海拔高度·····	(188)
第三节	山体·····	(200)
第四节	风·····	(205)
第五节	CO ₂ ·····	(212)
第六章	自然灾害对苹果的影响及其防御·····	(217)
第一节	低温伤害·····	(217)
第二节	越冬抽条·····	(238)
第三节	日烧·····	(248)
第四节	雪害及雹灾·····	(254)
第七章	苹果园小气候及其调节·····	(258)
第一节	苹果园小气候的一般特征·····	(258)
第二节	树冠微气候·····	(263)
第三节	调节果园小气候的农业技术·····	(288)
第八章	苹果气候分析和区划·····	(302)
第一节	苹果气候分析·····	(304)
第二节	气候区划指标·····	(319)
第三节	苹果分区评述·····	(324)
参考文献	·····	(332)

绪 论

一、研究苹果生长环境的目的和意义

苹果环境学是研究苹果与周围环境间相互关系的科学，即研究苹果群体生存、个体生长发育、果品产量和质量形成对环境条件的要求以及它们之间关系的规律性，并揭示苹果生存、生长发育及早果优质丰产的最适环境条件，从而为指导苹果生产区划及制定栽培技术措施提供理论根据。

苹果是多年生落叶果树，长期生长在自然环境之中，并要在同一地点连续生长几十年，故它与环境条件之间有着密切的相互关系。一方面，树体的生长发育受环境条件的重要影响，这种影响由于逐年积累，产生了苹果树及其各个生育阶段对环境条件的特定要求。当环境满足其要求时，树体能够生存并生长良好，表现优质高产高效益；反之，若环境不适宜时，则树势衰弱，产低质劣，甚至树体死亡，造成生产上的严重损失。另一方面，苹果树对环境条件的变化也有一定的适应性，同时，树体在生长过程中也会相应改变其周围环境，使之形成相对独立的果园小气候。因此，苹果与环境之间是相互影响、相互制约的。

研究苹果与环境间的关系对指导苹果生产具有重要意义。苹果生产管理中的重要任务就是要控制和调节苹果与环境间的关系，使之达到协调统一，并要积极改善环境条件，以满足苹果树的要求，达到早果、优质、丰产、低耗的栽培

目的。同时，也要发挥苹果的生态适应潜力，充分利用和开发环境资源，特别是丘陵山区的资源，以扩大栽培面积，发展山区经济。要实现这些目标，均有赖于对苹果与环境相互关系的深入了解。

苹果生产的目的不仅是简单地保证树体的正常生长，更重要的是要生产出质优产高的果品，而果品产量及质量的形成也受环境条件的重要影响。只有在最适宜的环境条件下，树体才能完成从营养生长向生殖生长的转化，使生长与结果达到统一，并获得较高的产量以及外形美观、色泽艳丽、芳香味浓的果实。为此，在建园时，就要充分考虑苹果树对环境条件的要求，结合当地的具体条件，搞好品种区划，做到适地适栽，为保证连年优质丰产奠定一个良好的环境基础。同时还要针对苹果树各个季节对环境条件的不同要求以及果园环境，特别是果园小气候的变化规律，在树体的不同发育时期，采取各种相宜的技术措施对环境加以调控，使之能满足于苹果生长的要求，即做到适期管理，从而达到优质丰产的栽培效果。而这些技术措施的制定也必须基于对苹果生长环境的深入研究。可见，研究苹果与环境间的相互关系，不论在理论上，还是对指导生产实践均具有重要意义。而关于苹果环境学的研究，过去在我国开展较少，并缺乏较全面系统的指标研究。为此，本书作者积多年的研究成果及生产经验，较系统地介绍了苹果与环境因子间的相互关系及其变化规律性，以及苹果不同生育阶段对各环境条件的要求，在此基础上，提出了苹果气候区划指标，以及调节和改善苹果生长环境的栽培技术措施，期望能为指导我国苹果生产有所裨益。

二、苹果生长环境的组成因子

研究苹果与环境之间的相互关系，不仅要了解苹果树体本身各方面的特性，还要了解苹果生长环境各方面的特点，以及它们之间相互作用的结果。苹果环境是指苹果生存地点周围空间一切因素的总和。可分为自然环境和人为环境两大类。

自然环境是指不加人为影响的外界自然条件的总和。根据其涉及范围大小，可分为宇宙环境、地球环境、区域环境、生长环境、微环境和体内环境。其划分主要是依据植物界的植被水平（地球环境）、群落和种群水平（区域环境和生长环境）、个体水平（小环境）和组织细胞水平（体内环境）而进行的。

人为环境是指经过人为影响改造所形成的次生环境。广义的人为环境是指果园内一切人为措施所形成的环境，狭义的人为环境是指人工严密控制下的环境，如人为控冠、地膜覆盖、设施栽培、果园防寒、果实套袋等。由于人类活动范围日益扩大，地球上无处不受人为活动的影响，所以，原始的自然环境已不复存在了。

在以上综合环境条件中，均包含着许多单因子，各因子因其质量、性能及作用强度不同，故对植物生长发育所起的作用也不同。其中能直接影响苹果生长发育及其生理代谢过程的环境因子叫直接因子，如光、温、水、气及土壤等。另一类为间接因子，即通过影响直接因子而间接作用于苹果的因子，如地形、坡向、海拔高度和冠形等。苹果的各个环境因子，根据其性质，可划分为5类：

①气候因子：光能、温度、空气、水分、风、雹和雷电等。

②土壤因子：土壤结构、质地、有机和无机物的理化性能，以及土壤生物及微生物等。

③地形因子：地球上的地形、地貌状况如海洋、山川、湖沼、平原、高原、丘陵、坡度、坡向和海拔高度等。

④生物因子：动物、植物、微生物对环境的作用及生物之间的相互影响。

⑤人为因子：人类活动时对植物资源的利用改造及污染破坏作用。

三、环境与苹果关系的规律性

1. 环境因子对苹果生长的综合作用

生态环境是由许多环境因子组合起来的综合体，各个单因子之间是相互联系，相互促进，相互制约的。环境中任何一个单因子的变化，必将引起其它因子发生不同程度的变化，如光照强度改变时，不仅直接影响空气温度、湿度等气候因子的变化，也同时能引起土壤温度和水分的变化。所以，环境对苹果生长发育的影响，是各个环境因子综合作用的结果，各项栽培技术的制定，都要考虑到这种综合影响的效果。

2. 生存因子的不可替代性和可调剂性

光、热、水、气和无机盐等因子，是苹果生长发育所需的生存条件，它们的作用虽有大小、强弱之分，但都是不可缺少的。若缺少其中某个因子，便会引起树体的正常生理失

调，生长受到阻碍，甚至发病死亡；而且任何一个因子，都不能由其它因子来代替。如某些无机盐，虽然树体的需要量很少，但缺少时则影响树体的生长和生存。这就是植物生态因子的不可替代性。另一方面，在一定情况下，某个生存因子在量上的不足，可以通过其它因子的增强或改善而得到调节或补偿，并仍获得相似或相等的生态效应，这就是生态因子的可调节性。如光照减弱所引起的光合强度降低，可由增加 CO_2 浓度得到补偿。但这种可调节性并不是经常和普遍存在的，而是在一定限度内进行调节。

3. 主导因子及最适量定律

组成环境的所有因子，都是植物直接或间接需要的，但在一定条件下，其中必有一个或两个以上是起主导作用的。当所有因子在质和量相等时，这一因子的变化会引起植物全部生态关系及其生长发育情况变化，这类因子就是主导因子或限制因子。如温度是苹果区域分布的限制因子。

环境因子对苹果的生长发育及生理过程均有最大、最适和最小三个基点，只有在其最适量时，树体才表现最佳，这就是最适量定律。

在生产中，制定各项栽培措施，都要考虑到影响树体生长发育的主导因子，并根据最适量原则，对其加以调节和改善，以促进树体的生长发育，达到优质丰产的栽培目的。

4. 环境条件的不均一性

自然界中没有完全相同的环境条件，随着经纬度、海拔高度、地形、坡度、坡向等不同，各环境因子也都发生相应的变化，从而影响到树体的生长发育及其地理分布。由于地

理经纬度不同所导致的气候条件差异，是显而易见的。如我国南北方及东西方的气候截然不同。即便是在同一纬度上，由于海拔高度不同，气候变化也很大，形成果树的垂直分布带。进一步讲，即使在相似或相同的生态环境范围内，也不会有绝对相同的生态环境，且生态环境面积越大，环境的不均一性越明显。例如，同一果园中即便气候条件一致（实际上不可能一致）也会存在着土壤结构及理化性状的差异，同一株苹果树，树冠各部位的微气候特点也不尽相同。最直观的表现冠内外光照条件明显不同，从而导致树体各部分的生长发育状态、生理过程乃至果品产量和质量也都 有所明显差异。

了解苹果生长环境的不均一性，在生产上就要采取相应的栽培措施，一是要适地适栽，即选择最适的地点栽培最适的品种，以满足树体对生态因子的全面要求，二是要因地制宜，因树制宜地制定各项管理措施，以调节和改善环境条件，使其适合果树生长发育的需要。

5. 环境因子作用的阶段性

环境因子对果树的生态作用是有阶段性的。一方面，从果树本身来说，随着一年中物候期的变化，在不同的生长发育阶段，需要不同的环境条件，如休眠期需要低温，而高温对完成休眠不利。到生长期，则需要适当的高温，此时低温则是有害的。到果实成熟期，则需要多日照和日较差较大的气候环境，反之对果实的外观和内质是不利的。另一方面，同一环境因子在苹果不同生育阶段所起的作用也不同，如光照长短，在休眠阶段并不起作用，但在生长期则是必需的。因此，在苹果栽培中，要根据物候期的不同以及各物候期对

水、肥、气、热的需要量不同，找出各期的主导因子，做到对症下药，适期管理。反之，若应用时期或季节不对，再好的技术措施也不会发挥作用，甚至会作用相反。

6. 环境因子对苹果生长发育的滞后性

苹果在其生长发育的过程中，自身发育有其较稳定的规律性，此外，更主要的是受环境因子的滞后性影响。即环境因子出现在前，其产量、品质效应在后，而且这种影响前后关联，前因后果。如在苹果生育的中后期干旱高温，苹果成熟期提前，果实糖分含量高，淀粉和蛋白质含量低，果实风味佳，病虫害少，果实耐贮等。再如根据前一年的气象因子（如 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温、降水量、空气相对湿度、日照等）预报翌年的苹果产量，这种关联程度越密切，说明环境因子的滞后影响也越大。

第一章

光对苹果的生态作用

光，主要是太阳辐射能以电磁波的形式投射到地球表面的辐射线，是生命活动的主要能源。太阳光和热对植物生活起着重要作用。绿色植物在光的作用下，表现出光合效应、光形态建成和光周期效应，使之能自身制造有机物而得以生存和正常生长发育。这些效应均为光量、光质和光时所作用的结果。

研究光对苹果的生态作用，主要是揭示光量、光质和光时对苹果树光合作用、生长发育以及产量品质的各种影响，以便采取各种有效的农技措施，满足苹果树对光的要求，提高光能利用率，以达到高产、优质的目的。

第一节 不同光谱成分对苹果的影响

一、目前光能利用状况

太阳辐射包括紫外线、可见光和红外线三部分，它们各自对作物的生长发育起着不同的作用。概略地说，达到植物表面的红外线的能量约占太阳辐射总量的一半（约50%），其中约15%反射掉，12.5%透过叶片，约22.5%被叶片吸收，被吸收的部分通过蒸腾耗热与叶面辐射而全部反射掉；达到植物表面的可见光部分亦约占太阳辐射能总量的50%，其中约5%被反射掉，2.5%透过叶片，约42.5%被吸收，被