

土壤水分对果树根系和产量的影响

张露^{1,2,3,4,5*}, 孔辉^{1,2,3,4,5}

¹陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

⁵自然资源部土地工程技术创新中心, 陕西 西安

收稿日期: 2022年3月1日; 录用日期: 2022年6月28日; 发布日期: 2022年7月5日

摘要

水分是一切生命体的命脉, 果树亦如此。本文综述了土壤水分对果树根系、产量的影响, 分析了水分平衡的重要性, 指出水分胁迫对果树生长的利弊, 强调水分对果树生长的重要性, 提出了果园土壤水分管理的节水措施, 说明节水的有效性, 并展望了今后发展的方向。

关键词

土壤水分, 果树, 根系, 产量, 节水

Effects of Soil Moisture on Root System and Yield of Fruit Trees

Lu Zhang^{1,2,3,4,5*}, Hui Kong^{1,2,3,4,5}

¹Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, the Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

⁵Land Engineering Technology Innovation Center, Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 1st, 2022; accepted: Jun. 28th, 2022; published: Jul. 5th, 2022

Abstract

Moisture is the lifeblood of all living things, even fruit trees. This paper reviewed the influence of

*通讯作者。

文章引用: 张露, 孔辉. 土壤水分对果树根系和产量的影响[J]. 林业世界, 2022, 11(3): 128-132.

DOI: 10.12677/wjf.2022.113016

soil moisture on the root system and yield of fruit trees, analyzed the importance of water balance, pointed out the advantages and disadvantages of water stress on the growth of fruit trees, emphasized the importance of water to the growth of fruit trees, and proposed water-saving measures for soil water management in orchards. The effectiveness of water saving is explained, and the future development direction is prospected.

Keywords

Soil Moisture, Fruit Tree, Root System, Yield, Water Saving

Copyright © 2022 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

土壤水分是自然界水分循环的枢纽, 土壤水分条件不仅关系到生物水、地表水和大气水的状况, 也关系到地下水的状况, 在一定程度上可表征土壤的肥力性状, 因为它与作物生长的环境条件和营养条件直接相关。与此同时, 土壤中物质能量转化过程都与土壤水分的参与有着密切关系, 例如合成与分解一些有机化合物要在水中, 矿物质风化需要水的参与等。水分作为土壤中重要的媒介, 使得土壤内部各种物质在溶解的状态下, 主要以质流形式进行转运, 供给植物营养需求。土壤水分周而复始的运动着, 不停的进行着蒸散运动, 并逐渐消失于大气之中, 这里所指的蒸散是指整个地面和植物一起向大气中转移的水汽总量, 其中包括了植物的蒸腾作用和土面上的蒸发运动, 是水分在土壤-植物-大气系统(SPAC)中的一个重要而复杂的过程[1]。

2. 研究现状

2.1. 土壤水分对果树根系的影响

土壤水分状况直接影响着果树根系的良好生长与健康发育过程。有研究还指出, 当土壤含水量上升时, 果树根系中的干物质量及其根长都有所增长[2]。但一些学者在对土壤水分过多时果树根系状况的研究表明土壤含水量过高会对土壤空气质量产生影响, 果树根部的呼吸作用减缓, 土壤中的养分难以被分解, 其中微生物运动受到影响, 更严重的是, 当土壤含水量大于田间持水量时作物根系便进入缺氧呼吸, 会产生一些有毒有害的物质, 从而影响作物根系的生长甚至使其死亡[3]。长期渍水导致土壤水分含量超过正常所需, 给果实带来的影响及伤害早就在苹果树等果树上得到了科学的论证, 淹水对叶片的影响也是不言而喻的, 如叶片不呈现绿色, 甚至坏死的现象; 过高的土壤含水量会对果树生殖生长产生影响; 淹水情况如出现在冬夏两季, 蔓越橘的果实大小及其产量均有所减少, 引起果实叶片淀粉积累、根中淀粉减少[4]。有研究指出, 在渍水情况下苹果的坐果率减少、产量下降, 使苹果等果树的蒸腾作用降低[5]。另外, 光合作用下降也是果树对水分过多的一个早期反应, 从而影响到果树根系的健康发育。另一些研究者还指出水分过多会减少果树新梢和根的生长, 在土壤淹水的情况下, 会影响果树的营养生长, 当夏季出现淹水情况, 能使根部和叶片干重下降[6]。另有研究表明在石灰性碱性土壤中如果存在长期淹水状态(≥ 110 d), 则芒果枝条的延长生长将会减少 94%左右, 短期淹水(≤ 10 d)也会减少 57%左右[7]。有学者研究酸橙后指出, 当淹水状况达到连续 3 周时, 酸橙的枝条会停止生长, 其根系甚至会变质腐烂[8]。还有学者研究指出在土壤淹水时间较长的情况下, 杨桃的茎、叶、根的干物质重量均会有所减少[9]。

有学者指出如果土壤含水量下降, 土壤颗粒对水分子的吸附作用将明显增强, 相应的果树根系对水分的吸收较为困难。当土壤水分成为无效水时, 果树表现为强烈的缺水效应, 水分收入与支出的平衡被破坏, 此时果树可能出现永久萎蔫现象, 根系干燥枯萎, 直接影响果树营养吸收的能力, 如果此时土壤水分持续下降, 果树根系中的水分便会向外渗出, 从而对果树的生长发育产生极为不利的影 响, 使果实受害[3]。所以土壤水分条件, 尤其是可利用的土壤水分状况对果树根系的 健康发育有着积极的意义。

众所周知, 土壤含水量的大小可以影响到土壤多方面的性质, 如土壤导水率、土壤孔隙度率、土壤黏度等, 当土壤含水量增大时, 土壤空气质量便会降低, 氧气情况不佳, 使根系呼吸作用受到影响, 从而影响到对氮素等营养元素的吸收, 导致营养元素供应不及, 此时果树的新梢便会掠夺中部和下部叶片中的氮素等营养元素, 导致被夺叶片的叶绿素含量下降, 从而使叶片不断脱落, 引起叶片黄化的落叶现象[10]。

2.2. 水分平衡对果树生长的重要性

土壤干燥化会影响水分传输与入渗, 甚至影响降雨的资源化程度。有人研究指出在陕西渭北旱塬, 种植苹果后对当地区域水循环有一定的影响, 种植苹果后, 降雨的产流率降低, 土壤入渗率增大, 可能形成生物利用型土壤干层, 增加“大气-植物-土壤”间的垂直水分交换过程, 降低降水变成地下水和地表径流的比例, 最终影响该地区地表水与地下水的总量[11]。这与刘贤赵等人的研究结果基本一致。土壤干层出现, 会降低土壤水库对季节性干旱和年际干旱的调节控制作用, 使苹果生长受降雨量的影响出现较大波动, 很难得到土壤水库自身调节作用的帮助。

当然不是水分胁迫一旦发生就会对果树生长产生不利影响, 研究指出果树在生长过程中对水分胁迫具有一定的敏感时期[12]。果树在特定时期受到适宜的水分胁迫时不会影响其生长进度, 反而有一定的促进作用, 这里所指的特定时期主要是在果实细胞的分裂期。但奇怪的是, 在果树生长发育时期没有水分胁迫时, 果实的生长反而会受到一定的影响, 缺水时果实的发育速度比处在正常灌水期的更快, 果实生长的更好[13][14]。崔妙玲等人研究还指出, 轻微的干旱胁迫对苹果树的生长是没有害的, 但较重程度的干旱胁迫则会对果树生长带来不利的影响[15]。适当的干旱胁迫对某些植物来说有利而无害, 如干旱胁迫可以增加果实品质[16]。目前这种技术主要应用在番茄上, 但其产量会有所降低[17][18]。

所以水分平衡对果树生长十分重要, 据研究空气湿度为 65%左右, 年雨量为 1200 mm 左右是果树生长最有利的条件之一, 此时能保障果树水分收支平衡, 使水分循环在土壤、植物与大气之间达到协调统一[19]。

3. 果园土壤水分的管理技术

对果园土壤水分的管理, 在节水栽培技术方面, 一是要选择灌水的 关键时期, 二是应用一些果园覆盖技术, 三是利用果园生草技术, 四是化学制剂节水保墒技术的应用。有关在节水保墒方面使用化学制剂, 一些化学制剂可以使植物蒸腾作用降低, 达到改善土壤分, 增加空气湿度, 提高水分利用效率的目的[20]。在节水灌溉技术方 方面, 可以适时适地的选用沟灌、滴灌、喷灌、微喷灌、渗灌、膜上灌、分区灌溉或调亏灌溉等技术。目前还有一些果园节水的新技术, 如污水灌溉、咸水灌溉, 这些新技术能充分利用看似废弃的水源, 物尽其用。还有一种新技术就是利用一些特殊的装置收集大气中多余的水分, 使之汇集用于作物灌溉, 这种技术就是俗称的大气取水技术[21]。

在干旱与半干旱地区, 水分条件是限制果树生长的主要因素之一。有研究者提出, 以 60%的田间持水量作为苹果生育期间水分亏缺的标准, 而研究同时指出果园土壤的储水量在不同月份变化比较大, 均有不同程度的亏缺, 远远不能满足 60%的田间持水量, 要满足苹果的正常生长, 需要在果园及时采取一些切实可行的灌溉补水措施[22]。

灌水一般有四个关键时间段, 一是在萌芽前, 此时对土壤进行灌溉, 土壤中上一年所储藏的养分资源能很好的得以利用, 促进芽苗萌发和开花坐果, 扩大叶片面积, 增加植物光合效应等; 二是在新梢旺长之前, 幼果膨大期与果树新梢旺长期对水分需求特别敏感, 是供水的关键时期, 倘若此时供水不足, 便会影响到果实的成熟和春梢的发育; 三是果实迅速膨大期, 在果实迅速膨大期充足的水分能促使果实个头增加并提高产量, 且对花芽的分化十分有利, 也为第二年果实高产提供了有利的前期条件; 四是封冻前, 在冬天封冻前, 一般要对土壤进行灌水, 就是俗称的灌冬水, 灌水应在土壤冰冻前及时进行, 达到对土壤及其上种植作物的御寒或保暖作用, 此时灌水的另一个好处是可以增进有机肥料的腐化与分解, 使果树在冬季增加对营养物质的积累, 防止发生冬季抽条现象[20]。

周明耀等人提出的“精确灌溉”对果园实时灌溉具有指导意义, 即精细准确调整灌水施肥, 实施定位处方的水肥运作, 并开发了有关农田水分高效利用的信息网络管理决策支持系统(FWMDSS), FWMDSS基于“采集-传输-处理-反馈-控制”模式, 进行全自动收集数据、分析灌溉用水等管理问题, 全自动定位自主控制整个操作流程, 进行科学合理的田间灌水和排水操作, 充分提高了农田水分利用效率[23]。然而渭北旱塬地区普遍缺少灌溉设施及条件, 在该地区对自然降水进行充分拦蓄是切实可行的水资源管理措施。

4. 当前亟待研究的重要问题

前人已经对果园水分情况做了一些卓有成效的研究, 但对果园土壤水分生态特征还有待进一步探究探索。如果树根层土壤水分空间分布特征情况如何, 果树根层土壤水分空间分布规律等, 这些不仅是果树节水灌溉的基础, 而且可以指导果园有效地进行节水保墒工作及保障其顺利实施[24]。

随着果树产业的迅猛发展, 人们越来越注重果实的外形、大小及内在品质等一些具体问题的发展, 但对这些问题产生的根源——土壤条件的相关研究方面却少有报道。目前, 只有少数资料研究了果园底土层干燥化方面, 孙蕾等人在研究渭北果园土壤质量演变趋势时表明雨季过后, 果园土壤剖面含水量以0~30 cm较大, 下层30~60 cm土壤含水量显著低于上层, 指出果园土壤剖面上出深层干燥化问题[25]。樊军等人研究发现, 干旱地区果业高投入与高产出的经营模式不但使土壤产生了深层干燥化问题, 而且由于干层的出现使土壤深层水分对干旱天气的调节作用逐渐减弱甚至消失, 从而使苹果产量过分的依赖于当季降雨量[26]。采取什么措施改善干旱地区果园水分状况, 有效防止干燥化的发生, 有待进一步的研究分析。

基金项目

国家自然科学基金地区科学基金项目(42167039)。

参考文献

- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 98-108.
- [2] 张志亮, 张富仓, 郑彩霞, 等. 土壤水分与氮营养对果树幼苗生长和水分传导的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(6): 46-51.
- [3] 石守菊. 探究果树生长与土壤条件的关系[J]. 农业与技术, 2017, 37(24): 26.
- [4] 陈立松, 刘星辉, 齐一萍. 果树对水分过多的反应[C]//中国园艺学会. 中国园艺学会第五届青年学术讨论会论文集, 园艺学进展(第五辑). 2002: 33-42.
- [5] Schaffer, B. and Anderson, P.C. (1994) Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops (Vol. 1). CRC Press, Boca Raton.
- [6] Olien, W.C. (1987) Effect of Seasonal Soil Waterlogging on Vegetative Growth and Fruiting of Apple Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **112**, 202-214.

- [7] Larson, K.D., Schaffer, B. and Davies, F.S. (1989) Flooding, Carbon Assimilation and Growth of Mango Trees. *Program and Abstracts of the American Society for Horticultural Science*, Tulsa, 29 July - 3 August 1989, 126.
- [8] Larson, K.D., Schaffer, B. and Davies, F.S. (1991) Flooding, Leaf Gas Exchange and Growth of Mango in Containers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **116**, 156-160. <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.1.156>
- [9] Joyner, M.E. and Schaffer, B. (1989) Flooding Tolerance of 'Golden Star' Carambola Trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, **102**, 236-239.
- [10] 马正岩, 宋志娟, 李明军, 李前进. 苹果早期落叶病的综合防治[J]. 果农之友, 2021(8): 41-43.
- [11] 程立平, 王亚萍, 齐光. 黄土塬区苹果种植对深剖面土壤水分和地下水补给的影响[J]. 地理研究, 2021, 40(9): 2684-2694.
- [12] 赵明玉. 干旱胁迫对苹果树生理生长及产量品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2021.
- [13] Li, S.H., Huguet, J.G., Schoch, P.G., et al. (1989) Response of Peach Tree Growth and Cropping to Soil Water Deficit at Various Phenological Stages of Fruit Development. *Journal of Horticultural Science*, **64**, 541-552. <https://doi.org/10.1080/14620316.1989.11515989>
- [14] Mitchell, P.D., Jerie, P.H. and Chalmers, D.J. (1984) The Effect of Regulated Water Deficit on Pear Tree Growth, Flowering, Fruit Growth and Yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **109**, 604-606.
- [15] 孟玮. 蓄水坑灌下苹果树耗水特性及其对果树生长与产出的影响研究[D]: [博士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2020.
- [16] Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R., et al. (1991) Tomato Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **116**, 215-221. <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.2.215>
- [17] Zushi, K. and Matsuzoe, N. (1998) Effect of Soil Water Deficit on Vitamin C, Sugar, Organic Acid, Amino Acid and Carotene Contents of Large-Fruit Tomato. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, **67**, 927-933. <https://doi.org/10.2503/jjshs.67.927>
- [18] Ho, L.C., Grange, R.I. and Picken, A.J. (1987) An Analysis of the Accumulation of Water and Dry Matter in Tomato Fruit. *Plant, Cell & Environment*, **10**, 157-162. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1987.tb02092.x>
- [19] Lotter, J.V., Beukes, D.J. and Weber, H.W. (1985) Growth and Quality of Apples as Affected by Different Irrigation Treatment. *Journal of Horticultural Science*, **60**, 181-192. <https://doi.org/10.1080/14620316.1985.11515617>
- [20] 牛锐敏. 果园节水技术发展现状[J]. 北方园艺, 2010(13): 223-225.
- [21] 姜会仁. 空中取水, 新法频现[J]. 发明与创新(中学时代), 2010(7): 6.
- [22] 宋小林, 赵西宁, 高晓东, 吴普特, 马文, 姚杰, 蒋小莉, 张伟. 黄土高原雨水集聚深层入渗(RWCI)系统下山地果园土壤水分时空变异特征[J]. 应用生态学报, 2017, 28(11): 3544-3552.
- [23] 杨静. 农田灌溉用水高效利用管理研究[J]. 农业科技与装备, 2018(2): 58-59.
- [24] 李青华. 黄土丘陵沟壑区山地苹果林地水文特征及水分生产力模拟研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2018.
- [25] 石宗琳, 武大勇, 王益权, 高小宽, 慕建东. 不同种植年限对渭北地区果园土壤理化性质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2019, 53(5): 799-805.
- [26] 樊军, 胡波. 黄土高原果业发展对区域环境的影响与对策[J]. 中国农学通报, 2015, 21(11): 355-359.