

有机质对苹果园土壤改良及对果实产量品质的影响

夏燕飞, 张文会, 沈 向, 毛志泉, 胡艳丽

(山东农业大学 园艺科学与工程学院, 作物生物学国家重点实验室, 山东 泰安 271018)

摘 要:土壤有机质是土壤肥力的重要物质基础,在果树生产上具有重要作用。现着重介绍有机质在改良苹果园土壤的作用中对土壤肥力、土壤理化性质、土壤微生物及土壤酶的影响。并对生产上提高苹果园有机质含量的措施、土壤有机营养对苹果产量和品质的影响等方面进行了回顾和总结。

关键词:土壤有机质;改良土壤;补充措施;产量;品质

中图分类号:S 661.106⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0177-04

土壤有机质由一系列存在于土壤中、组成和结构不均一、主要成分为有机化合物的物质组成^[1]。土壤固相组成中,除矿物质外,就是土壤有机质,它不仅是衡量土壤肥力的重要指标,也是果树高产、优质的基本条件与保障。土壤中有机质含量很少,在日本,一般果园土壤有机质含量为3%~5%,而我国的果园有机质含量基本在1.0%左右^[2],有机质在土壤中的含量虽低但其对土壤结构、土壤肥力及土壤微生物有重要的调节作用,是农业环境保护及可持续发展的重要组成因素。我国苹果园多数种植在土壤较瘠薄的丘陵、山地、河滩地区,农民对有机营养认识不足,长期忽视土壤管理,施用有机肥量少,导致我国大多数果园有机质含量严重不足,贫瘠的果园有机质含量甚至在0.5%左右。对山东省烟台和威海地区果园土壤有机质含量普查分析表明,2006~2009年烟台市和威海市14个市(区)果园土壤有机质含量0.50%以下的果园占测定果园的5.2%~26.8%,有机质含量1.00%以下的果园占测定果园的56.4%~93.6%,土壤有机质含量在1.00%以上的果园,大多数市(区)不足测定果园总数的30%^[3]。果园土壤有机质贫瘠,有机营养含量不平衡会导致土壤结构遭到破坏、养分比例失调、土壤肥力逐渐退化,且直接影响化肥利用率、树体生长、产量品质提高等,因此探讨苹果园土壤有机营养与果实产量和品质间关系、优质果品的土壤有机养分含量

优化方案等对指导果园合理施肥、提高果品品质、保持果园可持续生产等方面具有重要理论意义和应用价值。

1 有机质对改良土壤的作用

1.1 有机质对土壤肥力的影响

近年来,随着化肥产业的迅速发展,农业生产中化肥的使用量直线上升,而有机肥的施用却被人们忽视。由于土壤有机质含量降低及耕地的过度使用,导致土壤理化性状恶化、养分结构失调、肥力降低。土壤有机质是土壤中一种复杂而处于不断动态变化的物质,在土壤肥力上的作用很大,能够为土壤提供各种养分。土壤有机质的基本元素组成是C、H、O、N,其中C占52%~58%、O占34%~39%、H占3.3%~4.8%、N占3.7%~4.1%。此外有机质中还含有一些灰分元素,如Ca、K、Na、Mg、Si、P、S、Fe、Al、Mn及少量的I、Zn、B、F等^[4]。国内外研究报道普遍认为,有机肥料可改善土壤的理化性状,不仅直接为作物提供养分,还可为微生物提供能源,从而间接提高土壤养分积累和供应能力^[5]。

土壤有机质的营养物质多以缓效养分的形式存在,是一个巨大的养分储备库,施用后可以长期满足不同作物的营养需求^[6]。随着土壤有机质的转化,一方面其所含的氮、磷、硫等营养成分可直接经过土壤微生物的作用以一定的速度释放出来,用于植物和微生物的生长发育。另一方面伴随着有机质的合成和分解过程还会进行腐殖化,土壤中的部分有机化合物发生缩合脱水形成更复杂的腐殖质,可促进种子萌发、刺激根系生长,对作物的光合、呼吸作用以及体内各种物质的代谢也产生积极影响^[7]。腐殖质还可在土体中与无机胶体结合形成有机-无机胶体复合体,对土壤微团聚体形成具有决定性影响,微团聚体决定着土壤空隙和水、气、热性质。另外,土壤中不能被作物直接吸收利用的矿质部分及难溶性养分在有机质分解产生的有机酸和腐殖酸的作用下

第一作者简介:夏燕飞(1987-),女,山东泰安人,硕士,研究方向为果树生物学。E-mail:xmm_xw@126.com.

责任作者:胡艳丽(1965-),女,山东荣成人,硕士,高级农艺师,研究方向为果树根系生物学。E-mail:ylhu8612@sohu.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-28);山东省科技发展计划资助项目(2011GNC11109);山东省良种产业化资助项目(2009-96)。

收稿日期:2012-06-18

有增溶效果,活化土壤中的潜在养分,增加微量元素的有效性,提高土壤肥力。土壤中由有机质降解而来的小分子活性有机物即有机营养,在改善土壤肥力促进作物生长方面也起着重要的作用。如葡萄糖、寡糖、氨基酸、维生素、生长素及其衍生物能够被植物直接吸收利用,参与植物代谢,促进植物生长;生物碱、黄酮类、生物多肽、生物多糖类和多胺类能够增强植物抗寒、抗旱、抗病虫能力。因而有机质作为一类完全肥料,可有效缓解农业生产中缺磷少钾及微量元素不足的问题^[8]。

1.2 有机质对土壤理化性质的影响

有机质含量增加可显著改善土壤理化性质。有机质对土壤团聚体的大小与分布、pH 值、重金属含量、阳离子交换量等均有一定的影响。土壤有机质中的腐殖质和多糖在土壤团聚体的形成及稳定性方面起着关键作用,它们在土壤中可以通过各种作用力以胶膜形式包裹在矿质土粒的外表,在表层土壤中发挥保持水分和阳离子交换的能力。有机质的黏性远小于黏粒,施入后可改善黏性土壤的黏着性,减少耕作阻力,提高耕作质量^[9]。而其黏结力比砂粒强,所以在砂性土壤上,可以增加砂土的黏性而促进团粒结构的形成,起到改善不良质地土壤耕性的作用。

长期施用有机肥在增加有机质含量的同时,可增加土壤田间持水量,降低土壤容重和土壤密度,改善三相比,提高土壤结构系数,增强土壤团聚体的稳定性,降低土壤次生盐渍化状况。刘松忠等^[9]研究表明,增加 1% 的土壤有机质可增加 1.5% 的容积田间持水量,同时还发现,在南美黑土上有机质含量每增加 5 g/kg 可使土壤最大密度增加 0.06 g/cm³。Quiroga 等^[10]对地中海地区的土壤研究表明,有机碳对团聚体的影响阈值为 30~35 g/kg,超过此值团聚体稳定性增加,低于此值其变化对团聚体无影响。有机质还会对土壤松紧度产生明显影响,用有机肥料肥培土壤的过程中,土壤总孔隙量增加,持水量比不施有机肥的地块高出 4%~6%。向水田中施用作物残体或进行秸秆还田,土壤团聚体和微聚体的含量增加,使土壤的通透性、保水性增强,在有机质含量大于 3% 的土壤中,施用作物残体仍有明显的改土作用^[11]。相关试验表明,单施有机肥 3 500~7 000 kg,9 a 的时间里土壤有机碳提高 0.04%~0.16%,容重降低 0.04~0.06 g/cm³,总孔隙度提高 1.5%~2.3%,毛管孔隙度提高 3.45%~4.05%,田间持水量提高 1.13%~1.31%^[12]。

1.3 有机质对土壤微生物和酶活性的影响

土壤微生物在土壤肥力和生态系统中具有重要的作用^[13]。土壤有机质是土壤微生物生命活动所需养分和能量的来源,微生物在分解有机质的同时,不断释放有效养分供作物吸收利用,并分泌各种生物物质,如腐殖酸酶、生长素等,促进作物根系生长和对养分的吸

收^[7]。土壤有机质含量同土壤微生物的生物量和多种酶的活性呈极显著正相关,有机质持久稳定的向微生物提供能源,而不会对微生物产生迅猛的激发效应,因此有机质含量高的土壤肥力稳定而持久,不易使作物产生猛发或脱肥现象^[4]。有机肥输入对土壤微生物活力的影响远高于化肥,长期配施有机肥能明显促进微生物代谢和繁育,增加土壤微生物数量^[14]。张焕军等^[15]研究表明,在小麦、玉米地中施用有机肥处理土壤,土壤微生物生物量增幅达到 15.4%,高于不施肥和施用化学肥料的处理。

土壤微生物是各种土壤酶的主要来源,有机质通过刺激微生物群体的活动以增加土壤酶的活性,进而影响土壤养分转化的生物化学过程,并指示土壤重金属或有机污染状况以及肥料颗粒的变化。刘建玲等^[16]、杨丽娟等^[17]研究表明,土壤的磷酸酶活性和土壤脲酶活性,均同土壤的有机质含量呈极显著正相关,都可以表征土壤的肥力状况,其中,土壤磷酸酶活性主要表征磷素营养状况,土壤脲酶活性主要表征土壤氮素营养状况。因此生产上通过测定土壤中相应的酶活性可以了解作物营养元素的转化情况。在土壤中进行翻压有机肥即绿肥试验表明,施入 85% 的化肥加翻压 15 000 kg/hm² 的绿肥处理比单施 100% 的化肥处理,活性有机质提高 68%,相应的土壤脲酶和磷酸酶活性均比单施化肥有不同程度的提高^[18]。

2 提高果园土壤有机质含量的措施

有机质是土壤的重要组成部分,其含量的高低对果树的丰产性、抗逆性及果实品质有重要的影响。国家无公害苹果技术规程要求,果园土壤有机质含量应在 1.5% 以上,最好达到 5%~8%,但实际上我国大多数果园土壤有机质含量处于低水平,有机质含量平均不到 1%。果园土壤酸化与果园土壤有机质严重不足的现状,已成为制约果品安全优质生产的果园土壤中的 2 个突出问题^[3]。因此必须采取合理有效的措施增加有机物质才能使土壤有机质保持在适当水平,从而保持土壤的良好性能。

2.1 合理施用有机肥

通过施用有机肥提高土壤有机质含量,是果树生产上最常见的措施。有机肥料种类很多,农家肥、秸秆、绿肥都可以作为良好的有机肥源。有机肥料不同于化肥,它不仅为土壤提供氮、磷、钾等无机营养,还含有大量有机物质,是一种完全肥料,且养分释放缓慢、肥效期长。其中堆肥和沤肥是有效利用高碳氮比有机物料的方法,作物秸秆经堆沤后肥效既稳又长,并有利于保护环境、减少污染^[19]。进行果园覆草或秸秆还田覆盖,可以抑制土壤无效蒸发,提高果园土壤水分利用效率,微生物活

动增强,土壤有机质及速效肥含量也明显增加^[20],同时充分利用我国丰富的草和秸秆资源,是经济有效的培肥土壤的途径。种植绿肥是果园生草的一种,在不造成果园郁闭或影响其通风透光的前提下,可种植苜蓿、大豆、田菁等绿肥。果树既可利用绿肥的根系疏松土壤,又可通过刈割覆盖或翻压的方式补充土壤有机质。翻压绿肥对土壤肥力的试验研究表明,翻压绿肥处理的土壤有机碳含量高于不翻压绿肥的对照处理,增幅为 1.6%~6.2%,土壤无机氮含量比对照增加 15 倍以上,土壤速效钾含量比对照增加 1.5 倍以上,土壤速效磷的含量比对照高 11.9%~37.7%^[21]。随着加工产业的发展,许多生产下脚料如浓缩果汁、制酒产业的果实残渣等也可以直接或经初加工后作为有机肥利用。

2.2 采用科学方法施肥

农业集约化和可持续发展是目前农业发展的主要方向,由于我国人均占有耕地资源有限,土地复种指数高,耕地的过度使用加之农业生产中不合理的有机肥施用方法,引起土壤有机质含量降低、营养失调,因此应重视有机肥的科学施用。首先,因地制宜的采用果园行间绿肥或作物的轮作、间作,做到用地与养地相结合。果园轮、间作制度,既可提高土壤有机质含量,又能促进不同有益微生物的活动,显著改善土壤结构和有机质的品质。其次,有机肥的施用量应适宜,化肥在农业生产上发挥着越来越强的主导作用,由于有机肥的供肥能力有限,应与化肥配合施用,既改良土壤又能保证营养均衡。有机、无机肥料配合施用也是提高土壤有机质含量的重要措施,以氮素计算,有机肥氮与无机肥氮比以 1:(1~2)为好。二者配合施用不仅能提高肥料利用率、使果园增产,而且能使土壤有机质含量保持在适当水平。在富士果园进行有机肥和化肥配施对苹果园土壤氮挥发的影响试验表明,单施化肥处理氮挥发损失量最高,而施用有机无机肥不同比例处理氮挥发损失量都处于较低水平,其中 50%无机肥与 50%有机肥处理最低,说明有机无机肥配施能明显降低氮挥发^[22]。另外,应针对果树的周年需肥特性,轮换施用有机肥,并把握好施肥的时期、方法和用量,确保在果树生长发育的关键需肥期有充足的养料供应。有机肥的施用时间一般在果树秋梢停止生长之后或秋季果树落叶后直至土壤封冻之前进行,若秋季未施基肥,也可在第 2 年春季土壤解冻后至果树萌芽前进行^[8]。

2.3 调节土壤的环境条件

土壤的水、肥、气、热条件是一个系统的整体,它们相互联系、相互影响。耕作频繁可以增强土壤通气性,促进有机质的分解,而减少土壤的翻动则可增加有机质的积累。在土壤水分过多的低湿地应排除积水,以提高土温促进有机质分解。而相对干旱的地区则应抑制过

强的矿质化作用,促进有机质积累。在保证土壤有机质数量的同时,也要注重有机质中不同组分的合理比例。例如土壤腐殖质部分对维持良好的土壤结构性和物理性方面起着极其重要的作用,而非腐殖质部分分解速度快,在提供土壤养分方面起着重要作用^[4]。总之要采取正确的措施调节土壤水、气、热及其它环境条件,保证有机质合理的转化进程、方向和速度,处理好养分释放和腐殖质积累的关系,以适应作物生长发育的需要,做到合理利用有机物来培肥土壤,保持地力常新^[19]。

3 土壤有机质对果实产量和品质的影响

土壤有机质可提高作物产量^[23-24],促进果树花芽分化,改善果实品质。秦承来等^[25]研究认为,施用有机肥提高土壤有机质含量后,套袋“红富士”苹果的单果重和产量增加,苹果果实硬度、可溶性固形物含量均显著提高。其中株施腐熟牛粪 30 kg 加复合肥 1.5 kg 的处理效果最好,平均单果重 262 g,为对照不施肥处理的 1.35 倍;平均株产 63.8 kg,为对照的 3.5 倍,比单施基肥和单施复合肥分别增产 77%和 28.8%。施基肥加复合肥的果实可溶性固形物含量为 14.3%,比单施基肥、复合肥和对照提高 1.09、2.90 和 3.50 个百分点,果实去皮硬度为 8.8 kg/cm²,比单施复合肥高 2.9%。土壤有机质含量也会对“红富士”苹果树的花芽分化产生显著影响,焦蕊等^[26]研究表明,土壤有机质含量在 2%~3%的“红富士”花芽数比有机质含量在 2%以下的高 55.24%,土壤有机质含量提高有利于花芽分化。土壤有机质还可提高果实的外在品质,降低果实发病率。刘松忠^[9]研究表明,对 8 a 生富士进行株施 30 kg 柏青生物肥或 30 kg 猪厩肥、人畜尿肥的处理,苹果果面光滑整洁,斑点少甚至没有,果个较大,全红果率几乎可达 100%,优果率 75%~80%,比对照和单施无机肥的处理高 40%。土壤有机质提高后,果实苦痘病及皱皮、裂果率明显降低,施用有机肥的处理约比对照发病率低 7%~8%^[9]。此外,有机质转化过程产生激素,进而影响根系营养吸收和树体的内源激素组成,调节果树生长发育,改善果实品质。

4 结论

土壤有机质是土壤肥力的重要物质基础,能调节土壤养分平衡供应,提高土壤肥力。改善土壤的理化性能,促进团粒结构的形成与稳定,改善三相比,提高土壤结构系数,从而提高土壤向作物供应养分的能力。有机质是土壤所有生物化学过程的枢纽^[4],丰富的土壤有机质可以促进土壤微生物活动旺盛,提高土壤酶的含量与活力,直接影响土壤养分转化。有机质与微生物之间的关系可能是有机质发挥各种效应的核心点,可以进行进一步的研究。

在农业集约化发展的趋势下,特别是在劳动力缺

乏、生产成本不断加大的现状下,科学选择有机肥的种类和施用量,寻找轻量化、高效的有机肥意义重大。

参考文献

- [1] 孙筱楠. 长期不同施肥处理土壤有机质质量的变化[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(15): 126-127.
- [2] 冯世栋, 高宏忠. 对提高黄土高原区苹果园土壤有机质含量的思考[J]. 现代农业科技, 2010(24): 298.
- [3] 王忠和, 李早东, 王义华. 山东省烟台和威海地区果园土壤有机质含量普查分析[J]. 中国果树, 2010(5): 15-17.
- [4] 吴礼树. 土壤肥料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [5] 云玲. 有机肥对土壤理化性质的影响[J]. 农业与技术, 2010, 30(3): 65-66.
- [6] 张永华. 有机肥在农业生产中的应用[J]. 河北农业科学, 2011, 15(3): 54-56.
- [7] 魏先运, 董莉, 赵静名. 谈有机肥料在农业生产中的作用[J]. 职大学报, 2011(2): 80-81.
- [8] 刘林, 张良英. 有机肥在果树栽培中的施用技术[J]. 吉林农业, 2010(9): 90.
- [9] 刘松忠, 张强, 赵昌杰. 果园土壤有机质对土壤特性与果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 21104-21106.
- [10] Quiroga A R, Buschiazzi D E, Peinemann N. Soil compaction is related to management practices in the semiarid Argentine pampas[J]. Soil and Tillage Research, 1999, 52: 21-28.
- [11] 秦钟, 周兆德. 土壤物理性质变化简析[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2012, 20(4): 379-385.
- [12] 赵忠志. 浅谈有机肥在农业生产中的作用[J]. 农村实用科技信息, 2011(7): 23.
- [13] 何振立. 土壤微生物量的测定方法: 现状和展望[J]. 土壤学进展, 1994, 22(4): 36-44.
- [14] 薛峰, 颜廷梅, 杨林章, 等. 施用有机肥对土壤生物性状影响的研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(6): 1372-1377.
- [15] 张焕军, 郁红艳, 丁维新. 长期施用有机无机肥对潮土微生物群落的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3308-3314.
- [16] 刘建玲, 廖文华, 王新军, 等. 大量施用磷肥和有机肥对白菜产量和土壤磷积累的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(10): 2147-2153.
- [17] 杨丽娟, 李天来, 付时丰, 等. 施用有机肥和化肥对菜田土壤酶动态特性的影响[J]. 土壤通报, 2005, 36(2): 223-226.
- [18] 徐祥玉, 孟贵星, 袁家富, 等. 翻压绿肥对植烟土壤活性有机质和土壤酶的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32: 103-107.
- [19] 赵明安. 提高土壤有机质五措施[J]. 土壤肥料, 2010(11): 22.
- [20] 高茂盛, 温晓霞, 黄灵丹, 等. 耕作和秸秆覆盖对苹果园土壤水分及养分的影响[J]. 自然资源学报, 2010, 25(4): 548-555.
- [21] 潘福霞, 鲁剑巍, 刘威, 等. 不同种类绿肥翻压对土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(6): 1359-1364.
- [22] 葛顺峰, 姜远茂, 彭福田, 等. 春季有机肥和化肥配施对苹果园土壤氮挥发的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 5(24): 199-203.
- [23] 唐小明. 有机肥的保水培肥效果及对冬小麦产量的影响[J]. 水土保持研究, 2003, 10(1): 130-132.
- [24] 王生录, 武天云, 邓娟珍. 旱地施用有机肥的保水培肥效果及对冬小麦产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 1996(4): 26-29.
- [25] 秦承来, 尹燕芬, 王波, 等. 施肥对套袋红富士苹果品质的影响[J]. 落叶果树, 2008(2): 10-11.
- [26] 焦蕊, 于丽辰, 贺丽敏, 等. 土壤有机质对“红富士”苹果产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(14): 25-26.

Effects of Soil Organic Matter on Soil Characteristics and Fruit Production and Quality in Apple Orchard

XIA Yan-fei, ZHANG Wen-hui, SHEN Xiang, MAO Zhi-quan, HU Yan-li

(College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, State Key Laboratory for Crop Biology, Tai'an, Shandong 271018)

Abstract: Soil organic matter is the important material base of soil fertility, it plays an important role in fruits production. The function of soil organic matter on the improvement of soil fertility, soil physical and chemical properties of soil and the influence of microorganism and enzyme were introduced in this paper. And also the measures of improve production orchard organic matter content of soil organic nutrition, measures, the way to improve the production and quality of apples were reviewed and summarized.

Key words: soil organic matter; the soil improvement; added measures; production; quality