doi：10.11838/sfsc.1673-6257.24109

不同覆盖基质对火龙果果园土壤性质和作物生长的影响

钟昌宏[1]，赵鹏飞[2]，周义良[1]，段耀威[1]，阮云泽[1]，高　伟[1*]

（1. 海南大学热带农林学院，海南　海口　570228；
2. 海南众联生态农业有限公司，海南　乐东　572500）

摘　要：果园基质覆盖是火龙果生产中常见的栽培技术，对土壤保水保肥具有重要作用。对海南岛内火龙果果园的调研结果表明，生产基地采用的覆盖基质类型各异，而不同基质覆盖如何影响果园土壤以及火龙果生长尚不清楚。以红心火龙果为试验材料，研究了桉树皮、椰丝、羊粪、生物炭和上述 4 种基质混合后覆盖对火龙果果园土壤和地上部生长的影响。研究结果表明：所有基质覆盖处理与不覆盖相比，均能显著提高火龙果产量。试验采样期间不覆盖处理累计产量仅为 1.21 kg/ 株，而 4 种基质混合覆盖处理产量最高，达到 1.96 kg/ 株，较不覆盖处理提高 62%，桉树皮、椰丝、生物炭和羊粪覆盖处理的产量比不覆盖处理分别提高 25%、19%、32% 和 30%。火龙果产量提升与形成果实的花苞数量密切相关，4 种基质混合覆盖处理的总花苞数比不覆盖处理花苞数提高了 69%。土壤方面，4 种基质混合覆盖显著提高了土壤表层 0 ~ 15 cm 的土壤含水量，较不覆盖提高了 103%，其他基质覆盖处理含水量表现为羊粪 > 生物炭 > 桉树皮 > 椰丝。当外界温度较高时，基质覆盖能显著降低土壤温度，4 种基质混合覆盖比不覆盖处理土壤表层温度降低了 3.1℃。土壤养分方面，4 种基质混合处理提高了土壤的有机质、碱解氮和有效磷含量，分别提高 35%、55% 和 33%。火龙果植株中氮、磷、钾营养元素的含量以及根系的重量也均表现为 4 种基质混合覆盖显著高于不覆盖处理。基质覆盖成本和火龙果收益计算结果表明，4 种基质混合覆盖与不覆盖相比，每公顷收入可增加 93360 元。综上，火龙果果园桉树皮、椰丝、羊粪、生物炭基质混合覆盖能有效提高土壤含水量，降低高温时期的土壤表层温度，提高土壤养分含量和植株氮、磷、钾营养元素含量，并对产量提升和效益提升具有明显的促进作用。

关键词：火龙果；基质覆盖；产量

火龙果为仙人掌科量天尺属多年生肉质蔓性攀爬果树，有红龙果、仙人掌果、仙蜜果等多种名称，原产于中美洲热带、亚热带地区，适应性广，结果周期短，观赏性强[1]。目前海南火龙果种植面积超过 1 万 hm^2，年产量约 60 万 t，成为国内最重要的火龙果产区之一。

前期对海南岛 68 家火龙果种植基地（覆盖海口、澄迈、临高、儋州、昌江、东方、乐东、三亚、陵水、万宁、琼海、文昌）的调研发现，不同火龙果种植基地所采用的覆盖基质类型各异，以桉树皮和椰丝为主，其中桉树皮占比 56%，椰丝占比 19%，也有部分基地采用生物炭和羊粪鸡粪等进行覆盖。已有研究表明，不同覆盖基质对作物生长环境以及土壤的影响不同[2]。桉树皮覆盖可以改良土壤并增加土壤肥力，还可以防止杂草生长[3]。椰丝覆盖可以有效地防止风、热、水、冷、盐碱等不利因素对土壤的侵蚀，主要起到物理防护作用[4]。生物炭具有较高的碳氮比，施入土壤后，土壤腐殖质表面官能团会被氧化，氧化后的生物炭具有较高的阳离子交换量，从而起到改良土壤物理结构、提高土壤保水能力的效果[5-6]。羊粪等有机肥覆盖后，土壤全碳、全氮、全磷含量能够显著增加[7]。由此可见，不同基质具有不同的特性，覆盖后必然对环境和土壤的改良产生不同的影响。海南地处我国热带地区，在高温高湿的环境条件下，火龙果果园不同覆盖基质如何影响土壤水、肥、热等因素的变化，对火龙果生长和产量形成有何影响，目前尚不明确。

针对上述问题，本研究以红心火龙果为对象，

收稿日期：2024-03-05；**录用日期：**2024-04-21

基金项目：基于单一作物全产业链的本硕博一体化创新型人才培育暨科研攻关合作项目（RH2100002782）；海南省教育教学改革研究项目（Hnjg2022-6）。

作者简介：钟昌宏（1998-），硕士研究生，研究方向为火龙果覆盖基质优化技术提升。E-mail：1330877342@qq.com。

通讯作者：高伟，E-mail：wei.gao@hainanu.edu.cn。

通过田间试验，探讨在自然条件下不同覆盖基质对火龙果果园土壤和作物生产的影响，为海南火龙果基质覆盖栽培提供理论与技术依据。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验在海南众联生态农业有限公司三合火龙果基地进行，基地位于海南省乐东县尖峰镇翁毛村（18° 64′ ~ 18° 70′ N，108° 72′ ~ 108° 19′ E），年平均气温 23℃，年降水量 1150 mm，属于热带季风气候，主要特点是阳光充足、热量丰富。基地总面积约 55 hm^2，施肥方式为水肥一体化。

1.2　试验方法

试验共设置 6 个处理，分别为不覆盖（CK），桉树皮覆盖（EB，长度为 5 ~ 8 cm 的桉树皮生料）、椰丝覆盖（CS，有机质 83%、N 0.4%、P_2O_5 182.5 mg/kg、K_2O 5759.3 mg/kg）、生物炭覆盖（BC，玉米秸秆生物炭，碳含量 68.2%，N 1.58%）、羊粪覆盖（SM，有机质 24%、N 0.7%、P_2O_5 0.5%、K_2O 0.4%）和 4 种基质混合覆盖（MIX）。试验基质于 2021 年 12 月 20 日铺设，所有基质覆盖处理的覆盖厚度为 6 cm，基质混合覆盖处理（MIX）为 4 种基质按比例每种相同体积混合覆盖，试验期间各处理均未再额外添加任何有机肥。试验材料为生长 3 年的火龙果，种植密度 30000 株 /hm^2。试验设定 4 个重复，随机区组排列，每个重复小区面积为 45 m^2，火龙果种植模式为单排单株，小区长度 17 m，行距为 2.7 m，每个小区火龙果株数为 135 株，每株火龙果的结果枝条数量为 11 ~ 12 条，不同处理间采用相同的枝条管理方式。

1.3　样品采集与测定

覆盖基质 3 个月后，从 2023 年 3—6 月连续 4 个月记录火龙果产量、花苞数、土壤温度和水分。火龙果产量在每个月采摘完及时称重，花苞数在每个月工人还未进行疏花苞前进行统计，土壤温度在下午 13：00 温度最高时用地温计测 0 ~ 15 cm 土壤的温度并记录，土壤含水量在相同时间用土壤水分速测仪进行测量并记录。2023 年 7 月，用土钻和根钻（直径 8 cm，深度 15 cm）采集土壤和根系样品，测量每个处理的养分含量和根系重量，养分含量包括土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾。同时，采集成熟枝条样品，测量植株的氮磷钾含量。2023 年 12 月，测量一批火龙果产量、花苞数、土壤温度和水分，以观察夏天和冬天各项指标的变化。

1.4　数据统计与分析

试验用 Excel 2021 进行数据处理，用 SPSS 20.0 对各数据指标进行单因素方差分析。

2　结果与分析

2.1　不同覆盖基质对火龙果产量和花苞数量的影响

不同基质覆盖对火龙果产量具有显著的影响（图 1A）。4 种基质混合覆盖处理的火龙果总产量最高，5 个月累计的产量为 1.96 kg/ 株，产量最低的是不覆盖处理，其 5 个月累计的产量为 1.21 kg/ 株，二者之间差异显著。4 种基质混合处理的产量比不覆盖处理提高了 62%，比生物炭、羊粪、椰丝和桉树皮覆盖处理分别提高了 23%、24%、29% 和 36%，生物炭、羊粪、椰丝和桉树皮覆盖处理的产量也显著高于不覆盖处理，比不覆盖处理分别提高 32%、30%、25% 和 19%。

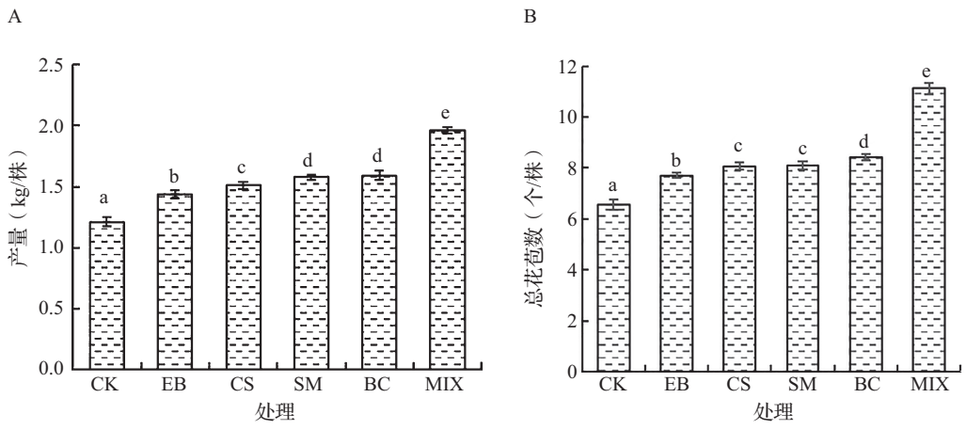

图 1　不同覆盖基质对产量和花苞数的影响

注：图 1 为 3、4、5、6、12 月的总量。柱上小写字母不同表示处理间差异显著（P<0.05）。下同。

基质覆盖对火龙果花苞数同样具有显著影响（图 1B），不同处理间花苞数与产量的表现相似，表现为 4 种基质混合覆盖处理最高，不覆盖处理最低，生物炭、羊粪、椰丝和桉树皮处理介于二者之间。

2.2　不同覆盖基质对土壤温度和含水量的影响

基质覆盖对土壤温度和土壤水分有显著影响（表 1，图 2）。基质覆盖具有明显的降温作用，3—6 月以及 12 月的土壤温度结果表明，所有基质覆盖处理土壤温度均显著低于不覆盖处理，以 5 月份效果最为明显，桉树皮和 4 种基质混合覆盖处理的土壤平均温度比不覆盖处理分别降低了 2.4 和 3.1℃（表 1）。5 个月整体的平均含水量最高的是 4 种基质混合覆盖处理，为 15.36%，显著高于生物炭、羊粪、桉树皮、椰丝覆盖处理（图 2）。不覆盖处理 5 个月平均含水量为 7.57%，显著低于其他 5 种处理。表明上述 4 种基质覆盖处理都可以提高土壤含水量，而 4 种基质混合覆盖处理的效果最好。

表 1　不同覆盖基质对土壤温度的影响　（℃）

处理	3 月	4 月	5 月	6 月	12 月
CK	30.9 ± 0.3e	31.1 ± 0.2d	33.3 ± 0.2d	32.5 ± 0.3e	29.4 ± 0.2c
EB	28.4 ± 0.2a	29.5 ± 0.3b	30.9 ± 0.2b	30.4 ± 0.3b	27.6 ± 0.1a
CS	28.8 ± 0.2b	29.7 ± 0.1b	31.2 ± 0.3c	30.8 ± 0.2c	27.9 ± 0.2b
SM	29.5 ± 0.2d	30.2 ± 0.2c	31.4 ± 0.2c	31.0 ± 0.2c	28.1 ± 0.2b
BC	29.1 ± 0.2c	30.4 ± 0.2c	31.5 ± 0.2c	31.3 ± 0.2d	27.6 ± 0.2a
MIX	28.3 ± 0.3a	28.8 ± 0.2a	30.2 ± 0.2a	29.8 ± 0.2a	27.4 ± 0.2a

注：数据后小写字母不同表示处理间差异显著（$P<0.05$）。下同。

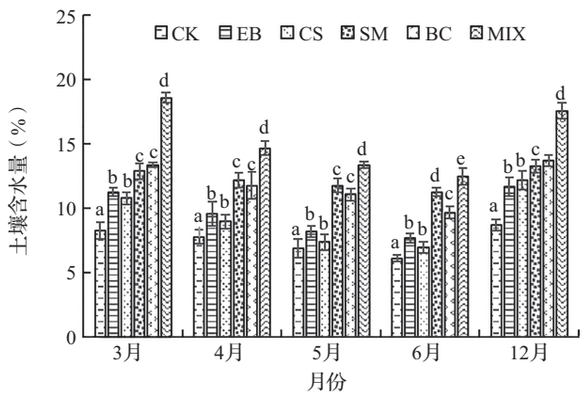

图 2　不同覆盖基质对土壤含水量的影响

2.3　不同覆盖基质对土壤养分的影响

基质覆盖显著影响了土壤有机质、碱解氮、有效磷的含量，土壤速效钾含量各处理间无显著差异（表 2）。生物炭覆盖处理土壤有机质含量最高，达到 4.97%，显著高于羊粪、桉树皮、椰丝覆盖处理。不覆盖处理含量为 3.31%，与桉树皮、椰丝、羊粪覆盖处理无明显差异，表明上述 3 种基质覆盖无法提高土壤有机质含量。4 种基质混合覆盖处理土壤有机质含量为 4.48%，显著高于桉树皮和椰丝覆盖处理，但与生物炭覆盖处理无显著差异。上述结果表明生物炭在提高土壤有机质含量方面具有明显的效果。土壤碱解氮含量和有效磷含量表现为 4 种基质混合覆盖最高，显著高于不覆盖处理，但与其他 4 种基质覆盖处理间无显著差异。

表 2　不同覆盖基质对土壤养分的影响

处理	有机质含量（%）	碱解氮含量（mg/kg）	有效磷含量（mg/kg）	速效钾含量（mg/kg）
CK	3.31 ± 0.98a	62.25 ± 10.33a	361.46 ± 32.32a	160.72 ± 8.24a
EB	3.09 ± 0.65a	79.09 ± 9.91ab	407.19 ± 24.70ab	164.33 ± 23.15a
CS	3.04 ± 0.98a	76.16 ± 6.38ab	433.32 ± 41.11ab	169.33 ± 25.32a
SM	3.59 ± 0.48ab	80.53 ± 3.88ab	428.97 ± 24.69ab	184.03 ± 24.05a
BC	4.97 ± 0.94c	81.29 ± 13.24ab	457.26 ± 15.67ab	165.73 ± 36.61a
MIX	4.48 ± 0.51bc	96.67 ± 6.71b	481.93 ± 33.04b	172.27 ± 27.47a

2.4　不同覆盖基质对火龙果枝条养分含量的影响

基质覆盖显著影响了火龙果枝条氮、磷、钾的含量（图 3）。生物炭覆盖处理火龙果枝条的氮含量最高，达到 17.31 g/kg，显著高于羊粪、桉树皮、椰丝覆盖和不覆盖处理，而不覆盖处理与桉树皮、椰丝、羊粪、4 种基质混合覆盖处理无明显差异（图 3A）。4 种基质混合覆盖处理枝条的氮含量为 15.47 g/kg，显著高于按树皮覆盖处理，与生物炭及椰丝、羊粪覆盖处理无显著差异。火龙果枝条磷含量表现为生物炭和 4 种基质混合覆盖最高，显著高于不覆盖处理，但与其他 3 种基质覆盖无显著差异（图 3B）。4 种基质混合覆盖处理火龙果枝条的钾含量最高，达到 37.35 g/kg，显著高于生物炭、桉树皮、椰丝、羊粪覆盖处理。不覆盖处理含量为 29.74 g/kg，与生物炭、桉树皮、椰丝覆盖处理无明显差异，表明上述 3 种基质覆盖无法提高枝条钾含量（图 3C）。

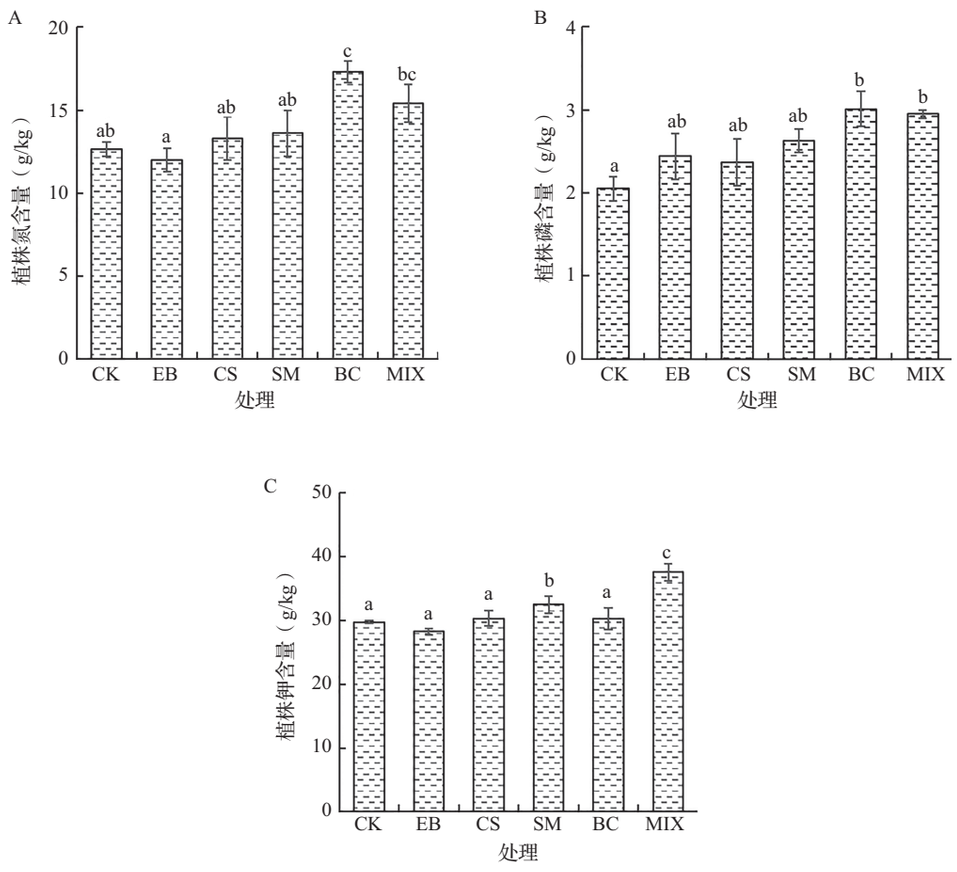

图 3　不同覆盖基质对枝条养分的影响

2.5　不同覆盖基质对土壤下根系生长的影响

基质覆盖对火龙果根系有显著影响（表 3）。不覆盖处理的根系生长最差，重量仅仅为 2.38 g，4 种基质混合覆盖处理的根系生长最好，重量达到 6.25 g，比不覆盖处理提高了 163%，也显著高于桉树皮、椰丝和生物炭，与羊粪覆盖处理无显著差异。其他基质覆盖处理方面，椰丝与不覆盖处理之间根系生长无明显差异，而桉树皮、羊粪和生物炭处理均显著高于不覆盖处理。

表 3　不同覆盖基质对火龙果根系生长的影响

处理	植株根系重量（g）
CK	2.38 ± 1.21a
EB	4.10 ± 1.10b
CS	2.78 ± 1.36a
SM	4.87 ± 1.46bc
BC	4.20 ± 2.17b
MIX	6.25 ± 1.12c

2.6　不同覆盖基质对产量纯收益的影响

基质覆盖对火龙果产量纯收益有显著影响（表4），以火龙果6元/kg的平均价格计算，4种基质混合覆盖处理的产值最高，为352620元/hm^2，最低的为不覆盖处理，为217260元/hm^2，4种基质混合覆盖处理的纯收益比不覆盖处理提高了43%。4种基质混合覆盖处理的纯收益高于生物炭、羊粪、椰丝和桉树皮覆盖处理，分别提高了34%、26%、25%和28%，生物炭、羊粪、椰丝和桉树皮覆盖处理比不覆盖处理分别提高了7%、13%、15%和12%。

表4　不同覆盖基质的经济效益　（元/hm^2）

处理	产值	成本	纯收益	较不覆盖增加纯收益
CK	217260	0	217260	—
EB	258255	15000	243255	25995
CS	271620	22500	249120	31860
SM	283500	37500	246000	28740
BC	286650	54000	232650	15390
MIX	352620	42000	310620	93360

3　讨论

适宜的覆盖基质对作物生长至关重要，可以为植株的生长提供稳定良好的水、肥、气、热环境，从而促进作物生长，提高作物产量[8-9]。本研究中，基质覆盖对火龙果产量有显著的促进作用，桉树皮、椰丝、羊粪和生物炭单独覆盖处理火龙果产量显著高于不覆盖处理，4种基质混合覆盖对产量的提升达到了62%（图1A）。基质覆盖对火龙果产量的促进作用与已有研究中基质覆盖促进马铃薯、小麦、水稻和油菜等作物产量的结果一致[10-11]。火龙果产量提升与花苞数量提升的关系密不可分，本研究中不同基质覆盖的花苞数量与不覆盖相比，平均提高了44%（图1B）。

基质覆盖提高火龙果产量除了与花苞数量的提升有直接关系外，也与其间接改善了土壤环境有关。土壤温度是土壤热状况的综合表现，能够影响土壤生物活动过程[12-14]。火龙果在夏天产量较低的主要原因是夏天土壤受太阳直射而造成温度过高，不利于火龙果生长，采用合适的基质对降低土壤温度具有重要意义。本研究结果表明，基质覆盖降温效果在5月最为明显，4种基质混合覆盖处理的土壤平均温度比不覆盖处理降低了3.1℃，桉树皮、生物炭、羊粪、椰丝覆盖处理的土壤平均温度比不覆盖处理均有1.8 ~ 2.4℃的降温效果（表1）。基质覆盖对于夏季防止土壤温度过高的研究较少，更多集中在春秋等季节对土壤的保温效果[15-17]。

基质覆盖还可以有效提高土壤含水量（图2）。海南夏季温度较高，造成土壤水分大量蒸发，基质覆盖阻碍了水分的蒸发，减少水分的过量散失，对火龙果生长具有重要的作用。本研究结果表明，基质覆盖处理的含水量显著高于不覆盖处理，试验观测期间，4种基质混合覆盖处理5个月土壤的平均含水量为15.36%，不覆盖处理的平均含水量为7.57%，二者间相差约1倍。基质覆盖对土壤的保水作用已有广泛研究，包维斌等[18]的研究表明，添加生物炭可以明显提高旱区土壤持水和保水性能。骆娟[19]在果园基质覆盖效果的研究中发现，椰丝的覆盖能够有效改善土壤上层水分状况，水分含量能从8%提高到约10%。不同基质覆盖处理相比，4种基质混合覆盖处理土壤水分含量最高，可能是由于适量生物炭的添加改变土壤结构，从而影响土壤水分有效性[20-21]，但过量的生物炭添加反而可能降低土壤的保水能力[22]。

基质覆盖影响了火龙果果园土壤的养分含量与火龙果枝条的营养状况。基质覆盖改善了土壤的水热资源，土壤环境更加适宜土壤微生物活动，加速土壤覆盖物的分解，同时地面覆盖也可能降低降水和灌溉产生的土壤养分流失，从而最终提高土壤肥力[23]。本研究中，基质混合覆盖处理显著提高了土壤的有机质、碱解氮和有效磷含量（表2）。土壤养分状况的改善，促进了地上部火龙果枝条养分的吸收，4种基质混合覆盖处理的植株氮、磷、钾含量比不覆盖处理分别提高了35%、44%、27%（图3）。

根系是作物生长的基础，良好的根系生长有助

于作物对土壤水分和养分的吸收[24]。已有研究表明，生物炭添加能够促进番茄根系的发育，提高主根长、主根直径和总根系鲜重[25]。羊粪、玉米秸、稻壳、豆秸等有机物料的覆盖能有效促进苹果树根系生长[26]。本研究中，4 种基质混合覆盖处理的火龙果根系重量比不覆盖处理提高了 163%，桉树皮、椰丝、羊粪和生物炭单独覆盖根系重量也比不覆盖高 72%、17%、105% 和 76%（表 3）。可见，基质覆盖后对火龙果根系生长产生重要的促进作用，这可能与基质覆盖后改变土壤温度、湿度以及土壤肥力状况有重要关系。

4　结论

基质覆盖处理与不覆盖相比，能显著提高火龙果产量。产量提升与形成果实的花苞数量密切相关，4 种基质混合覆盖处理的总花苞数比不覆盖处理花苞数提高了 69%。土壤方面，4 种基质混合覆盖显著提高了土壤表层 0 ~ 15 cm 的土壤含水量，较不覆盖相比提高了 103%，其他基质覆盖处理含水量表现为羊粪 > 生物炭 > 桉树皮 > 椰丝。当外界温度较高时，基质覆盖能显著降低土壤温度，4 种基质混合覆盖比不覆盖处理土壤表层温度降低了 3.1℃。基质覆盖还提高了土壤的肥力，4 种基质混合处理提高了土壤的有机质、碱解氮和有效磷含量，分别提高 35%、55% 和 33%。火龙果植株中氮、磷、钾营养元素的含量以及根系的重量也均表现为 4 种基质混合覆盖显著高于不覆盖处理。综上，火龙果果园桉树皮、椰丝、羊粪、生物炭基质混合覆盖能有效提高土壤含水量，降低高温时期的土壤表层温度，提高土壤养分含量和植株氮、磷、钾等营养元素含量，并对产量提升和效益提升具有明显的促进作用。

参考文献：

[1] 段志坤. 火龙果的生长特性及其设施栽培技术[J]. 果树实用技术与信息，2022（10）：27-32.

[2] 胥生荣，张恩和，马瑞丽，等. 不同覆盖措施对枸杞根系生长和土壤环境的影响[J]. 中国生态农业学报，2018，26（12）：1802-1810.

[3] 陈祥，包兵，胡艳燕. 不同覆盖物对绿地土壤和杂草的影响[J]. 北方园艺，2012（13）：83-86.

[4] 刘威，孙海龙，李绍才，等. 加筋纤维类型及用量对薄层土壤抗剪强度的影响[J]. 中国水土保持，2011（10）：58-60.

[5] Liang B，Lehmann J，Solomon D，et al. Black carbon increases cation exchange capacity in soils[J]. Soil Science Society of America Journal，2006，70（5）：1719-1730.

[6] Bridle T R，Pritchard D. Energy and nutrient recovery from sewage sludge via pyrolysis[J]. Water Science & Technology，2004，50（9）：169-175.

[7] 刘子衡. 施用羊粪对小黑麦、青贮玉米产量品质和土壤肥力的影响[D]. 合肥：安徽农业大学，2018.

[8] 吴婕，朱钟麟，郑家国，等. 秸秆覆盖还田对土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 西南农业学报，2006，19（2）：192-195.

[9] 黄洪明，吴美娟，汪暖，等. 不同基质育秧对水稻机插秧苗素质和产量的影响[J]. 中国农学通报，2014，30（15）：163-167.

[10] 王树鹏，王博，于宏祥，等. 不同配方基质对日光温室辣椒果实品质及产量的影响[J]. 中国农学通报，2015，31（10）：63-68.

[11] 赵珊珊，张忠辉，杨雨春，等. 作物秸秆与土壤混合栽培基质对越橘生物量的影响[J]. 吉林林业科技，2012，41（5）：15-18，38.

[12] 肖辉林，郑习健. 土壤变暖对土壤微生物活性的影响[J]. 土壤与环境，2001，10（2）：138-142.

[13] 吕丽平，刘国栋，王登峰，等. 不同温湿条件对土壤微生物量碳的影响[J]. 南方农业学报，2013，44（10）：1671-1676.

[14] 谢龙莲，陈秋波，王真辉，等. 环境变化对土壤微生物的影响[J]. 热带农业科学，2004，24（3）：39-47.

[15] 许树宁，吴建明，黄杏，等. 不同地膜覆盖对土壤温度、水分及甘蔗生长和产量的影响[J]. 南方农业学报，2015，45（12）：2137-2142.

[16] 匡恩俊，韩锦泽，宿庆瑞，等. 不同材料覆盖对土壤温度、水分及玉米水分利用效率的影响[J]. 黑龙江农业科学，2016（6）：26-30.

[17] 姚健，王丁，张显松，等. 不同地表覆盖方式对土壤水分，温度及幼苗生长的影响[J]. 南京林业大学学报（自然科学版），2009，33（5）：7-11.

[18] 包维斌，白一茹，赵云鹏，等. 生物炭添加对宁夏中部旱区土壤水分入渗及持水性的影响[J]. 土壤通报，2018，49（6）：1326-1332.

[19] 骆娟. 地面覆盖处理对海南火龙果园土壤微环境及树体生长的影响[D]. 海口：海南大学，2019.

[20] Lehmann J，Kern D，German L，et al. Soil fertility and production potential[M]//Amazonian dark earths：origin properties managment. Dordrecht：Springer，2003：105-124.

[21] Tryon E. Effect of charcoal on certain physical，chemical，and biological properties of forest soils[J]. Ecological Monographs，1948，18：81-115.

[22] 陈进勇，朱莹，赵世伟. 有机覆盖物对土壤温湿度的影响研究[J]. 中国园林，2018，34（1）：131-135.

[23] 宋秋华，李凤民，王俊，等. 覆膜对春小麦农田微生物数量和土壤养分的影响[J]. 生态学报，2002，22（12）：2125-2132.

［24］ 米国华，陈范骏，吴秋平，等. 玉米高效吸收氮素的理想根构型［J］. 中国科学：生命科学，2010，40（12）：1112–1116.
［25］ 勾芒芒，屈忠义. 土壤中施用生物炭对番茄根系特征及产量的影响［J］. 生态环境学报，2013，22（8）：1348–1352.
［26］ 王鹏程. 有机物料覆盖对苹果园土壤性状及树体生长发育的影响［D］. 北京：中国农业科学院，2014.

Effects of different covering substrates on soil properties and crop growth in dragon fruit orchards

ZHONG Chang-hong[1]，ZHAO Peng-fei[2]，ZHOU Yi-liang[1]，DUAN Yao-wei[1]，RUAN Yun-ze[1]，GAO Wei[1*]（1. Tropical Agriculture and Forestry College of Hainan University，Haikou Hainan 570228；2. Hainan Zhonglian Ecological Agriculture Co. Ltd.，Ledong Hainan 572500）

Abstract：Orchard substrate covering is a common cultivation technique in dragon fruit production，playing a crucial role in soil moisture retention and fertility. Research on dragon fruit orchards in Hainan island indicates that diverse types of covering substrates are used in production bases，yet the impact of different substrate coverings on soil and dragon fruit growth remains unclear. Using red dragon fruit as the experimental material，this study investigated the effects of covering with eucalyptus bark，coconut coir，sheep manure，biochar，and a mixture of these four substrates on soil and aboveground growth in dragon fruit orchards. Results showed that all substrate covering treatments significantly increased dragon fruit yield compared to non-covering treatment. The cumulative yield during the experiment for non-covering treatment was only 1.21 kg/plant，while the highest yield was achieved with the mixture of four substrates，reaching 1.96 kg/plant，a 62% increase over the non-covering treatment. Eucalyptus bark，coconut coir，biochar，and sheep manure coverings increased yield by 25%，19%，32%，and 30%，respectively，compared to non-covering. The increase in dragon fruit yield was closely related to the number of flower buds forming fruit；the total number of flower buds for the mixture of four substrates was 69% higher than that for the non-covering treatment. Regarding soil，the mixture of four substrates significantly increased soil moisture content in the surface layer（0–15 cm），showing a 103% increase compared to non-covering. Other substrate covering treatments ranked in terms of moisture content as follows：sheep manure>biochar>eucalyptus bark>coconut coir. During periods of high external temperatures，substrate covering significantly reduced soil temperature，with the surface temperature of the mixture of four substrates decreasing by 3.1℃ compared to non-covering. In terms of soil nutrients，the mixture of four substrates increased soil organic matter，alkaline nitrogen，and available phosphorus content by 35%，55% and 33%，respectively. Nutrient elements such as nitrogen，phosphorus，and potassium in dragon fruit plants and the weight of the root system were also significantly higher in the mixture of four substrates compared to non-covering. Cost and revenue calculations for substrate covering showed that the mixture of four substrates increased income by 93360 yuan per hectare compared to non-covering. In conclusion，the mixture of eucalyptus bark，coconut coir，sheep manure，and biochar substrate covering in dragon fruit orchards effectively increased soil moisture content，lowered surface soil temperature during periods of high heat，enhanced soil nutrient levels，and nutrient elements in plants such as nitrogen，phosphorus，and potassium，thereby promoting the increase of yield and profitability.

Key words：dragon fruit；substrate covering；yield