江苏省地方标准

《果园废弃物肥料化利用技术规程》

编 制 说 明

一、目的意义

果树在我省农业产业结构中占有较大比重，近年来葡萄、桃、梨、苹果等果树得到快速发展，年种植面积约300万亩，产量近1000万吨。每年因枝条修剪及废弃果的弃置造成严重的养分流失，其携带的病原菌及虫卵等也加大了环境问题。一方面，修剪枝条通常被弃置或直接覆盖树下，但由于枝条木质化程度高，直接覆盖难以降解，以及其携带的病原菌与虫卵易造成病虫害的再次传播，限制了直接还园技术的推广应用。另一方面，我省目前对于果树落叶和废弃果处理方法主要为翻埋还园，但这种处理方式不能阻断其携带的大量病虫传播，养分的再利用效率也较低。通过对果树修剪枝条、落叶和废弃果等果园废弃物的肥料化利用，可以有效解决上述问题，使其变废为宝，同时能够改良果园土壤，提高土壤固碳能力和肥效，有利于果园生态改善和果品绿色生产，是我省果业绿色低碳发展的重要途径，符合现阶段国内外果园管理发展趋势。

在果园废弃物的利用方面，目前陕西、甘肃、山西等省份均已颁布果树枝条再利用的地方标准，但这些省份主要为我国北方地区，堆肥的环境条件与我省有一定差别，实际操作中不能照搬使用。自承担国家梨产业技术体系养分管理岗位工作以来，一直致力于果园废弃物的资源化利用研究，在果树修剪枝条、落叶和废弃果的肥料化利用方面开展了系统的研究，总结了相关技术，目前技术成熟，已在省内外推广应用，取得了良好效果，发展前景广阔[4]。

本标准针对枝条、落叶和废弃果的特征，利用微生物发酵技术，实现果园废弃物的肥料化和再利用。本标准的实施将有效提升我省果园土壤有机质含量，并能改善果树根际微生物区系，保障树体健康生长，同时提升果实品质，产生显著的经济、生态及社会效益。

二、任务来源

根据江苏省市场监督管理局于2023年8月4日下发《省市场监管局关于下达 2023 年度江苏省地方标准项目计划的通知》（苏市监标〔2023〕173 号），其中将《果园废弃物肥料化利用技术规程》列为2023年度江苏省农业农村厅地方标准制定计划。南京农业大学为标准编制的承担单位，参编单位有江苏省农业科学院、江苏农林职业技术学院、江苏省耕地质量与农业环境保护站、江苏常熟市农业技术推广中心组成标准编制组。

1. 编制过程

**1、预研阶段**

2009年1月至2021年12月，获得国家梨产业技术体系土壤肥料岗位科学家、养分管理岗位科学家经费支持，开展高效降解木质纤维素的微生物菌株筛选、修剪枝条生物发酵制作堆肥过程、枝条堆肥田间施用以及废弃果发酵的试验示范工作。

2022年1月至2022年12月，查阅文献、收集国际、国家和行业标准。基于试验研究和数据调查分析，形成标准研究报告，起草标准草案。

2023年1月，省市场监管局印发《2023年度江苏省地方标准申报指南》通知。联系协作单位，成立标准研究工作组，撰写项目建议书和标准草案。

2023年3月，由南京农业大学向江苏省园艺标准化技术委员会秘书处提交本标准立项建议书和标准草案，由江苏省园艺标准化技术委员会向江苏省市场监督管理局提交本标准立项建议书和标准草案。

**2、立项阶段**

2023年7月江苏省市场监督管理局下达《关于2023年度拟立项江苏省地方标准项目名单》公示，8月4日下达《2023 年度江苏省地方标准制定项目计划》，其中《果园废弃物肥料化利用技术规程》列为2023年度江苏省地方标准制定计划，由南京农业大学等承担起草工作。

**3、制定标准编制草案**

2023年9月南京农业大学召开《果园废弃物肥料化利用技术规程》工作组研讨会，会同江苏省农业科学院、江苏农林职业技术学院、江苏省耕地质量与农业环境保护站、江苏常熟市农业技术推广中心联合成立标准编制组，确定了主要标准制定原则、制定大纲、人员分工、进度计划及实施方案，确定《果园废弃物肥料化利用技术规程》标准框架。编制组依据标准编制实施方案及职责分工，通过资料收集、调查研究与分析等工作，认真开展了标准初稿的编制工作，于2023年9月完成了标准初稿的编制。

**4、标准研讨**

2023年10月通过研讨和专家咨询，发现了标准初稿中存在的问题，提出了相关建议，编制组通过进一步的资料收集和专家咨询，对标准的内容、框架、格式等进行了修改、补充和完善，并对标准内容进行了修改，补充更新了规范性引用文件，对术语和定义进行了部分更正和补充、调整，形成标准征求意见稿并编写编制说明。

**5、制定标准编制征求意见稿**

为广泛征求意见，于2023年12月，标准编制组将本标准的征求意见稿下发至江苏省农业农村厅及各级单位，合计发送10个单位，收到“征求意见稿”后回函并有建议或意见的单位数10个，包括68条意见或建议，其中采纳26个、部分采纳5个；未采纳37个。标准编制组对征集到的意见和建议逐条研究，修改完善标准文本，形成标准报批稿，上报江苏省市场监督管理局，等待审查。

**6、终审**

2024年11月13日下午，江苏省市场监管局标准化管理处组织7位专家对由南京农业大学等单位承担的《果园废弃物肥料化利用技术规范》地方标准进行了审查。评审专家组一致同意通过审查，并提出了12条审查意见，编制组采纳了12条。项目组根据专家意见对技术规程和编制说明进行修改，形成最终文件。

四、主要内容技术指标确立

本标准详细规定了江苏省葡萄、桃、梨、苹果等果园修剪枝条及废弃果肥料化利用的技术规程，包括术语和定义、场地选择、废弃物收集、肥料化处理、堆肥施用以及废弃果发酵液施用等关键技术要求。明确了果园废弃物的定义，涉及枝条、废弃果和落叶等，并阐述了肥料化过程，即通过堆肥、发酵等措施将这些有机废弃物转变为有机肥料，以提供植物养分及改良土壤。涵盖了枝条的粉碎、碳氮比和含水量的调节、接种专用发酵菌剂、砌堆、测温和翻堆等步骤，以及落叶和废弃果的收集、发酵和施用方法，旨在提高土壤有机质含量，改善土壤微生物区系，促进果树健康生长，提升果实品质，并实现废弃物的资源化利用，产生经济、生态及社会效益。

本标准确定的原则是切合实际、措施具体、操作简便、文字简明。主要技术指标来源于标准起草人员工作积累，并经提炼论证，具有科学性、实用性和指导性。同时，对本标准中涉及的关键技术进行了试验验证，明确了果园废弃物肥料化利用的参数和效果。

1. 主要试验或验证的内容

自2009年以来，以梨园修剪枝条及废弃梨果为主要研究对象开展了果园废弃物肥料化利用，相关研究成果获得国家梨产业技术体系岗位专家经费、江苏省重点研发项目的支持，在江苏高淳、句容、南京市江宁区及省外多个地方得到了推广应用。

1. **枝条堆肥过程**

将修剪的枝条用粉碎机粉碎成0.5 cm～1.0 cm的碎屑，按20%～30%比例（质量比）加入新鲜畜禽粪便，调节物料碳氮比至25～30（也可加5%的稀尿素溶液调节），将相对含水量调整到55%～60%，加入0.1%～0.2%的专用发酵菌剂（购自市场），充分搅拌使物料和菌剂混和均匀。采用条垛形堆肥，底宽2 m～3 m，堆高1.5 m～2 m，堆长不限，堆体断面呈梯形，堆体用塑料膜覆盖以保持温度和水分。砌堆72 h后，每天测量肥堆表层下20 cm左右处温度及环境温度，每次选择4～5个不同的位置测定并求平均值。堆肥初期每隔3～5天采样测定堆体含水率。结合温度和含水率情况进行翻堆补水，使堆体内有充足的氧气，并使含水率保持在50%以上。下面以200 kg枝条为例说明堆肥过程中的温度及物质的变化。

**1.1堆体温度与含水量的变化**

堆肥过程中根据堆体的平均温度、水分含量及枝条腐解程度进行翻堆补水（第20天、40天、50天）和补充尿素（第40天）。如图1所示，整个堆肥过程中包含3个典型阶段：初始中温阶段（温度< 50℃）、高温阶段（温度> 50℃）、降温阶段和腐熟阶段。第3天时堆体温度大于50℃，达到高温阶段。堆肥第40天补加尿素后堆肥温度逐渐升高，在第70天之后堆体温度迅速下降至40℃以下，枝条颜色呈黑褐色。整个堆肥过程中，高温期持续41天。堆肥过程中，堆体含水量变化趋势基本一致，均维持在50%左右。本次试验由于肥堆较小影响了发酵温度升高，如按正常底宽2 m～3 m，堆高1.5 m～2 m标准建堆，升温期可以达到60度以上，从堆肥开始到腐熟的时间为50 d～60 d。

**1.2堆体NH4+-N与NO3--N含量变化**

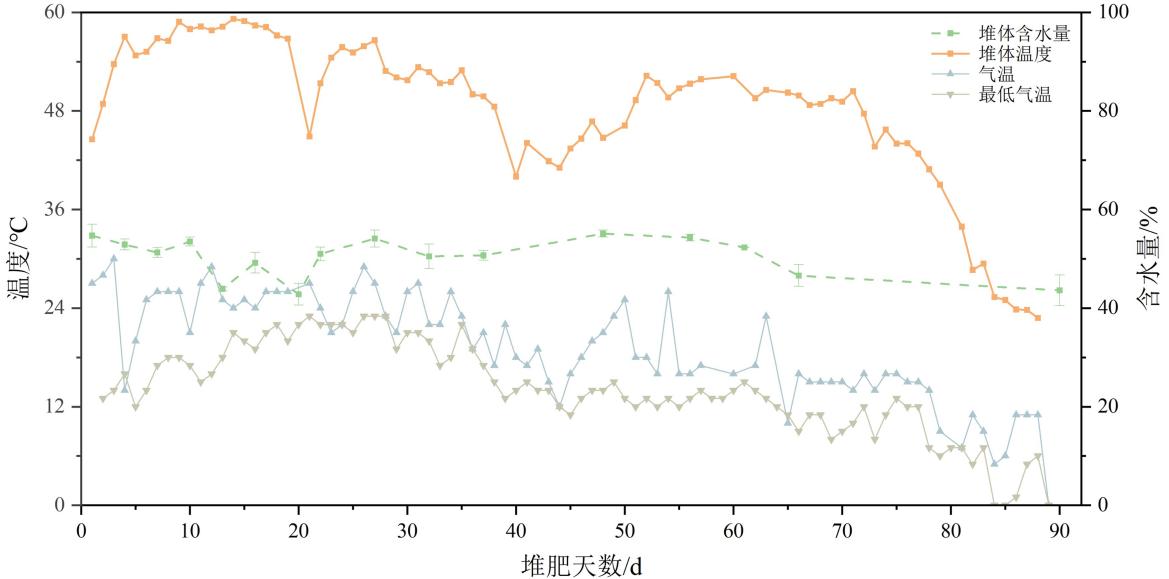


图1 堆肥过程中含水量及温度的变化

如图2A所示，整个堆肥过程中NH4+-N含量先升高后降低，在升温期达到峰值分别为202.60 mg/kg；补加尿素后堆体NH4+-N含量先升高，随后在稳定期降低。相比堆肥初始阶段，堆肥结束时NH4+-N含量分别降低25.0%。在补加尿素前，堆肥NO3--N含量较低；补加尿素后，NO3--N含量先升高后降低。堆肥结束时，堆体中NO3--N含量分别为0.45 mg/kg。

**1.3水溶性总碳、总氮含量**

在补加尿素之前，堆体中水溶性总碳呈逐渐降低趋势，补加尿素后逐渐升高，随着堆肥时间加长，水溶性总碳含量逐渐升高（图2B）。在整个堆肥过程中，堆体中可溶性总氮含量先升高后降低，补加尿素后继续升高后降低，堆肥结束时总氮含量分别为2.38 mg/kg。

B

A

A

图2 堆肥过程中NH4+-N、NO3--N、水溶性总碳及总氮变化

**1.4堆体pH、EC及种子发芽指数变化**

堆肥过程中pH总体上乘先升高后降低变化趋势（图3A），堆肥结束后pH为8.93。在堆肥过程中，堆体EC先降低后升高，在高温期最低为1.75 ms/cm。在堆肥稳定期，堆肥发芽指数（GI，图3B）从117%降低至86%，高于85%，达到堆肥腐熟要求。

B

A

图3 堆肥过程中堆体pH、EC及发芽指数（GI）的变化

**1.5枝条堆肥的施用效果**

**1.5.1田间试验布置**

试验于2012年～2015年在甘肃省白银市景泰县条山农场梨园进行[5-7]。试验所用枝条堆肥为梨树修剪枝条粉碎后加入发酵菌剂和新鲜羊粪发酵腐熟后制成。羊粪处理中的羊粪为当地腐熟的羊粪，两种材料的主要养分含量见表1。以等有机质为原则，设置羊粪和枝条堆肥两个处理，同时以纯化肥作为对照。各处理中用化肥补足氮、磷、钾，使之等量。每个处理15棵树。供试梨园采用1行黄冠-2行早酥的种植方式，株行距为2 m×4 m。梨园土壤为砂质土，pH 8.06，有机质12.5 g/kg，碱解氮36.75 mg/kg，速效磷18.5 mg/kg，速效钾126.25 mg/kg。

表1 羊粪与枝条堆肥的主要养分含量（%）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 | 有机质 | 全氮 | 全磷 | 全钾 |
| 羊粪 | 25.21±0.85 | 0.71±0.01 | 0.21±0.01 | 1.80±0.02 |
| 枝条堆肥 | 62.35±2.16 | 1.10±0.03 | 0.14±0.00 | 0.79±0.01 |

**1.5.2对果实产量及硬度等指标的影响**

由表2可知，2013年枝条堆肥处理的果实单果重显著高于羊粪处理，分别较单施化肥和羊粪处理提高3.3 %和7.7 %，受单株挂果数量影响，其产量分别增加47.3 %和42.7 %；硬度显著低于化肥处理，果型指数无显著差异。2014年由于受倒春寒的影响，挂果数锐减，各处理产量在26.5～34.9 t/ha范围内，较上一年减产45.7～54.1 %，但各处理的果实单果重较上一年整体增加17.7 %～27.5 %。枝条堆肥处理的单果重显著高于单施化肥和羊粪处理，分别较二者提高11.9 %和10.0 %，其产量仍显著高于化肥处理，较化肥处理高31.7 %，与羊粪处理未达到差异显著水平。

表2 修剪枝条堆肥对梨产量及硬度等指标的影响

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 2013 | | | | 2014 | | | |
| 产量  （t/ha） | 单果重  (g) | 果型  指数 | 硬度(1b·cm-2) | 产量  （t/ha） | 单果重  (g) | 果型  指数 | 硬度 (1b·cm-2) |
| 化肥 | 51.53±10.34b | 243±6.05ab | 1.30±0.01a | 9.02±0.54a | 26.46±0.42b | 286±2.03b | 1.16±0.02a | 7.57±0.27a |
| 羊粪 | 53.18±2.37b | 233±3.06b | 1.25±0.02a | 8.14±0.11ab | 28.88±2.65ab | 291±11.0b | 1.16±0.02a | 7.15±0.17a |
| 枝条堆肥 | 75.91±9.41a | 251±1.64a | 1.33±0.03a | 7.88±0.21b | 34.86±2.91a | 320±8.44a | 1.20±0.02a | 7.56±0.31a |

注:同一列数值后字母不同表示处理间差异显著（*P＜0.05*）。下同

**1.5.3对果实品质的影响**

如表3所示，2013年枝条堆肥处理的可溶性糖含量显著高于羊粪处理，较羊粪处理提高6.6%，可溶性固形物、可滴定酸含量及糖酸比指标各处理间均无显著差异。2014年三个处理间可溶性固形物和可溶性糖含量无显著差异，相较化肥处理，枝条堆肥和养分处理可滴定酸含量降低，糖酸比增加。

表3 修剪枝条堆肥对梨果实品质的影响

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 2013 | | | | 2014 | | | |
| 可溶性固形物 | 可溶性糖 | 可滴定酸 | 糖/酸 | 可溶性固形物 | 可溶性糖 | 可滴定酸 | 糖/酸 |
| (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 化肥 | 10.3±0.04a | 12.3±0.38ab | 0.182±0.010a | 67.9±1.57a | 11.1±0.15a | 13.2±0.48a | 0.201±0.004a | 66.3±0.96b |
| 羊粪 | 10.1±0.24a | 12.2±0.05b | 0.179±0.013a | 68.6±4.46a | 10.8±0.13a | 12.6±0.33a | 0.167±0.009b | 73.3±1.33a |
| 枝条堆肥 | 10.6±0.51a | 13.0±0.15a | 0.186±0.023a | 72.2±9.51a | 11.2±0.26a | 13.1±0.90a | 0.187±0.007ab | 69.9±2.91ab |

**1.5.4对梨树根系形态的影响**

2015年10月，采用壕沟分层分段采掘法[8]于每个处理中选取1株代表平均生长势的梨树，以长40 cm、宽40 cm、高30 cm为土壤单元，在梨树正南面距树干10 cm处连续挖掘长200 cm、宽40 cm、深150 cm的壕沟。将各土壤单元中的根系挑出，去除样品中杂物、死根后，调查根系形态等指标。利用根系分析软件对根系形态指标进行分析，换算为整个剖面的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数和平均直径。

由表4可知，根系的总根长、总根表面积、根尖数及平均直径受不同施肥方式的影响，表现为枝条堆肥高于羊粪处理、羊粪处理高于化肥处理。枝条堆肥处理显著促进了根系的生长，表现在总根长、总表面积和根尖数分别是化肥处理的1.69倍、1.56倍和1.73倍。

表4 修剪枝条堆肥对梨树根系形态的影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 总根长  (m·section-1) | 总表面积  (m2·section-1) | 总体积  (cm3·section-1) | 根尖数  (104No.∙section-1) | 平均直径  (mm·section-1) |
| 化肥 | 421.88±34.66b | 0.72±0.21b | 179.96±107.04a | 31.24±4.32b | 2.64±0.70a |
| 羊粪 | 772.27±114.63a | 1.24±0.11a | 217.38±34.42a | 62.36±7.80a | 3.07±0.58a |
| 枝条堆肥 | 716.72±188.32a | 1.13±0.28a | 166.98±32.58a | 54.09±14.76a | 2.64±0.33a |

1. **废弃果发酵**

于果实收获后收集葡萄、桃、梨、苹果等废弃果、落果及病虫果，切成3cm以下小块。以废弃果块、糖蜜及清水为原料，按废弃果块︰糖蜜︰清水=10 kg∶0.5 L∶20 kg混和，添加0.5%发酵菌剂，装入50 L塑料桶内，置于遮阴通风处进行发酵，每2天放气并充分搅拌5分钟。试验中采用的两种发酵菌剂均购自市场，其中菌剂1与1.1枝条堆肥过程中加入的菌剂相同。观察果块变化，约7～8周完成发酵。发酵结束时，没有明显的果块，溶液呈棕褐色。取上层清液离心后测定各种矿质元素含量。如表5所示，两种菌剂处理下，上清液中各种元素含量基本一致。根据正常果实中钾钙镁等含量数据，推测废弃果中这些养分已完全释放到液体中。

表5 不同菌剂处理对梨废弃果发酵液中养分含量的影响（mg/kg）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | K | Ca | Mg | P | Fe | Mn | Cu | Zn | B |
| 发酵菌剂1 | 791.3±102.1 | 94.7±13.6 | 103.6±0.3 | 16.6±2.7 | 4.3±0.1 | 1.2±0.01 | 0.1±0.01 | 1.4±0.01 | 1.3±0.01 |
| 发酵菌剂2 | 749.1±67.3 | 86.7±2.3 | 76.9±4.6 | 15.6±12 | 7.6±0.7 | 1.4±0.1 | 0.1±0.01 | 1.2±0.2 | 1.8±0.1 |

**五、重大分歧意见的处理过程和依据**

无重大分歧意见

**六、与相关法律法规和标准的关系**

该标准的制定将规范我省果园因修剪、更新等产生的枝条废弃物等肥料化利用的技术与方法，有助于实现枝条中难分解有机物质的快速降解与腐殖质的形成，同时可利用腐熟时的高温杀死病原菌和虫卵，还园后能改良果园土壤，增加土壤有机质，而且可以循环利用钾素和钙镁铁等中微量元素，解决养分缺乏问题。果树施用废弃果发酵液肥，不但能充分利用废弃果实中的碳水化合物等有机物，而且能改变土壤微生物区系，有利于果实品质提升。

**七、推广实施建议**

本标准拟在省级主管部门、技术推广部门的支持和协助下发到各个果树种植市县，通过会议、讲座、培训、多媒体、手机及互联网平台交流等形式开展宣贯活动，倡导广大果农和技术人员积极使用该标准开展绿色果品种植。

**八、起草单位和起草人员信息及分工**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位名称 | 职务/职称 | 项目 分工 | 标准化工作经历 |
| 1 | 董彩霞 | 南京农业大学 | 教授 | 总体规划设计与初稿起草 | 作为地方标准《DB32∕T 3793-2020 太湖流域果园面源污染综合防控》制定征求意见专家 |
| 2 | 徐阳春 | 南京农业大学 | 教授 | 总体规划设计 | 全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会委员（2009年-2020年）；参与畜禽粪便堆肥技术规范NY/T3442-2019标准制定，有机肥料NY525-2012标准制定 |
| 3 | 杨天杰 | 南京农业大学 | 副教授 | 标准宣传推广 | 无 |
| 4 | 王中华 | 江苏省农科院果树所 | 副研究员 | 标准宣传推广 | 无 |
| 5 | 汤英 | 江苏农林职业技术学院 | 讲师 | 标准宣传推广 | 参与制定江苏地方标准1项（已立项） |
| 6 | 马艳 | 江苏省农科院资环所 | 所长/研究员 | 标准宣传推广 | 主持制定省地方标准2项 |
| 7 | 王炫清 | 江苏省农科院资环所 | 助理研究员 | 标准宣传推广 | 无 |
| 8 | 姜海波 | 江苏省耕地质量与农业环境保护站 | 农艺师 | 标准宣传推广 | 参与制定江苏地方标准1项（已立项） |
| 9 | 潘云俊 | 江苏常熟市农业技术推广中心 | 副主任/高级农艺师 | 标准宣传推广 | 无 |