

烟杆腐解速率及养分释放规律研究^①

刘炎红¹, 姜超强², 沈嘉², 李田³, 汪文杰³, 崔权仁², 竟丽丽², 祖朝龙^{2*}

(1 安徽省烟草公司, 合肥 230071; 2 安徽省农业科学院烟草研究所, 合肥 230031; 3 安徽省烟草公司池州市公司, 安徽池州 247000)

摘要: 利用安徽省池州市东至县典型烟田土壤, 采用尼龙网袋法研究了烟杆还田后的腐解速率及养分释放规律。结果表明, 烟杆还田后, 腐解速率表现为前期快、后期慢。试验期间(120 d), 常规还田、添加白云石粉和生石灰还田烟杆的累计腐解率分别为 56%、53% 和 49%。各处理烟杆还田的养分释放率均为钾>磷>氮。烟杆还田前 15 d 内, 钾的释放达到 88%, 磷的释放率为 76%, 而氮的释放率仅为 53%。烟杆还田对土壤 pH 有显著影响, 在整个腐解过程中生石灰和白云石粉处理土壤 pH 均显著高于常规还田和还不还田处理。烟杆还田显著增加土壤速效钾的含量, 较不还田提高 47%。由烟杆腐解特点和养分释放的规律可见, 烟杆中的钾是水浸提的速效钾, 水稻推荐施肥量中可考虑减去(或部分减去)所用烟杆的钾含量。

关键词: 烟杆还田; 腐解速率; 养分释放; 稻田

中图分类号: S141.4 **文献标识码:** A

我国是秸秆产量大国, 主要作物秸秆种类有近 20 种, 占世界秸秆资源产量的 25% 左右^[1]。且随着农作物产量的提高, 秸秆产量持续增长。烟杆是我国大量而普遍存在的有机物料, 近年来我国烟叶产量约 450~500 万 t, 按 1:1 推算烟杆年产约 450~500 万 t, 是一种重要的有机钾肥资源^[2-3]。烟杆中含 N 14.4 g/kg、P₂O₅ 16.9 g/kg、K₂O 18.8 g/kg^[2-3], 其合理还田可能进一步提升农田氮磷营养, 从而大幅降低晚稻肥料投入成本, 增加农民收益。据我们对我国南方不同烟稻轮作区的调查, 出于防止病原菌考虑, 当前生产规程要求晚稻种植前将烟杆清除出田。但是, 由于烟草户均种植规模增大、腾茬播种晚稻的时间紧张和用工成本高等因素的制约, 在烟-稻轮作区烟杆直接还田的现象普遍存在。因此, 加速还田烟杆的腐解, 促进烟杆养分有效释放, 对烟杆还田与化肥的合理配施有着重要的意义^[4-5]。然而, 虽然有将烟杆制成生物有机肥的研究报道^[6-9], 但有关烟杆直接还田后腐解特征及其养分释放方面的报道甚少。

目前, 研究秸秆腐解的方法主要有模拟培养法^[10]、同位素标记示踪法^[11]、砂管滤法^[12]和尼龙网袋法^[13]等。采用尼龙袋法是将秸秆装入尼龙网袋内置于田间土壤中, 通过定期取样测定分析秸秆重量和养分, 从而了解秸秆腐解及其养分释放的情况^[4]。尼龙网袋法

因其对田间水分的影响小, 袋内水分状况接近田间实际情况, 能够较为真实地模拟秸秆的实际腐解情况, 这一技术已成为研究还田条件下烟杆的腐解和养分释放速度和规律普遍采用的方法。为此, 本研究以皖南烟区烟杆为研究对象, 采用尼龙网袋法研究烟杆还田后的腐解特征和养分释放规律, 以为烟杆资源的合理利用和烟后稻田养分科学管理提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤采自安徽省池州市东至县张溪镇典型烟稻轮作农田, 为简育水耕人为土(水稻土), 烟草收获后采集土壤样品。土样基本理化性质: pH 6.32, 有机质、全氮、全钾分别为 17.82、0.92 和 9.84 g/kg, 碱解氮、速效钾、缓效钾分别为 100.16、100.79 和 292.14 mg/kg。

供试烟杆于收获后采集, 切成长约 10 cm 的小段还田备用, 同时取混合样品测定烟杆养分含量。烟杆全氮、磷、钾含量分别为 9.67、1.78 和 14.93 g/kg。

1.2 试验设计

烟杆腐解试验在盆栽培养条件下采用尼龙网袋法^[4]进行, 尼龙网袋规格为 35 cm × 25 cm(长 × 宽),

基金项目: 安徽省烟草公司科技项目(20140551004)和安徽省农业科学院院长青年基金项目(14B0945)资助。

* 通讯作者(lcz2468@sina.com)

作者简介: 刘炎红(1965—), 男, 安徽太和人, 农艺师, 主要从事优质烟叶生产技术与管理的研究。E-mail: liuyanhong1965@sina.com

孔径为 1 mm。盆栽培养试验共设 3 个处理,即 St(烟杆还田)、St+D(烟杆还田+白云石粉)和 St+L(烟杆还田+生石灰)。将上述风干、压碎和过筛后的土壤装入直径和高度分别为 30 cm 和 30 cm 的聚乙烯塑料桶中,每盆装土 20 kg。生石灰(CaO,分析纯)和白云石粉(pH 8.50, 阳离子交换量 0.01 cmol/kg, Ca 220 g/kg, Mg 124 g/kg)用量均为每盆 13.3 g(每亩施用量 100 kg, 根据土壤重量换算)。装盘前将生石灰和白云石粉分别与称量好的土壤充分混匀。同时,设置烟杆不还田处理以考察烟杆还田对土壤理化性状的影响。

供试烟杆经剪切至 10 cm 左右放入尼龙网袋中,扎紧袋口。每袋装烟杆量为新鲜 350 g(干重约 50 g)(还田烟杆重量根据盆栽土壤重量计算),烟杆混匀后装入尼龙网袋内呈扁平状,竖直埋入距土面 3 cm 的位置。所有处理均缓慢加入适量的水,保证 2 cm 的淹水层。试验于 2014 年 7—12 月在安徽省池州市张溪科技示范园试验大棚内进行,过程中保持土壤淹水层恒定。

还田烟杆的取样时间为还田后 2、5、15、45、70、120 d,每个处理取样 6 次,每次 3 个重复。样品经去离子水洗净烘干,供测定烟杆干重、全氮、全磷、全钾。每次烟杆取样后将剩余土样混匀快速风干、过筛,供测定土壤养分含量。

1.3 测定方法

烟杆干重用烘干法测定,烘干温度为 65℃;烟杆全氮采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮-蒸馏法、全磷采用钼锑抗比色法、全钾采用火焰光度计法测定^[14]。

土壤 pH、有机质、全氮、碱解氮、全钾和速效钾含量的测定方法均采用土壤农化分析常规方法^[15-16]。

1.4 计算公式

各期腐解量(g) = 第 $n-1$ 次的干物质总量 - 第 n 次的干物质总量

平均腐解速率(g/d) = 腐解量/腐解天数

累积腐解率=[(0 天的干物质总量 - n 天的干物质总量)/0 天的干物质总量] × 100%

养分累积释放率(%) = [(0 天的养分总量 - n 天的养分总量)/0 天的养分总量] × 100%

1.5 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2013 和 IBM Statistics SPSS 19.0 等软件进行分析,用 Duncan 新复极差法进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 还田烟杆腐解特征

常规还田的条件下,烟杆的腐解表现为前期快、

后期慢的特点:0~15 d 为快速腐解期,5 d 时烟杆腐解量和平均腐解速率均达到最大,分别为 7.53 g 和 2.51 g/d(图 1);15 d 之后,烟杆的腐解速率逐渐放缓,45 d 的秸秆平均腐解速率均只有 0.11 g/d,120 d 时烟杆累积腐解率达到了 49.49%(图 1)。不同腐解剂对烟杆的腐解率有显著影响。添加生石灰和白云石粉烟杆 0~5 d 的腐解量和腐解速率均高于常规还田处理,但处理间差异不显著;各处理前期累积腐解速率无显著差异,但随着腐解时间的延长,45 d 以后烟杆累积腐解率呈现添加生石灰 ≥ 添加白云石粉 ≥ 常规还田,其中生石灰处理显著高于常规还田。120 d 时添加生石灰、白云石粉和常规还田烟杆累积腐解率分别为 56.01%、53.28% 和 49.49%(图 1)。

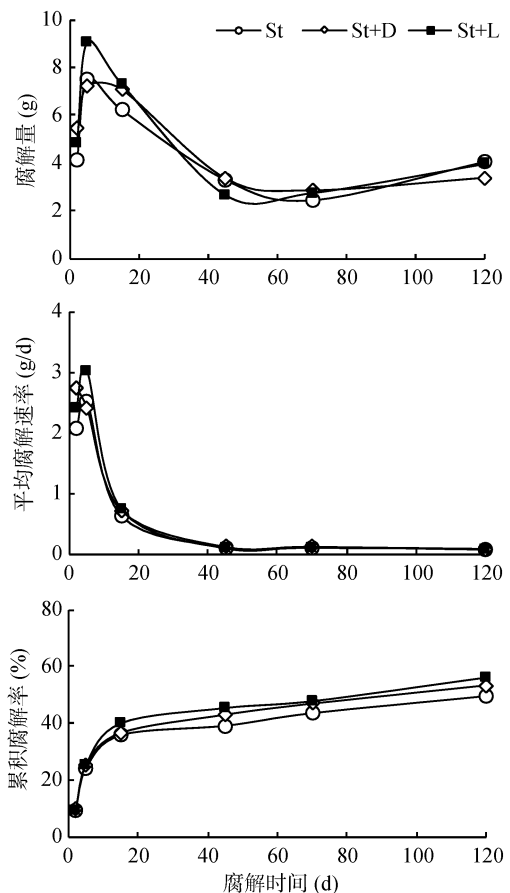


图 1 不同腐解剂对还田烟杆腐解的影响

Fig. 1 Decomposed amounts and rates of tobacco straws under different decomposition accelerators

2.2 还田烟杆养分释放规律

由图 2 可知,烟杆还田后养分释放速率依次为钾>磷>氮。在麦秆还田 120 d,常规还田、添加白云石粉和生石灰钾的释放率分别达到了 98.76%、99.16% 和 99.37%,磷的释放率为 86.79%、88.93% 和 91.43%,而氮的释放率仅为 72.67%、83.11% 和 83.84%。各

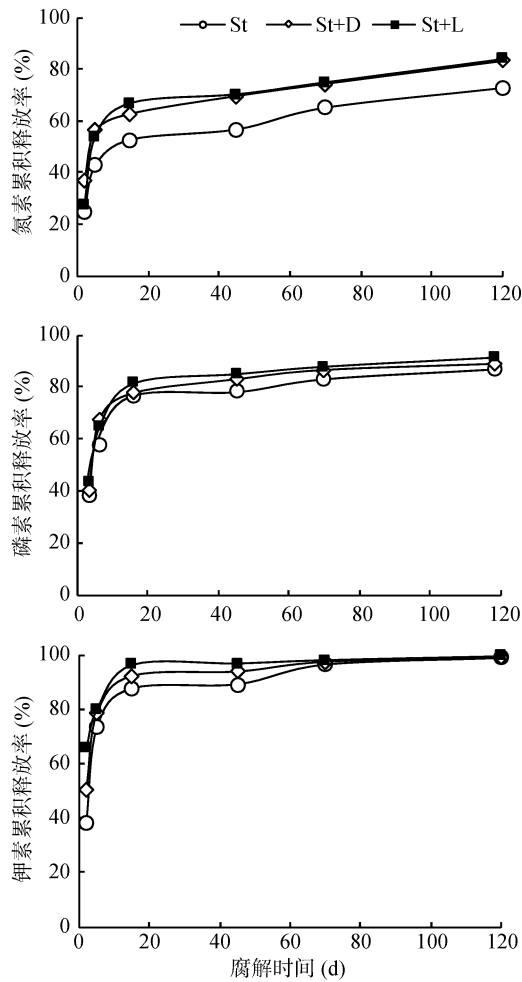


图 2 不同腐解剂对还田烟杆氮、磷、钾素养分释放率的影响

Fig. 2 Nutrient release rates of tobacco straw under different decomposition accelerators

处理烟杆氮素的释放在腐解前期(5 d)并无显著差异,随着腐解时间的延长,15 d 以后氮素的释放呈现出添加生石灰 \approx 白云石粉 $>$ 常规还田(图 2)。各处理对烟杆磷素养分的释放影响较小,处理间无显著差异。各处

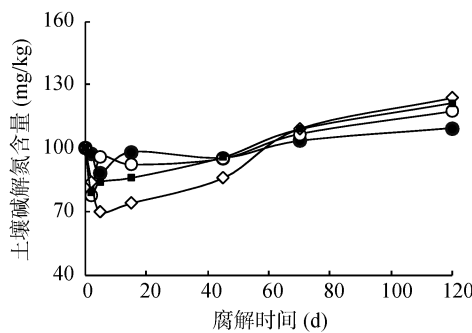
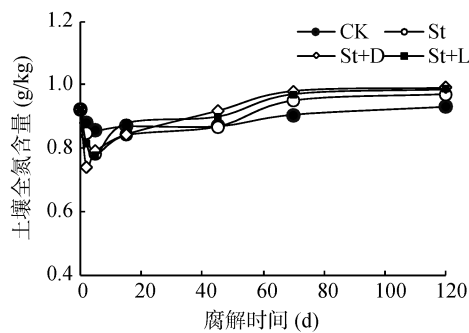


图 4 烟杆还田对土壤全氮和碱解氮含量的影响

Fig. 4 Effects of tobacco straw returning on soil total N and alkali hydrolysable N contents

如图 5 所示,各处理同一取样时期土壤全钾含量并无显著差异。各处理土壤速效钾含量均呈现前期(5 d)

理烟杆钾素的释放在前期(45 d)呈现生石灰 \geq 白云石粉 $>$ 常规还田的规律(图 2),但是腐解后期各处理烟杆钾素释放率并无显著差异。

2.3 烟杆还田对土壤 pH 和养分的影响

由图 3 可知,烟杆还田对土壤 pH 有显著影响,在整个腐解过程中生石灰和白云石粉处理土壤 pH 均显著高于常规还田和不还田处理;试验处理前土壤 pH 为 6.32,烟杆腐解 120 d 不还田、常规还田、白云石粉和生石灰处理土壤 pH 分别为 6.22、6.43、6.66 和 6.99。在腐解周期内,烟杆不还田和常规还田处理土壤 pH 呈现先降低后增加的趋势,120 d 时两处理土壤 pH 与处理前无显著差异;而白云石粉和生石灰处理土壤 pH 呈现先升高后降低的趋势,培养结束时(120 d)pH 较处理前分别增加 0.34 和 0.67。

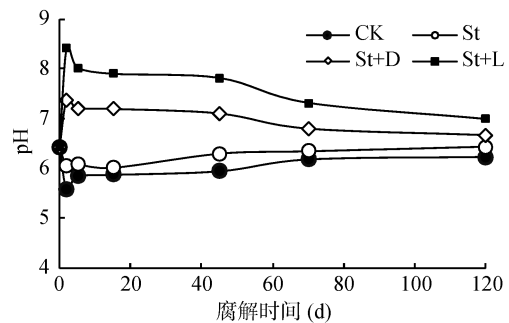


图 3 烟杆还田对土壤 pH 的影响

Fig. 3 Effects of tobacco straw returning on soil pH

烟杆不还田条件下,各取样时期土壤全氮和碱解氮含量均无显著差异(图 4);烟杆还田处理后,土壤全氮和碱解氮含量均呈现先降低后增加的趋势。培养结束时(120 d)全氮含量与试验处理前均无显著差异;而碱解氮含量则比处理前有所增加,常规还田、白云石粉和生石灰处理分别增加了 17%、23% 和 21%。

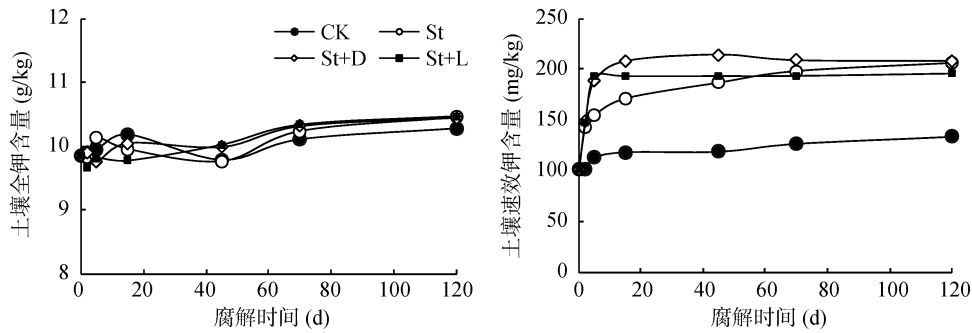


图 5 烟杆还田对土壤全钾和速效钾含量的影响

Fig. 5 Effects of tobacco straw returning on soil total K and rapid available K contents

灰处理土壤速效钾含量分别较试验处理前增加了 32%、105%、107% 和 94%。烟杆还田处理从腐解的 2 d 开始土壤速效钾含量显著高于不还田处理, 在取样结束的 120 d, 常规还田、白云石粉和生石灰处理土壤速效钾含量分别较不还田高 55%、47% 和 56%。

3 讨论

3.1 烟杆腐解特征

腐解量、腐解率和腐解速率是反映秸秆还田腐解情况的常用指标。本研究发现还田烟杆的腐解呈现前期快、后期慢的特点, 0 ~ 15 d 为快速腐解期, 15 d 之后烟杆的腐解速率逐渐放缓。这可能主要是由于腐解前期烟杆中的可溶性有机物和营养元素含量较高, 为微生物提供大量的碳源和养分, 微生物数量和活性提高, 从而加速烟杆的腐解; 而腐解后期由于烟杆中可溶性有机物和养分含量逐渐减少, 腐解的速率也随之降低。因此, 秸秆在土壤中的分解过程通常可分为快速分解阶段和缓慢分解阶段^[17]。李逢雨等^[4]在麦秆和油菜秆腐解过程中也发现了类似的规律。此外, 由于烟杆外表面具有很厚的角质层, 且中腔被易腐解的髓所填满。在腐解前 15 d, 烟杆中易腐解的髓已基本腐解, 表皮层脱落, 剩下的表面角质层腐解较慢。所以烟杆在腐解前 15 d 的腐解率较高, 后期腐解较缓慢。

添加白云石粉和生石灰对烟杆前期腐解的影响并不显著, 这可能是腐解前期碱性环境不利于微生物活动和腐解物氮素的保持(易产生氨挥发)^[18], 本研究中生石灰的加入可能导致 pH 过高, 从而影响了秸秆前期腐解效果。但是 45 d 以后烟杆累积腐解率呈现生石灰 ≥ 白云石粉 ≥ 常规还田, 120 d 时烟杆累积腐解率分别为 56.01%、53.28% 和 49.49%, 生石灰处理显著高于常规还田。可见, 添加白云石粉和生石灰处理可以达到较好的腐解效果。

3.2 烟杆养分释放规律

烟杆还田后钾的释放最快, 磷次之, 氮最慢。在

烟杆还田的前 15 d, 常规还田、白云石粉和生石灰处理钾素的释放率分别为 88%、92% 和 96%, 磷的释放率为 76%、77% 和 81%, 而氮的释放率仅为 53%、63% 和 67%。至试验结束时, 常规还田、白云石粉和生石灰处理钾素的释放率均为 99%, 磷的释放率分别为 87%、89% 和 91%, 而氮的释放率分别为 73%、83% 和 84%。烟杆中氮磷钾素释放差异的原因, 可能主要是由于元素间的生化特性差异所致。钾素的释放最快与其在植物体内以 K^+ 形态存在密切相关, 秸秆钾素很容易被水浸提释放出来, 这与李逢雨等^[4]和李继福等^[19-21]的研究结果基本一致。本研究认为烟杆还田 15 d, 92% 的钾素已经释放, 也说明了烟杆中钾素是以离子形态存在的, 并且钾素的释放与木质部的腐解无显著关系。因此, 烟杆中的钾素较为容易被水提取, 可以为后茬作物提供可利用的速效钾素资源。

各处理烟杆氮素的释放在腐解前期(5 d)并无显著差异, 随着腐解时间的延长, 15 d 以后氮素的释放呈现出添加生石灰 白云石粉 > 常规还田, 试验结束时添加白云石粉或生石灰处理氮的累积释放率比常规还田处理高 14% 和 15%。这可能是在烟杆还田初期(前 15 d)虽然加入生石灰和白云石粉处理能够促进秸秆的腐解, 但是由于其土壤环境呈中性或弱碱性, 不利于微生物活动, 反而减弱了加速秸秆腐解的效果。虽然前 15 d 出现次生木质部以上的皮层脱落, 但参考烟杆中 15 d 内磷和氮释放的情况, 78% 的磷应该属于易水解/分解的有机态, 残余 22% 的磷和 39% 的氮是难水解/分解的有机态, 与随后的机械组织腐解密切相关。

3.3 烟杆还田对土壤养分的影响

国内外科学家在秸秆还田对培肥土壤和作物产量的影响方面做了大量研究, 基本明确了秸秆直接还田对作物产量形成、提高土壤有机碳含量、培肥地力、提高养分循环利用率以及缓解土壤酸化的重要作用^[22-30]。

本研究发现, 烟杆还田对土壤 pH 有显著影响, 在整个腐解过程中生石灰和白云石粉处理土壤 pH 均显著高于常规还田和不还田处理。烟杆还田条件下, 添加白云石粉和生石灰土壤 pH 分别提高了 0.23 和 0.56。已有研究也表明, 在酸性土壤条件下, 施用石灰和白云石粉可以提高土壤的 pH, 且 pH 随着石灰施用量的增加而提高^[31-32]。

由于秸秆中含有大量的氮磷钾素, 随着烟杆的腐解和养分的释放, 土壤中的养分状况, 尤其是速效养分容易受到秸秆还田的影响。已有的研究表明, 连续秸秆还田可减少氮肥施用量, 提高水肥利用效率, 增加培肥效果^[17, 33]。Watanabe 等^[34]和潘剑玲等^[17]认为, 秸秆还田能够提高土壤氮素的供应, 有效降低氮肥用量和氮素的损失, 减少氮肥施用引起的环境污染问题。此外, 由于秸秆还田的外源有机物质的加入, 增加了土壤生物有效性碳的数量, 激发了异养微生物对秸秆的分解^[35], 秸秆的分解又能促进养分的释放, 从而影响土壤养分状况。本研究发现, 烟杆还田对土壤全氮并无显著的影响, 则可能主要与还田的年限较短以及还田量较小有关。而烟杆还田 120 d 后碱解氮含量则比处理前有所增加, 常规还田、白云石粉和生石灰处理分别增加了 17%、23% 和 21%。

已有研究表明, 长期秸秆还田提高了土壤水溶性钾、非特殊吸附钾、非交换性钾和矿物钾的含量^[36-37]。廖育林等^[26]研究认为稻草还田携入的钾与化学钾肥具有相同的营养功能, 稻草可替代部分化学钾肥。李继福等^[19-21]对稻田的研究表明, 长期秸秆还田不仅可以起到归还养分的作用, 同时秸秆腐解的过程也是一个活化矿物钾的过程, 可能促进矿物钾的释放。本研究发现, 烟杆还田对土壤全钾含量并无显著影响, 但是能够显著增加土壤速效钾的含量。常规还田、白云石粉和生石灰处理土壤速效钾含量分别较不还田高 55%、47% 和 56%。这与 Li 等^[38]研究基本一致, 他们认为秸秆的钾素主要以离子态存在, 很容易被溶解出来, 供应作物吸收利用, 因此秸秆还田可以提高土壤速效钾的含量。Liao 等^[29]在红壤水稻土的长期定位试验发现, 与对照相比, 秸秆还田土壤交换性钾提高了 26%。可见, 尽管由于还田秸秆种类、还田年限以及土壤钾素基础含量差异等原因导致不同的研究者得出的结论并不完全一致^[39-41], 但是总体而言, 目前研究结果基本明确了秸秆还田能够提高土壤有效钾的含量这一结论。

4 结论

烟杆还田后腐解速率均表现为前期快, 随后减

慢。烟杆还田后钾的释放率大于磷、氮; 烟杆加生石灰和白云石粉能起到加速腐解的作用; 烟杆还田配施生石灰和白云石粉可以提高土壤 pH; 烟杆还田能够显著增加土壤速效钾的含量。

参考文献:

- [1] Lal R. World crop residues production and implications of its use as a biofuel[J]. *Environment International*, 2005, 31: 575-584
- [2] 何良胜, 刘初成. 烟草秸秆还田的效果研究初报[J]. *湖南农业科学*, 2002(6): 34-35
- [3] 肖汉乾, 屠乃美, 关广晟, 等. 烟草复种制下烟杆还田对晚稻生产的效应[J]. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2008, 34(2): 154-158
- [4] 李逢雨, 孙锡发, 冯文强, 等. 麦秆、油菜秆还田腐解速率及养分释放规律研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2009, 15(2): 374-380
- [5] 杨芳, 田霄鸿, 陆欣春, 等. 小麦秸秆腐解对自身锌释放及土壤供锌能力的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2011, 17(5): 1188-1196
- [6] 姚珊珊, 谢华东, 王溶. 不同土壤改良方法对黔江植烟土壤养分和 pH 的影响[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(34): 196-198
- [7] 杨政明, 尚海丽. 烟草废弃物生产新型生物有机肥、有机无机复混肥对核桃生长的影响[J]. *云南农业科技*, 2012(6): 4-6
- [8] 詹其厚, 马友华, 汪建飞, 等. 烟草废弃物有机复混肥在夏玉米上的施用效果研究[J]. *安徽农学通报*, 2012, 18(12): 109, 185
- [9] 张从军, 王德生, 邹长明. 烟草有机复混肥在水稻上的施用效果[J]. *安徽农学通报*, 2012, 18(15): 83-84
- [10] Stanford G, Smith S J. Nitrogen microlization potential of soil[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1972, 36: 465-472
- [11] Jenkinson D S, Ayanaba A. Decomposition of ¹⁴C labelled plant material under tropical conditions[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1977, 41: 912-915
- [12] 林心雄, 程励励, 徐宁, 等. 田间测定植物残体分解速率的砂滤管法[J]. *土壤学报*, 1981, 18(1): 97-102
- [13] Wen Q X, Chen L L, Shi S L. Decomposition of Azolla in the field and availability of Azolla nitrogen to plant[J]. *IRRI (ed) Azolla utilization*, Los banns Philippines, 1987, 241-245
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [15] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [16] 姜超强, 董建江, 徐经年, 等. 改良剂对土壤酸碱度和烤烟生长及烟叶中重金属含量的影响[J]. *土壤*, 2015, 47(1): 171-176
- [17] 潘剑玲, 代万安, 尚占环, 等. 秸秆还田对土壤有机质和氮素有效性影响及机制研究进展[J]. *中国生态农业学报*, 2013, 21(5): 526-535

- [18] 翟修彩, 刘明, 李忠佩, 等. 不同添加剂处理对水稻秸秆腐解效果的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(12): 2412-2419
- [19] 李继福, 任涛, 鲁剑巍, 等. 水稻秸秆钾与化肥钾释放与分布特征模拟研究[J]. 土壤, 2013, 45(6): 1017-1022
- [20] 李继福, 鲁剑巍, 任涛, 等. 稻田不同供钾能力条件下秸秆还田替代钾肥效果[J]. 中国农业科学, 2014, 47(2): 292-302
- [21] 李继福, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 麦秆还田配施不同腐秆剂对水稻产量、秸秆腐解和土壤养分的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(35): 270-276
- [22] Noble A D, Zenneck I, Randall P J. Leaf litter ash alkalinity and neutralisation of soil acidity[J]. Plant Soil, 1996, 179: 293-302
- [23] Trond M, Henriksen T A, Carbon B. Mineralization, fungal and bacterial growth, and enzyme activities as affected by contact between crop residues and soil[J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 35: 41-48
- [24] Yadvinder-Singh, Bijay-Singha, Ladha J K, et al. Effects of Residue decomposition on productivity and soil fertility in rice-wheat rotation[J]. Soil Science Society of America Journal, 2004, 68(3): 854-864
- [25] Blanco-Canqui H, Lal R, Post W M, et al. Changes in long-term no-till corn growth and yield under different rates of stover mulch[J]. Agronomy Journal, 2006, 98: 1128-1136
- [26] 廖育林, 郑圣先, 聂军, 等. 长期施用化肥和稻草对红壤水稻土肥力和生产力持续性的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(10): 3541-3550
- [27] 廖育林, 鲁艳红, 谢坚, 等. 长期施用化肥和稻草对双季稻田钾素运移的影响[J]. 水土保持学报, 2013, 27(5): 199-204
- [28] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant acidification in major Chinese croplands[J]. Science, 2010, 327: 1008-1010
- [29] Liao Y L, Zheng S X, Nie J, et al. Long-term effect of fertilizer and rice straw on mineral composition and potassium adsorption in a reddish paddy soil[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 12(4): 694-710
- [30] Xiao K C, Xu J M, Tang C X, et al. Differences in carbon and nitrogen mineralization in soils of differing initial pH induced by electrokinesis and receiving crop residue amendments[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2013, 67: 70-84
- [31] 段兴国, 王国平, 屠乃美, 等. 施用石灰对酸性植烟土壤的改良效果[J]. 作物研究, 2010(1): 36-38
- [32] 姜超强, 董建江, 徐经年, 等. 改良剂对土壤酸碱度和烤烟生长及烟叶中重金属含量的影响[J]. 土壤, 2015, 47(1): 171-176
- [33] 赵其国, 钱海燕. 低碳经济与农业发展思考[J]. 生态环境学报, 2009, 18(5): 1609-1614
- [34] Watanabe T, Man L H, Vien D M, et al. Effects of continuous rice straw compost application on rice yield and soil properties in the Mekong Delta[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 2009, 55(6): 754-763
- [35] 黄文昭, 赵秀兰, 朱建国, 等. 土壤碳库激发效应研究[J]. 土壤通报, 2007, 38(1): 149-154
- [36] 谭德水, 金继运, 黄绍文, 等. 长期施钾与秸秆还田对华北潮土和褐土区作物产量及土壤钾素的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1): 106-112
- [37] 谭德水, 金继运, 黄绍文, 等. 不同种植制度下长期施钾与秸秆还田对作物产量和土壤钾素的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 133-139
- [38] Li J F, Lu J W, Li X K, et al. Dynamics of potassium release and adsorption on rice straw residue[J]. PLoS ONE, 2014, 9(2): e90440. doi:10.1371/journal.pone.0090440
- [39] 邢素丽, 刘孟朝, 韩保文. 12 年连续施用秸秆和钾肥对土壤钾素含量和分布的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(3): 486-490
- [40] 戴志刚, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 272-276
- [41] 姜超强, 郑青松, 祖朝龙. 秸秆还田对土壤钾素的影响及其替代钾肥效应研究进展[J]. 生态学杂志, 2015, 34(4): 1158-1165

Decomposition Rates and Nutrient Release Patterns of Tobacco Straw

LIU Yanhong¹, JIANG Chaoqiang², SHEN Jia², LI Tian³, WANG Wenjie³,
CUI Quanren², JING Lili², ZU Chaolong^{2*}

(1 *Anhui Provincial Tobacco Company, Hefei 230071, China*; 2 *Tobacco Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Science, Hefei 230031, China*; 3 *Chizhou Tobacco Company of Anhui Province, Chizhou, Anhui 247000, China*)

Abstract: Decomposition rates and nutrient release patterns of tobacco straws were studied by nylon-bag experiment. Results showed that the decomposition rate of tobacco straw were fast at the beginning and then slowly decreased with the decomposing process. During the experiment (120 d), the cumulative decomposed rates of tobacco straw were 56%, 53% and 49% for the conventional method, dolomite powder and lime treatment, respectively. The release rates of the nutrients in tobacco straw followed an order of K>P>N in all of the treatments. Within 15 d of the treatment, the release rates of K and P were about 88% and 76%, respectively, however, only about 53% of N was released from tobacco straw. Tobacco straw returning had a significant effect on soil pH. Soil pH values with dolomite powder and lime treatment were significant higher than that of the conventional treatment. Tobacco straw returning significantly increased soil available K content by 47% compared with non-straw returning treatment. Based on the above results, K in tobacco straw was inferred as water extractable and available K, thus, it should be subtracted from the recommended fertilization rate for the rotate rice.

Key words: Tobacco straw returning; Decomposition rate; Nutrient release; Paddy field