

刘雨杭,刘 蓉,赵长坤,等. 油菜秸秆还田与氮肥调控对腐解率及养分释放的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(21):288-291.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.054

油菜秸秆还田与氮肥调控对腐解率及养分释放的影响

刘雨杭,刘 蓉,赵长坤,杨国涛,王学春,胡运高

(西南科技大学水稻所,四川绵阳 621010)

摘要:为研究不同氮肥水平对油菜秸秆还田腐解率及养分释放的影响,选用当年收获的油菜秸秆为材料,采用网袋法进行室外模拟试验,设置低氮(Nu1)、中氮(Nu2)、高氮(Nu3)3个氮肥处理水平,在秸秆翻埋后不同时期对秸秆腐解率、大量元素释放情况及土壤养分含量变化进行测定。结果表明,(1)秸秆翻埋还田后20 d 秸秆腐解速度较快,高氮条件秸秆快速腐解期持续到翻埋还田后40 d;最终秸秆翻埋后100 d,Nu1、Nu2、Nu3处理秸秆累积腐解率相近。(2)油菜秸秆中氮素释放较磷素、钾素慢,最终秸秆元素释放率表现为钾>磷>氮。(3)秸秆还田处理均可以增加水稻全生育期内稻田土壤中氮磷钾含量,但油菜秸秆腐解速度较慢(水稻生育期内总腐解率45%左右),且土壤养分主要集中在后期增加,因此对后季作物的生长影响应该更大一些。

关键词:秸秆还田;氮肥调控;腐解率;养分释放

中图分类号: S511.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)21-0288-04

作为重要的生物资源,农业生产系统每年秸秆产量约为 2×10^{12} kg^[1],同时,秸秆是农作物最重要的副产品形式,含有较多的有机质和作物生长所需的元素如氮、磷、钾等^[2],是一类能直接利用的可再生有机资源。为响应国家秸秆禁烧的政策,解决秸秆在不焚烧的情况下经济实惠地将之就地处理成为了一项亟需解决的课题^[3]。研究发现,在秸秆还田和化肥配合施用条件下,一方面在一定程度下利用田间秸秆资源,减少秸秆就地焚烧对环境的危害,另一方面能增加土壤肥力,改变土壤结构,促进作物生长等作用^[4-5]。若对田地进行长期秸秆还田处理,则可增加土壤微生物和小动物种类,对酶活性提高也有显著作用,同时对土壤养分指标也有明显的提升作用;刘世平等认为,秸秆还田可以提高土壤速效磷、速效钾含量^[6]。

本研究通过网袋法,比较氮含量对油菜秸秆翻埋还田后秸秆在土壤中的腐解、大量元素养分释放

率和土壤中养分含量的变化规律。明确油菜秸秆翻埋还田处理与氮肥施用量对土壤养分的调节规律,为油菜秸秆资源的合理运用、农业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用当年收获的油菜秸秆作为还田材料,氮肥为尿素(含氮量45%);水稻品种为蜀恢498。

1.2 试验设计与方法

试验于2019年在西南科技大学绵阳农园基地进行,设置3个氮肥处理:低氮(Nu1,90 kg/hm²)、中氮(Nu2,180 kg/hm²)和高氮(Nu3,270 kg/hm²)。盆栽、网袋法,每个处理设置3个重复,加入20 kg/盆均匀水稻土,秸秆还田量和施肥量根据盆内径换算所得,将油菜秸秆粉碎后装入网袋,每个网袋秸秆量15 g(折合还田量625 kg/hm²)。采用翻埋还田方式,试验时将装好的秸秆翻埋入10 cm土壤中,缓慢加入清水至淹没土壤3~5 cm。移栽水稻1株/盆,按照大田水稻田间管理方法进行水分管理。还田处理前取样测定秸秆全氮、全磷、全钾含量;测定土壤的全氮、全磷、全钾含量。还田后每种处理每隔20 d 秸秆取样(取出网袋后,用水缓慢冲净,装入纸袋,在65℃温度下烘干至恒质量),测定剩余秸秆干质量,通过下列公式计算腐解率。之后每隔20 d 取样1次(共取样5次)。

收稿日期:2020-03-10

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0301706-03);四川省水稻育种攻关项目(编号:2016NYZ0028);四川省教育厅项目(编号:18zh0615);西南科技大学大学生创新基金(编号:CX19-070)。

作者简介:刘雨杭(1999—),男,四川成都人,主要从事水稻遗传育种研究。E-mail:1727531583@qq.com

通信作者:胡运高,博士,研究员,主要从事水稻遗传育种研究。E-mail:swust.ri@163.com。

$$\text{腐解率} = (m_0 - m_t) / m_0 \times 100\%$$

式中: m_0 为初始干质量, g。 m_t 为腐解 t d 后干质量 (g)。

之后将烘干秸秆研磨后过筛, 消化后测定全氮、全磷、全钾含量。

在取最后一个样品时, 将水放干, 静置等到水分风干后对网袋周围的土壤取样并测定其全氮、全磷、全钾含量。

1.3 数据处理

采用 Excel 2010 对数据进行分析并绘制图表, 用 DPS 分析软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对秸秆还田腐解影响差异分析

从表 1 可以看出, 氮肥水平对秸秆腐解率影响不显著, 对氮释放量的影响与腐解率相似, 没有显著的影响, 但对秸秆磷释放量和钾释放量的影响差异极显著。在不同施氮量处理时期, 氮、磷、钾的释放量在不同处理下均达到极显著差异。氮肥水平和处理时间对磷、钾的释放量的影响均达到极显著水平, 但对秸秆腐解率和秸秆氮释放量均无显著影响。由此可以看出, 处理时间对秸秆腐解及养分释放影响较大, 而秸秆磷、钾的释放量主要受氮肥水平及翻埋时间的互作影响。

表 1 不同施氮量对秸秆还田腐解方差分析

变异来源	F 值			
	腐解率	全氮 释放量	全磷 释放量	全钾 释放量
氮肥水平	3.27	2.10	196.11 **	28.66 **
处理时间	67.33 **	10.99 **	781.96 **	2 112.22 **
氮肥水平 × 处理时间	1.61	1.43	176.94 **	7.61 **

注: *, ** 分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。

2.2 秸秆翻埋还田后腐解特征

从图 1 可以看出, 秸秆翻埋还田后, 随着氮肥水平的增加, 秸秆的腐解率呈现出先快后慢的特征。至秸秆翻埋 100 d 时, 不同氮肥水平处理的秸秆腐解率逐渐趋于一致, 无明显差异。在油菜秸秆翻埋处理后, 在水稻分蘖期内 (还田后 20 d 内), Nu1 腐解率为 20.44%, Nu2 腐解率为 22.00%, Nu3 腐解率为 11.24%, 表明氮肥水平对油菜秸秆翻埋前期腐解速率的影响存在差异, 不同处理的秸秆腐解率表现为 Nu2 > Nu1 > Nu3, 其中 Nu1 和 Nu2 差异不明显, 但均明显高于 Nu3 处理。

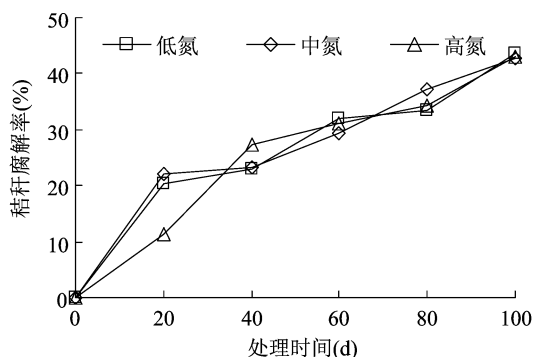


图 1 秸秆腐解率随处理时间的变化

在正常油菜秸秆翻埋后的水稻返青分蘖盛期 (秸秆还田后 20 ~ 40 d), Nu1、Nu2、Nu3 处理网袋内秸秆质量平均日减少量分别为 0.018、0.010、0.101 g, Nu3 处理条件下, 秸秆质量的日均减少量明显大于 Nu1、Nu2 处理, 且在还田后 40 d 时, Nu3 处理的秸秆剩余质量处于最低水平, 腐解率最高。

在不同施氮条件处理后 100 d 时, 不同处理秸秆剩余量平均为 8.47、8.60、8.55 g, 总腐解率分别为 43.53%、42.69%、42.98%, 处理间差异不明显。

2.3 不同氮肥处理对秸秆还田养分释放的影响

2.3.1 不同氮肥处理对秸秆翻埋还田后氮素释放的影响 从表 2 可以看出, 秸秆还田后 20 d 时, Nu1 处理的秸秆全氮含量为 3.24 g/kg, 显著高于 Nu2、Nu3 处理, 秸秆全氮含量分别为 2.85、2.82 g/kg, Nu2、Nu3 处理差异不显著; 而处理后 100 d 时, 这 3 个氮肥水平处理的秸秆全氮含量排列顺序为 Nu3 > Nu2 > Nu1, 且均显著高于初始秸秆氮全含量。由于最终秸秆腐解率在不同氮肥水平下差异不显著, 因而过高的氮肥水平不利于翻埋条件秸秆中氮素的释放。

表 2 不同氮处理秸秆腐解后剩余养分含量

氮肥处理	翻埋时间 (d)	养分含量 (g/kg)		
		全氮	全磷	全钾
CK	0	3.57b	0.85a	3.44a
Nu1	20	3.24c	0.43b	1.45b
	100	3.81a	0.05c	0.39c
Nu2	20	2.82d	0.42b	1.27b
	100	3.66ab	0.04c	0.30c
Nu3	20	2.85d	0.49b	1.36b
	100	3.83a	0.05c	0.32c

注: 同列数值后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3.2 不同氮肥处理对秸秆翻埋还田后磷素释放的影响 从表 2 可以看出, 在翻埋后 20 d 时, Nu3

处理的秸秆全磷含量为 0.49 g/kg, 分别比 Nu1、Nu2 处理高 13.95%、16.67%; 且还田后 20 d Nu1、Nu2、Nu3 处理下磷释放量分别达 49.41%、42.35%、50.58%。还田后 100 d 时, 不同处理的全磷含量均在翻埋处理前的 5.80% 左右, 且处理间无显著差异。磷元素在油菜秸秆中的释放特征为前期较快, 后期含量逐渐趋于稳定, Nu1、Nu3 处理均能提高其前期磷的释放速率。

2.3.3 不同氮肥处理对秸秆翻埋还田后钾素释放的影响 从表 2 可以看出, 在翻埋后 20 d 时, Nu1、Nu2、Nu3 处理下秸秆全钾含量为 1.45、1.27、1.36 g/kg, 释放率分别为 57.85%、63.08%、60.47%, Nu1 处理释放率低于 Nu2、Nu3 处理。表明 Nu1 条件可能减慢了秸秆钾素在翻埋前期的释放。秸秆腐解过程中钾的释放主要集中在处理后 20 d, Nu3、Nu2 处理可促进钾素在秸秆翻埋前期的释放。

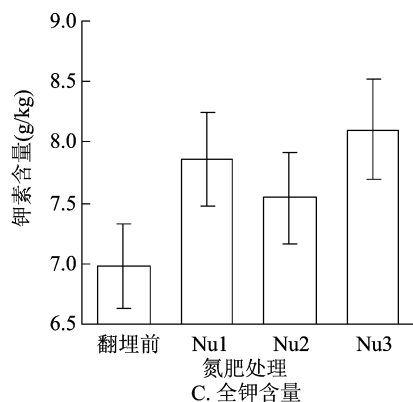
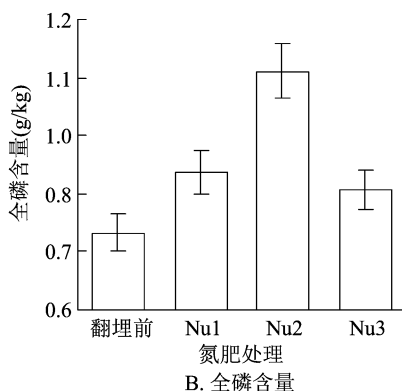
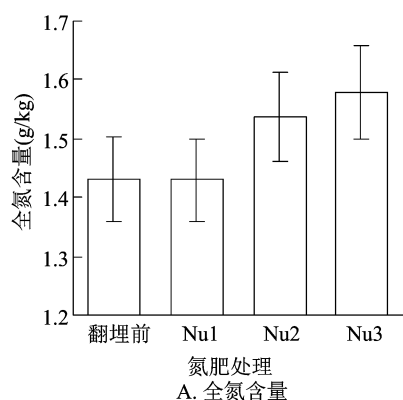


图2 秸秆翻埋前后土壤养分的差异

3 讨论与结论

3.1 氮肥对油菜秸秆还田腐解速率的影响

本试验表明, 秸秆翻埋还田后腐解率呈现出前期迅速腐解, 后期较慢, 不同氮肥水平下, 前期腐解率表现为氮肥水平 $180 \text{ kg/hm}^2 >$ 氮肥水平 $90 \text{ kg/hm}^2 >$ 氮肥水平 270 kg/hm^2 。秸秆翻埋还田后 100 d 时, 不同氮肥水平处理之间的秸秆腐解率逐渐趋于一致, 处理间差异不显著。与李逢雨等研究结果^[7-9]基本一致。导致这样结果的原因可能是秸秆还田前期土壤氮素供应充足, 同时秸秆本身溶出有机物较多, 为田间微生物提供了养分, 促进其活动。微生物数量增多, 活性增强, 秸秆腐解速度较快; 随着腐解过程的进行, 秸秆中溶出性物质减少, 导致微生物缺乏基料, 活性降低, 而秸秆腐解进

2.4 秸秆翻埋还田后土壤养分含量变化

从图 2 可以看出, 秸秆翻埋处理后 100 d 时, Nu1 处理下土壤全氮含量低于处理前, 且比处理前低 0.11%, Nu2、Nu3 处理均高于处理前土壤中氮含量, Nu2 处理提高 7.40%, Nu3 处理提高 10.25%。表明在秸秆翻埋还田后, 氮肥水平不同会影响土壤中全氮含量(图 2-A)。翻埋还田处理后 100 d 时, 土壤中磷含量相比于处理前有明显的升高, Nu1 处理比处理前增加 16.5%, Nu2、Nu3 处理则分别增加 43.91%、11.61%, 土壤中磷素最高的处理为 Nu2, Nu1、Nu3 处理次之(图 2-B)。秸秆翻埋条件下不同氮肥水平下土壤中全钾含量均略高于处理前, Nu1 比处理前高 12.75%, Nu2 比处理前高 8.25%, Nu3 比处理前高 16.33%(图 2-C)。表明秸秆翻埋还田对稻田土壤中磷元素、钾元素含量的增加有明显的正向效应, 可为水稻提供充足的养分。

入缓慢腐解期后, 主要构成物质为纤维素, 较难分解, 因而腐解率就变得缓慢^[10-11]。

3.2 氮肥处理对油菜秸秆还田养分释放的影响

刘世平等研究表明, 秸秆含氮量在还田前期缓慢增加, 中期有一个稳定的过程, 但还田后期会有一定的上升^[9]。然而在本研究中还田前期秸秆全氮含量有所下降, 中期则为一个较为稳定的过程, 后期全氮含量仍有所上升。原因可能是秸秆腐解过程中不仅有元素的释放, 还存在碳释放入土壤的过程。其中, 氮素释放到土中的比例减少, 而秸秆质量下降较快, 导致剩余秸秆中全氮含量增加。闰超研究表明, 还田秸秆对周围环境中的氮具有一定的吸附作用^[12]。刘平东研究表明, 秸秆在田间腐解时, 微生物会与土壤发生争氮作用, 导致秸秆中氮含量增加^[13]。刘单卿等研究表明, 秸秆还田后磷元

素、钾元素的释放特征为前期快、后期慢,且钾元素释放率远高于磷^[11]。与本研究秸秆翻埋还田后磷素、钾素的释放率呈先快后慢最后再趋于稳定的规律一致。磷素的释放主要集中在翻埋处理后 80 d,低氮和高氮处理均能提高其前期的释放率。钾素的释放主要集中在秸秆翻埋后 20 d,高氮、中氮可促进钾素在秸秆翻埋前期的释放率。

3.3 油菜秸秆还田后土壤养分供应的影响

在对田间施用化肥的同时进行秸秆还田,对土壤有机质的积累无疑起一个正向作用,并可改善团粒结构,对地力衰竭也有良好的减缓效果,因而大大提高作物对养分的吸收效率^[4,14]。汪军等研究表明,氮肥施用和秸秆还田交互作用对提升土壤氮、磷、钾含量有显著影响^[1]。杨滨娟等认为,化肥结合秸秆还田对田间土壤大量元素的提高有着非常积极的作用^[15]。田平等研究表明,土壤中养分提升率表现为钾>磷>氮^[16]。本研究中不同氮肥下秸秆还田后土壤中全氮、全磷、全钾含量均有所提升,与前人结果基本一致。秸秆还田后 100 d,低氮条件下的土壤全氮含量与翻埋前无显著差异。中氮和高氮有所提升。而不同氮肥水平下的土壤全磷含量均有所提升,且中氮处理提升最高,低氮和高氮次之。全钾含量均略高于秸秆还田前,且相互之间差异不显著。

3.4 结论

秸秆翻埋还田条件不同氮肥水平对还田后 100 d 腐解率无显著影响,但氮肥水平高时可加快前期的腐解;在水稻全生育期内油菜秸秆腐解后残留氮含量大于初始秸秆中的全氮含量,全磷、全钾的含量降低。因此,油菜秸秆中磷钾元素的释放较快;油菜秸秆还田后,高氮条件有利于土壤氮元素、钾元素的补充,中氮条件有利于磷元素的补充。具体哪种施氮水平更有利于土壤养分的稳定还有待于选用不同的养分利用效率型水稻品种开展深入研究确定。同时,油菜秸秆腐解率较慢,水稻生育期内总腐解率 45% 左右,以及土壤养分主要集中在后期增加,因此对后季作物的生长影响应该更大一些。应进一步结合后季油菜季的生产考虑全年内

养分的供给情况。

参考文献:

- [1]汪 军,王德建,张 刚,等. 连续全量秸秆还田与氮肥用量对农田土壤养分的影响[J]. 水土保持学报,2010,24(5):40-44,62.
- [2]赵金花,张丛志,张佳宝. 激发式秸秆深还对土壤养分和冬小麦产量的影响[J]. 土壤学报,2016,53(2):438-449.
- [3]高金虎,孙占祥,冯良山,等. 秸秆与氮肥配施对辽西旱区土壤酶活性与土壤养分的影响[J]. 生态环境学报,2012,21(4):677-681.
- [4]劳秀荣,孙伟红,王 真,等. 秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响[J]. 土壤学报,2003,40(4):618-623.
- [5]蔡强国,马绍嘉. 横厢耕作措施对红壤坡耕地水土流失影响的试验研究[J]. 水土保持通报,1994,14(1):45-55.
- [6]刘世平,陈后庆,聂新涛,等. 稻麦两熟制不同耕作方式与秸秆还田土壤肥力的综合评价[J]. 农业工程学报,2008,24(5):51-56.
- [7]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.
- [8]胡宏祥,程 燕,马友华,等. 油菜秸秆还田腐解变化特征及其培肥土壤的作用[J]. 中国生态农业学报,2012,20(3):297-302.
- [9]刘世平,陈文林,聂新涛,等. 麦稻两熟地区不同埋深对还田秸秆腐解进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(6):1049-1053.
- [10]王静静,毛筱晔,郭明伟,等. 不同氮肥运筹下水稻秸秆腐解特征及对稻茬小麦产量和土壤养分的影响[J]. 江西农业学报,2017,29(6):54-57.
- [11]刘单卿,李顺义,郭夏丽. 不同还田方式下小麦秸秆的腐解特征及养分释放规律[J]. 河南农业科学,2018,47(4):49-53.
- [12]闰 超. 水稻秸秆还田腐解规律及对土壤养分和酶活性的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012:19-20.
- [13]刘平东. 水稻、油菜还田秸秆氮素释放与吸附特征[D]. 武汉:华中农业大学,2018:20-21.
- [14]陆水凤,王呈玉,王天野,等. 玉米秸秆配施菌剂还田对土壤养分及腐殖质组成的影响[J]. 江苏农业学报,2019,35(4):834-840.
- [15]杨滨娟,黄国勤,徐 宁,等. 秸秆还田配施不同比例化肥对晚稻产量及土壤养分的影响[J]. 生态学报,2014,34(13):3779-3787.
- [16]田 平,姜 英,孙 悦,等. 不同还田方式对玉米秸秆腐解及土壤养分含量的影响[J]. 中国生态农业学报,2019,27(1):100-108.