

稻草还田对水稻主要病虫害草害及产量的影响

刘艳伟, 吴 宪, 李洪鑫, 程志加, 郝登宝, 卢宗志*

(吉林省农业科学院(中国农业科技东北创新中心)植物保护研究所/农业农村部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 吉林 公主岭 136100)

摘 要: 本研究在吉林省松原市稻草还田与常规稻作区进行水稻主要病虫害草害的发生及产量调查。结果表明, 与常规稻作区相比, 稻草还田区水稻病虫害草害的发生较重, 其中稻草还田区田间杂草密度(37.8株/m²)明显高于常规稻作区(17.2株/m²), 水稻主要病虫害(如水稻纹枯病、稻瘟病、负泥虫和二化螟)的发生与为害程度均高于常规稻作区, 并且稻草还田后水稻分蘖数减少, 有效穗数和穗重增加, 产量增加2.73%。

关键词: 水稻; 稻草还田; 病虫害草害; 产量

中图分类号: S435.11

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2026)01-0059-05

Effects of Rice Straw Returning on the Occurrence of Major Rice Diseases, Insect Pests, Weeds and Yield

LIU Yanwei, WU Xian, LI Hongxin, CHENG Zhijia, XI Dengbao, LU Zongzhi*

(Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences(Northeast Agricultural Research Center of China)/Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast China, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The effects of rice straw returning on the occurrence of major rice diseases, insect pests, weeds and yield were investigated in rice straw returning and conventional tillage areas in Songyuan, Jilin Province. The results showed that the occurrence of rice diseases, insect pests and weeds in rice straw returning areas was more serious than that in conventional tillage areas. The weed density in rice straw returning areas (37.8 plants/m²) was significantly higher than that in conventional tillage areas (17.2 plants/m²), and the occurrence and damage of major rice diseases and insect pests (such as *Rhizoctonia solani*, *Magnaporthe oryzae*, *Oulema oryzae* and *Chilo suppressalis*) in rice straw returning areas were more serious than those in conventional tillage areas. After rice straw was returned to the field, the number of rice tillers decreased, while the number of effective panicles and panicle weight increased, and the yield increased by 2.73%.

Key words: Rice; Rice-straw returning; Pests; Yield

水稻是吉林省的主要粮食作物, 种植面积约80万hm²[1-2], 水稻产量在60亿kg以上, 按谷草比1:1计算[3], 稻草年产量约为60亿kg。过去农民对收获的稻草除少量用作饲料或包装物外, 其余多采用焚烧或废弃处理[4], 这不仅是有有机资源的巨大浪费, 同时也污染了环境。

稻草还田的种植模式已在我国许多地区推广应用, 稻草还田后对提高土壤肥力、改善土壤理化性状、提高水稻产量及丰富土壤表层微生物均

有较好的作用[5-10], 但稻草还田种植模式对水稻主要病虫害草害的影响以及由此引起产量损失方面的研究偏少, 而且南北方研究者得出结论也存在较大差异[11-17]。松嫩平原位于吉林省西部是我国最大的苏打盐碱地分布区[1], 近年来, 随着吉林省西部盐碱地改良政策的颁布实施, 大量盐碱地被改良为水稻田, 秸秆还田成为土壤改良和解决当地稻草无害化处理的一个主要办法。由于该地区与黑龙江寒地和南方温暖地区差异较大, 对该地区稻草还田后病虫害草害的变化一直缺少精准的调查和研究, 本研究为明确松嫩平原地区盐碱地稻草还田对水稻病虫害的发生及产量的影响, 以期对稻草还田栽培模式下病虫害草害的防治提供理论依据和实践指导。

收稿日期: 2025-03-21

基金项目: 吉林省重大科技专项(20230302007NC)

作者简介: 刘艳伟(1986-), 女, 助理研究员, 主要从事农田杂草治理、农药残留研究。

通信作者: 卢宗志, E-mail: luzongzhi1969@163.com

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试水稻品种为“吉粳88”,由吉林省农业科学院水稻研究所提供。

1.2 试验设计

试验地位于吉林省松原市红光农场的多年老稻田,土壤类型为苏打盐碱土(含碳酸钠、碳酸氢钠为主),pH值8.56,有机质含量22.34 g/kg,碱解氮含量128.4 mg/kg,速效磷含量65.6 mg/kg,速效钾含量107.5 mg/kg。年平均降水量450 mm左右,有效积温 $3\ 160\ ^\circ\text{C}\cdot\text{d}$,日照时数2 879 h。

4月中旬将底肥均匀撒施在试验田里,旋耕整平,水稻移栽前7~10 d灌水泡田精耙整地。耙地前采用咪溜法甩施除草剂24%乙氧氟草醚乳油($225\ \text{mL}/\text{hm}^2$),250 g/L恶草酮乳油($1\ 500\ \text{mL}/\text{hm}^2$)和50%丙草胺乳油($900\ \text{mL}/\text{hm}^2$)。水稻返青后,再采用咪溜法甩施69%苯噻酰·苄嘧磺隆WP($1\ 200\ \text{g}/\text{hm}^2$)。试验田总施氮量 $180\ \text{kg}/\text{hm}^2$,按照基肥:分蘖肥:穗肥=4:3:3施用;磷肥(P_2O_5)施用量 $80\ \text{kg}/\text{hm}^2$,作基肥一次施用;钾肥(K_2O)施用量 $60\ \text{kg}/\text{hm}^2$,基肥和穗肥各50%施用。除生育中期进行适时晒田外,其余时间稻田保持3~5 cm水层,收获前10 d左右停止灌溉。整个试验区除在插秧前、后施用除草剂外,不再施用任何控制水稻病虫害的药剂。

试验采用大区对比法,每个大区面积 $500\ \text{m}^2$ 。试验设置稻草连续2年还田和常规稻作区2个处理,处理区间隔1 m。试验地周围及田间过道放置泡田后田间漂浮出的稻草茬残渣作为自然菌源和越冬害虫诱发源。于5月12日进行机械插秧,3~4株/穴,株行距 $30\ \text{cm}\times 20\ \text{cm}$,插秧密度约 $16.7\ \text{万穴}/\text{hm}^2$ 。

1.3 田间调查

1.3.1 水稻田杂草发生量调查

6月中旬(末次除草剂施用后30~40 d),利用对角线法选取5个点,每点 $1\ \text{m}^2$,分别调查每个处理区杂草发生种类及数量。

1.3.2 水稻分蘖及产量调查

水稻分蘖结束后(7月初),利用对角线法在各试验区选定5点,每点连续取10穴,分别调查每穴分蘖数。

水稻成熟期(9月末),在试验区对角线5点取样,每点连续调查10穴,分别调查每穴有效穗数,自然风干后脱粒称量穗粒重,计算理论产量。

1.3.3 负泥虫调查

水稻负泥虫幼虫发生高峰期(6月末),每区对

角线5点取样,每样点取2行,连续调查25穴,每点共调查50穴,每区累计调查250穴,记录水稻负泥虫幼虫数量、被害穴数和被害株数、总株数,计算水稻被害株率。

1.3.4 水稻纹枯病调查

水稻灌浆乳熟期(8月下旬),对水稻纹枯病进行调查,根据水稻叶鞘和叶片受害程度分级,以叶片为单位,每大区对角线5点取样,每点调查相连的10穴,记录总叶数,病叶数和病级数,根据公式:病情指数= $\frac{\sum(\text{各级病叶数}\times\text{相对病级数})}{(\text{调查总叶数}\times 9)}\times 100$,计算病情指数。

0级:全株无病;1级:第4叶片及以下各叶鞘、叶片发病(以剑叶为第1片叶);3级:第3片叶及其以下各叶鞘、叶片发病;5级:第2片叶及其以下各叶鞘、叶片发病;7级:剑叶叶片及其以下各叶鞘、叶片发病;9级:全株发病,提早枯死。

1.3.5 二化螟调查

在调查水稻纹枯病的同时,进行水稻二化螟发生为害调查,每个大区采用对角线5点取样法,每点调查10穴,统计枯心率:

枯心率= $\frac{\text{调查枯心数}}{\text{调查总株数}}\times 100\%$ 。

1.3.6 穗瘟调查

在水稻蜡熟初期(9月10日),进行稻瘟病发生情况调查,每大区随机取5点,每点取2行分别调查125穗,合计250穗,以穗为单位按下列分级要求进行记录,根据公式:病情指数= $\frac{\sum(\text{各级病穗数}\times\text{相对病级数})}{(\text{调查总穗数}\times 9)}\times 100$,计算病情指数并进行分析。

0级:无病;1级:每穗损失5%以下;3级:每穗损失6%~20%;5级:每穗损失21%~50%;7级:每穗损失51%~70%;9级:每穗损失71%~100%。

2 结果与分析

2.1 杂草发生情况

由表1可知,在水稻插秧前、插秧后2次施用封闭除草剂的情况下,稻草还田和常规稻作区杂草数量存在明显的差异。稻草还田处理区杂草总株数 $37.8\ \text{株}/\text{m}^2$,常规稻作区 $17.2\ \text{株}/\text{m}^2$,前者是后者的2.2倍,两个处理区稗草发生量较高,稻草还田处理区为常规稻作区的2.5倍,这表明稻草还田时携带大量的杂草种子,增加了稻田内杂草种子量,导致杂草发生量增加。此外,稻草还田区水面漂浮的残余物较多,要比常规稻作区多捞取3~4次,这些残余物在一定程度上影响了除草剂的使用效果。

表1 不同处理稻田杂草发生情况

株/m²

Table 1 Occurrence of weeds under rice straw incorporation modes

处理 Treatment	稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	扁秆蔗草 <i>Scirpus planiculmis</i>	野慈姑 <i>Sagittaria trifolia</i>	雨久花 <i>Monochoria korsakowii</i>	总株数 Total number of plants
常规稻作区	11.0	3.2	1.2	1.8	17.2
稻草还田区	27.0	5.0	2.2	3.6	37.8

2.2 稻草还田对水稻分蘖及产量的影响

由表2可知,稻草还田处理区每穴分蘖数和有效穗数均低于常规稻作区,但稻草还田处理区比常规稻作区的成穗率高5.54%,穗粒重增加8.65%,产量增加2.73%。稻草还田后水稻分蘖数减少可能与水稻移栽后还田的稻草尚未完全腐烂有关,因缺少稻草完全腐熟而产生的营养,加上

稻草在分解时产生一些有机酸、硫化氢、甲烷等有害物质,使水稻根系生长受到抑制,减缓了水稻的生长发育,导致分蘖数变少^[18-20]。稻草还田处理前期虽然抑制水稻发育,但随着稻草腐烂分解后营养的释放,生育后期促进水稻生长,提高了成穗率和穗粒重,使水稻产量增加。

表2 稻草还田对水稻分蘖及产量的影响

Table 2 Effect of rice straw incorporation on tillering and yield of rice

处理 Treatment	分蘖数 Number of tillers per hill	有效穗数 Number of productive panicles per hill	成穗率/% Panicle formation rate	穗粒重/g Panicle weight	产量/kg·hm ⁻² Yield per hectare
常规稻作区	28.64	18.72	65.36	2.89	9 017.25
稻草还田区	25.66	17.70	68.98	3.14	9 263.46

2.3 稻草还田对负泥虫发生情况的影响

由表3可知,稻草还田处理区水稻负泥虫的发生数量及水稻的被害穴数和株数均高于常规稻作区。在常规稻作区,水稻植株因负泥虫引起的被害株率为9.67%,而稻草还田处理区达11.65%。水稻负泥虫成虫通常选择在稻田附近背风向阳的

山坡、田埂、杂草覆盖的土缝或根际土壤中越冬^[21],稻草还田后,大量的越冬成虫在稻草中得以存活,这有利于水稻负泥虫在越冬后保有较多的数量,致使下一年的虫源基数远远大于常规稻作区,所以负泥虫发生与危害重于常规稻作区。

表3 稻草还田条件下水稻负泥虫的危害情况

Table 3 Damage status of *Oulema oryzae* under rice straw incorporation

处理 Treatment	幼虫数量 Number of larvae	被害穴数 Number of infested hills	被害株数 Number of infested plants	总株数 Total number of plants	被害株率/% Infested plant rate
常规稻作区	110.8	23.4	131.4	1 358.6	9.67
稻草还田区	129.8	27.4	138.0	1 184.8	11.65

注:表中数值为50穴的平均值。

Note: The values in the table are the average of 50 rice hills.

2.4 稻草还田对水稻纹枯病、稻瘟病及二化螟发生情况的影响

由表4可知,稻草还田与常规稻作区相比,稻瘟病、纹枯病和二化螟的发生均明显加重,纹枯病和稻瘟病的病情指数分别比常规稻作区高2.35和2.29,尤其是水稻二化螟的发生尤为严重,水稻

枯心率是常规稻作区的1.8倍。造成以上情况的主要原因为稻草中存在大量的纹枯病和稻瘟病的病原菌,同时也保存了大量的二化螟越冬幼虫,随着稻草还田,一旦环境条件适宜,必将导致病虫害的流行和发生。

表4 稻草还田对水稻纹枯病、稻瘟病及二化螟的影响

Table 4 Effect of rice straw incorporation on *Rhizoctonia solani*, *Magnaporthe oryzae* and *Chilo suppressalis*

处理	纹枯病发病率/%	纹枯病病情指数	稻瘟病发病率/%	稻瘟病病情指数	枯心率/%
Treatment	<i>R. solani</i> disease incidence	<i>R. solani</i> disease index	<i>M. oryzae</i> disease incidence	<i>M. oryzae</i> disease index	Dead heart rate
常规稻作区	74.46	14.52	22.16	5.79	4.01
稻草还田区	78.09	16.87	27.44	8.08	7.09

3 结论与讨论

稻草还田后杂草发生量增加,水稻纹枯病、稻瘟病、负泥虫和二化螟的发生加重,这主要是还田稻草中携带了大量的杂草种子、越冬病原菌和在稻草中越冬的负泥虫成虫和二化螟幼虫。特别是田内杂草较多时,这些杂草不仅充当了病虫草害的寄主,还与还田稻草成为许多病虫害理想的越冬场所,这种情况下稻草还田往往使水稻的病虫草害发生更加严重。因此要尽量控制当年稻田中杂草和病虫害的发生,在病虫草害发生严重的地块应该将田内稻草拉出销毁,或直接在田内进行焚烧,以消灭杂草种子、越冬病原菌及害虫。黑龙江寒地水稻田,秸秆还田后稻瘟病、纹枯病、鞘腐病等病害和水稻负泥虫、潜叶蝇的发生加重^[11-13]与本研究的结果基本相同,而张小燕^[14]、张悦^[15]等报道在南方秸秆深翻还田可以有效地减轻水稻病害的发生,但秸秆浅层还田会加重病虫害发生。赖文燕^[16]、龚玉源^[17]等认为稻草还田对水稻病虫害的发生能起到抑制和延缓的作用。张建中等^[3]在江西对秸秆还田后的早、晚稻病虫草害进行调查,发现稻草还田可增加稻田杂草发生密度,对水稻病虫害的发生无显著影响。南北方在稻草还田情况下,病虫害的发生存在差异。

从上述研究中可以看出,我国南北方气候和土壤差异较大,同样稻草还田,对水稻病虫害的影响存在差异。吉林省位于寒温带,稻草还田后秸秆腐烂相对缓慢,在春季水稻移栽后的一个月水稻的生长可能会因为稻草腐解产生的一些有毒有害物质影响生长。为加快稻草腐解,生产上可应用有利于稻草低温发酵的菌剂,同时也应根据每年的病虫害测报,提前做好稻草还田区的病虫害防治工作,控制水稻田内病虫草害的发生,避免因稻草还田加重病虫草害的发生造成产量损失。

参考文献:

[1] 邵玺文,刘伟洋,耿艳秋,等.吉林省水稻高产栽培技术研

究与展望[J].吉林农业大学学报,2019,41(6):631-636.

SHAO X W, LIU W Y, GENG Y Q, et al. Research prospects of high yield rice cultivation technology in Jilin Province[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2019, 41(6): 631-636. (in Chinese)

[2] 赫兵,李超,孟志伟,等.吉林省优质水稻产业发展现状与展望[J].北方水稻,2020,50(5):1-5.

HE B, LI C, MENG Z W, et al. Development status and prospect of high-quality rice industry in Jilin Province[J]. Northern Rice, 2020, 50(5): 1-5. (in Chinese)

[3] 张建中,李保同,吴建富,等.稻草还田对机耕双季稻病虫草发生及产量的影响[J].江西农业大学学报,2015,37(6):966-974.

ZHANG J Z, LI B T, WU J F, et al. Effects of straw returning to paddy field on occurrence of diseases, insect pests and weeds in double-cropping rice and its yield under the condition of mechanized rotary tillage[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2015, 37(6): 966-974. (in Chinese)

[4] 王金武,唐汉,王金峰.东北地区作物秸秆资源综合利用现状与发展分析[J].农业机械学报,2017,48(5):1-21.

WANG J W, TANG H, WANG J F. Comprehensive utilization status and development analysis of crop straw resource in Northeast China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(5):1-21. (in Chinese)

[5] 胡蓉,郑露,刘浩,等.秸秆还田对水稻根际微生物多样性和水稻纹枯病发生的影响[J].植物保护学报,2020,47(6):1261-1269.

HU R, ZHENG L, LIU H, et al. Effects of straw returning on microbial diversity in rice rhizosphere and occurrence of rice sheath blight[J]. Journal of Plant Protection, 2020, 47(6):1261-1269. (in Chinese)

[6] 郭梨锦,曹涛贵,张枝盛,等.耕作方式和秸秆还田对稻田表层土壤微生物群落的短期影响[J].农业环境科学学报,2013,32(8):1577-1584.

GUO L J, CAO C G, ZHANG Z S, et al. Short-term effects of tillage practices and wheat-straw returned to rice fields on topsoil microbial community structure and microbial diversity in Central China[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2013, 32(8): 1577-1584. (in Chinese)

[7] 王玄德,石孝均,宋光煜.长期稻草还田对紫色水稻土肥力和生产力的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(3):302-307.

WANG X D, SHI X J, SONG G Y. Effects of long-term rice straw returning on the fertility and productivity of purplish

- paddy soil[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2005, 11(3): 302-307. (in Chinese)
- [8] 高明,魏朝富,陈世正. 稻草还田对土壤性状及水稻产量的影响[J]. *西南农业大学学报*, 1995, 17(5): 436-439.
GAO M, WEI C F, CHEN S Z. The effect of returning straws into paddy fields as fertilizer on soil properties and rice yield[J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 1995, 17(5): 436-439. (in Chinese)
- [9] 李明德,吴海勇,聂军,等. 稻草及其循环利用后的有机废弃物还田效用研究[J]. *中国农业科学*, 2010, 43(17): 3572-3579.
LI M D, WU H Y, NIE J, et al. Utilities of straw and wastes of straw recycling returning on rice planting[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(17): 3572-3579. (in Chinese)
- [10] 区惠平,何明菊,黄景,等. 稻田免耕和稻草还田对土壤腐殖质和微生物活性的影响[J]. *生态学报*, 2010, 30(24): 6812-6820.
QU H P, HE M J, HUANG J, et al. Effect of no-tillage and rice straw manuring on the combined forms of humus and microbial activities in paddy soil[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(24): 6812-6820. (in Chinese)
- [11] 李洪林,刘凤艳,龚振平,等. 稻秆还田对水稻主要病害发生的影响[J]. *作物研究*, 2012, 26(1): 7-10.
LI H L, LIU F Y, GONG Z P, et al. Effect of straw return back to paddy field on occurrence of rice major diseases[J]. *Corp Research*, 2012, 26(1): 7-10. (in Chinese)
- [12] 刘凤艳,龚振平,马先树,等. 秸秆还田对水稻病虫害发生的影响[J]. *黑龙江农业科学*, 2010, 33(8): 75-78.
LIU F Y, GONG Z P, MA X S, et al. Effect of rice stalks back to field on the occurrence of disease[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2010, 33(8): 75-78. (in Chinese)
- [13] 夏艳涛,吴亚晶. 秸秆还田对水稻病虫害及产量影响研究[J]. *北方水稻*, 2013, 43(6): 37-39.
XIA Y T, WU Y J. Research on effect of straws back into field on pests and diseases and yield[J]. *Northern Rice*, 2013, 43(6): 37-39. (in Chinese)
- [14] 张小燕,邓钦阳,李冬霞,等. 水稻秸秆还田方式对稻纹枯病发生的影响[J]. *广西植保*, 2008, 21(3): 11-13.
ZHANG X Y, DENG Q Y, LI D X, et al. The effects of different rice straw returning methods on the occurrence of rice sheath blight[J]. *Guangxi Plant Protection*, 2008, 21(3): 11-13. (in Chinese)
- [15] 张悦,濮小勇. 浅析秸秆还田对水稻病虫害发生的影响[J]. *上海农业科技*, 2015, 4: 119-120.
ZHANG Y, PU X Y. Brief analysis of the effects of straw returning to field on the occurrence of rice diseases and insect pests [J]. *Shanghai Agricultural Science and Technology*, 2015, 4:119-120. (in Chinese)
- [16] 赖文燕,王仁健,陈文静. 稻草还田免耕抛秧栽培对水稻病虫害发生影响试验[J]. *现代农业科技*, 2008, 27(22): 106, 110.
LAI W Y, WANG R J, CHEN W J. Experiment on the effects of no-tillage and seedling broadcasting cultivation with rice straw returning on the occurrence of rice diseases and insect pests[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2008, 27(22): 106, 110. (in Chinese)
- [17] 龚玉源,梁文伟,张祖健,等. 稻草还田免耕抛秧栽培对水稻主要病虫害发生的影响调查初报[J]. *广西植保*, 2004, 17(2): 8-10.
GONG Y Y, LIANG W W, ZHANG Z J, et al. Preliminary report on the investigation of the effects of no-tillage and seedling broadcasting cultivation with rice straw returning on the occurrence of major rice diseases and insect pests[J]. *Guangxi Plant Protection*, 2004, 17(2): 8-10. (in Chinese)
- [18] RAO D N, MIKKELSEN D S. Effect of rice straw addition on production of organic acid in flooded soil[J]. *Plant Soil*, 1997, 47: 306-311.
- [19] CHUNG I M. Identification of allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa* L.) straw and their biological activity[J]. *Canadian Journal of Plant Science*, 2001, 81: 815-819.
- [20] TANAKA F, ONO S, HAYASAKA T. Identification and evaluation of toxicity of rice root elongation inhibitors in flooded soils with added wheat straw[J]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1990, 31: 97-103.
- [21] 左言龙,金美林. 水稻负泥虫发生规律研究[J]. *昆虫知识*, 1995, 32(1): 8-10.
ZUO Y L, JIN M L. Study on the occurrence regularity of *Oulema oryzae*[J]. *Entomological Knowledge*, 1995, 32(1): 8-10. (in Chinese)

(责任编辑:范杰英)