

盛海君,施凯峰,牛东,等. 秸秆添加快腐菌剂还田对麦季土壤养分和小麦产量与品质的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):166-169. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.19.037

秸秆添加快腐菌剂还田对麦季土壤养分和小麦产量与品质的影响

盛海君^{1,2}, 施凯峰¹, 牛东³, 杨静¹, 朱新开³, 马爱军⁴

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225127; 2. 江苏省有机固体废物资源化协同创新中心, 江苏南京 210095; 3. 扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏扬州 225009; 4. 江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要:通过设置在秸秆中添加快腐菌剂的大田试验,研究快腐菌剂对秸秆还田的促进作用和对小麦生物学特性的影响。结果表明,秸秆快腐还田影响土壤有机质及速效氮、速效磷、速效钾养分含量,与仅秸秆还田处理相比,秸秆快腐还田处理0~5 cm土层的土壤速效钾含量增加最为明显,有机质含量次之,硝态氮、铵态氮含量除成熟期及速效磷含量除花后15 d和成熟期有增加或持平外,其余各生育期铵态氮和速效磷含量降低,硝态氮含量则急剧减少;秸秆快腐还田处理小麦穗数与千粒质量提高,而穗粒数略有降低,最终产量提高;秸秆快腐还田能极显著提高小麦籽粒蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值,降低籽粒硬度,在一定程度上改善中筋小麦籽粒品质。

关键词: 秸秆还田;快腐菌剂;小麦;土壤养分;产量;品质

中图分类号: S512.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)19-0166-04

秸秆添加快腐菌剂还田是目前的研究热点之一^[1-9],目前多使用在玉米田和水稻田的麦秸腐熟过程中^[4-7],但对稻秸在麦田腐熟过程中的作用研究较少^[8-9]。本研究通过设置在秸秆中添加快腐菌剂的大田试验,研究快腐菌剂对稻秸还田是否具有促进作用,以期对稻秸快腐还田提供理论依据与实践支撑。

1 材料与与方法

试验于2014—2015年在扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室试验场进行。试验田前茬作物为水稻,土质为轻壤土。2014年秋播时,土壤有机质含量为15.7 g/kg,速效氮含量为83.7 mg/kg,速效磷含量为22.9 mg/kg,速效钾含量为146.1 mg/kg。秸秆为水稻秸秆,有机碳含量为39.2%。秸秆速腐菌剂为南京宁粮生物工程有限公司生产的有机物料腐熟剂(有效活菌数 5×10^7 CFU/g),按该产品建议,施用量为30 kg/hm²。供试小麦品种为扬辐麦5号。

1.1 试验设计

采用单因素试验设计,设水稻仅秸秆还田(秸秆)、秸秆快腐还田(秸秆+菌剂)与不还田(CK)3个处理,CK为对照。秸秆还田量为9 000 kg/hm²,机械深旋还田,还田深度15~20 cm。施氮量为240 kg/hm²,基肥:壮蘖肥:拔节肥:孕穗肥为5:1:2:2,其中基肥在播种前施用,分蘖肥在5叶期施用,拔节肥于倒3叶施用,孕穗肥于剑叶露尖时施用。磷肥

(P₂O₅)施用量为90 kg/hm²、钾肥(K₂O)施用量为150 kg/hm²,基肥和拔节肥追施各50%。施肥种类分别为尿素(46% N)、三元复合肥(16% N、16% P₂O₅、16% K₂O)和氯化钾(60% K₂O)。2015年11月2日播种,人工条播,行距30 cm,小区面积12.6 m²,试验重复2次。2016年6月2日收获。

1.2 测定项目和与方法

1.2.1 土壤有机质和速效氮、磷、钾含量 于拔节期、孕穗期、开花期、成熟期取土样(分别取0~5、5~10 cm土层的土样)测定土壤有机质、速效氮(包括NH₄⁺-N和NO₃⁻-N)、速效磷、速效钾等的含量,其中土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法——外加热法测定;铵态氮含量和硝态氮含量分别采用2 mol/L KCl浸提,靛酚蓝比色法和紫外分光光度法测定;速效磷含量采用0.5 mol/L NaHCO₃浸提,钼蓝比色法测定;速效钾含量采用1.0 mol/L乙酸铵浸提,火焰分光光度法测定。

1.2.2 小麦产量及产量结构 成熟期每小区田间调查1.2 m²的穗数并收获计产。各小区取样20株,进行室内考种,考察单株成穗数、每穗结实粒数、结实小穗数,脱粒后晒干,测定3个处理的千粒质量,并测量含水率,换算成含水率为13%时的千粒质量。

1.2.3 小麦籽粒品质 取成熟期籽粒,采用FOSS公司生产的近红外分析仪测定籽粒品质,品质指标包括蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值、硬度。采用JYDB100X40型硬度计测量籽粒硬度。

1.3 数据分析方法

数据均采用Excel 2003建立数据库,用SPSS 19.0软件进行统计分析并绘图。

收稿日期:2016-05-06

基金项目:国家自然科学基金(编号:31271642);江苏省扬州市农业科技攻关计划(编号:YZ2014166);江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2016]327)。

作者简介:盛海君(1966—),女,江苏宜兴人,硕士,高级农艺师,主要从事农业资源利用研究。E-mail:hjsheng@yzu.edu.cn。

2 结果与分析

2.1 添加快腐菌剂对土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量的影响

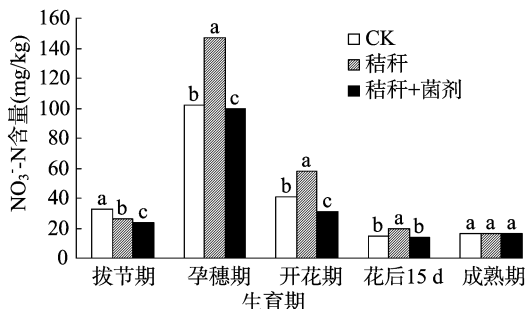
由表1可知,随着秸秆还田和秸秆快腐菌剂的施用,小麦成熟期土壤有机质含量增加,但效应差异不显著,可见秸秆还田对土壤有机质含量的增加是一个缓慢的过程。

表1 小麦成熟期土壤有机质含量

处理	土壤有机质含量(g/kg)	
	0~5 cm	5~10 cm
CK	17.297a	18.310a
秸秆	18.492a	19.500a
秸秆+菌剂	18.615a	20.309a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下表同。

对小麦不同生育期土壤速效氮、速效磷、速效钾养分的测定结果(图1至图8)表明,秸秆快腐还田后,除0~5 cm土层成熟期外,其余各生育期秸秆快腐还田处理的土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量显著低于仅秸秆还田处理;0~5 cm成熟期处理间差异不显著。



同期不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同

图1 土壤(0~5 cm) $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量

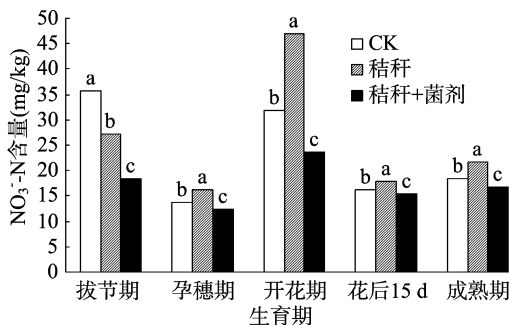


图2 土壤(5~10 cm) $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量

土壤中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量与 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量变化趋势基本一致,秸秆快腐还田处理小麦生育前中期的土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量明显低于仅秸秆还田处理或差异不显著,成熟期则明显高于仅秸秆还田处理。这主要是在微生物的作用下,无机氮向有机氮的持续转化所致。

土壤速效磷含量也与 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量变化趋势基本一致,只是0~5 cm变化幅度相对较小,5~10 cm变化幅度大;除0~5 cm土层成熟期和花后15 d及5~10 cm土层成熟期外,其余各生育期秸秆快腐还田处理显著低于仅秸秆还田处

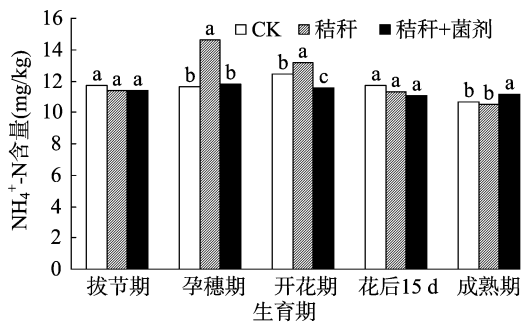


图3 土壤(0~5 cm) $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量

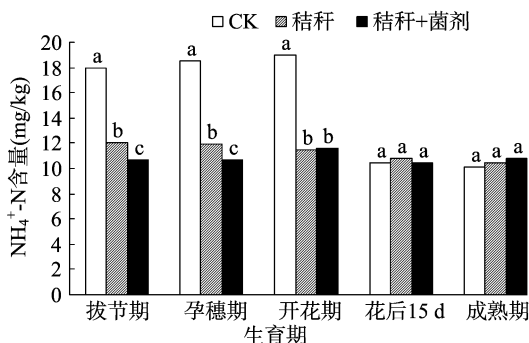


图4 土壤(5~10 cm) $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量

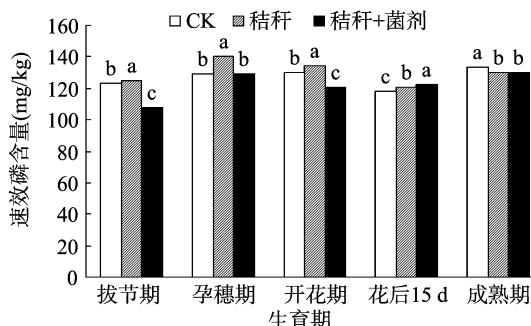


图5 土壤(0~5 cm)速效磷含量

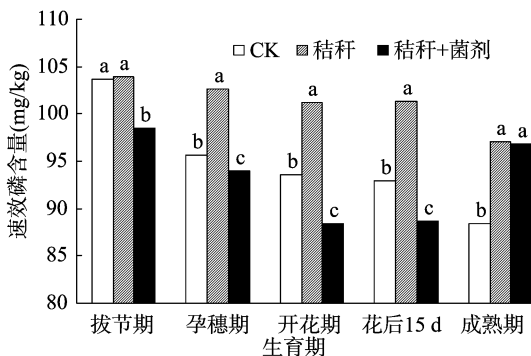


图6 土壤(5~10 cm)速效磷含量

理的土壤速效磷含量。

速效钾含量因秸秆还田而增加,但施快腐菌剂处理后变化趋势与仅秸秆还田不同。秸秆还田后,0~5 cm土层中,除成熟期外,速效钾含量表现为秸秆快腐还田处理高于仅秸秆还田处理;除拔节期和成熟期外,5~10 cm土层速效钾含量与0~5 cm土层表现相反,为仅秸秆还田处理高于秸秆快腐还田处理,成熟期5~10 cm土层中速效钾含量仍是秸秆快腐

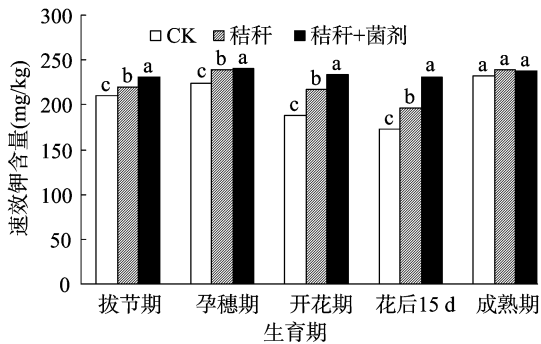


图7 土壤(0~5 cm)速效钾含量

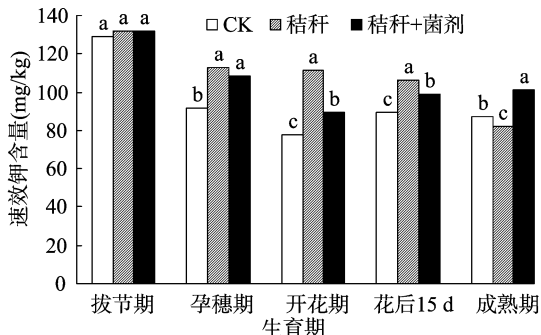


图8 土壤(5~10 cm)速效钾含量

还田处理最高,且差异达显著水平。

综合来看,秸秆快腐还田不仅改变了土壤中的速效氮、速效磷、速效钾养分含量,也通过物质的转化影响着土壤中不同形态的氮含量。与仅秸秆还田处理相比,秸秆快腐还田处理0~5 cm 土层土壤速效钾含量增加最为明显,有机质含量次之,硝态氮、铵态氮含量除成熟期及速效磷含量除花后15 d 和成熟期有增加或持平外,其余各生育期铵态氮、速效磷含量降低,硝态氮含量则急剧减少。

2.2 添加快腐菌剂对小麦产量和品质的影响

2.2.1 对小麦产量及产量结构的影响

不同处理小麦产量及产量结构如表2所示。结果表明,秸秆快腐还田处理的小麦穗数最多,仅秸秆还田处理次之,CK 最少,千粒质量的表现与穗数完全一致,穗粒数与此相反,其最终产量(实际产量)为秸秆快腐还田处理最高,比CK 增产2.82%,仅秸秆还田处理产量最低,比CK 减产0.65%。说明通过施用秸秆快腐菌剂促进秸秆腐熟分解,能够减轻仅秸秆还田对小麦生长发育的影响,促进小麦产量构成因子的形成,实现产量的提高。

表2 不同处理对小麦产量的影响

处理	穗数 (万/hm ²)	穗粒数 (粒/穗)	千粒质量 (g)	实际产量 (kg/hm ²)
CK	496.22cB	40.43aA	38.46cB	7279.23aA
秸秆	515.55bB	37.67bB	40.62bA	7231.97aA
秸秆+菌剂	542.27aA	35.77cB	41.39aA	7484.31aA

2.2.2 对小麦籽粒品质的影响

由表3可知,不同处理籽粒蛋白质含量、湿面筋含量、硬度和沉降值的差异都达到了极显著水平($P < 0.01$),其中蛋白质含量由高到低依次为秸秆快腐还田处理、CK、仅秸秆还田处理,说明添加快腐菌剂的秸秆还田处理能极显著提高籽粒蛋白质含量,而未添加快腐菌

剂的秸秆还田处理蛋白质含量极显著低于CK 处理;湿面筋含量CK 处理最大,其次是秸秆快腐还田处理,仅秸秆还田处理最小;硬度值由高到低依次为仅秸秆还田处理、CK、秸秆快腐还田处理;秸秆快腐还田处理小麦籽粒沉降值高于另外2 个处理,仅秸秆还田处理沉降值最小。

与仅秸秆还田处理相比,秸秆快腐还田处理能极显著提高蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值;硬度则相反,即仅秸秆还田处理大于秸秆快腐还田处理。说明施用秸秆快腐菌剂,通过改变土壤养分状况,在一定程度上能改善中筋小麦籽粒品质。

表3 不同处理对小麦籽粒品质的影响

处理	蛋白质 含量(%)	湿面筋 含量(%)	硬度	沉降值 (mL)
CK	15.4bB	31.6aA	57.6bB	52.5bB
秸秆	14.3cC	25.4cC	58.5aA	43.7cC
秸秆+菌剂	16.2aA	30.5bB	57.3cB	54.7aA

3 讨论与结论

3.1 讨论

3.1.1 秸秆快腐还田对土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾等养分因子的影响

土壤中微生物参与的有机物矿化与无机物同化互为基础,2 个过程间存在着有机的联系^[10-12]。从理论上讲,在富含碳源的有机物质矿质化过程中,微生物在获得大量碳源的同时,相应地摄取分解产物中以及土壤中的氮素等养分,即同化强度大于矿质化强度。这个过程既可降低土壤有效态养分含量,同时也会增加土壤有机质(包括微生物细胞体以及复杂的代谢产物)含量,说明秸秆快腐还田能使土壤中的有机物质含量增加,改善土壤的理化性质^[10-12]。本试验结果与严慧峻等的研究结果^[13-15]完全一致。

试验结果显示,秸秆快腐还田明显影响土壤中重要营养离子的组成。秸秆还田不仅改变了土壤中的速效氮、速效磷、速效钾养分含量,也通过物质的转化影响着土壤中不同形态氮的含量。在0~5 cm 土层秸秆快腐还田的土壤中,与仅秸秆还田相比,增加幅度最大的营养元素是钾,另外增加较多的是有机质,而减少最多的是硝态氮。由于此处硝态氮并非被淋洗损失,而是被微生物同化进入有机氮组分,因此增加了土壤的有机氮库存;有机质的增加则改善了土壤的理化性质和综合肥力。秸秆快腐还田处理小麦生育前中期土壤铵态氮含量明显低于仅秸秆还田处理,成熟期则明显高于仅秸秆还田处理;速效磷除0~5 cm 土层成熟期和花后15 d 及5~10 cm 土层成熟期外,其余各生育期秸秆快腐还田处理显著低于仅秸秆还田处理,其中5~10 cm 土层表现尤为明显。试验结果与高华等的研究结果^[16-18]基本一致,但与周江明等的研究结果^[19]不一致,周江明等研究认为,在连续多年水稻秸秆还田中,前5年0~20 cm 耕层中的氮、磷、钾元素都有大幅度提高,随秸秆还田年限的增加土壤中养分逐渐积累,增幅逐渐下降并趋于平稳的状态。

3.1.2 秸秆快腐还田对小麦产量和品质指标的影响

衡量秸秆还田技术利与弊最为直接的方式就是用作物的产量来衡量^[20-21]。研究表明,秸秆还田能促进作物的生长发育,提高

作物产量等^[22-24],但也有减产的事例^[25]。本研究结果表明,秸秆快腐还田处理产量(实际产量)最高,比CK增产2.82%,仅秸秆还田处理产量最低,比CK减产0.65%。说明通过施用秸秆快腐菌剂,促进秸秆腐熟分解,能够减轻仅秸秆还田对小麦生长发育的影响,促进小麦产量构成因子的形成,实现产量的提高。

小麦籽粒品质包括多个指标,如蛋白质含量、容重、湿面筋含量、硬度、沉降值等^[26]。蛋白质含量、湿面筋含量影响小麦面粉的加工利用,对中筋小麦而言,蛋白质含量、湿面筋含量的提高,有利于改善面粉品质,更利于加工。籽粒硬度是指破坏籽粒所需外界力的大小,常用硬度指数表示,已有研究表明,籽粒硬度与出粉率、蛋白质含量和湿面筋含量呈显著或极显著正相关,与面团稳定时间显著相关。硬质麦通常要求硬度指数在60%以上,软质麦要求在40%以下,混合麦在40%~60%。沉降值是反映小麦种子颗粒蛋白质含量多少及其质量的指标,和小麦的粗蛋白含量和面团吸水率呈正相关,是表征小麦品质好坏的一个指标^[23-24]。

本试验结果表明,不同处理蛋白质含量、湿面筋含量、硬度和沉降值的差异都达到了极显著水平($P < 0.01$),添加快腐菌剂的秸秆还田处理(秸秆快腐还田处理)的籽粒蛋白质含量、湿面筋含量和小麦籽粒沉降值较仅秸秆还田极显著提高;硬度值则相反,即仅秸秆还田处理大于秸秆快腐还田处理。说明施用秸秆快腐菌剂,通过改变土壤养分状况,在一定程度上能改善中筋小麦籽粒品质。

3.2 结论

本研究通过设置在秸秆中添加快腐菌剂的秸秆快腐还田试验,研究快腐菌剂对秸秆还田是否具有促进作用。试验结果表明,秸秆快腐还田影响了土壤有机质及速效氮、速效磷、速效钾养分含量,与仅秸秆还田处理相比,秸秆快腐还田处理0~5 cm土层土壤速效钾含量增加最为明显,有机质含量次之,硝态氮、铵态氮含量除成熟期及速效磷含量除花后15 d和成熟期有增加或持平外,其余各生育期铵态氮、速效磷含量降低,硝态氮含量则急剧减少;与仅秸秆还田处理相比,秸秆快腐还田处理可提高小麦穗数与千粒质量,降低穗粒数,提高最终产量;秸秆快腐还田处理可极显著提高小麦籽粒蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值,降低籽粒硬度,可在一定程度上改善中筋小麦籽粒品质。

参考文献:

[1]李济宸.应用酵素菌接种剂促进秸秆还田推广应用[J].北京农业科学,2001(5):42-43.
 [2]李鑫,桓明辉,孙玉禄,等.降解菌剂在秸秆还田中对土壤特性的影响[J].宁夏农林科技,2013,54(10):70-71.
 [3]赵明文,史玉英,李玉祥,等.纤维分解菌群对水稻秸秆田间腐熟效果的研究[J].江苏农业科学,2000(1):51-53.
 [4]刘海静,任萍.2种还田模式下小麦秸秆腐解菌剂应用效果研

究[J].中国农学通报,2013,29(3):166-172.
 [5]黄继川,彭智平,于俊红,等.接种菌剂条件下玉米秸秆还田对玉米产量、品质和土壤肥力的影响[J].热带作物学报,2011,32(11):2020-2024.
 [6]慕永红,李军,解保胜,等.生物菌剂在寒地水稻秸秆还田上的应用[J].垦殖与稻作,1999(3):31-32.
 [7]李玉春,刘瑞伟,皇传华,等.微生物菌剂对小麦秸秆还田效果试验[J].山东农业科学,2006(6):52-53.
 [8]李惠其,王国庆,王一丹,等.秸秆催腐菌用于稻秸秆还田在小麦栽培上应用效果初探[J].上海农业科技,2006(6):61.
 [9]刘起丽,张建新,徐瑞富,等.外源菌剂处理秸秆还田对小麦形态及生理特性的影响[J].广东农业科学,2009(12):84-86.
 [10]冯孝善,闵航.关于土壤微生物的矿质化作用与同化作用的问题[J].土壤通报,1982(1):44.
 [11]王磊,陶少强,夏强,等.秸秆还田对土壤氮素养分及微生物量氮动态变化的影响[J].土壤通报,2012,43(4):810-814.
 [12]夏强,陈晶晶,王雅楠,等.秸秆还田对土壤脲酶活性·微生物量氮的影响[J].安徽农业科学,2013,41(10):4345-4349.
 [13]严慧峻,魏由庆,左余宝,等.盐渍土麦秸还田效应研究初探[J].土壤肥料,1993(5):15-17.
 [14]孙维论,王立德,金继生,等.秸秆直接还田对苏州地区潜育型水稻土腐殖质组成的影响[J].土壤通报,1994,25(4):172-174.
 [15]冯丽,向莉.作物秸秆还田的优点及对策[J].现代农业科技,2013(13):256.
 [16]高华.秸秆还田的优点及应用[J].农业开发与装备,2014(10):129-129.
 [17]武志杰,张海军,许广山,等.玉米秸秆还田培肥土壤的效果[J].应用生态学报,2002,13(5):539-542.
 [18]钱宏兵,韩春贵,钱存进,等.稻麦秸秆直接还田技术的研究[J].土壤肥料,1998(2):26-28.
 [19]周江明,徐大连,薛才余.稻草还田综合效益研究[J].中国农学通报,2002,18(4):7-10.
 [20]马鹏,陶诗顺,黄晶,等.小麦秸秆还田方式对四川主推水稻品种产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(4):115-118.
 [21]李学平,刘萍.深旋耕秸秆还田对内陆盐碱地土壤肥力和作物产量的效应[J].江苏农业科学,2016,44(1):133-135.
 [22]乔玉强,曹承富,赵竹,等.秸秆还田与施氮量对小麦产量和品质及赤霉病发生的影响[J].麦类作物学报,2013,33(4):727-731.
 [23]于振文.小麦产量与品质生理及栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2006.
 [24]曹卫星.小麦品质生理生态及调优技术[M].北京:中国农业出版社,2005.
 [25]Rasmussen P E.残茬和肥料对免耕小麦产量的效应[J].杨建,译.麦类作物学报,1998,18(4):59-62.
 [26]杨丹,姚金保,杨学明,等.北方麦区小麦品种高分子量谷蛋白亚基组成及其与品质性状的关系[J].江苏农业学报,2015,31(2):241-246.