

刘红江, 郭 智, 孙国峰, 等. 不同播种方式对小麦产量形成及氮素利用效率的影响[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(5): 1075-1081.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2019.05.011

不同播种方式对小麦产量形成及氮素利用效率的影响

刘红江¹, 郭 智¹, 孙国峰¹, 顾克军², 张岳芳¹, 郑建初¹, 陈留根¹

(1. 江苏省农业科学院循环农业研究中心/农业部种养结合重点实验室, 江苏 南京 210014; 2. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏 南京 210014)

摘要: 在大田试验条件下, 以小麦品种扬麦 19 为供试材料, 设置免耕套播、旋耕撒播、旋耕条播、耕翻+旋耕条播等 4 种方式, 研究不同播种方式对苏北平原小麦产量形成及氮素吸收利用效率的影响。结果表明: 采用小麦播种施肥一体机条播小麦, 同时机械深施基肥, 能显著提高旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理的小麦产量, 分别平均比旋耕撒播提高 7.6% 和 10.8%。旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理均显著提高了小麦的生物产量, 明显增加了小麦的经济系数, 显著增加了小麦不同生育时期麦田土壤速效氮含量, 显著提高了小麦氮肥偏生产力。旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理虽然均显著增加了小麦氮素累积量, 但小麦的氮素干物质生产效率和籽粒生产效率均显著降低。说明在小麦生产中, 使用小麦播种施肥一体机条播小麦, 结合基肥机械深施, 减少 25% 的小麦播种量和 10% 的氮肥施用量, 虽然能增加土壤速效氮素含量, 并提高小麦产量和氮素吸收量, 但还需通过合理栽培技术措施的应用, 协调好氮素养分吸收和利用效率之间的矛盾, 提高小麦氮素利用效率。

关键词: 播种方式; 小麦; 产量; 氮素累积量; 氮素利用效率

中图分类号: S512.104.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2019)05-1075-07

Effects of different seeding patterns on yield formation and nitrogen use efficiency of wheat

LIU Hong-jiang¹, GUO Zhi¹, SUN Guo-feng¹, GU Ke-jun², ZHANG Yue-fang¹, ZHENG Jian-chu¹, CHEN Liu-gen¹

(1. Recycling Agriculture Research Center, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/ Key Laboratory of Crops and Livestock Intergration, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China; 2. Institute of Agricultural Resources and Environments, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: In order to investigate the effects of different seeding patterns on yield formation and nitrogen use efficiency of wheat in a wheat-rice double cropping system of North Jiangsu Plain, a field research was conducted with four treatments such as no tillage plus interplant (NT-IP), rotary tillage plus sow planting (RT-SP, check), rotary tillage plus sowing in drill (RT-SD) and plow tillage plus sowing in drill (PR-SD), the tested wheat variety was Yangmai 19. The results showed that: through sowing and fertilizing integrated machine to sow wheat, and mechanical deep application of base fertilizer at the same time, the RT-SD and PR-SD treatments could significantly increase wheat yield by 7.6% and 10.8%, respectively.

RT-SD and PR-SD treatments not only significantly improved the biomass yield and the economic index of wheat, but also significantly increased the available nitrogen content of soil in wheat field at different wheat growth stages. Moreover, nitrogen partial factor productivity of wheat was significantly improved under RT-SD and PR-SD treatments. Both RT-SD and PR-SD treatments significantly increased nitrogen accumulation in wheat, but

收稿日期: 2019-02-18

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201503118-07); 国家重点研发计划课题(2018YFD0300801-01); 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(18)1002]

作者简介: 刘红江(1979-), 男, 江苏建湖人, 博士, 副研究员, 主要从事农业生态和稻麦栽培生理生态研究。(E-mail) Lihongjiang2004@sohu.com

通讯作者: 陈留根, (E-mail) chenliugen@sina.com.cn

the nitrogen use efficiency for biomass and nitrogen use efficiency for grain yield of wheat were significantly decreased. It indicated that: although using integrated machine to sow wheat in drill and mechanical deep application of base fertilizer in the practice of production, to reduce 10% of nitrogen application and 25% of wheat seeding, could increase soil available nitrogen content, wheat yield and nitrogen uptake, it was also necessary to use reasonable cultivation techniques, coordinate the contradiction between nitrogen uptake and utilization efficiency, and improve the nitrogen use efficiency of wheat.

Key words: seeding pattern; wheat; yield; nitrogen accumulation; nitrogen use efficiency

小麦是中国重要的粮食作物之一^[1],提高小麦单产对保障国家粮食安全具有重要意义。苏北平原常年采用稻麦轮作为主要种植方式。近年来,由于生产上大面积推广种植优质高产水稻新品种,延长了水稻的生育期,影响了小麦的适期播种,小麦晚播后,农户往往会通过增加播种量,以及加大肥料施用量来提高产量和种地效益^[2-3]。晚播小麦的播种量和氮肥施用量已经分别达到 350 kg/hm²^[4]和 270 kg/hm²^[5]。大量使用麦种会直接降低农民种地收入,过量施用氮肥除了降低肥料的利用效率^[6],还会增加农业面源污染^[7-8]和温室气体 N₂O 的排放^[9]。已有研究结果表明,通过适当降低小麦行距^[10],以及提高基肥的施用比例^[11],可减少小麦的播种量。此外,施用控释氮肥^[12]、氮肥适当后移^[13]、有机无机肥配施^[14-15]均可以减少麦田氮肥施用量。本研究应用小麦播种施肥一体机条播小麦,同时机械深施基肥,设置 4 种播种方式,比较不同播种方式处理的小麦产量形成及氮素吸收利用效率差异,以期对小麦生产增效以及农业生态环境质量改善提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2015 年 11 月-2017 年 06 月在江苏省淮安市金湖县陈桥镇吉庄水稻种植家庭农场试验田(33°09'N,118°59'E)进行,该地区属亚热带湿润季风气候,年降水量 1 100 mm 左右,全年降水日数 110 d 左右,年平均温度 14.6 °C,年日照时间 ≥ 2 100 h,年无霜期 220 d 左右,轮作制度为冬小麦、水稻轮作。试验田土壤为黄泥土,基本理化性状为:全氮 1.64 g/kg,总磷 0.56 g/kg,速效氮 45.72 mg/kg,速效磷 18.15 mg/kg,速效钾 164.36 mg/kg,有机质 22.51 g/kg,容质量 1.25 g/cm³,pH 6.59。

1.2 试验处理

2015-2016 和 2016-2017 年度两季小麦均设计

如下 4 个小麦播种方式:免耕套播(免耕+人工套播):在水稻收获前 3 d(11 月 3 日),采用人工撒播小麦,套播于稻田,水稻收获后,田间机械开沟、压草。小麦播种量为 300.0 kg/hm²。氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 240.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²。氮肥运筹按照农民习惯进行,基肥:返青肥:拔节肥:穗肥=4:1:2:3,磷肥、钾肥全部作为基肥施用,肥料采用人工撒施。旋耕撒播(旋耕+人工撒播,对照):水稻收获后,将秸秆旋耕还田,耕深 10~12 cm,11 月 6 日人工撒播小麦,播种量为 300.0 kg/hm²。氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 240.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²。氮肥运筹按照基肥:拔节肥:穗肥=6:1:3 的比例施用,磷肥、钾肥全部作为基肥施用,肥料采用人工撒施。旋耕条播(旋耕+旋耕条播):水稻收获后,将秸秆旋耕还田,耕深 10~12 cm,11 月 6 日采用灭茬、旋耕、施肥、播种、开沟、覆土“六位一体”机械(太仓项氏农机有限公司生产)条播小麦,同时机械深施基肥。小麦播种量为 225.0 kg/hm²,等行距(20 cm)种植,施肥于播种的一侧,相距 5 cm,播种和施肥深度均为 3~5 cm。氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 216.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²。氮肥运筹按照基肥:拔节肥:穗肥=6:1:3 的比例施用,磷肥、钾肥全部作为基肥施用。耕翻+旋耕条播:水稻收获后,将秸秆耕翻还田,耕深 15~18 cm,再旋耕 1 次,11 月 6 日采用“六位一体”机械条播小麦,同时机械深施基肥。小麦播种量为 225.0 kg/hm²,等行距(20 cm)种植,施肥于播种的一侧,相距 5 cm,播种和施肥深度均为 3~5 cm。氮肥(N)、磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 216.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²、105.0 kg/hm²。氮肥运筹按照基肥:拔节肥:穗肥=6:1:3 的比例施用,磷肥、钾肥全部作为基肥施用。

供试小麦品种为:扬麦 19。试验肥料品种:15-

15-15 复合肥(含 N 15%, P_2O_5 15%, K_2O 15%), 氮肥不足部分用尿素(含 N 46%) 补充。试验重复 3 次, 每个小区面积 500.0 m^2 。其他栽培管理措施同当地麦田, 适时进行病虫害防治。

1.3 测定内容与方法

1.3.1 小麦生物产量 成熟期每小区调查 2 m^2 小麦的株数和穗数, 根据每株平均穗数取有代表性植株 15 株, 分别测定植株地上部茎鞘、叶片、穗各部分干物质量(105 $^{\circ}C$ 杀青 30 min 后, 70 $^{\circ}C$ 烘干至恒质量), 计算小麦生物产量。

1.3.2 小麦产量及其构成因素 调查上述 15 株小麦的每穗粒数, 计算平均每穗粒数和群体总实粒数, 测定千粒质量, 计算理论产量。

1.3.3 植株氮素含量 将成熟期水稻植株样品按不同器官材料粉碎后, 用半微量蒸馏法测定全氮含量^[16]。

1.3.4 土壤速效氮含量 在小麦拔节期、抽穗期和成熟期, 各小区选 3 个取样点, 用土钻取有代表性 0~20 cm 深度的土样, 将样品混合后放置于塑料袋中, 保存于保鲜盒, 再将其带回实验室人工处理成小块, 挑出石子和植物根系等杂质, 待测。土壤硝态氮含量测定用 2 mol/L KCl 浸提-紫外分光光度法, 铵态氮含量测定采用 2 mol/L KCl 浸提-靛酚蓝比色法。将各小区 3

个取样点的平均值作为该处理的测定值。

1.4 数据分析

1.4.1 氮素吸收利用效率^[17-18] 小麦氮素干物质生产效率=成熟期小麦生物产量/氮素积累量, 小麦氮素籽粒生产效率=小麦籽粒产量/成熟期氮素积累量, 氮素收获指数=籽粒氮素吸收量/植株氮素积累量, 小麦氮肥偏生产力=施氮区产量/氮肥施用量。

1.4.2 统计方法 采用 Excel 软件作图。采用 SPSS 13.0 软件进行差异显著性统计检验, 各处理的比较采用最小显著差数法(LSD)。

2 结果与分析

2.1 不同播种方式对小麦产量形成的影响

2.1.1 不同播种方式对小麦产量及其构成因素的影响 不同播种方式对小麦产量及其构成因素的影响如表 1 所示, 从小麦产量看, 2015-2016 年和 2016-2017 年两季小麦产量均是免耕套播处理最低, 比对照旋耕撒播处理小麦产量平均降低 24.3%, 处理间的差异达到显著水平; 旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理小麦产量较高, 两者均显著大于旋耕撒播处理, 分别平均比旋耕撒播提高了 7.6% 和 10.8%。

表 1 不同播种方式对小麦产量及其构成因素的影响

Table 1 Effects of different seeding patterns on yield and yield components of wheat

年度	处理	每 1 m^2 穗数	每穗粒数	千粒质量 (g)	产量 (g/m^2)
2015-2016	NT-IP	394.3 \pm 8.4c	30.4 \pm 0.5c	41.8 \pm 0.4b	501.4 \pm 9.0e
	RT-SP	513.0 \pm 14.1a	29.8 \pm 1.1c	41.8 \pm 0.3b	640.0 \pm 13.8c
	RT-SD	493.6 \pm 15.9a	32.6 \pm 1.3b	43.1 \pm 0.2ab	694.2 \pm 11.0a
	PR-SD	506.9 \pm 17.3a	32.3 \pm 1.4b	42.7 \pm 0.3ab	699.7 \pm 12.4a
2016-2017	NT-IP	412.5 \pm 8.4bc	30.5 \pm 1.4c	41.5 \pm 0.4b	521.3 \pm 18.6d
	RT-SP	429.7 \pm 13.4b	34.3 \pm 0.7a	42.9 \pm 0.3ab	631.5 \pm 9.9c
	RT-SD	494.0 \pm 12.7a	31.5 \pm 1.4bc	43.2 \pm 0.5ab	673.4 \pm 17.7b
	PR-SD	497.3 \pm 18.6a	32.7 \pm 1.3b	43.9 \pm 0.3a	708.8 \pm 15.6a

NT-IP、RT-SP、RT-SD、PR-SD 分别表示免耕套播、旋耕撒播(对照)、旋耕条播、耕翻+旋耕条播。数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

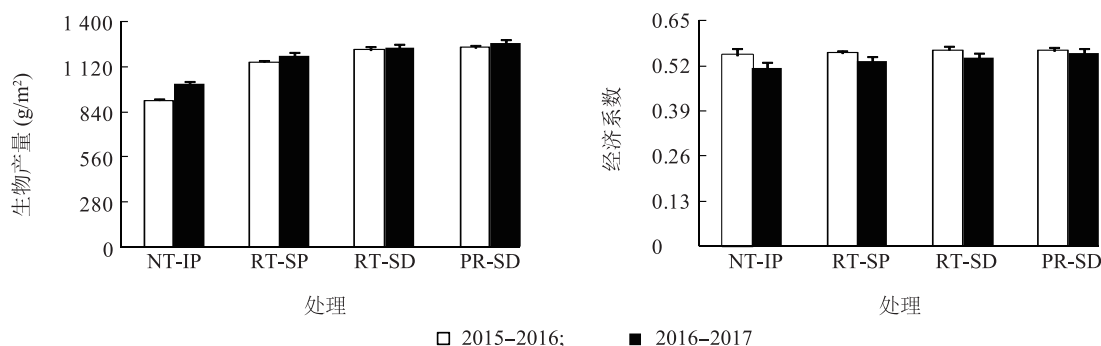
从小麦产量构成因素看, 单位面积穗数两季小麦均以免耕套播处理最低, 2015-2016 年旋耕撒播处理最高, 而 2016-2017 年耕翻+旋耕条播处理最高。免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理小麦单位面积穗数增加 -16.8%、4.8% 和 6.5%, 免耕套播处理使小麦单位

面积穗数显著降低。2015-2016 年每穗粒数以旋耕撒播处理最少, 旋耕条播处理最多; 2016-2017 年每穗粒数则以免耕套播最少, 旋耕撒播处理最多。免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理小麦每穗粒数增加 -5.3%、0.1% 和 1.0%, 处理间的差异均达到显著水平。2015-2016

年和2016–2017年两季小麦千粒质量均是免耕套播处理较低,旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理小麦千粒质量较高,分别平均比旋耕撒播处理提高了1.9%和2.3%。

2.1.2 不同播种方式对小麦生物产量和经济系数的影响 2016–2017 年各播种方式小麦生物产量均

高于2015–2016 年(图1)。不同处理2015–2016 年和2016–2017 年两季小麦生物产量均是免耕套播处理最低,耕翻+旋耕条播处理最高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理增加–21.5%、5.6%和7.6%,处理间差异均达到显著水平。



各处理见表1注。

图1 不同播种方式对小麦生物产量和经济系数的影响

Fig.1 Effect of different seeding patterns on biomass yield and economic index of wheat

2015–2016 年各播种方式小麦经济系数均高于2016–2017 年。两季小麦经济系数均以免耕套播处理最低,旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理较高。免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理提高–2.2%、1.9%和2.9%,处理间差异均达到显著水平。说明旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理的小麦高产,是其生物产量显著增加与经济系数明显提高共同作用的结果。

2.2 不同播种方式对麦田土壤速效氮含量的影响

从小麦整个生育期看,随着生育进程的推进,麦田土壤速效氮含量呈逐渐下降的变化趋势(表2)。就不同生育时期而言,不同播种方式麦田土壤速效氮含量均是免耕套播处理最低,耕翻+旋耕条播处理最高;拔节期、抽穗期和成熟期耕翻+旋耕条播处理麦田土壤速效氮含量分别平均比旋耕撒播处理增加13.1%、10.6%和27.9%,处理间差异均达到显著水平。说明采用小麦播种施肥一体机条播小麦,同时将小麦基肥深施,能够显著提高不同生育时期麦田土壤速效氮含量。

2.3 不同播种方式对小麦氮素吸收利用的影响

2.3.1 不同播种方式对小麦氮素累积量的影响 除免耕套播处理以外,2015–2016 年各播种方式小麦氮素累积量均高于2016–2017 年(图2)。不同处理2015–2016 年和2016–2017 年两季小麦氮素累积量均

以耕翻套播处理最低,耕翻+旋耕条播处理最高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理增加–19.9%、15.6%和24.2%,处理间差异均达到显著水平。

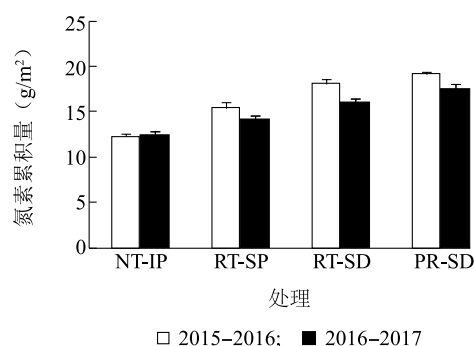
表2 不同播种方式对麦田土壤速效氮含量的影响(2015–2016)

Table 2 Effects of different seeding patterns on available nitrogen content of soil in wheat field

处理	土壤速效氮含量 (mg/kg)		
	拔节期	抽穗期	成熟期
NT-IP	108.4±0.8d	106.4±2.2c	77.1±1.9c
RT-SP	114.8±1.2c	112.2±3.3b	80.8±2.4c
RT-SD	125.9±1.3b	119.7±3.1a	99.0±2.5b
PR-SD	129.9±1.0a	124.1±2.1a	103.4±2.2a

各处理见表1注。

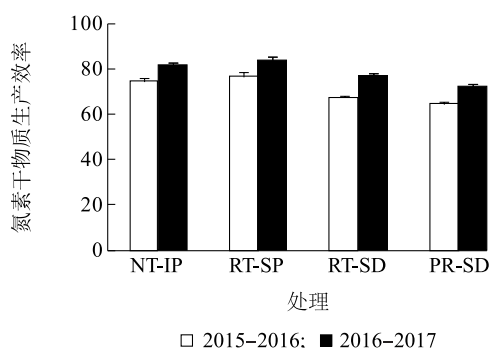
2.3.2 不同播种方式对小麦氮素干物质生产效率的影响 2015–2016 年各播种方式小麦氮素干物质生产效率均低于2016–2017 年(图3)。2015–2016 年和2016–2017 年两季小麦氮素干物质生产效率均以耕翻+旋耕条播处理最低,旋耕撒播处理最高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理降低2.7%、9.9%和14.6%,处理间差异均达到显著水平。说明与吸收同样多氮素的其他处理相比较,旋耕撒播处理能够显著提高小麦干物质累积量。



各处理见表1注。

图2 不同播种方式对小麦氮素累积量的影响

Fig.2 Effect of different seeding patterns on nitrogen accumulation of wheat



各处理见表1注。

图3 不同播种方式对小麦氮素干物质生产效率的影响

Fig.3 Effect of different seeding patterns on nitrogen use efficiency for biomass of wheat

2.3.3 不同播种方式对小麦氮素籽粒生产效率和氮收获指数的影响 2015-2016年各播种方式小麦氮素籽粒生产效率均高于2016-2017年(图4)。2015-2016年和2016-2017年两季小麦氮素籽粒生产效率均以耕翻+旋耕条播处理最低,旋耕撒播处理最高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理降低0.6%、8.1%和11.6%,处理间差异大多达到显著水平。说明与吸收同样多氮素的其他处理相比较,旋耕撒播处理能够显著提高小麦籽粒产量。

除免耕套播处理以外,2015-2016年各播种方式小麦氮收获指数均低于2016-2017年。2015-2016年和2016-2017年两季小麦氮收获指数均以免耕套播处理较低,旋耕条播处理较高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理提高-2.3%、1.8%和0.7%,处理间差异均未

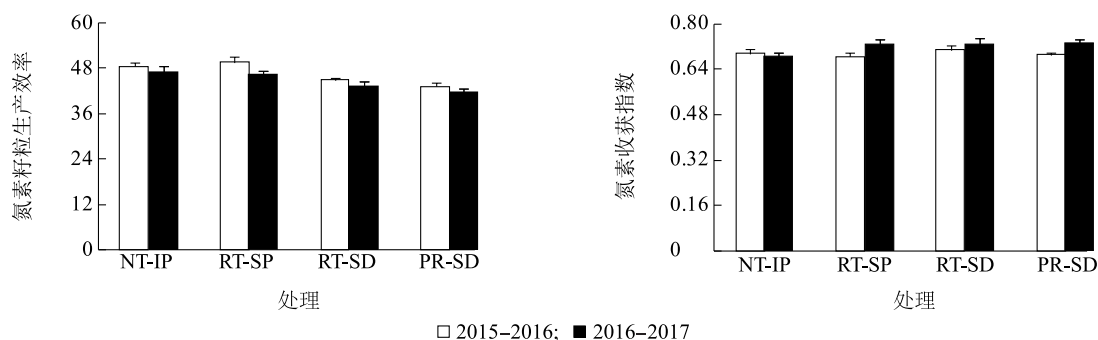
达到显著水平。

2.3.4 不同播种方式对小麦氮肥偏生产力的影响

不同播种方式对小麦氮肥偏生产力的影响如图5所示,2015-2016年旋耕撒播和旋耕条播处理小麦氮肥偏生产力高于2016-2017年,而免耕套播和耕翻+旋耕条播处理则表现为相反的结果。2015-2016年和2016-2017年两季小麦氮肥偏生产力均以免耕套播处理最低,耕翻+旋耕条播处理最高,免耕套播、旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理分别平均比旋耕撒播处理提高-24.3%、19.5%和23.1%,处理间差异均达到显著水平。

3 讨论

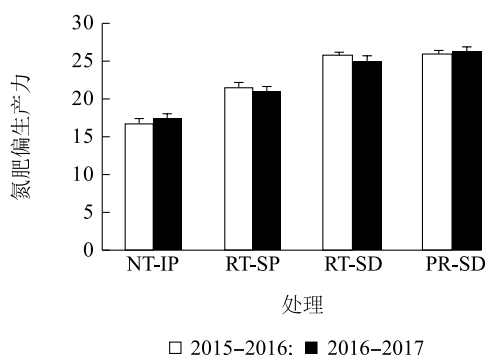
在小麦播种环节,通过相关技术的应用,提高播种质量,争取全苗壮苗,最终获得小麦高产方面已有较多报道。侯贤清等^[19]研究结果表明,通过年度间土壤免耕和深松轮耕,可改善土壤理化性状和含水量,提高土壤肥力,保证小麦生长发育良好,提高小麦产量。本研究结果表明,使用小麦播种施肥一体机条播小麦,同时机械深施基肥,能够显著提高旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理的小麦生物产量和籽粒产量,小麦产量提高的主要原因是单位面积穗数明显增加,同时每穗粒数和千粒质量也有所增加。这可能是机条播与撒播相比增加了小麦播种深度,保证了小麦出苗所需的良好土壤水分微环境,提高出苗率。同时,机条播小麦增加了播种深度,使麦种和土壤紧密接触,能保证小麦根系及时下扎到土壤中,以吸收水分和养分,促进小麦的生长发育^[20]。因此,本研究通过机条播小麦,减少25%的播种量仍获得小麦高产。史晓芳等^[21]研究结果表明,适期播种条件下,播种量较低($1\text{ hm}^2\ 300\times 10^4$ 粒)时,能够形成较为理想的小麦群体质量,并增加小麦干物质积累量和产量。本研究,通过机械条播,增加了小麦行距,提高了播种质量,有利于形成良好的群体结构,为小麦高产提供了基础条件,这与武兰芳等^[22]在温光条件较好的黄淮海平原,通过加大小麦行距,来提高小麦光热资源利用效率,获得小麦高产的研究结果基本一致。本研究结果还表明,与旋耕条播处理相比耕翻+旋耕条播处理两季小麦的产量均有所增加,这可能是由于本地区上季水稻产量水平高,秸秆还田量大,耕翻处理使秸秆和土壤充分接触,减轻了秸秆还田后土壤孔隙大,透风失墒快,容易形成



各处理见表 1 注。

图 4 不同播种方式对小麦氮素籽粒生产效率和氮收获指数的影响

Fig.4 Effect of different seeding patterns on nitrogen use efficiency for grain yield and nitrogen harvest index of wheat



各处理见表 1 注。

图 5 不同播种方式对小麦氮肥偏生产力的影响

Fig.5 Effect of different seeding patterns on nitrogen partial factor productivity of wheat

小麦冻害等^[23]不利影响。

在麦季通过提高氮肥利用效率来减少氮肥利用量方面,李丰等^[24]研究结果表明,通过 80% 的传统测土配方施肥量配施有机肥能够提高肥料利用效率和偏生产力。朱锦惠等^[25]研究结果表明,小麦与蚕豆间作,能够降低氮肥施用量,增加小麦产量,促进氮素向小麦穗部转运,提高氮肥利用效率。本研究结果表明,采用机条播和基肥深施的旋耕条播和耕翻+旋耕条播,可减少 10% 的氮肥施用量,显著增加小麦不同生育时期麦田土壤速效氮素含量和成熟期小麦植株氮素累积量,并显著提高小麦氮肥偏生产力。这可能与机条播增加了小麦播种深度,改善了耕层土壤墒情,提高了肥料利用效率有关。前人^[26]的研究结果表明,在减少 28% 的氮肥施用量条件下,保证田间持水量在 70% 左右时,灌水适墒处理能够增加小麦籽粒产量和其氮素累积量,并显著

提高小麦的氮素吸收率和生产效率。本研究采用了秸秆还田措施,试验结果与张建军等^[27]的秸秆还田和发酵有机肥等氮量部分替代化肥试验结果基本一致。在秸秆还田条件下,小麦生育前期,秸秆分解需要消耗大量土壤速效氮素,此时小麦生长的养分需求量不大,而到了小麦生育中后期,随着秸秆的进一步分解,其中的养分也逐步释放,满足了小麦生育中后期的大量养分需求,相当于优化了肥料运筹,提高了肥料利用效率^[28]。此外,本研究由于基肥机械深施,可能会减少麦田氮挥发量,从而提高小麦氮肥利用率和产量^[29]。

本研究中旋耕条播和耕翻+旋耕条播处理小麦氮素干物质生产效率和籽粒生产效率均显著降低。屈会峰等^[30]在西北旱地的研究结果表明,通过地膜覆盖或秸秆覆盖,减少 23% 的氮肥施用量,可增加小麦产量,但却降低了小麦的氮肥利用效率。小麦氮素籽粒生产效率降低,说明籽粒产量的增加幅度没有氮素累积量的增加幅度大。因此,采用机械条播小麦和基肥深施,以减少用种量和氮肥投入量时,需要兼顾好小麦的氮素吸收和利用效率之间的关系。

采用小麦播种施肥一体机,条播小麦,并机械深施基肥,与传统的人工撒播小麦和撒施基肥相比较,旋耕条播处理和耕翻+旋耕条播处理,在减少 25% 的小麦播种量和 10% 的氮肥施用量的基础上,能提高麦田土壤速效氮素含量,保证小麦显著增产,并显著提高小麦的氮素吸收量以及小麦氮肥偏生产力。结合本地区上季水稻秸秆还田量较大的实际情况,用铧式犁先对土壤进行耕翻后再旋耕条播施肥,

效果更佳。

参考文献:

- [1] 王化敦,史高玲,张平平,等.长江中下游小麦品种籽粒品质对氮素的敏感性分析[J].南方农业学报,2017,48(9):1568-1573.
- [2] 张福锁,崔振岭,王激清,等.中国土壤和植物养分管理现状与改进策略[J].植物学通报,2007,24(6):687-694.
- [3] 张明伟,马 泉,丁锦峰,等.稻茬晚播小麦高产群体特征分析[J].麦类作物学报,2018,38(4):445-454.
- [4] 吴金芝,黄 明,王志敏,等.极端晚播对小麦籽粒产量、氮素吸收利用和籽粒蛋白质含量的影响[J].应用生态学报,2018,29(1):185-192.
- [5] 张明伟,马 泉,丁锦峰,等.密度与肥料运筹对迟播小麦产量和茎秆抗倒能力的影响[J].麦类作物学报,2018,38(5):584-592.
- [6] 许仙菊,马洪波,宁运旺,等.缓释氮肥运筹对稻麦轮作周年作物产量和氮肥利用效率的影响[J].植物营养与肥料学报,2016,22(2):307-316.
- [7] 朱兆良.农田中氮肥的损失与对策[J].土壤与环境,2000,9(1):1-6.
- [8] TIAN G M, CAO J L, CAI Z C, et al. Ammonia volatilization from wheat field top-dressed with urea[J]. Pedosphere, 1998, 8(4):331-336.
- [9] 侯苗苗,吕凤莲,张弘弢,等.有机氮替代比例对冬小麦/夏玉米轮作体系作物产量及 N_2O 排放的影响[J].环境科学,2018,39(1):321-330.
- [10] 殷复伟,王文鑫,谷淑波,等.株行距配置对宽幅播种小麦产量形成的影响[J].麦类作物学报,2018,38(6):710-717.
- [11] 修 明,谷世禄,田中伟,等.稻茬还田下播种密度与氮肥运筹对小麦产量及氮素利用效率的影响[J].麦类作物学报,2016,36(10):1377-1385.
- [12] 张敬昇,李 冰,王昌全,等.控释氮肥与尿素掺混比例对作物中后期土壤供氮能力和稻麦产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2017,23(1):110-118.
- [13] 赵士诚,魏美艳,仇少君,等.氮肥管理对秸秆还田下土壤氮素供应和冬小麦生长的影响[J].中国土壤与肥料,2017(2):20-25.
- [14] 郑凤霞,董树亭,刘 鹏,等.长期有机无机肥配施对冬小麦籽粒产量及氮挥发损失的影响[J].植物营养与肥料学报,2017,23(3):567-577.
- [15] 何翠翠,李贵春,尹昌斌.华北冬小麦-夏玉米系统有机态氮替代的产量及肥料效应[J].中国土壤与肥料,2018(1):43-48.
- [16] BREMNER J M, MULVANEY C S. Nitrogen-total[M]//Page A L. Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Madison, WI: Agron Monogr. 9. ASA and SSSA, 1982: 595-624.
- [17] 赵亚南,宿敏敏,吕 阳,等.减量施肥下小麦产量、肥料利用率和土壤养分平衡[J].植物营养与肥料学报,2017,23(4):864-873.
- [18] 胡雅杰,朱大伟,邢志鹏,等.改进施氮运筹对水稻产量和氮素吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2015,21(1):12-22.
- [19] 侯贤清,李 荣,贾志宽,等.西北旱作农田不同耕作模式对土壤性状及小麦产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2017,23(5):1146-1157.
- [20] 顾克军,张斯梅,顾东祥,等.稻茬还田与播后镇压对稻茬小麦产量与品质的影响[J].核农学报,2015,29(11):2192-2197.
- [21] 史晓芳,仇松英,史忠良,等.播期和播量对冬小麦尧麦16群体性状和产量的影响[J].麦类作物学报,2017,37(3):357-365.
- [22] 武兰芳,欧阳竹.不同播量与行距对小麦产量与辐射截获利用的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(1):31-36.
- [23] WARDLE D A, BARDGETT R D, KLIRONOMOS J N, et al. Ecological linkages between aboveground and belowground biota[J]. Science, 2004, 304(11):1629-1633.
- [24] 李丰丰,朱红英,段建设,等.肥料无机有机配施对稻茬小麦产量与肥料利用率的影响[J].麦类作物学报,2018,38(5):593-599.
- [25] 朱锦惠,董 艳,肖靖秀,等.小麦和蚕豆间作系统氮肥调控对小麦白粉病发生及氮素累积分配的影响[J].应用生态学报,2017,28(12):3985-3993.
- [26] 张 嫚,周苏玫,杨习文,等.减氮适墒对冬小麦土壤硝态氮分布和氮素吸收利用的影响[J].中国农业科学,2017,50(20):3885-3897.
- [27] 张建军,樊廷录,赵 刚,等.长期定位施不同氮源有机肥替代部分含氮化肥对陇东旱塬冬小麦产量和水分利用效率的影响[J].作物学报,2017,43(7):1077-1086.
- [28] 吴晓丽,李朝苏,汤永禄,等.氮肥运筹对小麦产量、氮素利用效率和光能利用率的影响[J].应用生态学报,2017,28(6):1889-1898.
- [29] 董玉兵,吴 震,李 博,等.追施生物炭对稻麦轮作中麦季氮挥发和氮肥利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2017,23(5):1258-1267.
- [30] 屈会峰,赵护兵,刘吉飞,等.不同覆盖措施下旱地冬小麦的氮磷钾需求及其生理效率[J].植物营养与肥料学报,2017,23(4):874-882.

(责任编辑:张震林)