

麦棉套作模式氮磷钾肥料用量对小麦产量性状的影响

王树林, 祁虹, 王燕, 张谦, 冯国艺, 林永增, 梁青龙 (河北省农林科学院棉花研究所, 农业部黄淮海半干旱区棉花生物学与遗传育种重点实验室, 河北石家庄 050051)

摘要 [目的]研究河北省南部高肥力地块在麦棉套作模式下的小麦氮磷钾肥料需求量, 为合理施肥提供理论依据。[方法]采用大田随机区组试验, 针对氮、磷、钾3种肥料分别设置了0, 75, 150, 225, 300 kg/hm² 5个用量梯度, 调查小麦分蘖、成穗数、产量及产量构成因素。[结果]氮肥对小麦具有显著的增产作用, 单位面积穗数、穗粒数、千粒重及产量随施氮量增加而增加, 磷肥具有一定的增产效果, 钾肥无增产效果。[结论]在河北省南部高肥力地块, 麦棉套作小麦适宜肥料用量为氮肥225~300 kg/hm², 磷肥150 kg/hm², 免施钾肥。

关键词 麦棉套作; 氮磷钾; 小麦; 产量

中图分类号 S344.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)04-045-02

Effects of N, P and K Amount on Yield Trait of Wheat in Wheat-Cotton Intercropping System

WANG Shu-lin, QI Hong, WANG Yan et al (Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Science/ Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Cotton in Huanghuaihai Semiarid Area, Ministry of Agriculture, Shijiazhuang, Hebei 050051)

Abstract [Objective] To research the N, P and K amount of wheat in wheat-cotton intercropping system in high fertility field of Hebei Province. [Method] The field randomized block experiment was adopted. Five treatments (0, 75, 150, 225 and 300 kg/hm²) were designed for N, P and K. Wheat tillering, ear number, yield and yield component were investigated. [Result] Wheat yield was increased significantly by using N fertilizer. The panicle per unit area, grains per ear, thousand-grain weight and yield were improved as the nitrogen enhanced. P fertilizer enhanced the wheat yield at certain degree, but P had no effects on wheat yield. [Conclusion] The optimum fertilizer for wheat-cotton intercropping system is 225–300 kg/hm² N and 150 kg/hm² P₂O₅; and K should not be applied.

Key words Wheat-cotton Intercropping System; N, P, K; Wheat; Yield

我国麦棉两熟种植首先出现在20世纪50年代的长江流域棉区, 为冬小麦(元麦)∥棉花直播模式^[1]。20世纪60年代, 以麦棉套种为主的麦棉两熟种植首先出现在豫东南和淮河北部, 并逐步向北扩展, 1976年北方6省市麦棉两熟约占棉田总面积的15%^[2]。随着棉花早熟品种和地膜覆盖技术的推广, 麦棉两熟种植模式在20世纪80年代中期进入快速发展期, 仅河南(含南襄盆地)、山东两省的种植面积就达123.3×10⁴ hm², 占全国麦棉两熟种植总面积的57.2%^[3]。随着技术进一步成熟和品种更新, 90年代后, 麦棉两熟种植成为黄河流域主要种植模式^[4]。然而随着小麦联合收割机的应用, 麦棉套作种植模式因不适应机械收获小麦而导致面积迅速萎缩。随着国家对粮食安全问题的日益重视^[5-6]以及粮棉争地矛盾的日益尖锐^[7], 麦棉套作种植模式被重新提及, 在解决了小麦联合收割机应用问题后, 麦棉套作模式推广前景广阔。杨利等^[8-10]在不同地区进行了麦棉套种氮磷钾肥料用量相关试验, 但在河北地区相关研究报道较少。为此, 笔者在河北省南部高肥力地块拟通过研究麦棉套作模式下不同氮磷钾肥料对小麦产量的影响, 为明确麦棉套作模式适宜的施肥量提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试验地概况 试验品种为婴泊700, 由河北婴泊种业科技有限公司提供。氮肥为市购普通尿素, 纯N含量46.4%, 磷肥为重过磷酸钙, P₂O₅含量为46.0%, 钾肥为氯化钾, K₂O含量为60.0%。

试验在河北省农林科学院棉花研究所曲周试验站(河北省邯郸市曲周县西漳头村)进行。前茬作物为棉花, 土壤为黏壤土, 属高肥力地块, 土壤有机质14.6 g/kg, 全氮0.998 g/kg, 速效磷38.9 mg/kg, 速效钾285.8 mg/kg。试验地地势平坦, 排灌便利。

1.2 试验设计与方法 试验采用随机区组设计, 小区宽6.4 m, 长10.0 m, 氮、磷、钾肥处理分别设置5个用量梯度, 即0, 75, 150, 225, 300 kg/hm², 记作1~5, 各处理设3次重复。麦棉套种模式为“4-2”式, 即小麦播种4行, 幅宽80 cm, 棉花预留行80 cm, 套种2行棉花。

试验小区中氮肥处理施重过磷酸钙325 kg/hm², 氯化钾250 kg/hm²; 磷肥处理施尿素486 kg/hm², 氯化钾250 kg/hm²; 钾肥处理施尿素486 kg/hm², 重过磷酸钙325 kg/hm²。所有磷钾肥一次底施, 氮肥底施60%, 拔节期追施40%。2014年10月29日结合整地将底肥施入, 10月30日播种, 小麦播种量为225 kg/hm², 播后浇“蒙头水”, 2015年3月11日浇水1次, 4月24日播种棉花, 6月10日收获小麦。其他管理措施同大田。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 基本苗、总茎数、收获穗数。 每小区中选取80 cm×100 cm的区域定点, 于小麦出苗后20 d调查基本苗, 2015年4月10日调查孕穗期小麦总茎数, 6月10日调查收获期穗数。

1.3.2 产量与产量构成。 收获期每小区收获2个点, 每个点收取80 cm×100 cm区域内的小麦, 脱粒后称重, 计算单位面积产量, 同时每个小区内随机收取100穗, 脱粒后统计粒数, 称重, 计算穗粒数与千粒重。

1.4 数据处理与分析 采用Microsoft Excel 2003软件进行

基金项目 科技部支撑计划“渤海粮仓科技示范工程”(2013BAD05B00); 国家棉花产业技术体系建设专项(CARS-18-21)。

作者简介 王树林(1978-), 男, 河北巨鹿人, 副研究员, 从事棉花栽培与麦棉两熟高产栽培技术研究。

收稿日期 2016-01-08

数据处理,采用 DPS 7.05 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 氮肥用量对小麦分蘖及成穗数的影响 由表 1 可知,氮肥对小麦分蘖及成穗数影响明显,孕穗期总茎数不施氮肥处理显著低于施氮处理。随着施氮量的增加,总茎数呈逐渐增加的趋势,但 N3、N4、N5 这 3 个处理总茎数差异不显著。单株分蘖成穗数随施氮量增加有增加的趋势,但差异不显著。

表 1 不同氮肥用量下小麦分蘖及成穗数

Table 1 Wheat tillering and ear number under different dosages of N fertilizer

处理 Treatment	基本苗 Basic seedlings 万株/hm ²	孕穗期茎数 Stem number at booting stage 万茎/hm ²	单株分蘖 成穗数 Ear number per plant
N1	382a	833c	1.51a
N2	379a	957b	1.55a
N3	385a	1 062a	1.54a
N4	392a	1 075a	1.55a
N5	377a	1 108a	1.60a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。
Note: Different lowercases in the some column stand for significant differences ($P < 0.05$)。

2.2 氮肥用量对小麦产量及产量构成的影响 由表 2 可知,小麦单位面积成穗数随着氮肥用量的增加有增加的趋势,不施氮肥处理显著低于 N3、N4、N5 这 3 个处理,但与 N2 处理差异不显著。穗粒数与千粒重受氮肥影响规律相似,均是 N1 与 N2 处理之间差异不显著,但显著低于 N3、N4、N5 这 3 个处理,而 3 个高氮处理间差异不显著。从产量结果看,与不施氮肥处理相比,N2、N3、N4、N5 这 4 个处理分别增产 4.4%、6.0%、7.3% 与 7.8%,N4 与 N5 处理间产量差异不显著。这一结果表明,在麦棉套作模式下,氮肥对小麦产量有正向作用,增施氮肥可以起到提高小麦产量的作用,小麦氮肥用量不宜低于 225 kg/hm²,应控制在 225~300 kg/hm² 为宜。

表 2 不同氮肥用量下小麦产量与产量构成

Table 2 Wheat yield and yield component under different dosages of N fertilizer

处理 Treatment	穗数 Ear number 万穗/hm ²	穗粒数 Grains per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
N1	575b	39.4b	40.6b	7 071c
N2	587ab	39.9b	41.1b	7 384b
N3	594a	41.0a	42.4a	7 492b
N4	606a	41.2a	42.0a	7 590a
N5	605a	41.3a	42.3a	7 624a

2.3 磷肥用量对小麦分蘖及成穗数的影响 由表 3 可知,磷肥用量对小麦孕穗期总茎数影响不明显,不施磷肥处理与施用磷肥各处理间差异均不显著。单株分蘖成穗数在各处理间相差不大。这一结果表明,在当前土壤养分条件下,磷素不是限制小麦分蘖成穗的因素。

2.4 磷肥用量对小麦产量及产量构成的影响 由表 4 可知,磷肥不同用量对单位面积穗数影响不明显,但提高了穗

粒数与千粒重,不施磷肥处理显著低于施磷处理,施用磷肥 4 个处理间差异不显著;从产量结果来看,施用磷肥具有一定的增产效果,P2、P3、P4、P5 这 4 个处理较 P1 处理的增产幅

表 3 不同磷肥用量下小麦分蘖及成穗数

Table 3 Wheat tillering and ear number under different dosages of P fertilizer

处理 Treatment	基本苗 Basic seedlings 万株/hm ²	孕穗期茎数 Stem number at booting stage 万茎/hm ²	单株分蘖 成穗数 Ear number per plant
P1	386a	1 072a	1.48a
P2	377a	1 101a	1.52a
P3	385a	1 098a	1.50a
P4	392a	1 112a	1.46a
P5	379a	1 097a	1.50a

度分别为 3.0%、5.4%、2.1% 与 4.1%,磷肥增产效果明显低于氮肥。这一结果可能与麦棉套作模式下棉花需磷量低,大量磷素残留于土壤当中,导致土壤磷素含量较高有关。根据小麦子粒磷素含量^[11]及小麦产量可推算出磷素田间移出量约在 105 kg/hm²,结合该试验结果,磷肥用量控制在 150 kg/hm² 即可。

表 4 不同磷肥用量下小麦产量与产量构成

Table 4 Wheat yield and yield component under different dosages of P fertilizer

处理 Treatment	穗数 Ear number 万穗/hm ²	穗粒数 Grains per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
P1	569a	38.0b	40.5b	6 881b
P2	576a	39.6a	41.8a	7 087a
P3	582a	41.1a	42.4a	7 250a
P4	573a	40.1a	42.3a	7 028a
P5	577a	40.3a	42.1a	7 166a

2.5 钾肥用量对小麦分蘖及成穗数的影响 由表 5 可知,钾肥用量对小麦孕穗期总茎数影响不大,不施钾肥处理与施用钾肥各处理间差异均不显著。

表 5 不同钾肥用量下小麦分蘖及成穗数

Table 5 Wheat tillering and ear number under different dosages of K fertilizer

处理 Treatment	基本苗 Basic seedlings 万株/hm ²	孕穗期茎数 Stem number at booting stage 万茎/hm ²	单株分蘖 成穗数 Ear number per plant
K1	388a	1 126a	1.41a
K2	393a	1 132a	1.41a
K3	377a	1 168a	1.47a
K4	372a	1 135a	1.51a
K5	384a	1 177a	1.43a

2.6 钾肥用量对小麦产量及产量构成的影响 由表 6 可知,不施钾肥小麦产量并未降低。这一结果表明钾肥在麦棉套作模式下对小麦不具有增产作用。一方面可能与土壤中
(下转第 76 页)

- (4):6-8.
- [10] 张学勤,曹光杰.城市水环境质量问题与改善措施[J].城市建设与发展,2005,5(4):35-38.
- [11] 赵振.氧化试剂(硝酸钙)控制黑臭底泥营养盐释放的效果研究[J].环境科技,2010,23(4):17-19.
- [12] 张自杰,林荣忱.排水工程:下册[M].4版.北京:中国建筑工业出版社,2000:221.
- [13] 准培民,王国祥,李正魁,等.健康水生态系统的退化及其修复——理论、技术及应用[J].湖泊科学,2001,13(3):193-202.
- [14] 唐艳.污染河流治理技术综述[J].河南科技,2014,3(2):179.
- [15] 金相灿,荆一风,刘文生,等.湖泊污染底泥疏浚工程技术——滇池草海底泥疏浚及处置[J].环境科学研究,1999,12(5):9-12.
- [16] 解晓峰.论河道水体污染控制工程技术[J].科技风,2009,22(24):103.
- [17] 曹欠,于鲁冀,薛金萍.城市污染河道水体复氧技术研究综述[J].水污染防治,2015,1(1):1-5.
- [18] 熊万永,李玉林.人工曝气生态净化系统治理黑臭河流的原理及应用[J].四川环境,2004,23(2):34-36.
- [19] 汪小雄.化学方法在除藻方面的应用[J].广东化工,2011,38(4):24-26.
- [20] 杨海荣,黄聪,罗薇,等.纳米TiO₂在污水处理中的应用[J].湖北民族学院学报(自然科学版),2014(2):179-182.
- [21] 缪柳.复配化学药剂对地表富营养化水体藻类去除的研究[D].厦门:华侨大学,2012.
- [22] 余光伟,雷恒毅,刘广立,等.重污染感潮河道底泥释放特征及其控制技术[J].环境科学学报,2007,29(7):1476-1484.
- [23] 林建伟,朱志良,赵建夫.硝酸钙对底泥有机物及氮磷迁移循环的影响[J].农业环境科学学报,2007,26(1):58-63.
- [24] 徐亚同,史家操,袁磊.上奥塘水体生物修复试验[J].上海环境科学,2000,19(10):480-484.
- [25] 卫明,冯坤范,赵政.应用微生物技术对城市黑臭河道实施生态修复的试验研究[J].上海水务,2006,22(1):18-21.
- [26] 吴青梅,邓代永,许玫英,等.土著微生物修复黑臭水体的生物技术研究[J].环境科学与技术,2011,34(6):197-201.

- [27] KOBAYASHI F,DAIDAI M,SUZUKI N,et al. Degradation of phenol in seawater using a novel microorganism isolated from the intestine of *Aplysia kurodai* [J]. International biodeterioration and biodegradation,2007,59:252-254.
- [28] 齐玉梅,高伟生.凤眼莲净化水质及其后处理工艺探讨[J].环境科学进展,1999,7(2):136-139.
- [29] 任秀娟,吴大付,张莉,等.植物修复技术在污水生态系统中的应用研究进展[J].河南科技学院学报(自然科学版),2013(3):66-70.
- [30] 王寿兵,阮晓峰,胡欢,等.不同观赏植物在城市河道污水中的生长试验[J].中国环境科学,2007,27(2):204-207.
- [31] 马立珊,骆永明,吴龙华,等.浮床香根草对富营养化水体氮磷去除动态及效率的初步研究[J].土壤,2000,6(2):99-101.
- [32] 黎明,蔡晔,刘德启,等.国内城市河道水体生态修复技术研究进展[J].环境与健康杂志,2009,26(9):837-839.
- [33] 徐海娟,冯本秀.河流污染治理与生态恢复技术研究进展[J].广东化工,2008,35(7):123-125.
- [34] 杜良梅,张丽,和丽萍,等.利用人工湿地处理云南高原湖泊入湖河水的净化效果分析[J].环境科学导刊,2013,32(6):44-47.
- [35] 张兰,汪德耀.水生植物廊道净化污水的试验研究[J].水电站设计,2005,21(4):44-46.
- [36] 张乾铎.生物-生态措施修复治理河流污染综述[J].现代农业科技,2009,5(6):264-265.
- [37] 陈书玉,李镭,孔伟.生物接触氧化工艺技术在河道水质治理中的应用[J].上海水务,2008,24(3):31-33.
- [38] 李璐,张辉,谢曙光,等.生物接触氧化工艺处理河道污水的试验研究[J].中国给水排水,2008,27(4):25-28.
- [39] 雷恒毅,余光伟,刘广立,等.珠江流域重污染感潮河道黑臭治理新技术[J].中山大学学报(自然科学版),2007,46(3):134-136.
- [40] 金承翔,孙建军,黄民生,等.组合生物技术对黑臭水体净化修复研究[J].净水技术,2005,24(4):1-4.
- [41] 汪红军,胡菊香,吴生桂,等.生物复合酶污水净化剂处理黑臭水体的研究[J].水利渔业,2007,27(1):68-70.
- [42] 熊万永,李玉林.人工曝气生态净化系统治理黑臭河流的原理及应用[J].四川环境,2002,3(2):34-36.

(上接第46页)

钾素含量偏高有关,另一方面由于棉花需钾量较高,在棉花种植季节一般会施入较多钾肥,其残留钾素完全可以满足小麦生长需求,而小麦对钾素吸收量极低,故钾肥对小麦生长无明显作用。故在麦棉套作模式中,当棉花种植季节重施钾肥时,小麦生长季节可不施钾肥。

表6 不同钾肥用量下小麦产量与产量构成

Table 6 Wheat yield and yield component under different dosages of P fertilizer

处理 Treatment	穗数 Ear number 万穗/hm ²	穗粒数 Grains per ear//粒	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
K1	549a	41.7a	41.0a	6 987a
K2	554a	41.0a	40.3a	6 885a
K3	556a	41.5a	41.7a	6 911a
K4	561a	40.2a	42.0a	6 895a
K5	551a	41.8a	41.6a	6 913a

3 讨论与结论

在由传统一熟棉田向麦棉套作一年两熟种植模式的转变过程中,如何进行肥料运筹是农业技术推广者普遍关心的问题。前人的研究表明,不同地区结果差异较大。杨利等^[8]人对湖北省潜江市棉麦套种方式下的小麦施肥技术进行了研究,提出合适的小麦施肥量为N 130~210 kg/hm²,P₂O₅ 40~70 kg/hm²,K₂O 40~60 kg/hm²;孙鹏等^[10]人在山东省淄博

市桓台县试验结果表明,在高肥力地块下,小麦推荐施肥量为N 225 kg/hm²,P₂O₅ 110 kg/hm²,K₂O 135 kg/hm²,不同地区所得结果相差大是由于基础地力与气候条件差别较大所致。该试验结果表明,在河北省南部高肥力地块,氮肥具有明显的增产效果,纯氮推荐用量为225~300 kg/hm²,磷肥具有一定的增产效果,但效应低于氮肥,磷肥用量控制在150 kg/hm²即可,钾肥无增产效果,在棉花季节重施钾肥的情况下,小麦季节无需再施用钾肥。

参考文献

- [1] 中国农业科学院棉花研究所.棉花优质高产的理论与技术[M].北京:中国农业出版社,1999:93-127.
- [2] 刁光中.黄淮海棉区麦棉两熟现状与展望[J].中国棉花,1990(1):6-8.
- [3] 王国平,毛树春,韩迎春,等.中国麦棉两熟种植制度的研究[J].中国农学通报,2012,28(6):14-18.
- [4] 何旭平,纪从亮.现代中国棉花育种与栽培概论[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007:201-219.
- [5] 高淑桃,何训坤,申荣太.我国新形势下的粮食安全问题[J].中国食物与营养,2003(10):18-21.
- [6] 李宝新.新形势下的粮食安全问题[J].山西统计,2001(11):16-17.
- [7] 杜珉,刘锐.我国粮棉争地问题浅析——基于宏观数据分析[C]//2009'中国国际棉花会议论文集.南京:中国棉花协会,2009:118-126.
- [8] 杨利,丁亨亮,范先鹏,等.江汉平原麦棉套种方式下小麦施肥模型的建立及其应用研究[J].湖北农业科学,2012,51(14):2932-2937.
- [9] 董合林,李鹏程,刘爱忠,等.河南植棉区施氮量对麦棉两熟产量及氮肥利用率的影响[J].棉花学报,2014,26(1):73-80.
- [10] 孙鹏,隋方阳,魏元秀,等.麦棉一体化栽培氮磷钾肥料运筹技术的研究[J].莱阳农学院学报,1994,11(3):181-185.
- [11] 王树亮,田奇卓,李娜娜,等.不同小麦品种对磷素吸收利用的差异[J].麦类作物学报,2008,28(3):476-483.