

Effects of reduced nitrogen application on agronomic traits, economic benefits and yield of subsequent wheat in intercropping maize and soybean

Jianping Sun

Jishan Town People's Government, Zhencheng, Shandong, 274601, China

Abstract

In the context of green agricultural development and efficient resource utilization, this study focuses on optimizing nitrogen application in intercropping corn and soybeans. Field trials were conducted from 2022 to 2023, with four treatments: single cropping of corn, single cropping of soybeans, full nitrogen application in intercropping of corn and soybeans, and reduced nitrogen application in intercropping of corn and soybeans. The results show that planting patterns and nitrogen application significantly affect the growth of intercropped crops. Under full nitrogen application in intercropping, there was no significant difference in agronomic traits and yield between intercropping and single cropping, with the highest economic benefits; under reduced nitrogen application in intercropping, both corn growth and yield declined. Intercropping showed significantly higher land equivalent ratio, economic benefits, and nitrogen uptake compared to single cropping. In subsequent winter wheat, full nitrogen application in intercropping resulted in higher grain yield and nitrogen uptake, while reduced nitrogen application in intercropping showed no significant difference in subsequent summer corn yields compared to single cropping. Overall, full nitrogen application in intercropping is more effective, but considering multiple benefits, there is still room for optimizing nitrogen application. This study provides practical experience for the promotion of this technical model.

Keywords

intercropping of corn and soybean; reduced nitrogen application; agronomic traits; economic benefits; yield of wheat in subsequent crop

玉米大豆间作减量施氮对当季作物农艺性状、经济效益和后茬小麦产量的影响

孙建平

箕山镇人民政府, 中国·山东 鄄城 274601

摘 要

在农业绿色发展和资源高效利用的背景下, 本研究聚焦玉米大豆条带复合种植模式中施氮量的优化。于2022 - 2023年开展田间试验, 设置玉米单作、大豆单作、玉米大豆间作全量施氮、玉米大豆间作减量施氮4个处理。结果表明, 种植模式与施氮量显著影响间作作物生长。间作全量施氮下玉米农艺性状和产量与单作无显著差异, 经济效益最高; 间作减量施氮玉米生长和产量下降。间作在土地当量比、经济效益和作物吸氮量上均显著高于单作。后茬冬小麦中, 间作全量施氮的籽粒产量和吸氮量较高, 间作减量施氮与夏播玉米单作后茬产量无显著差异。综合分析, 间作全量施氮效果更优, 但从多方面效益考虑, 施氮量仍有优化空间, 本研究为该技术模式推广提供实践经验。

关键词

玉米大豆间作; 减量施氮; 农艺性状; 经济效益; 后茬小麦产量

1 引言

玉米大豆间作作为一种优化的种植模式, 有效借助了两种作物在空间、养分及光照利用方面的互补特性, 能提高土地的利用效率以及光能利用水平, 实现单位面积土地多作物的产出成效, 对保障粮食安全、提升农业生产效益意义重大。

【作者简介】孙建平(1967-), 男, 中国山东鄄城人, 本科, 中级农艺师, 从事农业种植技术研究。

大。氮肥作为农业生产中不可缺失的要素, 对作物的成长发育以及产量有关键作用^[1]。若过量施用氮肥, 生产成本将被提高, 还会引起一系列的环境难题, 如土壤呈现酸化、水体富营养化现象加剧和温室气体排放上升等。在当前农业实现绿色且可持续发展背景下, 如何在保证作物产出和经济收益的基础上, 减少氮肥的投放量, 提高氮肥的利用成效, 成为农业领域研究里的热门焦点^[2]。本文期望分析在玉米大豆间作这一体系中, 减量施氮在当季作物农艺性状、后茬小麦产量与经济效益上的影响, 凭借精准管控氮肥施用量, 调整优

化间作作物的生长环境,推动作物实现健康茁壮生长,增强作物的抗逆能力,维护后茬小麦的产量及质量,助力农业实现可持续循环发展。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

本试验于2022到2023年期间开展,试验田土壤肥力中等,包含1.25%的有机质成分,全氮于土壤里占0.09%,土壤有效磷25.6mg每千克,含有速效钾120mg/kg。

2.2 试验设计

试验设置4个处理,分别为:

(1)玉米单作(DY):每公顷土地施氮225kg,采用当地常规种植形式,玉米所采用的行距为60cm,各株之间距离25cm,其种植密度为66667株每 hm^2 。

(2)大豆单作(DD):按45kg每公顷的量施氮,大豆行间距安排成40cm,单株间隔15cm,其种植密度为每公顷166667株。

(3)玉米||大豆共同全量施氮:共计施氮 $270\text{kg}\cdot\text{hm}^2$,其中针对玉米条带施氮,用量是 $225\text{kg}\cdot\text{hm}^2$,于大豆条带处施入 $45\text{kg}\cdot\text{hm}^2$ 的氮,玉米跟大豆采用2:按3的行比开展间作模式,玉米所采用的行距是60cm,株间距离达25cm;大豆所采用的行距为40cm,株体间隔15cm。

(4)玉米搭配大豆的减量施氮:施氮总量为每公顷135kg,给玉米条带施氮 $90\text{kg}\cdot\text{hm}^2$,向大豆条带施入 $45\text{kg}\cdot\text{hm}^2$ 氮,行比与种植密度跟全量施氮处理保持一致。

每个处理皆设置3次重复项,采用随机区组的方式进行排列,小区面积达 30m^2 ,以 $6\text{m}\times 5\text{m}$ 的规格呈现,按4:6的比例施用氮肥,其中基肥与抽雄期追肥如此分配,磷肥(P_2O_5)和钾肥(K_2O)均作为基肥一次性施予,施用剂量皆为 $75\text{kg}\cdot\text{hm}^2$ 。玉米季不采取灌溉行动,借自然降水满足作物生长方面需求,冬小麦作为后茬作物,各行距皆为15cm,按每公顷225万株这样的密度种植,整个生育阶段灌溉5回,分别是小麦出苗期、越冬期、返青期、起身期、灌浆期所灌的水,后茬小麦不做肥料施加的处理,用以观测夏播处理后茬作物上的农学效应。

2.3 测定指标与方法

2.3.1 光合特性

处于玉米拔节、抽雄阶段以及大豆开花、结荚时期,择取阳光明媚无云的天气,采用便携式光合仪(LI-6400)对作物叶片的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间二氧化碳浓度(Ci)和蒸腾速率(Tr)进行测定,各个小区挑选3株生长茁壮且具典型性的植株,测量所选植株顶部完全展开叶的光合参数。

2.3.2 农艺性状

处于玉米成熟这个时段,于各小区随机选定10株玉米,测定诸如株高、穗位高、茎粗、穗长、穗粒数和百粒重之类的农艺性状,正值大豆成熟阶段,于各小区随机抽取20株大豆,测定诸如株高、茎长、单株荚数、单株粒数和百粒重

之类的农艺性状。

2.3.3 产量

玉米和大豆成熟阶段结束后,单独对每个小区进行采收,测定其所含水量,换算成既定标准含水量(玉米14%,以13%含水量计的大豆产量)。

2.3.4 经济效益

依照市场现有价格,计量各处理的产值大小,玉米价格按每千克2.5元算,计算大豆价格时采用6元/kg,成本涉及种子、化肥、农药与机械作业等项费用,其中氮肥按4元/千克的价格核算,成本被产值减掉后就是经济效益。

2.3.5 后茬小麦产量

后茬冬小麦步入成熟阶段后,各小区单独进行收割作业,测定产量。

2.4 数据处理与分析

采用Excel 2019对试验数据加以整理,用SPSS 22.0统计软件开展方差分析(ANOVA)事宜,借助邓肯氏新复极差法(Duncan's multiple range test)开展差异显著程度检验,采用 $P < 0.05$ 作为显著水平。

3 结果与分析

3.1 对当季作物光合特性的影响

3.1.1 玉米光合特性

在拔节期以及抽雄期内,玉米单作(DY)处理中,间作减量施氮处理(JZ-N135)玉米叶片叶绿素含量及Pn、Gs、Ci和Tr明显更低,这是鉴于减量施氮造成玉米氮素供应不充裕,影响到叶片光合作用相关酶的活性以及叶绿素合成,进而引起光合能力降低。针对间作全量施氮处理(JZ-N270),玉米叶片Pn、Gs和Tr分别显著增加了8.8%、10%、11.6%,在间作全量施氮的情形之下,玉米得以获得充裕的氮素营养,间作模式对空间及光照的利用变得更加合理,促进光合作用顺利开展。

3.1.2 大豆光合特性

各间作处理下大豆的叶绿素含量均降低了,叶片Pn、Gs、Tr的作用发挥被抑制,这是缘于玉米植株身形高大,在间作模式里对大豆造成了一定的遮荫现象,干扰了大豆获取光照,而种间竞争也在一定程度上对大豆的生长和光合作用产生了负面作用。

3.2 对当季作物农艺性状的影响

3.2.1 玉米农艺性状

间作全量施氮处理(JZ-N270)的玉米,其农艺性状和产量跟单作玉米(DY)无明显差异,若有充足的氮素供应以及合理的间作模式,玉米可实现资源的充分利用,实现正常的生长发育,实行减量施氮处理(JZ-N135)后,玉米的穗长、穗粒数、百粒重等农艺性状显著减少,产量出现14.8%的下降,氮素不足极大地限制了玉米生长以及产量的形成。

3.2.2 大豆农艺性状

间作处理让大豆茎长增加了,单株荚数降低了,因玉

米形成的竞争作用,大豆为谋求更多光照,但这样的竞争同样影响了大豆的生殖生长,单株之上的荚数出现减少,最终让产量以 65.1% - 68.4% 的幅度降低。

3.3 对当季作物经济效益的影响

间作全量施氮处理(JZ - N270)的经济效益在各处理里居首,达到 22607 元/公顷面积,尽管采用间作模式投入成本有所上扬,但由于玉米和大豆总产量增加以及市场价格的作用,产值显著提高,由此实现经济效益的最优水平,玉米单作(DY)所获经济效益为 20250 元/hm²,间作减量施氮处理(JZ - N135)所获经济效益为 21250 元/hm²,就总体情况而言,玉米大豆间作的两种施氮量处理,经济效益分别比玉米单作提升 4.8% - 11.5%。

3.4 对后茬小麦产量的影响

不施肥时的后茬冬小麦,夏播季间作全量施氮处理(JZ - N270)下,后茬冬小麦的籽粒产量、吸氮量皆高于其他处理,这是缘于间作全量施氮处理在当季为土壤积攒了较多养分,给后茬小麦铺就了良好的土壤肥力坦途,间作减量施氮处理(JZ - N135)、夏播玉米单作(DY)的后茬冬小麦产量无明显差异。

4 讨论

4.1 种植模式和施氮量对间作作物生长发育的影响机制

种植模式、施氮量对间作作物生长发育的影响呈现为复杂过程,涵盖种间交互、养分的竞争与协作、光照及空间运用等诸多方面,在玉米大豆构建的间作体系里,玉米和大豆面临着地上部分光照竞争以及地下部分养分竞争。

从光照竞争这一维度看,玉米植株高大挺拔,在间作体系中占据了上层位置,争取到更多的强光光照资源;而大豆整体上相对矮小,置身下层的空间里,主要借助弱光,若施氮量未达合适水平,玉米生长受抑制干扰,其针对光照的利用效率下滑,而且影响了大豆对光照的正常获取,使得大豆光合作用及生长发育遭受负面冲击,在间作采用全量施氮条件之际,玉米长势强健,可有效汲取上层的光照,而其冠层结构也为大豆构建了相对适宜的弱光环境,有益于大豆的茁壮成长^[3]。

在养分竞争跟协同方面,大豆有根瘤进行固氮的能力,可将空气中的游离氮转变为植物可吸收利用的氮素,除了满足自身生长需求后,还可往土壤中排出一定量的氮素,为玉米补充氮素养分,要是施氮量处于过高的阶段,会抑制大豆根瘤菌自身的固氮活性,引致根瘤固氮量降低;然而施氮量偏低,仍不能满足玉米和大豆生长对氮素的需要,合理施入氮量可协调玉米和大豆间氮素的供应,增进种间养分的协同配合,提升间作体系的综合生产力^[4]。

4.2 实际生产中减量施氮可行性的分析

从本研究得出的结果看,间作减量施氮在某种程度上降低了玉米的产量与经济效益,但于土地当量比、作物吸氮量等维度,依然表现出比单作更具优势的情况,在实际生产活动里,通过减量施氮能实现生产成本降低,减少氮肥对环

境形成的污染,呈现出一定的环境利好,实现间作减量施氮在实际生产中的大量应用,尚需审视以下几个要点。

土壤肥力状况是影响减量施氮可行性的关键要素之一,若涉及土壤肥力较高的地块,可酌情减少氮肥施用量;针对土壤肥力欠佳的地块,大概要维持较高的氮肥施用水平以保障作物产量,不同地区的气候、种植习惯以及市场需求,也能影响到减量施氮的可行性,处于干旱情形的地带,水分或许会成为制约作物生长的关键要素,氮肥的效能也许会相对减弱,存在更大的减量施氮空间;在某些对玉米、大豆产出量要求较高的区域,农民或许更愿意采用足量施氮来保障产量稳定^[5]。

为增加间作减量施氮的可行几率,可以采用一些配套手段,采用优化后的种植模式,恰当把控玉米、大豆的行比和种植密度值,让间作体系资源利用效率实现进一步提升。切实加强土壤的培肥,增添有机肥及生物菌肥的施用,优化土壤结构进而提升肥力,提升土壤自主的供氮水平;普及精准施肥技术,基于土壤测试结论与作物生长诉求,精准补给氮肥,防止氮肥出现浪费与短缺情况。

5 结论

综合来看,在本试验条件下,玉米大豆间作全量施氮,在保障当季作物产量、提升经济效能以及促进后茬小麦生长方面表现更胜一筹,但综合考量环境保护、成本削减以及长期可持续发展等多方面效益,玉米大豆间作模式下施氮量仍可优化。本研究主要留意施氮量对间作作物的相关影响,而对氮肥种类、施肥阶段和施肥模式等因素所做的研究相对不多,不同品种氮肥在土壤中的转化及释放特性不一样,施肥时期、方式也能影响到氮肥利用效率与作物的生长发育。未来研究可进一步深入分析这些因素对玉米大豆间作体系的影响,借此实现氮肥的精确管控,进一步针对不同生态区域开展长期定位试验,探求更加科学的氮肥减量方案,结合种植模式调整、精准施肥技术实施等手段,促使玉米大豆间作技术可持续进步与广泛普及,实现农业生产当中经济效益、生态效益和社会效益协同提升。

参考文献

- [1] 秦文利,张立峰,智健飞,等.夏玉米—夏大豆间作对下茬冬小麦氮肥运筹及其子粒产量和经济效益的影响[J].河北农业科学,2024,28(05):38-47.
- [2] 丁婉,邢宝龙,冯钰.农牧交错带施氮条件下大豆和玉米间作产量及其混合青贮品质[J].草业科学,2024,41(09):2133-2142.
- [3] 阮文亮,彭松,祝晓慧,等.减量施氮与间作大豆对甜玉米土壤团聚体及有机碳含量的影响[J].四川农业大学学报,2023,41(05):811-819.
- [4] 于滨杭,姬建梅,白伟桦,等.基于产量和水氮利用效率的玉米/大豆间作系统炭氮配施方案优选[J].灌溉排水学报,2023,42(07):25-33.
- [5] 赵笃勤,刘淑慧,赵凯超.玉米-大豆间作和减量施氮对玉米生长、产量及土壤硝态氮含量的影响[J].西北农业学报,2020,29(08):1159-1166.