

施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物产量、吸氮量和根系形态的影响

邵泽强¹, 刘书奇², 勾千冬³, 依德萍⁴, 陆文龙^{1*}

(1. 吉林化工学院资源与环境工程学院, 吉林 吉林 132022; 2. 北华大学林学院, 吉林 吉林 132013; 3. 辽源市农业科学院, 吉林 辽源 136200; 4. 永吉县农业技术推广总站, 吉林 吉林 132200)

摘要:通过大田试验研究了不同施氮水平和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中玉米和紫花苜蓿产量、吸氮量和根系形态的影响。设置了2个施氮水平(N_0 、 N_1)和4种植植模式(MM、MA、IMA46、IMA26)。结果表明,施氮能显著增加玉米和紫花苜蓿的产量和吸氮量。在不施氮肥(N_0)条件下,与玉米单作(MM)相比,IMA46处理和IMA26处理可以使玉米产量、吸氮量、根系长度、根表面积和根体积分别增加72.9%、138.6%、37.0%、34.7%、43.0%和41.1%、73.5%、18.7%、8.8%、18.4%;在施氮肥(N_1)条件下,与玉米单作(MM)相比,IMA46处理和IMA26处理可以使玉米产量、吸氮量、根系长度、根表面积和根体积分别增加21.9%、56.7%、41.0%、21.7%、30.4%和6.8%、21.2%、25.5%、12.2%、14.6%。无论施氮与否,与紫花苜蓿单作(MA)相比,间作体系紫花苜蓿根系长度、根表面积和根体积都有不同程度的降低。综上所述,IMA46模式在作物产量产值、氮素吸收以及根系构型方面均优于其他模式,可以在白浆土种植区域进行大面积推广应用。

关键词:玉米/紫花苜蓿间作;产量;吸氮量;根系形态

中图分类号:S541.9;S513

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2023)04-0006-06

Effects of Nitrogen Application and Planting Patterns on Crop Yield, Nitrogen Uptake and Root Morphology in a Maize/Alfalfa Intercropping System

SHAO Zeqiang¹, LIU Shuqi², GOU Qiandong³, YI Deping⁴, LU Wenlong^{1*}

(1. College of Resource and Environment Engineering, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin 132022; 2. College of Forestry, Beihua University, Jilin 132013; 3. Liaoyuan Academy of Agricultural Sciences, Liaoyuan 136200; 4. Yongji County General Agricultural Technology Extension Station, Jilin 132200, China)

Abstract: A field experiment was conducted to investigate the effects of different nitrogen application levels and planting patterns on the yield, nitrogen uptake, and root morphology of maize and alfalfa. Two nitrogen application levels (N_0 and N_1) and four planting patterns (MM, MA, IMA46, IMA26) were established. The results showed that N application significantly increased the yield and N uptake of maize and alfalfa. Under the conditions without N fertilizer (N_0), compared to maize monoculture (MM), IMA46 and IMA26 treatments could increase maize yield, nitrogen uptake, root length, root surface area and root volume by 72.9%, 138.6%, 37.0%, 34.7%, 43.0% and 41.1%, 73.5%, 18.7%, 8.8% and 18.4%, respectively. With N fertilization (N_1), compared to maize monoculture (MM), IMA46 and IMA26 treatments could increase maize yield, N uptake, root length, root surface area and root volume by 21.9%, 56.7%, 41.0%, 21.7%, 30.4% and 6.8%, 21.2%, 25.5%, 12.2%, 14.6%, respectively. Additionally, whether nitrogen was applied or not, compared to alfalfa monoculture (MA), alfalfa's root length, root surface area, and root volume in intercropping systems were reduced to varying degree. In conclusion, in terms of crop yield value, nitrogen uptake, and root configuration, the IMA46 model outperformed the others, and is recommended for widespread application in regions with white pulp soil.

Key words: Maize/alfalfa intercropping; Yield; Nitrogen uptake; Root morphology

收稿日期:2020-04-08

基金项目:吉林化工学院重大科技项目(吉化院重大合字【2020】第012号);吉林化工学院博士启动基金项目(吉化院博基合字【2021】第024号);国家自然科学基金项目(31471945)

作者简介:邵泽强(1983-),男,讲师,博士,主要从事养分资源综合管理和土壤环境污染修复研究。

通讯作者:陆文龙,男,博士,副教授,E-mail: wllu@iue.ac.cn

间作是指将两种或者两种以上的作物在同一田块上或者同一生长期内进行分行或分带相间种植的一种模式^[1]。在我国有悠久的历史,尤其是禾豆间作,能够充分利用豆科作物的生物固氮作用,在减少氮肥的施用、提高产量和保护生态环境方面具有明显的优势^[2]。肖靖秀和李隆等分别在大麦/蚕豆和小麦/大豆间作体系中发现,与作物单作相比,间作可以显著增加氮素的吸收,增加幅度为7%~39%^[3-4]。董宛麟等发现向日葵/马铃薯间作体系促进了向日葵对氮素的吸收却降低了马铃薯的氮素吸收^[5]。Zhang等^[6]在中国西南喀斯特地区的玉米/大豆间作体系中发现,间作显著促进了玉米和大豆对氮素的吸收。Li等^[7]通过研究玉米/蚕豆间作体系发现,玉米/蚕豆间作体系显著增加了玉米的根长和氮素吸收量。

植物根系的形态主要包括根系的长度、表面积、根体积和根直径等参数,这些参数是决定植物对土壤养分尤其是氮素吸收和利用的重要因素^[8]。李玉英等^[9]通过研究玉米/蚕豆间作体系发现,间作可以通过增加作物的根系形态和实现生态位的分离来促进氮素的吸收。Craine和Robinson^[10-11]也都发现了根系形态和氮素的吸收具有很强的相关性。

吉林省地处我国农牧交错区^[12],是重要的商品粮和畜牧业生产基地。由于长期的玉米连作生产和过量的氮肥施用致使该区域畜牧业、生态环

境和农业可持续发展面临严峻的挑战^[13]。种植结构调整和减少氮肥施用是该区域现代农业发展的必由之路,而间作以其众多的间作优势已成为该地区当前农业生产的最优选择。玉米和紫花苜蓿是该地区的典型作物和牧草,而且紫花苜蓿是多年生豆科牧草,具有“牧草之王”的美誉^[14],还具有培肥地力和防风固沙的作用^[15],深受当地农民的欢迎。因此,在吉林地区将玉米和紫花苜蓿进行间作既能保证该地区的粮食安全又能促进牧业发展,还能培肥地力,保护环境,真正实现了种养结合和农业的可持续发展^[16]目标,应用前景广阔。然而,到目前为止,关于玉米和紫花苜蓿间作体系对于作物吸氮量和根系形态的影响的研究还相对缺乏。本研究为揭示玉米/紫花苜蓿间作体系作物氮素高效利用的机理,从而减少氮肥投入和降低环境风险以及实现农业可持续发展提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验在吉林市经济开发区三台子村进行(126.43°E, 44.03°N),该区域属于中温带季风气候,四季分明,夏季温热多雨,冬季漫长而寒冷。试验区全年平均气温4.5℃,无霜期135 d,降雨量约715 mm,积温2 540.5℃·d。供试土壤的具体理化性质详见表1。

表1 供试土壤的理化性质

试验地点	土壤类型	pH值	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	碱解氮(g/kg)	速效磷(g/kg)	速效钾(g/kg)
三台子村玉米试验田	白浆土	5.5	13.6	0.8	126.6	40.9	134.9

1.2 试验材料

玉米和紫花苜蓿的供试品种分别为郑单958和北方型耐寒四级苜蓿,玉米和紫花苜蓿的种子由吉林市润泽农业有限公司提供。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,8个处理,4次重复,32个试验小区。试验共设置2个施氮水平(N_0 、 N_1)和4种植模式(MM、MA、IMA46和IMA26)。2个施氮水平: N_0 (对照,不施氮肥)和 N_1 (玉米:氮肥225 kg/hm²,紫花苜蓿:氮肥53 kg/hm²),玉米和紫花苜蓿施用的磷肥和钾肥分别为120.0 kg/hm²、60.0 kg/hm²和135.0 kg/hm²、90.0 kg/hm²。4种植模式:MM(4行玉米单作)、MA(6行紫花苜蓿单作)、IMA46(4行玉米与6行紫花苜蓿间作)和

IMA26(2行玉米和6行紫花苜蓿间作)。玉米单作的垄距为60 cm,紫花苜蓿单作的垄距为30 cm,间作模式中玉米和紫花苜蓿的距离为45 cm。供试肥料均为单质肥料:尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 12%)和氯化钾(K₂O 60%),所有肥料全部作为底肥一次性施用。玉米的种植密度为67 000株/hm²,行距60 cm,株距25 cm。紫花苜蓿的播种量为18 kg/hm²。玉米单作处理种植12行玉米,面积为39.6 m²。紫花苜蓿单作处理种植18行紫花苜蓿,面积为30.6 m²。IMA46和IMA26都种植了3个带幅,面积分别为67.5 m²和45.9 m²。各小区之间的距离为100 cm,试验地周围都设置了保护行,玉米的收获日期为2018年10月15日,紫花苜蓿共刈割2次,时间分别为2018年8月7日和

2018年10月9日。

1.4 测定项目与方法

土样的pH、有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾分别采用电位法、重铬酸钾容量法、半微量凯氏定氮法、碱解扩散法、 NaHCO_3 浸提-钼锑抗比色法、 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 浸提-火焰光度法测定^[17]；玉米和紫花苜蓿根系形态采用Epson Perfection V800扫描仪进行扫描，再将扫描的图片用WinRHIZO根系分析系统进行分析^[8]，在玉米成熟期对玉米和紫花苜蓿根系同时采样，采样时以作物为中心，按照30 cm(1/2行距，垂直于垄向)×25 cm(株距)×50 cm(深)规格的立方体土块用铁锹将根系完整挖出，紫花苜蓿根系挖掘的规格与玉米相同。玉米和紫花苜蓿单作处理在中间两行中随机

取样，玉米/紫花苜蓿间作在相邻的两行中取样，用水枪将根系冲洗干净带回实验室进行指标测定。

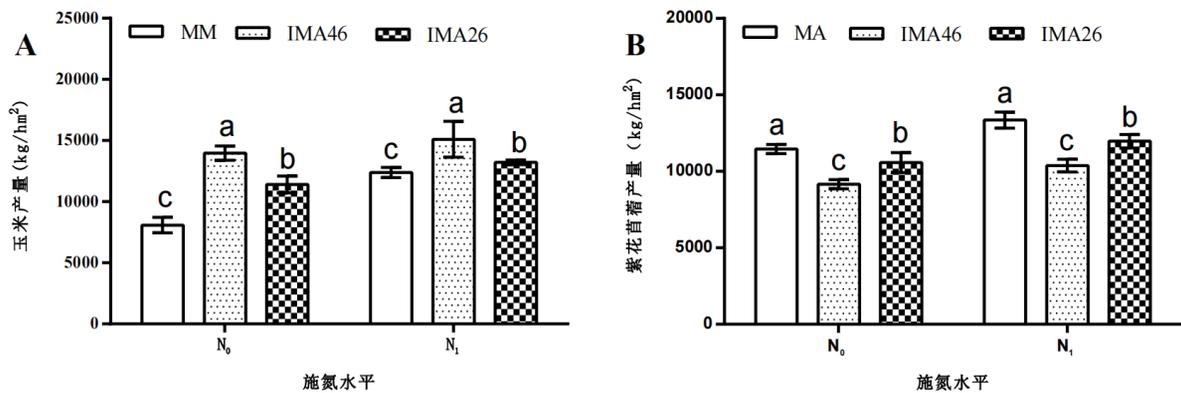
1.5 数据处理与分析

采用Excel 2010对数据进行整理、统计和分析，采用SAS 9.2双因素ANOVA分析和多重比较法(LSD)检验各处理间的差异显著性，采用GraphPad Prism 6.02作图。

2 结果与分析

2.1 施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物产量的影响

施氮水平、种植模式及其交互作用均对玉米和紫花苜蓿产量影响显著(图1)。与不施氮处理(N_0)相比，施氮处理(N_1)使玉米和紫花苜蓿平均



注:不同小写字母表示在同一施氮水平下差异显著($P<0.05$),下同

图1 施氮水平和种植模式对玉米和紫花苜蓿产量的影响

产量分别提高21.7%和14.5%。在不施氮处理下(N_0), IMA46和 IMA26处理使玉米的产量较单作分别提高了72.9%和41.1%,紫花苜蓿的产量分别降低20.1%和7.7%。在施氮处理下(N_1), IMA46和 IMA26处理使玉米产量较单作分别提高了21.9%和6.8%,紫花苜蓿的产量分别降低22.3%和10.3%。

2.2 施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物吸氮量的影响

施氮水平、种植模式及其交互作用均对玉米和紫花苜蓿吸氮量影响显著(图2)。与不施氮处理(N_0)相比，施氮处理(N_1)使玉米和紫花苜蓿平均吸氮量分别提高83.5%和15.2%。在不施氮处理下(N_0), IMA46和 IMA26处理使玉米的吸氮量

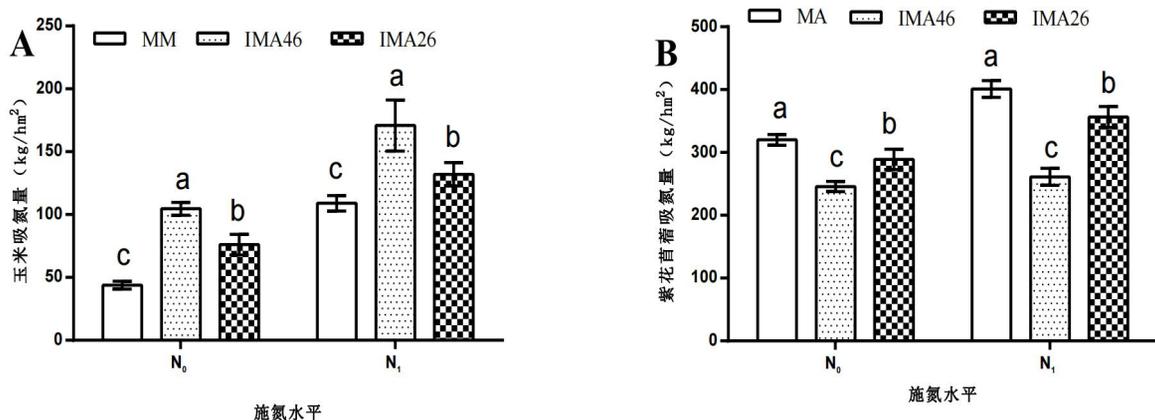


图2 施氮和种植模式对玉米和紫花苜蓿吸氮量的影响

较单作分别提高了138.6%和73.5%,紫花苜蓿的吸氮量分别降低23.2%和9.7%。在施氮处理下(N_1),IMA46和IMA26处理使玉米的吸氮量较单作分别提高56.7%和21.2%,使紫花苜蓿的吸氮量分别降低34.9%和11.1%。

2.3 施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物根系形态的影响

施氮可以显著提高玉米根系的根长、根表面积和根体积(图3)。与不施氮处理(N_0)相比,施氮处理(N_1)使玉米根系的根长、根表面积和根体积分别提高18.8%、18.6%和17.6%,紫花苜蓿根系的根长、根表面积和根体积分别提高19.5%、

11.1%和20.0%。在不施氮处理下(N_0),IMA46和IMA26处理使玉米根系的根长、根表面积和根体积较单作分别提高了37.0%、34.7%、43.0%和18.7%、8.8%、18.4%,使紫花苜蓿根系的根长、根表面积和根体积分别降低4.1%、16.1%、20.0%和3.1%、5.0%、19.6%。在施氮处理下(N_1),IMA46和IMA26处理使玉米根系的根长、根表面积和根体积较单作分别提高了41.0%、21.7%、30.4%和25.5%、12.2%、14.6%,使紫花苜蓿根系的根长、根表面积和根体积分别降低14.6%、9.5%、12.8%和11.2%、5.0%、1.7%。

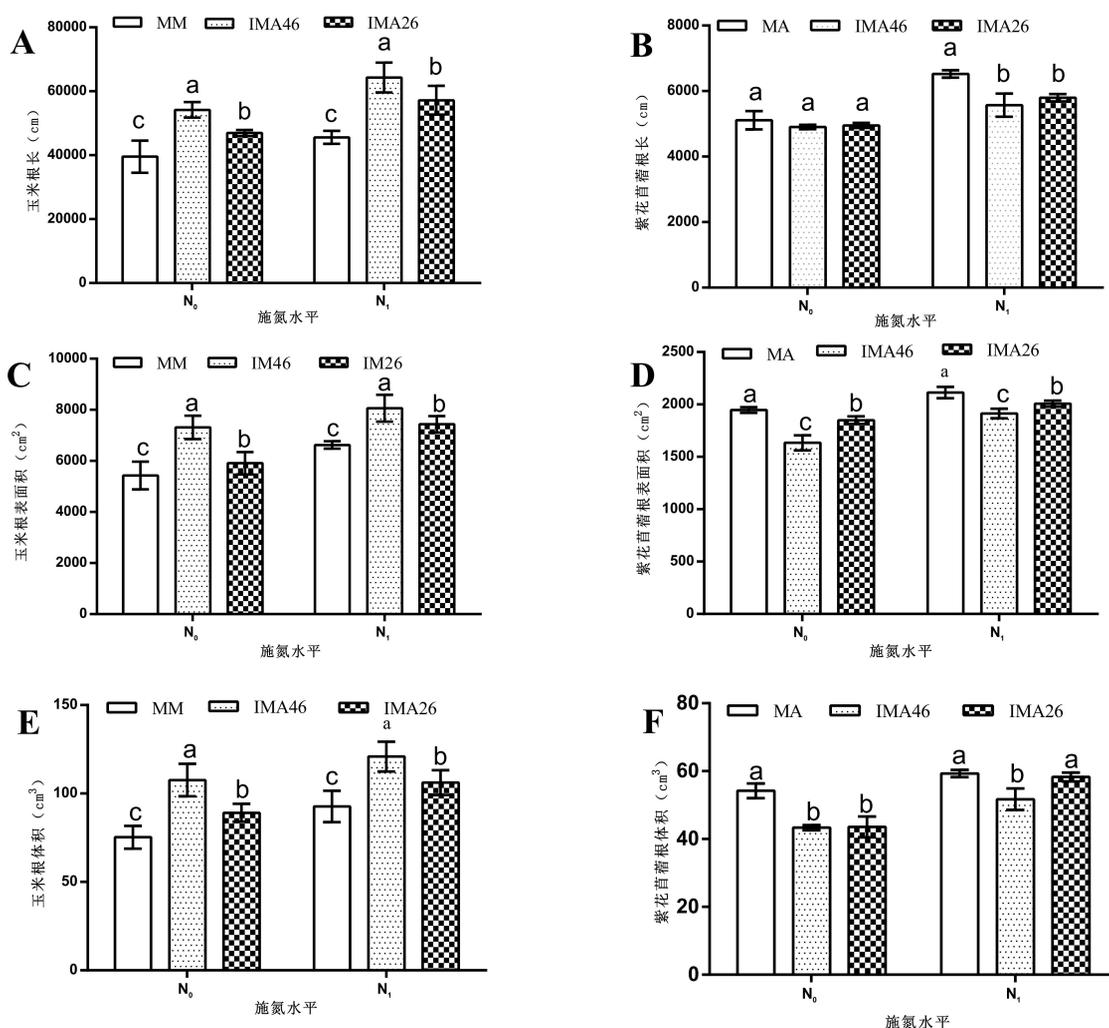


图3 施氮和种植模式对玉米和紫花苜蓿根系形态的影响

2.4 施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物根系形态和吸氮量的相关性分析

图4结果表明,玉米/紫花苜蓿间作体系中玉米根系根长($R^2=0.3639, P<0.01$)、根表面积($R^2=0.4309, P<0.01$)、根体积($R^2=0.3661, P<0.01$)与吸氮量均呈

显著正相关(图4 A、B、C)。紫花苜蓿根系根长($R^2=0.5983, P<0.01$)、根表面积($R^2=0.6980, P<0.01$)、根体积($R^2=0.5878, P<0.01$)与吸氮量也均呈显著正相关(图4 D、E、F)。

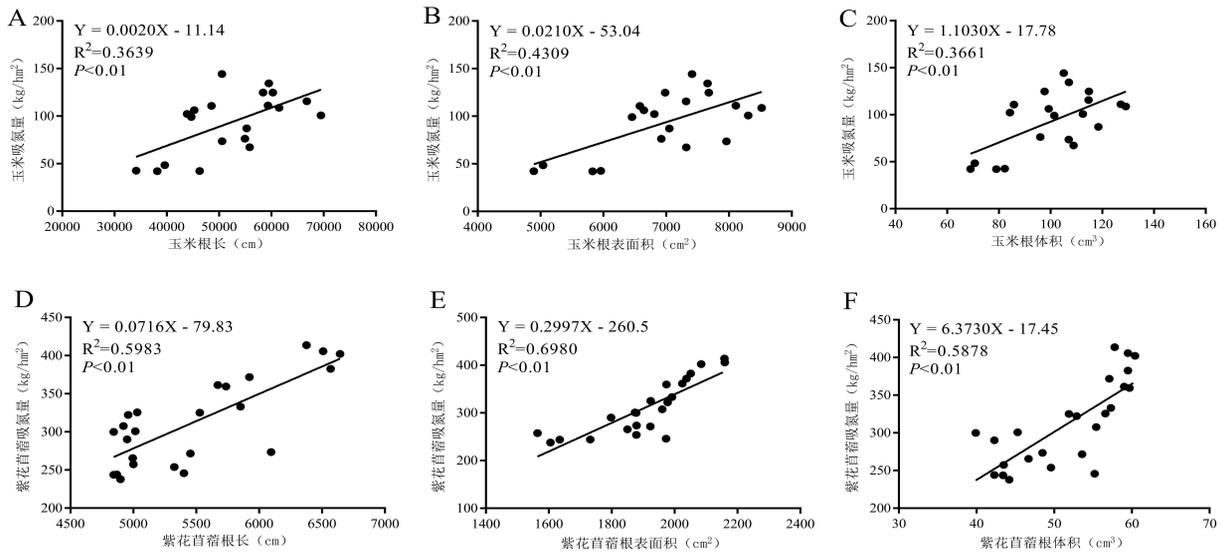


图4 玉米/紫花苜蓿间作体系中玉米和紫花苜蓿的根系形态与其吸氮量的相关关系

3 结论与讨论

在不同的施氮水平和种植模式下玉米/紫花苜蓿间作对玉米和紫花苜蓿的产量、吸氮量和根系形态的影响显著。与玉米单作相比,无论施氮与否,间作处理下玉米的产量、吸氮量和根系形态指标都有不同程度的增加。由此可见,与玉米单作相比,玉米/紫花苜蓿间作能够增加玉米的产量和氮素的吸收利用。

间作体系尤其是禾豆间作系统,例如玉米/蚕豆间作体系^[18]、玉米/鹰嘴豆和玉米/大豆间作体系^[19]都能够显著促进禾本科作物的生长,本试验也得到了相似的结果。究其原因主要是在禾豆间作体系中豆科作物利用自身的生物固氮能力能够为与之间作的禾本科作物通过氮素转移的途径提供更多的氮素,从而促进了氮素的吸收和利用^[2]。本研究结果表明,无论施氮与否间作处理下玉米的产量和吸氮量较玉米单作处理条件下提高了6.8%~72.9%和21.2%~138.6%。由此说明,玉米/紫花苜蓿间作体系促进了玉米氮素的吸收利用^[20],另外,玉米/紫花苜蓿间作体系在不施氮条件下玉米产量和吸氮量较玉米单作分别提高41.1%~72.9%和73.5%~138.6%,而在施氮条件下较玉米单作分别提高6.8%~21.9%和21.2%~56.7%,产生这种现象的原因可能是由于施氮抑制了紫花苜蓿的生物固氮能力^[21],从而减少了玉米的产量和吸氮量。同时研究发现,相对于玉米或紫花苜蓿单作,在玉米产量、吸氮量和根系形态指标大幅度增加的同时紫花苜蓿的产量、吸氮

量和根系系统指标均有较小幅度的降低,主要原因是在玉米/紫花苜蓿间作体系存在着种间竞争的关系,而且在此间作体系中玉米是优势作物,对间作系统总产量和吸氮量具有决定性的作用,这与之前的研究结果一致,在大多禾豆间作体系中禾本科作物的竞争力大于豆科作物^[8]。研究表明,玉米根系根长、根表面积和根体积与其氮素吸收量呈显著正相关关系,紫花苜蓿根系根长、根表面积和根体积与氮素吸收量也呈显著正相关关系,这也说明在玉米/紫花苜蓿间作体系中为了能够最大化吸收和利用土壤中的养分,作物会采用调整根系形态的策略^[22]。本研究表明,玉米/紫花苜蓿间作体系在白浆土上应用能够显著增加体系中玉米的产量、吸氮量和根系形态指标,而紫花苜蓿的产量、吸氮量和根系形态指标有小幅度降低,说明在玉米/紫花苜蓿间作体系中存在明显的种间竞争作用^[23]。又因为紫花苜蓿的生物量远小于玉米的生物量,紫花苜蓿的产量、吸氮量和根系形态降低的比例被玉米增加的比例相抵消。综上所述,IMA46模式在作物产量、氮素吸收量以及根系形态方面均优于其他模式,可以在白浆土种植区域进行大面积推广应用。

参考文献:

- [1] 李 隆. 间套作强化农田生态系统服务功能的研究进展与应用展望[J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(4): 403-415.
- [2] 柴 强, 胡发龙, 陈桂平. 禾豆间作氮素高效利用机理及农艺调控途径研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(1): 19-26.
- [3] 李 隆, 李晓林, 张福锁, 等. 小麦大豆间作条件下作物养

- 分吸收利用对间作优势的贡献[J]. 植物营养与肥科学报, 2000(2): 140-146.
- [4] 肖靖秀, 汤利, 郑毅, 等. 大麦/蚕豆间作条件下供氮水平对作物产量和大麦氮吸收累积的影响[J]. 麦类作物学报, 2011, 31(3): 499-503.
- [5] 董宛麟, 于洋, 张立祯, 等. 向日葵和马铃薯间作条件下氮素的吸收和利用[J]. 农业工程学报, 2013, 29(7): 98-108.
- [6] Zhang H, Zeng F, Zou Z, et al. Nitrogen uptake and transfer in a soybean/maize intercropping system in the karst region of southwest China[J]. Ecology and Evolution, 2017, 7(20): 8419-8426.
- [7] Li L, Zhang F, Li X, et al. Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2003, 65(1): 61-71.
- [8] Sun B, Gao Y, Yang H, et al. Performance of alfalfa rather than maize stimulates system phosphorus uptake and overyielding of maize/alfalfa intercropping via changes in soil water balance and root morphology and distribution in a light chernozemic soil[J]. Plant and Soil, 2019, 439: 145-161.
- [9] 李玉英, 胡汉升, 程序, 等. 种间互作和施氮对蚕豆/玉米间作生态系统地上部和地下部生长的影响[J]. 生态学报, 2011(6): 141-154.
- [10] Robinson D, Hodge A, Griffiths B S, et al. Plant root proliferation in nitrogen-rich patches confers competitive advantage[J]. Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences, 1999, 266(1418): 431-435.
- [11] Craine J M. Competition for Nutrients and Optimal Root Allocation[J]. Plant and Soil, 2006, 285(1-2): 171-185.
- [12] 阎裕丽. 东北农牧交错区紫花苜蓿/玉米间作条件下土壤水分变化特征及水分利用效率[D]. 长春: 东北师范大学, 2013.
- [13] Lin J, Wang J, Li X, et al. Effects of saline and alkaline stresses in varying temperature regimes on seed germination of *Leymus chinensis* from the Songnen Grassland of China[J]. Grass and Forage Science, 2011, 66(4): 578-584.
- [14] 李志坚, 郭继勋, 张玉山, 等. 紫花苜蓿在吉林省种植业结构调整中的作用和地位[J]. 吉林农业科学, 2003, 28(4): 40-46.
- [15] 邹亚丽. 甘肃庆阳不同生长年限紫花苜蓿草地土壤氮矿化的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2006.
- [16] Amossé, Camille, Jeuffroy, et al. Contribution of relay intercropping with legume cover crops on nitrogen dynamics in organic grain systems[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2014, 98(1): 1-14.
- [17] 李玉玺, 王帅, 王立波, 等. 玉米单作及间作紫花苜蓿对产量性状及白浆土供肥特性的影响[J]. 玉米科学, 2018, 26(4): 126-131.
- [18] Mei P P, Gui L G, Wang P, et al. Maize/faba bean intercropping with rhizobia inoculation enhances productivity and recovery of fertilizer P in a reclaimed desert soil[J]. Field Crops Research, 2012, 130: 19-27.
- [19] Xia H Y, Zhao J H, Sun J H, et al. Dynamics of root length and distribution and shoot biomass of maize as affected by intercropping with different companion crops and phosphorus application rates[J]. Field Crops Research, 2013, 150: 52-62.
- [20] Hauggaard-Nielsen H, Jensen E S. Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil nitrogen availability[J]. Field Crops Research, 2001, 72(3): 185-196.
- [21] Li Y Y, Yu C B, Cheng X, et al. Intercropping alleviates the inhibitory effect of N fertilization on nodulation and symbiotic N_2 fixation of faba bean[J]. Plant and Soil, 2009, 323: 295-308.
- [22] 左元梅. 石灰性土壤上玉米花生间作改善花生铁营养的效应与机制[D]. 北京: 中国农业大学, 1997.
- [23] Li L, Sun J H, Zhang F S, et al. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients[J]. Field Crops Research, 2001, 71(2): 123-137.

(责任编辑: 刘洪霞)

(上接第5页)

- [26] 柯玉琴, 潘廷国, 艾育芳. 盐胁迫对发芽水稻种子质膜透性及物质转化的影响[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(4): 10-12.
- [27] 郭剑, 李彩凤, 桑丽敏, 等. Na_2CO_3 胁迫对甜菜幼苗生长、根系活力的影响[J]. 作物杂志, 2015(5): 141-144.
- [28] 王聪. Na_2CO_3 、 $NaCl$ 和 PEG 对星星草幼苗 K^+ 、 Na^+ 代谢的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2007.
- [29] 符秀梅, 朱红林, 李小靖, 等. 盐胁迫对水稻幼苗生长及生理生化的影响[J]. 广东农业科学, 2010, 37(4): 9-21.
- [30] 刘滨硕, 钟春玲. 盐碱胁迫对羊草形态性状及抗氧化酶活性的影响[J]. 科学技术与工程, 2016, 16(34): 158-161.
- [31] 高红兵, 曹丽娟, 刘宝东, 等. 盐碱胁迫对5种牧草生物膜透性及保护酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(8): 3101-3102, 3133.
- [32] 乔枫, 耿贵工. 盐碱胁迫对沙棘种子萌发及幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(2): 17-19.
- [33] 尹福强. 混合盐碱胁迫对黄花烟部分理化特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2009(6): 112-113.
- [34] 张玉霞, 谭巍巍, 王艳树, 等. 盐碱胁迫对芦笋抗氧化酶活性的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2006, 21(2): 165-168.
- [35] 常国伟, 孙丽芳, 高天, 等. 苏打碱胁迫对玉米自交系苗期生长及生理特性的影响[J]. 东北农业科学, 2019, 44(1): 18-21.
- [36] Nguyen T T H, Ie Sung Shim, Katsuihiro Kobayashi, et al. Accumulation of some nitrogen compounds in response to salt stress and their relationships with salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) seedling[J]. Plant Growth Regulation, 2003, 41(2): 159-164.
- [37] 张磊, 侯云鹏, 王立春. 盐碱胁迫对植物的影响及提高植物耐盐碱性的方法[J]. 东北农业科学, 2018, 38(4): 11-16.

(责任编辑: 刘洪霞)