

阎世江, 房雅丽, 卢占龙, 等. 减量施用氮肥对玉米光合参数、产量与品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(12): 64-69.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.12.010

减量施用氮肥对玉米光合参数、产量与品质的影响

阎世江², 房雅丽¹, 卢占龙³, 张治家¹

(1. 山西农业大学植物保护学院, 山西太原 030031; 2. 山西农业大学园艺学院, 山西太原 030031;

3. 朔州职业技术学院, 山西朔州 036002)

摘要:玉米是我国的重要农作物,但在生产中经常发生过量施用氮肥的情况。过量施用氮肥不仅污染环境,而且不利于玉米的生长发育,因此在减少氮肥施用的同时提高氮肥利用率的研究具有重要意义。在玉米生长过程中采用不同的氮肥施用量,研究了不同氮肥施用水平下玉米光合参数、产量和品质的变化,以寻求最佳氮肥施用量。结果表明,与 100% 施氮处理相比,10% 减氮处理和 20% 减氮处理具有更高的光合能力,表明在一定范围内减少氮肥的施用可以提高玉米的光合能力,但当氮肥减少 30% 时,光合作用下降。氮肥减量 10% 和氮肥减量 20% 处理的农艺性状、产量和品质均高于氮肥 100% 施用处理,表明减少氮肥的施用对玉米生长发育没有负面影响。但氮肥用量减少 30% 处理后的农艺性状、产量和品质低于 100% 氮肥处理。综合分析表明,氮肥用量减少 20% 后,可减少氮肥的使用,提高产量,改善品质,可以在未来得到推广。

关键词:减量施氮;玉米;光合参数;产量;品质

中图分类号: S513.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)12-0064-05

氮肥是作物生长发育不可缺少的养分,在土壤中施用后可以提高作物产量,改善品质,增加蛋白质的含量^[1],因此在农业生产中使用量很大。据统计,我国每年施用的氮肥占全世界总产量的 1/3 以上^[2]。为追求高产,农户往往过量施用氮肥,既造成氮肥的浪费,也影响环境^[3-4],其结果并没有带来高产,甚至对产量、品质有负面的影响^[5-6]。如何在降低氮肥施用量的同时又能保证作物正常生产,成为学者的研究热点。张赛等研究减氮对甘蔗生长发育的影响^[7],李波等研究在辽河地区不同施氮量对水稻生长的影响^[8],王贺正等研究减氮对小麦生长的影响^[9-10],上述的研究均证明与常规的施氮水平相比较,减施 10%~20% 氮肥对作物的生长未见影响,因此可以证实在实践中减施氮肥是可行的。玉米(*Zea mays* L.)起源于美洲,15 世纪前后传入我国以后栽培面积逐渐扩大,目前已成为重要的粮食作物之一^[11]。研究发现,为使玉米得到高产应施

用氮肥^[12-13]。但在生产中也存在过量施用氮肥的情况,对玉米生产造成一定的影响,因此学者在玉米的栽培中也进行过减施氮肥的研究,徐丽娜等研究在施基肥时减氮对玉米产量的影响^[14],刘朋召等研究在栽培玉米时减氮对玉米产量及氮素利用的影响^[15-17],结果均发现在玉米种植过程中减施氮肥对玉米的产量影响较小。上述的研究多是从土壤肥料学的角度探讨减施氮肥后,玉米氮素的利用率及土壤养分的变化,在玉米表观形态方面仅停留在生长指标的层面,没有进行深层次的研究,未探讨减施氮肥对玉米生长发育影响的机理。为此,本试验选取山西省晋中市进行减量施用氮肥试验,即在玉米生长的过程中采用不同的氮肥施用量,探讨在不同的氮肥施用水平下玉米产量与品质的变化,从表观形态、品质逐步深入到光合参数,研究减量施用氮肥对玉米生长发育及产量形成的影响,寻找最佳的氮肥施用量,希望对未来玉米合理施用氮肥奠定理论基础。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

本试验在山西省农业科学院东阳基地进行,该基地位于山西省晋中市榆次区,前茬作物为小麦。选用的玉米品种为益嘉丰 138,该品种由山西益嘉

收稿日期:2021-08-11

基金项目:山西省重点研发计划重点项目(编号:201903D211001-2-3)。

作者简介:阎世江(1975—),男,山西太原人,博士,副研究员,主要从事遗传育种研究。E-mail: syauyan@163.com。

通信作者:张治家,副研究员,主要从事植物保护研究。E-mail: 136424202@qq.com。

丰农业开发有限公司育成,株型半紧凑,穗筒型,穗轴深红色,籽粒黄色、马齿型。

1.2 试验设计

试验小区长9 m、宽5 m,2020年4月18日采用机器播种,行距50 cm、株距40 cm,播种量 37.5 kg/hm^2 。设以下5个处理,3次重复:处理1,不施肥;处理2,传统模式,即100%氮肥施用;处理3,氮肥减量10%;处理4,氮肥减量20%;处理5,氮肥减量30%。

传统施肥模式参考农民施肥量,氮肥为 225 kg/hm^2 ,磷肥为 90 kg/hm^2 ,钾肥为 75 kg/hm^2 。30%氮肥与全部磷肥、钾肥在播种时做底肥一次施入,70%氮肥在大喇叭口期追施。氮肥采用尿素,磷肥采用过磷酸钙,钾肥采用硫酸钾。

1.3 项目测定

所有处理均采用同一管理方法进行管理,确保变量唯一性;在2020年6月3日(大喇叭口期)、6月20日(抽雄期)、7月10日(灌浆期)在每小区随机选取10株玉米采用LI-6400便携式光合仪,于晴天11:40—14:30测定植株上部展开叶片的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度等光合参数。10月5日收获玉米,在各处理区域收获玉米穗中随机取样10穗,测量株高、茎粗、穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、单穗粒质量、百粒质量、粗蛋白含量^[18]、粗脂肪含量^[18]、淀粉含量^[18]、水分含量^[18]等指标,计算理论产量。玉米种子、试验用肥料在当地农资市场购买。

1.4 数据处理

数据处理采用DPS软件进行,采用Microsoft Excel制表。

2 结果与分析

2.1 玉米的光合参数

由图1可知,5个处理的净光合速率总体上呈上升的趋势,在大喇叭口期5个处理的净光合速率在 $5.131 \sim 11.243 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其中以处理4最高,达 $11.243 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,显著高于其他4个处理,处理1最低,为 $5.131 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其余的3个处理排在中间。至抽雄期,5个处理分别上升至 8.386 、 14.457 、 15.179 、 16.697 、 $10.071 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;在灌浆期净光合速率进一步上升,分别达 10.314 、 17.650 、 18.532 、 20.386 、 $10.913 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。在3个生育期中,处理4一直保持在较高水平,处理1、处理5的

净光合速率较低,说明在不施用氮肥的情况下净光合速率较低,采用减氮10%、减氮20%的处理较传统的模式更能提高净光合速率,但减氮30%后净光合速率下降,说明氮肥供应不充分不利于净光合速率提高。

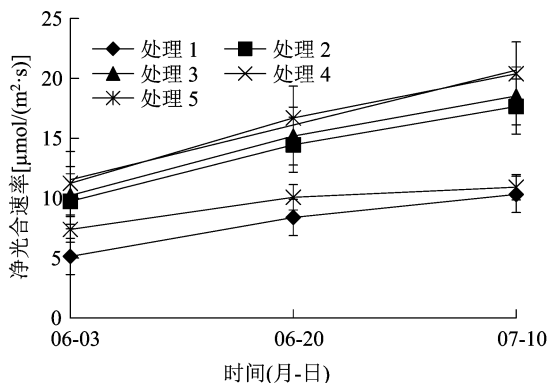


图1 不同处理的净光合速率

由图2可知,在2020年6月3日(大喇叭口期),5个处理的蒸腾速率表现不同,处理1为 $0.715 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,处理2为 $1.035 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,处理3为 $1.418 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,处理4为 $1.630 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,处理5为 $1.005 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,差异不大;在2020年6月20日(抽雄期)测定时,5个处理之间的差异扩大,其中以处理3、处理4的蒸腾速率较高,分别达 2.783 、 $3.200 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,显著高于其他处理;在2020年7月10日(灌浆期)测定时,5个处理再次上升,而处理3、处理4上升的幅度较大,分别为 6.653 、 $7.650 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其余的3个处理分别为 2.108 、 2.438 、 $2.238 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。表明减氮10%、20%的处理可以有效提高玉米蒸腾速率,减氮30%、100%氮肥与不施用氮肥相比较也可以提高玉米蒸腾速率,说明施用氮肥对提高玉米蒸腾速率有利,但以减氮10%、20%的处理结果较好。

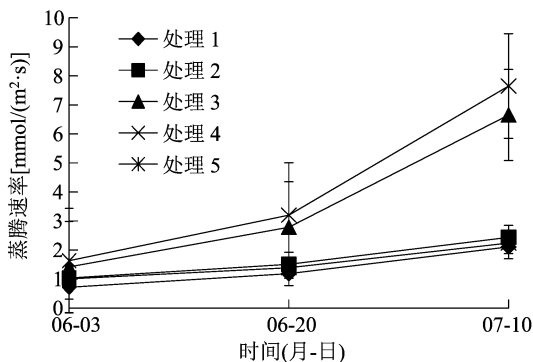


图2 不同处理的蒸腾速率

由图3可知,在2020年6月3日(大喇叭口期),5个处理的气孔导度在 $0.010 \sim 0.061 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,差异较小,其中以处理4最高,达 $0.061 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,以处理1最低,为 $0.010 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;在抽雄期,处理4大幅度上升,为 $0.388 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而其余的4个处理缓慢上升,分别为 0.021 、 0.090 、 0.120 、 $0.072 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;在灌浆期,处理3、处理4继续大幅度上升,分别为 0.358 、 $0.664 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而其他处理上升的幅度较缓,处理1一直处于较低的水平。

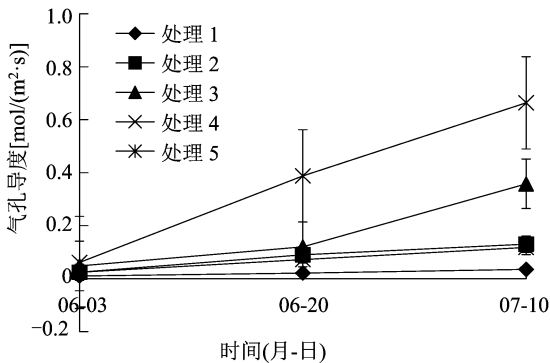


图3 不同处理的气孔导度

由图4可知,在测定的大喇叭口期、抽雄期、灌浆期,5个处理的胞间 CO_2 浓度均表现出逐渐上升的趋势,以处理1表现最高,3个时期分别为 228.958 、 237.358 、 $256.958 \mu\text{mol}/\text{mol}$,处理5排在第2位,在3个时期分别达 274.238 、 288.558 、 $305.354 \mu\text{mol}/\text{mol}$,处理4的表现与前3个光合参数的表现相反,一直处于较低的位置,3个时期分别为 228.958 、 237.358 、 $256.958 \mu\text{mol}/\text{mol}$,处理2、处理3处于中间位置。

通过对测定的4个光合参数的分析可以发现,

较不施用氮肥的处理,施用氮肥的处理能提高净光合速率、蒸腾速率、气孔导度,降低胞间 CO_2 浓度,对光合作用有利,在4个氮肥处理中,氮肥减量10%处理、氮肥减量20%处理与100%氮肥施用处理相比较具有较高的光合能力,说明在一定的范围内减施氮肥能提高玉米的光合能力,但超出这一范围,在氮肥减量30%时,光合作用下降,说明充足氮肥供应对玉米的光合作用有利,但过量供应或供应不足对玉米光合作用有害。

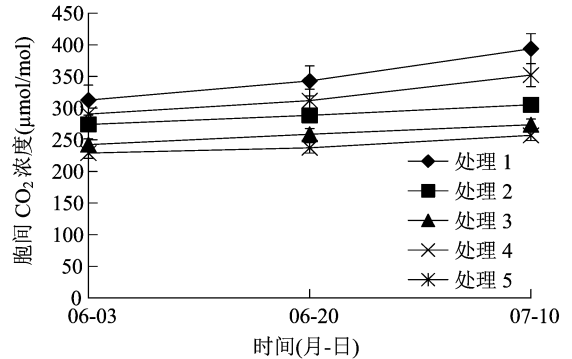


图4 不同处理的胞间 CO_2 浓度

2.2 玉米的农艺性状

对施用氮肥的不同情况下玉米农艺性状的表现进行方差分析,结果(表1)发现,株高等农艺性状在区组间的均方分别为 4.112 、 5.882 、 4.457 、 6.003 、 3.879 、 2.797 、 17.171 、 14.247 、 10.254 、 58.544 ,差异未达显著水平,在处理间的均方分别为 31.514 、 41.123 、 32.271 、 14.039 、 73.033 、 8.426 、 93.781 、 114.144 、 85.241 、 521.351 ,除穗行数这个性状外,其余性状的差异均达极显著水平,表明除穗行数外的其余性状在各施肥处理下的表现不同,有进一步研究的必要。

表1 农艺性状方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 均方 MS | | | | | | | | | |
|------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|-------|----------|-----------|----------|-----------|
| | | 株高 | 茎粗 | 穗长 | 穗粗 | 秃尖长 | 穗行数 | 行粒数 | 单穗粒质量 | 百粒质量 | 单位面积产量 |
| 区组间 | 2 | 4.112 | 5.882 | 4.457 | 6.003 | 3.879 | 2.797 | 17.171 | 14.247 | 10.254 | 58.544 |
| 处理间 | 4 | 31.514** | 41.123** | 32.271** | 14.039** | 73.033** | 8.426 | 93.781** | 114.144** | 85.241** | 521.351** |
| 误差 | 8 | 2.096 | 2.125 | 1.223 | 3.222 | 3.351 | 6.093 | 7.772 | 21.113 | 8.574 | 10.254 |

注:**表示在0.01水平上差异显著。表3同。

由表2可知,在株高这个性状中,处理4的表现最高,达 2.63 m ,显著高于其他处理,处理3、处理5分别达 2.33 、 2.32 m ,处理2为 2.09 m ,处理1最低,达 1.8 m ,显著低于其他处理。在茎粗这个性状中,处理3、处理4较高,分别达 22.67 、 22.96 mm ,处理2、处理5分别为 21.61 、 20.12 mm ,处理1最低,

为 15.04 mm 。在穗长这个性状中,处理4为 21.96 cm ,显著高于其他处理,处理3排在第2位,为 20.53 cm ,处理2、处理5分别为 19.50 、 19.82 cm ,2个处理之间的差异未达显著水平。处理1最低,仅为 16.29 cm 。在穗粗这个性状中,处理4的表现最高,达 4.39 cm ,处理3、处理5分别为

4.19、4.15 cm, 处理 2、处理 1 较低, 分别为 4.02、3.39 cm。秃尖长的表现与前述的性状表现相反, 处理 1 最高, 达 2.00 cm, 处理 4 最低, 为 1.53 cm, 其余的处理排在中间的位置。5 个处理的穗行数均为 16 行, 未达显著水平。在行粒数、单穗粒质量、百粒质量等性状中, 处理 4 表现最好, 分别达 41.5 粒、259.17 g、37.80 g, 处理 1 的表现最低, 分别为 35.9 粒、200.83 g、30.67 g, 其余的处理排在中间位置。在理论产量中, 仍然以处理 4 表现最好。

经过对玉米多个农艺性状的比较发现, 不同的

施氮肥处理对玉米的穗行数没有影响, 对株高等性状有较大的影响, 如不施用氮肥各农艺性状的表现均较低, 施用氮肥后农艺性状表现出上升的趋势, 氮肥减量 10%、氮肥减量 20% 的处理有效利用了氮素, 农艺性状的表现较 100% 氮肥施用的处理高, 说明减量氮肥的施用对玉米的生长发育负面影响很小, 但氮肥减量 30% 的处理后农艺性状较 100% 氮肥施用的处理下降, 因此再次说明氮肥对玉米的生长有利, 氮肥供应不足不利于玉米的生长。

表 2 不同处理的农艺性状、产量及产量因素

| 处理 | 株高 (m) | 茎粗 (mm) | 穗长 (cm) | 穗粗 (cm) | 秃尖长 (cm) | 穗行数 | 行粒数 | 单穗粒质量 (g) | 百粒质量 (g) | 理论产量 (kg/667 m ²) |
|----|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|----------------|--------------|-------------------------------|
| 1 | 1.80±0.10dD | 15.04±0.15cC | 16.49±0.18dD | 3.39±0.14dD | 2.00±0.16aA | 16±1.11aA | 35.9±3.31dD | 200.83±10.11dD | 30.67±1.11dD | 760.0±25.33dD |
| 2 | 2.09±0.11cC | 21.61±0.21bB | 19.50±0.81cC | 4.02±0.51cC | 1.83±0.81bB | 16±1.01aA | 38.4±4.10cC | 219.83±20.21cC | 33.10±1.21cC | 832.2±35.68cC |
| 3 | 2.33±0.11bB | 22.67±0.17aA | 20.53±0.17bB | 4.19±0.15bB | 1.76±0.18cC | 16±1.17aA | 40.3±4.14bB | 230.83±20.21bB | 35.50±1.12bB | 874.0±41.25bB |
| 4 | 2.63±0.10aA | 22.96±0.14aA | 21.96±0.71aA | 4.39±0.21aA | 1.53±0.11dD | 16±0.71aA | 41.5±4.41aA | 259.17±20.21aA | 37.80±2.12aA | 984.2±45.25aA |
| 5 | 2.32±0.13bB | 20.12±0.41bB | 19.82±0.14cC | 4.15±0.12bB | 1.85±0.71bB | 16±0.41aA | 38.8±4.14cC | 233.78±19.11bB | 36.13±2.11bB | 885.4±39.35bB |

注: 同列数据后不同小写、大写字母表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 4 同。

2.3 玉米的品质性状

由表 3 可知, 玉米的品质性状在区组间的均方分别达 3.332、8.747、5.478、9.093, 经检验均未达

显著水平; 在处理间的均方分别达 41.444、74.173、72.771、54.559, 经检验均达极显著水平, 有进一步研究的必要。

表 3 品质性状方差分析

| 变异来源 | 自由度 | 均方 | | | |
|------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 粗蛋白含量 | 粗脂肪含量 | 淀粉含量 | 水分含量 |
| 区组间 | 2 | 3.332 | 8.747 | 5.478 | 9.093 |
| 处理间 | 4 | 41.444 ** | 74.173 ** | 72.771 ** | 54.559 ** |
| 误差 | 8 | 3.336 | 7.125 | 4.223 | 8.002 |

由表 4 可知, 处理 4 在粗蛋白含量、粗脂肪含量、淀粉含量等品质性状中表现最高, 分别达 12.52%、4.58%、75.58%, 显著高于其他处理, 处理 3 也较高, 分别为 11.11%、3.54%、68.54%, 处理 2、处理 5 在粗蛋白含量中有显著差异, 在粗脂肪含量、淀粉含量中的差异未达显著水平, 处理 1 表现最低, 在这 3 个性状中分别为 7.21%、2.11%、60.54%。在水分含量中, 5 个处理的表现与前述的 3 个性状不同, 处理 1、处理 2 的水分含量较高, 达 29.57%、28.57%, 处理 4 的水分含量最低, 为 19.54%, 处理 3、处理 5 排在中间。对测定的几个品质性状进行分析, 发现氮肥的正确施用可以改善玉米品质, 供应不足会影响其品质, 减量 10%、20% 氮肥可以满足玉米生长的需要, 其效果较 100% 氮肥施用的好, 但

减量 30% 会使玉米品质变差。

3 讨论

对于氮肥减量施用对作物光合作用的影响已有学者进行研究。马鹏等研究氮肥的施用对水稻光合能力的影响, 结果表明充足的氮肥供应对水稻光合能力有利, 有效提高光合参数, 但过量施用对作物的光合作用不利^[19]。郭鑫年等的研究也有类似的结论^[20-21], 本研究测定净光合速率等几个光合参数的变化, 得出的结论与上述的结论一致, 说明在一定的范围内合理施用氮肥, 提高氮肥的利用率, 促进玉米的光合作用, 进而加快根茎叶等器官中氮素转运效率, 促进干物质积累量, 过量施用氮肥不仅对环境有害, 也不利于玉米的光合作用^[22]。

表4 不同处理的品质性状

| 处理 | 粗蛋白含量 (%) | 粗脂肪含量 (%) | 淀粉含量 (%) | 水分含量 (%) |
|----|----------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 7.21 ± 1.11dD | 2.11 ± 0.53dD | 60.54 ± 8.13dD | 29.57 ± 2.13aA |
| 2 | 9.24 ± 1.13cC | 3.24 ± 0.43cC | 65.77 ± 7.13cC | 28.57 ± 2.23aA |
| 3 | 11.11 ± 1.17bB | 3.54 ± 0.53bB | 68.54 ± 8.83bB | 23.54 ± 2.12bB |
| 4 | 12.52 ± 1.53aA | 4.58 ± 0.63aA | 75.58 ± 6.16aA | 19.54 ± 2.10cC |
| 5 | 10.22 ± 1.13bB | 3.21 ± 0.73cC | 65.87 ± 6.63cC | 22.54 ± 1.83bB |

玉米在生长过程中所需的营养元素较多,如氮、磷、钾、铁、锰等,如缺乏必要的营养元素,则影响其正常生长发育,在众多的营养元素中所需量最大的是氮素^[23],但在目前的生长中农户由于自身的原因往往过量施用氮肥,如氮肥施用不足又会影响作物的生长,在降低氮肥施用量的同时提高氮肥使用效率,是目前研究的热点。有关氮肥供应对玉米产量品质的影响已有学者进行研究,多数认为氮肥促进干物质积累,进而提高产量,改善品质^[24]。本研究表明,不同的施氮肥处理对玉米的穗行数没有影响,对株高等性状有较大的影响,如不施用氮肥各农艺性状的表现均较低,施用氮肥后农艺性状表现出上升的趋势,氮肥减量10%、氮肥减量20%的处理有效利用了氮素,农艺性状的表现较100%氮肥施用的处理高,说明减量氮肥的施用对玉米生长发育没有负面影响,但氮肥减量30%的处理后农艺性状较100%氮肥施用的处理下降,因此再次说明氮肥对玉米的生长有利,氮肥供应不足不利于玉米生长。其结论与上述学者的结论相同,说明100%氮肥施用实际上已超过最佳经济施氮量^[25],而经过分析发现,氮肥减量20%的处理应为最佳施氮量。朱兆良等认为,氮肥进入土壤后被作物吸收利用的仅为施用总量的28%~41%,大部分氮素以不同途径损失掉了,施入过多的氮素反而导致 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋失,除对土壤环境产生有害的作用外,也降低了氮肥的利用率^[25-26]。合理施用氮肥能提高叶绿素含量,增强光合能力,延缓玉米植株衰老,进而提高产量^[27],这对提高产量、改善品质具有重要意义。

4 结论

综合分析不同施氮处理后发现,氮肥减量20%的处理施用氮肥较少,但产量较目前的施用水平提高,光合参数较高,品质好,该方法对玉米的生长发育有利,简单可靠,可以推广。

参考文献:

- [1]朱兆良,文启孝. 中国土壤氮素[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1992.
- [2]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.
- [3]赵营,同延安,赵护兵. 不同供氮水平对夏玉米养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(5):622-627.
- [4]孙占祥,邹晓锦,张鑫,等. 施氮量对玉米产量和氮素利用效率及土壤硝态氮累积的影响[J]. 玉米科学,2011,19(5):119-123.
- [5]唐文雪,马忠明,王景才. 施氮量对旱地全膜双垄沟播玉米田土壤硝态氮、产量和氮肥利用率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(6):58-63.
- [6]宫亮,邢月华,隗英华,等. 春玉米化学氮肥投入阈值研究[J]. 玉米科学,2015,23(6):131-135.
- [7]张赛,陈杭,胡朝华,等. 减氮配施生物炭调理剂对甘蔗苗生长和土壤养分的影响[J]. 农业与技术,2021,41(4):21-23.
- [8]李波,宫亮,曲航,等. 辽河三角洲稻区施氮水平对水稻生长发育及产量的影响[J]. 作物杂志,2020(1):173-178.
- [9]王贺正,张均,吴金芝,等. 不同氮素水平对小麦旗叶生理特性和产量的影响[J]. 草业学报,2013,22(4):69-75.
- [10]张珂珂,周苏玫,张嫚,等. 减氮补水对小麦高产群体光合性能及产量的影响[J]. 应用生态学报,2016,27(3):863-872.
- [11]胡立勇,丁艳锋. 作物栽培学[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2019.
- [12]李春玲,李国山,于亦忠,等. 减氮施肥及氮肥添加脲酶抑制剂对凉州灌区春玉米产量和氮肥利用的影响[J]. 干旱地区农业研究,2021,39(2):31-36.
- [13]叶东靖,高强,何文天,等. 施氮对春玉米氮素利用及农田氮素平衡的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):552-558.
- [14]徐丽娜,闫艳,梅沛沛,等. 基肥减氮对夏玉米品种产量形成和氮利用的影响[J]. 耕作与栽培,2020,40(2):7-10.
- [15]刘朋召,王旭敏,宁芳,等. 减量施氮对渭北旱地春玉米产量、氮素利用及土壤硝态氮含量的影响[J]. 应用生态学报,2020,31(8):2621-2629.
- [16]冯小杰,战秀梅,王颖,等. 稳定性氮肥减施对春玉米氮素吸收及土壤无机氮供应的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2020,26(7):1216-1225.

韦丁一,高少凡,苏海英,等. 赤霉素及其抑制剂对油菜抗倒伏性的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(12):69-74.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.12.011

赤霉素及其抑制剂对油菜抗倒伏性的影响

韦丁一¹,高少凡¹,苏海英²,谢伶俐¹,许本波¹

(1.长江大学生命科学学院,湖北荆州 434025; 2.湖北省石首市农技推广中心,湖北石首 434499)

摘要:倒伏严重影响甘蓝型油菜产量,赤霉素及其抑制剂对油菜株高、抗倒伏性和产量具有重要影响,但利用主成分分析法系统研究赤霉素及其抑制剂影响甘蓝型油菜倒伏的较少,因此系统研究赤霉素及其抑制剂对油菜抗倒伏具有重要意义。本试验以7份不同来源甘蓝型油菜为材料,蕾薹期喷施赤霉素和烯效唑,运用相关性分析和主成分分析的方法,研究株型性状与倒伏的相关性及影响倒伏的主要因素。结果表明,油菜的倒伏指数与一次有效分枝高度呈显著负相关,与根鲜质量、根干质量呈极显著负相关。主成分分析结果表明,根系因子对倒伏指数贡献率最大。喷施赤霉素后,倒伏指数与主花序长度呈显著正相关,与侧根数显著负相关,与根鲜质量、根干质量呈极显著负相关;而喷施烯效唑后,倒伏指数与根鲜质量、根干质量呈极显著负相关。综上所述,赤霉素主要是通过增加甘蓝型油菜侧根数,增加植株的节间距以及主花序长度来调控甘蓝型油菜倒伏指数。烯效唑主要是通过增大甘蓝型油菜的一次有效分枝数、茎粗、基枝角、顶枝角,减小植株的节间距来调控油菜倒伏指数。

关键词:油菜;株高;倒伏指数;赤霉素;烯效唑

中图分类号: S634.303;S634.304 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)12-0069-06

油菜是我国重要油料作物,年产量为1 160万t,提供了约55%的国产植物食用油^[1]。2019—2020年,世界油菜最高单产智利单产达到4 050 kg/hm²,加拿大2 299.5 kg/hm²,我国2 040 kg/hm²,比智利低49.6%,比加拿大低11.3%^[2],提高油菜产量、品质,是当前油菜育种的主要目标。倒伏对甘蓝型油菜产量和品质造成重要损失。植株倒伏是一个综

合的、复杂的过程,受到多重因素影响,如植株品种特性、种植密度、肥水管理、田间管理等,倒伏胁迫是由于茎秆在结穗处或以下折断时发生倒伏,或者植株从垂直位置倾斜超过一定程度(30°或45°)时发生根部倒伏^[3]。在生产中,油菜倒伏造成重大产量损失并影响机械化收获。倒伏后形成的隐蔽、高湿环境会加剧菌核病的发生,降低油菜产量和品质。研究表明,开花期倒伏可以造成油菜减产20%~46%,并造成种子的含油量下降^[4]。

赤霉素是一种双萜类化合物,能够打破种子休眠,促进种子萌发,促进植株茎节伸长,开花期施用能促进果实发育^[5-6]。烯效唑是赤霉素的三唑类抑制剂,可有效抑制作物生长的顶端优势,缩短节间

收稿日期:2021-09-04

基金项目:湖北省农业农村厅项目(编号:鄂农油[2020]11号)。

作者简介:韦丁一(1995—),女,河南洛阳人,硕士,主要从事油菜遗传育种研究。E-mail:253232710@qq.com。

通信作者:许本波,博士,教授,主要从事植物生物技术研究。

E-mail:benboxu@yangtzeu.edu.cn

[17]程前,李广浩,陆卫平,等. 增密减氮提高夏玉米产量和氮素利用效率[J]. 植物营养与肥料学报,2020,26(6):1035-1046.

[18]张建奎. 作物品质分析[M]. 重庆:西南师范大学出版社,2012.

[19]马鹏,杨志远,李娜,等. 油菜-水稻轮作模式下油菜季氮肥投入与水稻季氮肥运筹对杂交水稻光合生产力及产量的影响[J]. 华南农业大学学报,2020,41(3):23-30.

[20]郭鑫年,纪立东,尹志荣,等. 宁夏引黄灌区氮肥减量对温室辣椒光合特性、产量及品质的影响[J]. 北方园艺,2020(7):1-9.

[21]刘欢. 化学氮肥减量配施有机肥对白菜产量和品质的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2016.

[22]冯波,刘开昌. 密植条件下氮肥对不同品种夏玉米氮效率及光合作用的影响[J]. 山东农业科学,2018,50(5):76-80,86.

[23]张福锁,王激清,张卫峰,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报,2008,45(5):915-924.

[24]赵亚南,徐霞,黄玉芳,等. 河南省小麦、玉米氮肥需求及节氮潜力[J]. 中国农业科学,2018,51(14):2747-2757.

[25]朱兆良,金继运. 保障我国粮食安全的肥料问题[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(2):259-273.

[26]朱懿,江青山,孙永健,等. 宜香1A系列组合的光合生产及产量形成特点[J]. 杂交水稻,2014,29(4):68-72.

[27]刘金山,戴健,刘洋,等. 过量施氮对旱地土壤碳、氮及供氮能力的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):112-120.