

豫谷 18 功能叶碳氮代谢关键酶活性研究

王淑君 刘金荣 王素英 刘海萍 闫宏山 宋中强

(河南省安阳市农业科学院, 安阳 455000)

摘要:对豫谷 18 在籽粒灌浆过程中功能叶碳氮代谢关键酶活性变化进行研究,结果表明,在产量形成关键期,豫谷 18 功能叶中硝酸还原酶(NR)、谷氨酰胺合成酶(GS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)、谷氨酸脱氢酶(GDH)活性均高于对照冀谷 19。在几种酶的共同作用下,豫谷 18 维持和延长了叶片功能期,增强了光合作用及蛋白质合成等能力,为提高籽粒产量奠定了基础。

关键词:豫谷 18; 碳氮代谢; 酶活性; 功能叶

豫谷 18 是安阳市农业科学院选育的谷子品种,该品种优质、高产、适应性广,适宜在华北、西北、东北三大主产区种植,被业界誉为谷子中的“郑单 958”^[1]。碳氮代谢是作物的基本代谢^[2],其协调性影响作物光合产物的形成和转化、矿质营养的吸收以及蛋白质合成等^[3],进而影响植株生长发育^[4],决定作物产量的高低^[5]。碳氮代谢包括无机碳的同化、转运和积累,无机氮的还原、同化及有机含氮化合物的转化、合成等^[5],在这一系列过程中碳氮代谢关键酶起着决定性作用。本文通过研究豫谷 18 籽粒灌浆期功能叶中碳氮代谢关键酶活性变化,以期为高产谷子育种、栽培调控及提高谷子产量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试品种为安阳市农业科学院选育的谷子品种豫谷 18,对照为河北省农林科学院选育的谷子品种冀谷 19 (CK)。

1.2 试验设计 试验于 2017 年在安阳市农业科学院试验基地(36° 6' N、114° 2' E)进行。土壤为壤土,水浇地,肥力均匀,前茬作物为小麦。试验采取完全随机区组排列,4 次重复,小区面积 20m²,6 行区,行距 0.4m; 6 月 23 日播种,留苗密度 60 万株/hm²。第 1 个重复为取样区,另外 3 个重复为测产区,田间管理同常规大田管理。

谷穗完全抽出旗叶后,挂牌标记生长一致、同时抽穗开花的植株。开花后 7d、14d、21d、28d、

35d 各处理取挂牌标记植株旗叶和倒 2 叶,液氮速冻。

1.3 测定方法 标准样品的稀释与加样 在酶标包被板上设标样孔 10 个,在第 1、2 孔分别加标样 100μL、标样稀释液 50μL,混匀;从第 1、2 孔中各取 100μL 分别加到第 3 孔和第 4 孔,再加标样稀释液 50μL,混匀;第 3、4 孔中先各取 50μL 弃掉,再各取 50μL 分别加到第 5、6 孔中,加标样稀释液 50μL,混匀;重复上述操作直至各孔加样量都为 50μL。

酶活性测定 在酶标包被板上待测样品孔中先加样品稀释液 40μL,然后再加待测样品 10μL。用封板膜封板后置于 37℃ 温育 30min。将 30 倍浓缩洗涤液用蒸馏水 30 倍稀释后备用。揭掉封板膜,弃去液体,甩干,每孔加满洗涤液,静置 30s 后弃去,如此重复 5 次,拍干。每孔加入酶标试剂 50μL,空白孔除外,继续温育洗涤。加入显色剂轻轻震荡混匀,37℃ 避光显色 15min,加终止液 50μL,终止反应。以空白孔调零,450nm 波长依序测量各孔的吸光度(OD 值)。通过标准曲线计算样品中硝酸还原酶(NR)、谷氨酰胺合成酶(GS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)、谷氨酸脱氢酶(GDH)的活性浓度。

2 结果与分析

2.1 硝酸还原酶 硝酸还原酶(NR)是植物将硝态氮转化为氨态氮的关键酶和限速酶^[6],其活性高低不仅体现了植物体内硝酸盐的吸收、积累水平,氮素的同化利用水平^[7],还可反映植物光合、呼吸作用以及蛋白质的合成能力^[8]。

由图 1、图 2 可知,整个灌浆过程中,2 个品种功

基金项目:国家谷子高粱产业技术体系(CARS-06-13.5-B25);河南省甘薯杂粮产业技术体系(Z2020-14-01);国家重点研发计划资助(2019YFD1000700,2019YFD1000702)

能叶 NR 活性均呈单峰曲线变化。豫谷 18 功能叶 NR 活性在开花后 14d 达到峰值,冀谷 19 旗叶和倒 2 叶 NR 活性分别在开花后 14d 和 21d 达到最大值,说明豫谷 18 在开花后 14d 左右为叶片氮同化的关键时期,随着生育期推迟, NR 活性下降。2 个品种旗叶和倒 2 叶 NR 活性分别在开花 21d 和 28d 后下降幅度趋于平缓。整个灌浆过程中,豫谷 18 功能叶的 NR 活性高于冀谷 19,说明豫谷 18 的氮素利用水平、光合作用及蛋白质合成能力等高于冀谷 19。

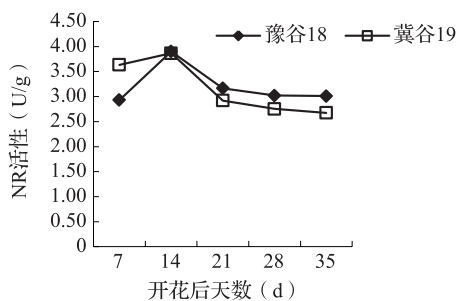


图1 豫谷18旗叶NR活性

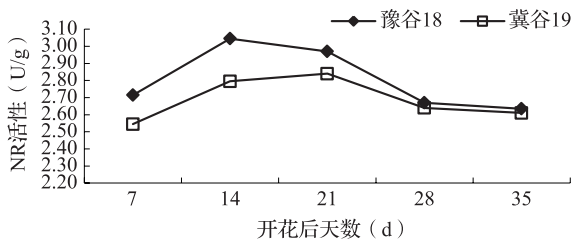


图2 豫谷18倒2叶NR活性

2.2 谷氨酰胺合成酶 谷氨酰胺合成酶(GS)参与多种氮代谢调节,是氮同化和谷氨酰胺形成的关键酶^[9],其活性降低可使细胞内多种氮代谢酶和部分糖代谢受到严重影响^[10]。

由图3可知,籽粒灌浆过程中,2个品种旗叶GS活性呈下降趋势。开花后7d,豫谷18和冀谷19旗叶GS活性相当;随着生育期推进,豫谷18的GS活性缓慢下降,冀谷19则下降幅度较大。由图4可知,开花后7~28d,2个品种倒2叶GS活性均表现为先升高后降低的变化趋势;开花后35d,GS活性豫谷18略有上升,冀谷19保持平稳。整个过程中豫谷18的GS活性高于冀谷19,说明豫谷18功能叶氮代谢能力较强,有利于氮素的吸收和运转,进而形成较高的蛋白质含量,促进籽粒产量的提高。

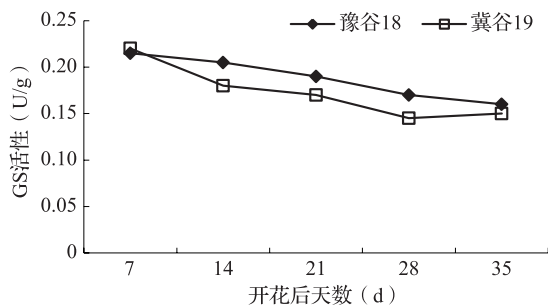


图3 豫谷18旗叶GS活性

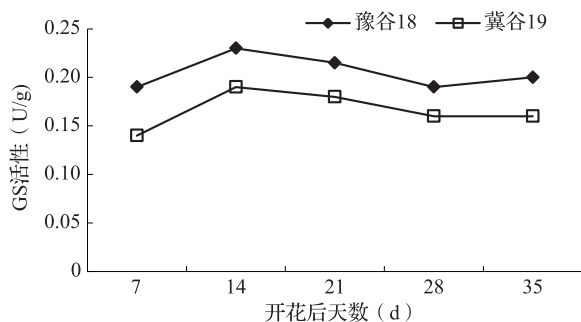


图4 豫谷18倒2叶GS活性

2.3 蔗糖磷酸合成酶 蔗糖磷酸合成酶(SPS)是碳源向可逆碳水化合物分配的关键酶^[11],在碳代谢中起着重要作用,其活力大小直接影响光合产物在淀粉和蔗糖之间的分配^[12],调控着叶源中可溶性糖含量及对库端的供应能力。SPS 活力越高,合成蔗糖的能力越强^[13]。

由图5、图6可知,豫谷18功能叶SPS活性在开花后随生育期推进呈下降趋势;冀谷19功能叶SPS活性呈先升高后降低的趋势,旗叶和倒2叶分别在开花后21d和14dSPS活性最高。灌浆过程中,豫谷18功能叶SPS活性高于冀谷19。开花后0~35d是籽粒形成的关键时期,豫谷18的SPS活性较高,蔗糖合成旺盛,为籽粒形成提供充足的碳源,促进籽粒发育,减少败育。

2.4 谷氨酸脱氢酶 谷氨酸脱氢酶(GDH)是碳氮代谢转化过程中的一个关键酶,调节细胞内碳氮平衡。在逆境及碳骨架受限时, GDH 催化谷氨酸脱氢作用为三羧酸循环提供充足的碳骨架,保障碳代谢的正常进行^[14],尤其是植物生长发育后期对催化合成谷氨酸具有重要作用^[14]。因此, GDH 活性高低直接影响到作物籽粒蛋白质的合成^[15]。

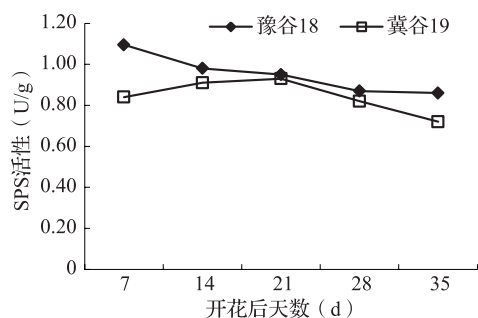


图5 豫谷18旗叶SPS活性

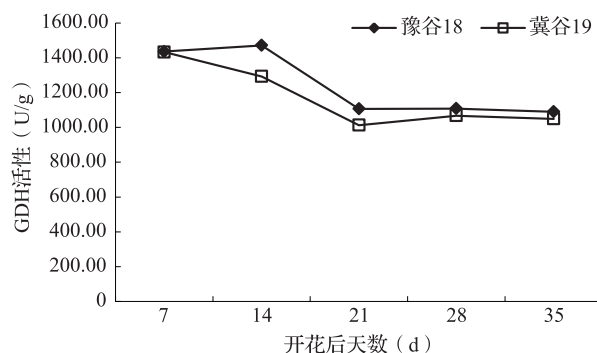


图8 豫谷18倒2叶GDH活性

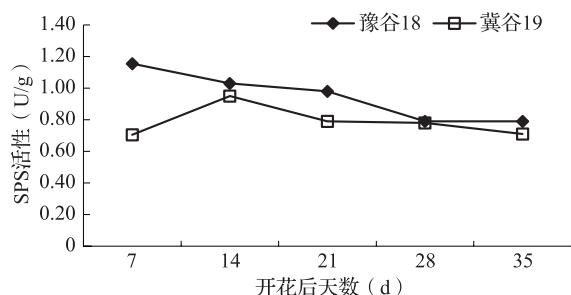


图6 豫谷18倒2叶SPS活性

由图7可知,2个品种旗叶GDH活性变化表现一致,均是先升高后降低,在开花后14d GDH活性最大,越接近成熟,GDH活性越小;酶活性下降过程中,豫谷18下降幅度较平缓。整个过程豫谷18 GDH活性高于冀谷19,说明豫谷18功能叶碳代谢能力相对较强。由图8可知,豫谷18倒2叶GDH活性在开花后7~14d变化不大;14d后迅速下降,21d后GDH活性下降幅度较小,基本维持在一定水平;冀谷19 GDH活性在开花后7~21d下降较快,21d后趋于稳定。说明豫谷18倒2叶在开花后14d仍能维持较高的GDH活性,有利于催化合成谷氨酸,促进籽粒蛋白质的合成。

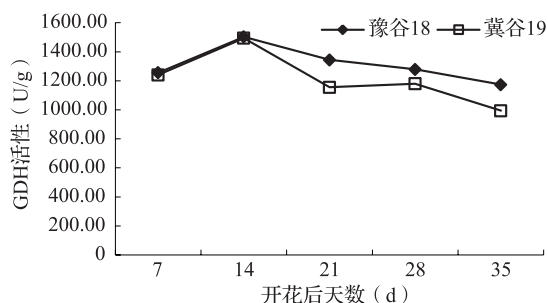


图7 豫谷18旗叶GDH活性

3 结论与讨论

作物产量形成的实质是源-库互作的过程,源、库数量及其协调性对作物产量具有重要意义;碳氮代谢关键酶活性高低影响着作物源库数量与平衡,进而影响产量^[16]。王文静等^[17]研究认为SPS调节叶片中的可溶性糖含量和对库端的供应能力,SPS活性高显示出源端较强的同化物持续供应能力。申丽霞等^[18]研究认为较高的GDH活性有利于催化和加速合成谷氨酸,特别是在产量形成的重要时期,维持叶片较强的碳代谢是制造较多光合产物以满足籽粒产量形成的基础。

试验结果表明,在产量形成关键期,豫谷18功能叶NR、GS、SPS、GDH活性均高于对照品种冀谷19。在几种酶的共同作用下,有利于豫谷18维持和延长叶片功能期,增加CO₂同化和干物质积累,增强光合作用及蛋白质合成等方面能力,叶片光合产物能够向库端有效地运输和分配,从而为籽粒产量的提高奠定了重要基础。

参考文献

- [1] 刘猛,赵宇,宋中强,夏雪岩,张扬,李顺国,王慧军,许丽平. 基于密切值模型的谷子新品种示范效果综合评价:以豫谷18为例. 中国农业科技导报,2017,19(11): 42-48
- [2] 戴明宏,赵久然,杨国航,王荣焕,陈国平. 不同生态区和不同品种玉米的源库关系及碳氮代谢. 中国农业科学,2011,44(8): 1585-1595
- [3] 唐秀梅,钟瑞春,揭红科,刘超,王泽平,韩柱强,蒋菁,贺梁琼,李忠,唐荣华. 间作花生对木薯碳氮代谢产物及关键酶活性的影响. 中国农学通报,2011,27(3): 94-98
- [4] 朱新开,严六零,郭文善,封超年,彭永欣. 淮北稻茬超高产小麦碳氮代谢特征研究. 麦类作物学报,2002,22(1): 51-55
- [5] 宁宇,邓惠惠,李清明,米庆华,韩宾,艾希珍. 红蓝光质对芹菜碳氮代谢及其关键酶活性的影响. 植物生理学报,2015,51(1):

氮密互作条件下玉米抗倒性农艺性状的研究

王囡囡

(黑龙江省农业科学院佳木斯分院,佳木斯 154007)

摘要:在不同施氮量与密度下,对玉米抗倒性农艺性状进行研究。结果表明,随着密度的增大,第3节长增长、茎腐病发病率和倒伏率增加,而第3节直径逐渐减小、第3节茎秆干物重逐渐下降;随着施肥量的增加,玉米株高、穗位高、第3节长、第3节直径和第3节茎秆干物重均逐渐增大,在施肥量最多时,玉米茎腐病发病率和倒伏率均最大。相关性分析表明穗位高、第3节长和茎腐病发病率与倒伏率呈正相关。所以在抗倒性玉米品种选择上,要选择穗位高较低、第3节长较短和抗茎腐病的玉米品种,还要注意合理的施肥与密植,减少倒伏风险。

关键词:抗倒性;玉米;茎腐病

倒伏是黑龙江省玉米高产稳产的限制因素之一,近年来由于品种、气候和栽培措施等因素影响,黑龙江省玉米产区倒伏时有发生^[1-3]。马晓君等^[4]的研究结果表明,茎秆倒伏率与茎秆节间直径、茎秆干重、单位茎长干物质重呈极显著负相关,与种植密度、节间长度呈显著正相关;王进军^[5]研究表明玉米株高随密度的增加略有提高,而穗位高、穗高系数却明显降低;倒伏倒折率随密度的增加而明显提高;黄海等^[6]研究表明,玉米倒伏率与第3节、第4节

所有指标均呈显著相关,与第5节、第6节间单位茎长干物质重、节干重和茎秆抗折力均呈显著正相关。以已有研究为基础,本文在密度和施肥互作下,研究与玉米倒伏相关的农艺性状(株高、穗位高、第3节长、第3节直径、第3节干物重和茎腐病),以期为黑龙江省抗倒性玉米品种的选择及科学的栽培管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料及试验田概况 供试玉米品种为和育187;供试肥料氮肥为尿素(N 46%),磷肥为重过磷酸钙(P_2O_5 46%),钾肥为氯化钾(K_2O 60%)。试

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2020YYF049)

- 112-118
- [6] 张智猛,张威,胡文广,矫岩林,王磊,李伟芳. 高产花生氮素代谢相关酶活性变化的研究. 花生学报,2006,35(1): 8-12
- [7] 刘子会,王小明,柳斌辉,张红梅,郭秀林. 不同生育期杂交谷子叶片氮代谢相关酶活性的杂种优势. 西北农业学报,2013,22(10): 75-79
- [8] 罗虹,周桂元,罗燕芬,梁炫强. 高产花生品种籽仁氮素代谢关键酶活性、农艺性状与经济性状的关系. 花生学报,2009,38(3): 15-20
- [9] 张智猛,万书波,宁堂原,戴良香. 氮素水平对花生氮素代谢及相关酶活性的影响. 植物生态学报,2008,32(6): 1407-1416
- [10] 金正勋,朱方旭,郭雪冬,张忠臣. 不同施氮方法对梗稻灌浆成熟期蔗糖代谢相关酶活性及品质性状影响. 东北农业大学学报,2016,17(6): 1-7
- [11] 葛国锋,王树会,刘卫群. 氮肥对不同烤烟品种碳氮代谢关键酶活性的影响. 中国农业科技导报,2014,16(1): 59-64
- [12] 高松杰,王文静,郭天财,韩锦峰. 不同穗型冬小麦品种灌浆期旗叶碳氮代谢特点及籽粒淀粉积累动态. 作物学报,2003,29(3):

- 427-431
- [13] 吕淑敏,曲小菲,王林华,梁书荣,王俊忠,赵会杰. 不同沼液用量对夏玉米源库代谢关键酶及产量的影响. 应用生态学报,2010,21(2): 338-343
- [14] 郭峰,万书波,王才斌,李新国,孟静静,徐平丽. 麦套花生氮素代谢及相关酶活性变化研究. 植物营养与肥料学报,2009,15(2): 416-421
- [15] 傅明辉,陈肖丽,严国花. 光照和不同氮素对水葫芦谷氨酰胺合成酶活性的影响. 基因组学与应用生物学,2015,34(3): 635-639
- [16] 金容,郭萍,周芳,杜伦静,刘斌祥,孔凡磊,袁继超. 控释氮肥比例对玉米氮代谢关键酶活性及干物质积累的影响. 四川农业大学学报,2018,36(6): 729-736
- [17] 王文静,梁月丽,高松洁,李磊. 灌浆期间不同穗型冬小麦品种源库端的碳氮化合物含量及其相关的酶活性变化. 植物生理学通讯,2003,39(4): 314-316
- [18] 申丽霞,王璞. 玉米穗位叶碳氮代谢的关键指标测定. 中国农学通报,2009,25(24): 155-157

(收稿日期: 2021-04-02)