

低供氮处理对杂交稻产量性状及产量的影响

岳彩萍, 陶诗顺*, 黄晶 (西南科技大学生命科学与工程学院, 四川绵阳 621010)

摘要 [目的]研究低供氮处理对杂交稻产量性状及产量形成的影响。[方法]通过田间试验,对供试的20个杂交稻品种产量性状及产量在低供氮处理下进行相关分析和通径分析。[结果]有效穗数与实粒数、着粒数与结实率均呈极显著负相关关系,实粒数与着粒数呈极显著正相关关系,各产量性状对产量的贡献大小表现为实粒数>有效穗数>千粒重>着粒数>结实率。[结论]以有效穗数、实粒数为主攻对象可提高杂交稻的理论产量,为水稻栽培技术提供理论依据。

关键词 产量性状;低供氮;杂交稻;相关分析;通径分析

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)16-035-03

Effects of Low Nitrogen Treatment on the Hybrid Rice Yield and Yield Traits

YUE Chai-ping, TAO Shi-shun*, HUANG Jing (School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010)

Abstract [Objective] To research the effects of low nitrogen treatment on the hybrid rice yield and yield traits. [Method] Correlation analysis and path analysis of 20 varieties of hybrid rice yield traits and yields were carried out under the low nitrogen treatment by field experiment. [Result] Effective panicle number had extremely significant negative correlation with solid grain number per panicle, grains per panicle and seed setting rate. Solid grain number per panicle had extremely significant positive correlation with grains per panicle. The order of contribution size for yield in yield traits was solid grain number per panicle > effective panicle number > 1 000-grain weigh > grains per panicle > seed setting rate. [Conclusion] Effective panicle number and solid grain number per panicle can improve the theoretical yield of hybrid rice, and provide theoretical references for the rice cultivation technology.

Key words Yield traits; Low nitrogen; Hybrid rice; Correlation analysis; Path analysis

氮肥施用是影响水稻生长发育、产量和稻米品质的关键因素之一,同时也关系到水稻生产成本和稻区生态环境等多个方面。在水稻生产上,合理减少化学肥料特别是氮肥的施用量是人们关注的一个热点问题^[1]。在川东北丘陵区,油菜/小麦—水稻两熟制是该区稻田的主要复种方式。两熟制田作物耗地程度较高,为了获得高产,化肥施用量一直较高,尤其是含氮复合肥的施用更为突出^[2-3]。水稻生产对化肥的施用更是有着极大的依赖性。因此,减少化肥施用并保证水稻生长发育和产量形成仍是生产上一大技术难题,鉴于此,笔者通过低供氮处理对供试的20个杂交稻品种的产量性状及产量进行相关性分析和通径分析,以期对杂交稻栽培及氮高效利用品种的筛选提供参考。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 试验于2015年在四川省绵阳市西南科技大学校内水稻试验基地进行,前茬作物为油菜,油菜于5月中旬收获,土壤肥力中等,在川东北丘陵区具有较好的代表性。供试的20个杂交水稻品种分别为宜香优2115、宜香4245、宜香优1108、蓉18优188、花香7号、川优8377、川优6203、内5优39、德香4103、乐优198、内香6优498、F优498、旌优127、蓉18优198、蓉18优662、蓉优918、花香优1号、内7优39、德优4727、Q优28,对20个品种从①~⑳依次编号。

1.2 试验设计 水稻于4月中旬旱育秧,为保证育秧密度和秧苗生长一致,实行以6 cm×6 cm的规格在厢面打孔摆播,每孔播种2粒,3叶期前后定苗,每孔保留1株。旱育秧

按当地大面积生产技术规程进行。于5月30日移栽,秧龄50 d。氮肥选用尿素(46% N),低供氮施肥量为105 kg/hm²,按宽窄行进行移栽,每行移栽4个品种,每个品种12株,栽植规格为宽行距35 cm、窄行距25 cm、穴距17 cm,每穴单株。为了尽量减轻品种间的生长干扰,同一品种分2行相对栽植,每行6株。小区两端各设保护行1行,每行两端各设保护株1株。为避免灌溉水所含养分对试验的影响,试验所用灌溉水一律采用洁净的自来水。

1.3 调查项目 水稻于9月中旬成熟收获,调查各供试品种的有效穗数、每穗粒数、结实率、千粒重和产量。

1.4 数据处理 采用DPS v.7.05版、Microsoft Excel软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 低供氮对杂交稻产量性状及产量的影响

2.1.1 低供氮对杂交稻产量性状的影响。由表1可知,有效穗数变幅为141~199,有效穗数达到180及以上的品种有花香7号、川优8377、德香4103、内香6优498、乐优198、F优498、旌优127、蓉18优198,其中旌优127最高,而蓉优918、花香优1号、Q优28的有效穗数比较低;着粒数变幅为151~215,着粒数高于200的品种有川优8377、川优6203、花香优1号、德优4727、Q优28,而宜香优2115和蓉18优198的着粒数低;实粒数变幅为143~193,实粒数达到180及以上的品种有蓉18优188、德优4727、Q优28,而宜香优2115、蓉18优198的实粒数相对较低;结实率变幅为80.4%~96.1%,结实率达到95.0%及以上的品种有宜香优2115、内香6优498、F优498,其中F优498结实率最高,而川优8377结实率最低;千粒重变幅为26.3~36.3 g,千粒重达到34.0 g及以上的品种有宜香优2115、蓉18优198、花香优1号,其中宜香优2115千粒重最高,而花香7号、旌优127、蓉优918的

基金项目 国家“十二五”科技支撑计划重大项目(2013BAD07B13)。

作者简介 岳彩萍(1994-),女,四川宣汉人,本科生,专业:农学。
*通讯作者,教授,硕士生导师,从事水稻栽培研究。

收稿日期 2016-05-03

千粒重均低于 30.0 g;单穗重变幅为 4.4~6.2 g,单穗重超过 5.5 g 的品种有蓉 18 优 188、川优 8377、川优 6203、蓉优 918、花香优 1 号、内 7 优 39、德优 4727、Q 优 28,其中花香优 1 号单穗重最高。

2.1.2 低供氮对杂交稻产量的影响。由图 1 可知,低供氮处理下,20 个供试品种产量变幅为 841.8~1 052.5 g/m²,产

量达 900.0 g/m² 及以上的品种有蓉 18 优 188、川优 8377、德优 4727、宜香优 2115、宜香优 1108、花香 7 号、川优 6203、德香 4103、乐优 198、F 优 498、蓉优 918、Q 优 28。说明在低供氮处理下有的品种对氮素利用比较高从而获得较高的产量,氮肥的合理施用成为影响产量的关键所在,可根据产量高低选出氮高效利用的优势品种。

表 1 杂交稻产量性状在低供氮处理下的表现

Table 1 Performance of hybrid rice yield traits under low nitrogen treatment

品种编号 Variety code	有效穗数 Effective panicle number//个	着粒数 Grains per panicle//粒	实粒数 Solid grain number per panicle//粒	结实率 Seed setting rate//%	千粒重 1 000-grain weight//g	单穗重 Weight of individual head//g
①	176	152	146	95.8	36.3	5.3
②	168	192	174	90.3	30.4	5.3
③	179	182	162	88.9	31.2	5.0
④	179	198	180	90.6	32.1	5.8
⑤	195	186	157	84.3	29.8	4.7
⑥	183	215	173	80.4	32.3	5.6
⑦	161	201	174	86.7	32.9	5.7
⑧	163	174	158	90.8	33.2	5.2
⑨	188	169	154	91.2	33.4	5.1
⑩	180	175	163	93.4	30.7	5.0
⑪	180	167	158	95.1	31.1	4.9
⑫	189	170	163	96.1	30.8	5.0
⑬	199	171	155	90.9	28.3	4.4
⑭	182	151	143	94.6	34.4	4.9
⑮	163	169	158	93.4	32.7	5.2
⑯	159	185	168	89.7	26.3	5.7
⑰	141	202	179	88.8	34.7	6.2
⑱	162	199	178	89.3	31.4	5.6
⑲	175	210	184	87.7	32.8	6.0
⑳	155	207	193	93.0	30.7	5.9

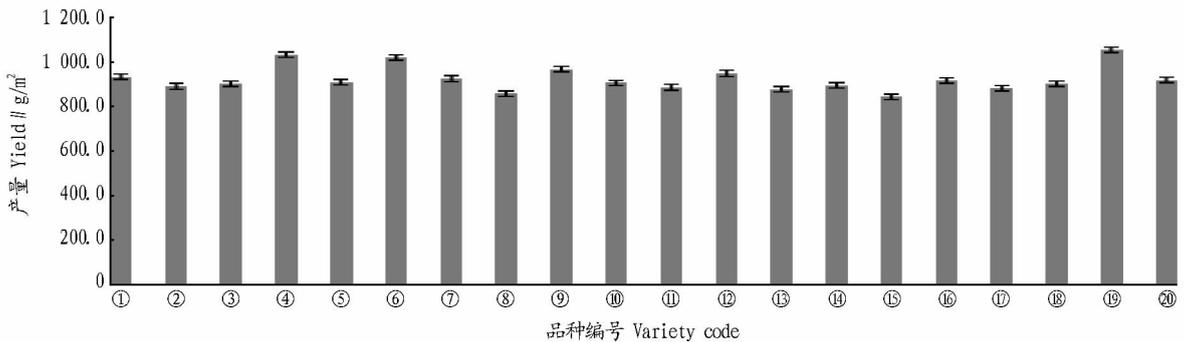


图 1 杂交稻产量在低供氮处理下的表现

Fig. 1 Performance of hybrid rice yield under low nitrogen treatment

2.2 各产量性状相关性分析 由表 2 可知,实粒数与千粒重呈显著负相关关系;有效穗数与实粒数、着粒数与结实率均呈极显著负相关关系,着粒数与产量呈显著正相关关系,实粒数与着粒数呈极显著正相关关系;有效穗与结实率、结实率与千粒重均呈正相关关系,着粒数与千粒重、实粒数与结实率、有效穗与着粒数和千粒重均呈负相关关系。除结实率与产量呈负相关关系外,其他产量因素对产量形成均有不同程度的贡献。

2.3 各产量性状及产量回归分析 以产量(Y)为依变量,有效穗数(X_1)、着粒数(X_2)、实粒数(X_3)、结实率(X_4)、千粒重(X_5)为自变量进行线性回归分析,得到多元线性回归方程 $Y = -2\ 070.622\ 334 + 5.431\ 608\ 094X_1 + 0.974\ 826\ 633\ 2X_2 + 4.624\ 029\ 651X_3 + 1.945\ 686\ 370\ 5X_4 + 28.738\ 015\ 735X_5$, 该

线性回归方程决定系数 $R^2 = 0.983$ 。方程表明引入有效穗数、着粒数、实粒数、结实率、千粒重对产量构成产生的影响十分可观,因此,在 105 kg/hm² 低供氮处理下,杂交稻产量接近预期效果,与“2.1”中产量分析结果一致。

2.4 各产量性状及产量的通径分析 由表 3 可知,各产量性状对理论产量贡献的大小表现为实粒数 > 有效穗数 > 千粒重 > 着粒数 > 结实率。在生产上可以通过提高杂交稻的有效穗和实粒数来提高杂交稻的产量,因此,可间接通过提高结实率增加有效穗及通过提高着粒数增加实粒数,以此来增大对杂交稻产量的贡献。

2.5 不同杂交稻品种在低供氮处理下的聚类分析 如图 2 所示,通过聚类分析,供试品种根据产量接近程度可大致分为 3 类:第 1 类属于普通类型,含有 17 个品种,包括蓉 18 优

662、内5优39、旌优127、花香优1号、内香6优498、宜香4245、蓉18优198、内7优39、宜香优1108、乐优198、花香7号、蓉优918、Q优28、川优6203、宜香优2115、F优498、德香

4103,占供试品种的85%,这类品种产量变幅大;第2类属于中高产类型,包括川优8377、蓉18优188;第3类属于高产类型,品种为德优4727。

表2 杂交稻的产量性状及产量在低供氮处理下的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between yield traits and traits of hybrid rice under low nitrogen treatment

指标 Index	有效穗数 Effective panicle number	着粒数 Grains per panicle	实粒数 Solid grain number per panicle	结实率 Seed setting rate	千粒重 1 000-grain weight	产量 Yield
有效穗数 Effective panicle number	1.00					
着粒数 Grains per panicle	-0.41	1.00				
实粒数 Solid grain number per panicle	-0.55**	0.69**	1.00			
结实率 Seed setting rate	0.01	-0.71**	-0.31	1.00		
千粒重 1000-grain weight	-0.19	-0.17	-0.50*	0.14	1.00	
产量 Yield	0.25	0.47*	0.27	-0.36	0.12	1.00

注: *表示在0.05显著性水平下相关, **表示在0.01显著性水平下相关。

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated significant correlation at 0.01 level.

表3 杂交稻的产量性状及产量在低供氮处理下的通径分析

Table 3 Path analysis of yield traits and traits of hybrid rice under low nitrogen treatment

产量性状 Yield traits	直接效应 Direct effects	间接效应 Indirect effects				
		有效穗数 Effective panicle number	着粒数 Grains per panicle	实粒数 Solid grain number per panicle	结实率 Seed setting rate	千粒重 1 000-grain weight
有效穗数 Effective panicle number	1.399 0	-	-0.131 9	-0.799 5	0.001 7	-0.218 4
着粒数 Grains per panicle	0.325 3	-0.567 4	-	1.001 7	-0.096 7	-0.196 1
实粒数 Solid grain number per panicle	1.441 6	-0.775 9	0.226 0	-	-0.041 6	-0.579 1
结实率 Seed setting rate	0.135 4	0.017 9	-0.232 4	-0.442 8	-	0.165 4
千粒重 1 000-grain weight	1.148 8	-0.265 9	-0.055 5	-0.726 7	0.019 5	-

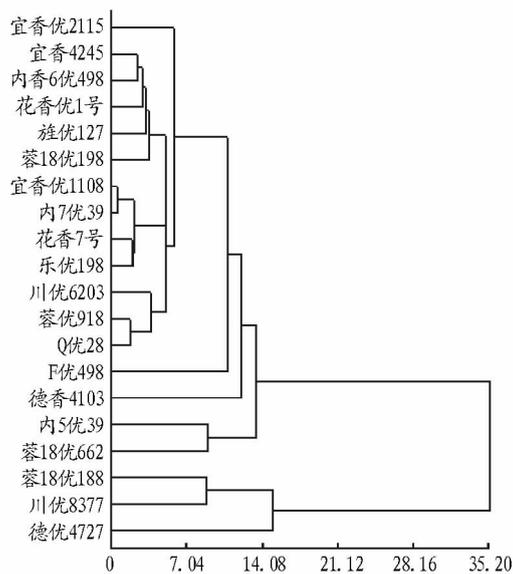


图2 杂交稻产量在低供氮处理下的聚类表现

Fig. 2 Cluster of hybrid rice yield under low nitrogen treatment

3 结论

相关性分析结果表明,杂交稻产量性状中着粒数与产量呈显著正相关关系,各产量性状中仅结实率与产量呈负相关关系,可能是因为减氮处理导致颖花分化降低、胚乳生长受限,也可能是因为受环境影响雄蕊育性降低或丧失。通径分析结果表明:各产量因素对产量贡献大小表现为实粒数 > 有

效穗数 > 千粒重 > 着粒数 > 结实率,产量分析表明,德优4727、蓉18优188的实粒数高,产量也高,这一结果与通径分析中实粒数对产量的直接效应最大保持一致。其他品种产量低的原因可能是品种自身吸氮能力弱或氮素利用率低影响颖花分化和籽粒灌浆程度^[4]。在逐步回归分析中,以有效穗数、着粒数、实粒数、结实率、千粒重为自变量的产量性状对依变量产量均表现出促进作用,这一结果与通径分析中直接效应相符,可见有效穗数、着粒数、实粒数、结实率、千粒重均可用于解释产量构成。聚类分析结果表明,供试品种在低供氮处理下表现出品种差异,吸氮能力强且利用率高的优势品种产量也高^[5],该试验中高产品种代表有德优4727、蓉18优188等。

低供氮处理下部分杂交稻产量也能维持在一个较高的水平,而且其变化趋势一致,因此可通过改善栽培条件增加着粒数、实粒数和有效穗数进而增加其对杂交稻产量的贡献。

参考文献

- [1] 周亮,荣湘民,谢桂先,等. 不同氮肥使用对双季稻产量及氮肥利用率的影响[J]. 土壤,2014,46(6):971-975.
- [2] 吴霞,陶诗顺,钟韵,等. 播种量对油后直播杂交稻产量及其构成因素的影响[J]. 杂交水稻,2014,29(4):47-49.
- [3] 姚红琼,陶诗顺,鲁友军,等. 杂交稻超高秧龄移栽单株茎蘖数与产量性状的关系[J]. 江苏农业科学,2013,41(3):59-60,107.
- [4] 龙世平,朱校奇,崔新卫,等. 施氮量对Y两优1号产量构成的影响[J]. 湖南农业科学,2009(7):46-48,51.
- [5] 殷延勃,马洪文. 宁夏水稻品种农艺性状分析及聚类分析[J]. 种子,2008,27(10):72-74.