

水肥耦合对寒地粳稻产量及穗部结构的影响

卞景阳¹,王 麒¹,赵践韬²,宋秋来¹,孙 羽¹,曾宪楠¹,冯延江¹

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:试验以水稻为研究对象,设定水、肥两种处理因素,2个水分处理(节水灌溉、CK)和5个氮肥处理(N0、N1、N2、N3、N4),分析水肥耦合对水稻产量及穗部形态的影响。结果表明:节水灌溉较CK促进水稻产量的形成,在N1、N2、N3时增产均超过10%,在N0、N4时产量差异不显著;随着施氮量的增加,节水灌溉与CK处理产量均呈现先增加后减少的变化趋势,节水灌溉N3施肥模式产量最高,其次是节水灌溉N2和对照灌溉N3。N2、N3条件下,节水灌溉较CK增产的主要是二次枝梗产量的增加,其中N2、N3处理分别增产30.69%、30.70%;节水灌溉N3较N2产量增加,主要是穗粒数和千粒重显著增加,N3条件下节水灌溉与CK比较,产量性状差异不显著,但节水灌溉促进了水稻各项产量性状均值的增加;对穗部结构分析,节水灌溉较CK二次枝梗数显著增加是产量增加的主要因素。

关键词:节水灌溉;N肥;产量;穗部结构

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0029-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0029

水分和肥料是影响作物生长发育的主要限制因子^[1],水稻是耗水量最多的农作物^[2]。黑龙江省水稻面积已达到400多万hm²,在传统稻作生产中的水肥管理模式,不仅造成了水资源的严重浪费,而且引起了一系列的环境污染^[3-4],专家学者对水肥施用技术的研究日益受到重视^[5-7]。相关研究表明,适宜的水肥条件可以促进作物生长,提高产量。在土壤水分很少的情况下,通过协调土壤中水分和养分的关系,可获得较为理想的产量^[8],在一定范围内,氮素和水分有明显的协同作用^[9]。不同灌溉条件下,氮肥施用量对水稻产量的影响及其生理机制研究表明,节水灌溉中,适当增加氮肥量可促进水稻产量的增加^[10]。以往的研究多集中于水肥耦合效应对产量的影响,对于水稻穗部形态变化并未进行深入系统的研究。本试验对不同水肥耦合条件下,在水稻产量及穗部

收稿日期:2015-10-21
基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(2015 03136-4);哈尔滨市科技创新人才资助项目(2014 RFQYJ092);黑龙江省农业科技创新工程资助项目
第一作者简介:卞景阳(1980-),男,黑龙江省青冈县人,博士,助理研究员,从事生态环境与水稻栽培研究。E-mail:bjy19800926@163.com。
通讯作者:冯延江(1972-),男,在读博士,副研究员,从事生态环境及全球气候变化研究。E-mail:bjy19800926@163.com。

Study on Tissue Culture Technology of Wild *Prunus maackii* in Heilongjiang Province Forestry Region

SHU Yu¹,WANG Dan¹,ZHOU Ye²,CUI Yan³,FENG Chun-qing³

(1. Heilongjiang Institute of Forestry Science, Harbin, Heilongjiang 150081;2. Food Processing Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086;3. Garden Afforestation Bureau, Beijing 102202)

Abstract: The tissue culture technology of Heilongjiang wild *Prunus maackii* was researched. The results showed that: the most suitable explant was soaked in ethanol for 75% 30 s, 0.1% mercuric chloride for 8 min; with the apical buds have high bud germination rate is up to 82.8%; the most suitable proliferation medium was MS + 6-BA 1.5 mg · L⁻¹ + NAA 0.5 mg · L⁻¹; the most suitable rooting medium was 1/4MS + NAA 0.5 mg · L⁻¹.

Keywords: *Padus maackii* (Rupr.) Kom; tissue culture; rooting culture

结构方面,对水稻穗部的一、二次枝梗进行了分析,旨在阐明水肥耦合影响产量变化中穗部结构的变化趋势。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为东农 428,需积温 2 550℃。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2012-2013 年在黑龙江省农业科学院民主实验园区进行。采用控灌方式、氮肥水平 2 因素处理。试验设 2 种灌溉方式,节水控灌:移栽至返青期为浅水层,返青至有效分蘖临界叶龄期土壤水势 -25 kPa,有效分蘖临界叶龄期至枝梗分化期土壤水势 -30 kPa,枝梗分化期至抽穗后 20 d,土壤水势 -15 kPa,抽穗后 20 d 至成熟,土壤水势 -25 kPa。常规灌溉:全生育期保持浅水层;试验设 5 种氮素(尿素)处理,分别为 0 (N0), 180 kg·hm⁻² (N1), 275 kg·hm⁻² (N2), 370 kg·hm⁻² (N3) 和 470 kg·hm⁻² (N4)。施氮比例为底肥:返青:分蘖肥 = 5:3:2。纯磷各处理为 50 kg·hm⁻²,纯钾各处理均为 50 kg·hm⁻²。试验在大田中处理,小区面积 136 cm²,共 10 个处理,3 次重复。土壤养分,pH 为 6.54、有机质为 33.1 g·kg⁻¹、N 为 122.6 mg·kg⁻¹、P₂O₅ 为 48.2 mg·kg⁻¹、K₂O 为 183 mg·kg⁻¹。

1.2.2 测定项目与方法 在水稻成熟时每个处理连续取 20 株测产,考种。试验数据利用 Office 软件进行数据整理,采用统计分析软件 SPSS19.0 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 水肥耦合对水稻产量结构的影响

2.1.1 水肥耦合对水稻产量的影响 水肥耦合处理对产量影响较大(见图 1)。不同灌溉方式比较,在同一氮肥水平下,节水灌溉较 CK 促进了水稻产量的增加,其中 N1、N2、N3 水平差异显著, N0、N4 差异不显著,不施 N(N0)或施氮量过高(N4),抵消了节水灌溉的增产效果。不同氮肥处理间比较,节水灌溉与 CK 变化趋势相同,随着氮肥的增加,产量呈现先增加后减少的趋势。其中,节水灌溉条件下,N3 施肥模式产量最高,其次是节水 N2 和对照 N3。说明 N3 是水稻增产最佳施氮水平,节水灌溉较 CK 促进产量的积累。

2.1.2 不同水肥处理对产量形成部位的影响

将总产量按照穗部的组成分为一、二次枝梗籽粒

产量(见图 2)。分析得出,随着施氮量的增加,水稻穗部一、二次枝梗产量变化趋势与穗部总产量趋势一致,都是先增加后降低。不同灌溉模式比较,节水灌溉较 CK 增产的主要是二次枝梗产量的增加,其中 N2、N3 处理节水灌溉较 CK 分别增加 30.69%、30.70%,说明,节水灌溉促进了水稻二次枝梗的生长。

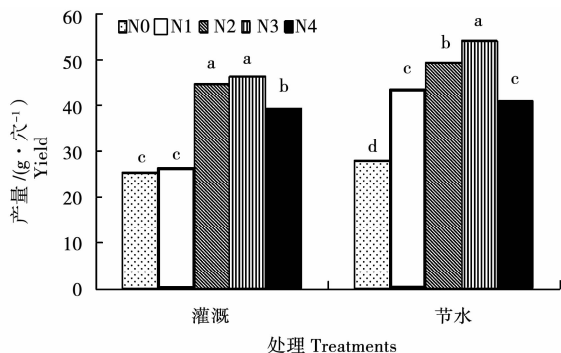


图 1 水肥耦合处理水稻单株产量的变化

Fig. 1 Effect of water and fertilizer coupling on yield of rice

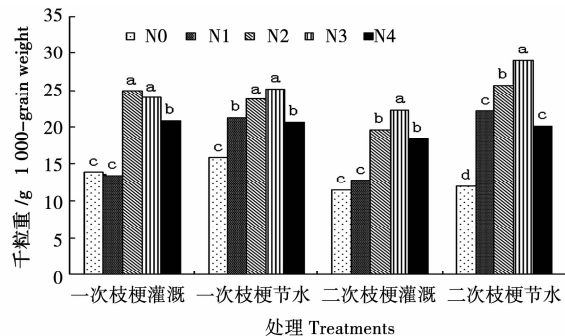


图 2 水肥耦合处理对水稻产量形成部位的影响

Fig. 2 Effect of water and fertilizer coupling on yield formation site of rice

2.2 不同水肥处理对产量结构的影响

如表 1 所示,节水灌溉与 CK 比较,在同一氮肥水平下,有效分蘖呈增加趋势;穗粒数和结实率除 N4 水平下降,其它氮肥水平均增加;千粒重则与其它 3 项产量性状变化趋势相反,节水灌溉较 CK 有所降低。不同氮肥量比较,节水灌溉与 CK,随着氮肥施用量的变化趋势基本相同,随着氮肥量的增加,有效分蘖、穗粒数、结实率均呈现先增加后减少的趋势,千粒重则正好相反。

水肥耦合条件下,产量表现出(见图 1),节水灌溉 N3 产量最大,其次是节水 N2,CK 灌溉条件下 N3。节水灌溉 N3 与 N2 比较,主要是穗粒数和千粒重显著增加,有效分蘖和结实率差异不显著,节水 N3 与 CK 条件下 N3 比较,产量指标均增加。

表 1 水肥耦合对水稻产量性状的影响
Table 1 Effect of water and fertilizer coupling on yield of rice

处理 Treatments	N 肥 N	有效分蘖 Panicle	穗粒数 Spikelets perpanicle	千粒重/g 1 000-grain weigh	结实率/% Seed-setting rate
灌溉 Irrigation(CK)	N0	19.0 b	55.2 d	29.4 a	82.3 b
	N1	16.5 c	71.2 c	26.9 b	84.3 b
	N2	22.0 a	89.9 b	26.5 b	88.3 a
	N3	20.0 a	100.8 a	27.7 b	88.7 a
	N4	17.5 b	97.3 a	26.0 b	89.1 a
节水 Water saving	N0	20.0 c	58.1 d	28.2 a	85.0 b
	N1	21.5 b	84.3 c	26.6 b	90.9 a
	N2	23.1 a	93.5 b	26.6 b	90.3 a
	N3	21.0 b	105.8 a	28.9 a	89.6 a
	N4	20.5 bc	85.1 c	28.6 a	86.0 b

2.3 不同水肥处理对穗部结构的影响

水肥耦合对水稻穗部形态结构产生较大的影响(见图 3)。水肥耦合对一次枝梗数的影响,在氮肥较少时(N0、N1),节水灌溉促进一次枝梗的生长,随着氮肥施入量的增加,有抑制一次枝梗生长的趋势,其中 N2、N4 节水灌溉显著低于对照;

对二次枝梗数的影响变化趋势比较一致,节水灌溉较 CK 促进了二次枝梗的生长,表现出随着氮肥的增加,二次枝梗数呈现先增加后减少的趋势;对一次枝梗平均粒数的影响,表现出节水灌溉在氮肥较少时(N0、N1、N2)促进一次枝梗平均粒数的增加,随着 N 肥的增加(N3、N4),差异不

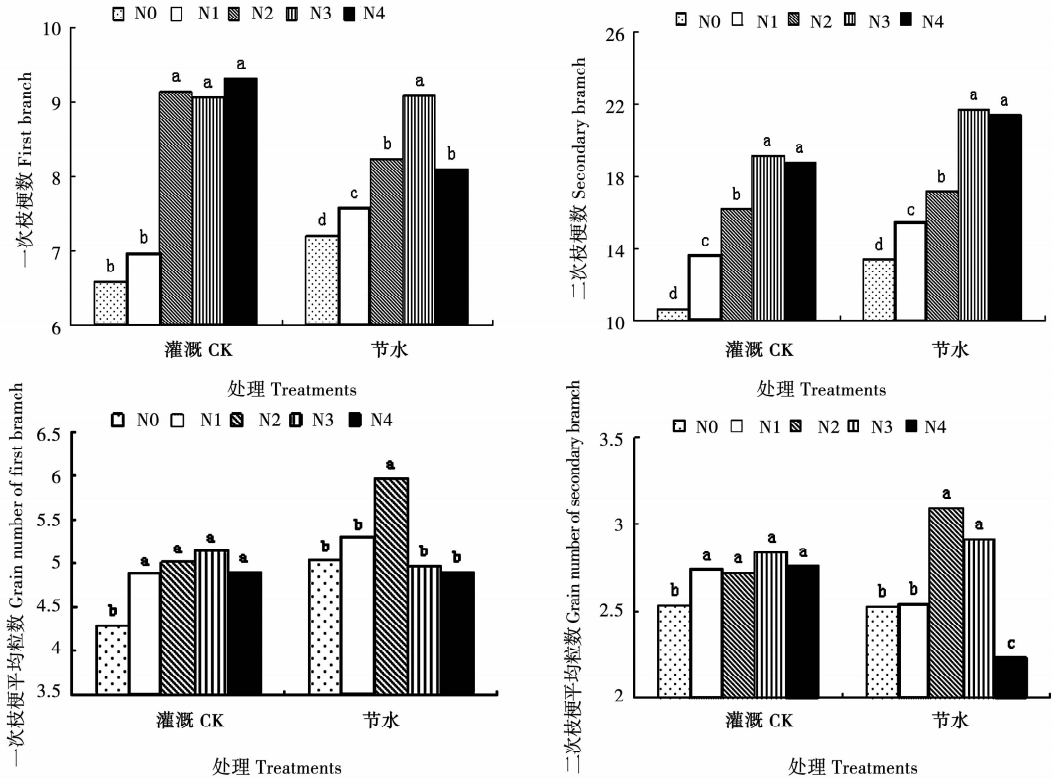


图 3 水肥耦合对水稻穗部形态结构的影响
Fig. 3 Effect of water and fertilizer coupling on panicle-architecture of rice

显著;对二次枝梗平均粒数的影响,节水灌溉在表现出氮肥过高过低时,均不利于二次枝梗平均粒数的增加。

3 结论与讨论

水分和氮肥对水稻产量有明显的互作效应,节水灌溉在适当的氮肥条件下,促进了产量增加,无氮肥或氮肥量过高,抑制了水稻产量的形成。相关研究表明,主要是氮肥含量过高,水分胁迫加剧,从而抑制了产量的形成。对于产量结构的影响,翟晶等对中稻两优培九的研究结果表明,穗粒数、有效分蘖、结实率、千粒重均有增加,本试验结果显示,千粒重与其它 3 项产量性状变化趋势相反,表现出节水灌溉较 CK 千粒重呈现出随着氮肥量的增加,先减少后增加的趋势。对于穗部结构方面的研究,翟晶等认为是一次枝梗数增加使产量增加,而本试验结果显示,产量的增加主要是因为二次枝梗数增加。产生差异的原因可能是试验使用的水稻类型的不同,对水肥耦合产生的响应不同,还需进一步试验证明。

参考文献:

- [1] Gan Y T, Lafond G P, May W E. Grain yield and water use: relative performance of winter vs. spring cereals in east-central Saskatchewan[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2000, 80: 533-41.
- [2] 张岳. 中国水资源与可持续发展[J]. 中国农村水利水电, 1998(5): 3-6.
- [3] 张福锁, 马文奇. 肥料投入水平与养分资源高效利用的关系[J]. 土壤与环境, 2000, 9(2): 154-157.
- [4] 崔玉亭, 程序, 韩纯儒. 苏南太湖流域水稻经济生态适宜施氮量研究[J]. 生态学报, 2000(4): 659-662.
- [5] 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.
- [6] Terry A Howell. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture[J]. Agronomy Journal, 2001, 93: 281-289.
- [7] Liu X B, Herbert S J, Jin J. Response of photosynthetic rates and yield/quality of main crops to irrigation and manure application in the black area of Northeast China[J]. Plant Soil, 2004, 261: 55-60.
- [8] 张殿忠, 王沛洪. 水分胁迫与植物氮代谢的关系[J]. 西北农业大学学报, 1988, 16(3): 9-15.

Effect of Water and Fertilizer Coupling on Panicle-architecture and Yield of *Japonica* Rice in Cold Area

BIAN Jing-yang¹, WANG Qi¹, ZHAO Jian-tao², SONG Qiu-lai¹, SUN Yu¹, ZENG Xian-nan¹, FENG Yan-jiang¹

(1. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

Abstract: Taking *japonica* rice as experimental material, two factors were set up, the water and the fertilizer handled, two water treatments (water-saving irrigation, CK) and five N fertilizers (N0, N1, N2, N3, N4) were studied, the effect of water and fertilizer coupling on panicle-architecture and yield of rice was analyzed. The results showed that compared with CK, it was promote with the yield of rice under the formation of water-saving irrigation, the yield was more than 10% increased under the N1, N2, N3. It was not significantly difference under N0 and N4, increasing with the amount of N applied, the yields of water-saving irrigation and CK showed a tendency to increase, but when the amount of N applied was too high, the water-saving irrigation and CK were reduced. It was showed a high yield under Irrigation N3, followed with N2 and control irrigation N3. The yield was high irrigation N3 to N2, because the increase secondary branch when it was under N2, N3. Irrigation N2 was increased 30.69%, and N3 was increased 30.70%. The yield of irrigation N3 was higher than N2, because of the increased of the number of grains per spike and grain weight. The yield was not significant difference when under irrigation N3 and CK. However, the promotion of water-saving irrigation increased the yield traits, analysis of the panicle-architecture, the significant increased in the number of secondary branches was the main factor compared with irrigation to CK.

Keywords: irrigation; N fertilizer; yield; panicle-architecture