

# 父母本行比及氮肥施用量对杂交小麦制种产量及其构成因素的影响

阮仁武<sup>1</sup>, 严莉莉<sup>1</sup>, 胡丹<sup>1</sup>, 刘星贝<sup>1</sup>, 余恒志<sup>1</sup>, 徐曼曼<sup>1</sup>, 李中安<sup>2</sup>, 易泽林<sup>1</sup>, 杨宇衡<sup>3</sup>

(1. 西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400716; 2. 西南大学柑桔研究所, 重庆 400712; 3. 西南大学植物保护学院, 重庆 400716)

**摘要** [目的] 筛选适宜的小麦杂交种高产制种技术。[方法] 采用裂区试验设计, 研究父母本不同的行比和不同的氮肥施用量对杂交小麦制种产量及其构成因素的影响。[结果] 制种产量随着母本行数的增加而增加, 父母本行比为 2:6 时制种产量为 3 683.8 kg/hm<sup>2</sup>; 氮肥施用量为 450 kg/hm<sup>2</sup> 时制种产量为 3 649.4 kg/hm<sup>2</sup>; 父母本行比与氮肥施用量的互作效应表明, 父母本行比为 2:6、氮肥施用量为 300 kg/hm<sup>2</sup> 时产量为最高, 达 4 160.6 kg/hm<sup>2</sup>。父母本行比和氮肥施用量对产量构成因素等性状的影响主要表现在对穗粒数、穗重和结实率有显著的影响, 当父母本行比为 2:5 时穗粒数、穗重和结实率最高, 分别为 26.7 粒、1.12 g 和 62.6%; 当氮肥施用量为 450 kg/hm<sup>2</sup> 时穗粒数、穗重和结实率最高, 分别为 26.0 粒、1.08 g 和 59.2%; 父母本行比与氮肥施用量的互作效应表明其对穗粒数、穗重和结实率均有显著的影响, 当父母本行比为 2:5、氮肥施用量为 300 kg/hm<sup>2</sup> 时穗粒数、穗重和结实率最高, 分别为 29.6 粒、1.24 g 和 71.6%。[结论] 穗粒数是影响制种产量最大的构成因素, 提高穗粒数就能提高制种产量。综合父母本行比和氮肥施用量对制种产量及其构成因素等性状的影响来看, 该试验条件下, 以父母本行比为 2:5 ~ 2:6、氮肥施用量为 300 ~ 450 kg/hm<sup>2</sup> 的处理为最佳。

**关键词** 父母本行比; 氮肥; 制种产量; 杂交小麦

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)25-014-04

## Effect of Different Row Ratios between Male and Female Parents and Application Amount of Nitrogen Fertilizer on Hybrid Wheat Seed Production and Its Component Factors

RUAN Ren-wu, YAN Li-li, HU Dan et al (College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400716)

**Abstract** [Objective] To screen a high-yielding seed production technique suitable for different hybrids wheat genotypes. [Method] Effect of different row ratios between male and female parents and application amount of nitrogen fertilizer on hybrid wheat seed production and its component factors were researched by using split plot design method. [Result] Production of hybrid seeds increased as female parent rows rose, the yield of producing seed was 3 683.5 kg/hm<sup>2</sup> at 2:6 row ratio; yield of producing seed was 3 649.4 kg/hm<sup>2</sup> at the nitrogen application of 450 kg/hm<sup>2</sup>; the highest yield of seed production was up to 4 160.6 kg/hm<sup>2</sup> in the combination of the male and female parent row ratio of 2:6 with the nitrogen application of 300 kg/hm<sup>2</sup>. There were significant effects of row-ratio of male and female parent and the application amount of nitrogen fertilizer to yield components on the grain number, grain weight and seed setting. The grain number per spike, spike weight and seed setting were the highest (26.7 grains, 1.12 g and 62.6%) at the parent row ratio of 2:5; the grain number per spike, spike weight and seed setting were the highest (26.0 grains, 1.08 g and 59.2%) at nitrogen fertilizer application of 450 kg/hm<sup>2</sup>. Row-ratio of male and female and application amount of nitrogenous fertilizer showed that the grain number per spike, spike weight and seed setting percentage had a significant impact; when the row-ratio of male and female parent was 2:5 and the nitrogen application was 300 kg/hm<sup>2</sup>; and grain number per spike, spike weight and seed setting percentage were the highest, which were 29.6 grains, 1.24 g and 71.6%, respectively. [Conclusion] Grain number per spike is the largest components factor to influence the yield of producing seed, increasing the number of grains can improve yield of hybrid seed production. Combining row-ratio of male and female with application amount of nitrogenous fertilizer affects the yield of producing seed, its components etc. The best treatment of this experiment is the parent row-ratio of 2:5 - 2:6 with nitrogenous fertilizer application of 300 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words** Row-ratio between male and female; Nitrogen fertilizer; Yield of seed production; Hybrid wheat

作物杂种优势利用是提高粮食单产的主要措施之一, 在水稻、玉米、棉花、油菜等主要作物中, 杂交种均取得了显著的增产效应, 因此, 杂交小麦被认为是今后小麦产量大幅度增加的首选途径, 也是国际上高技术农业和现代种业竞争的焦点之一<sup>[1]</sup>。近年来, 我国杂交小麦的研究取得了重大进展, 特别是光温敏雄性不育系的利用, 有部分杂种组合通过了国家或省级品种审定, 但仍未实现大面积推广, 原因主要是制种产量较低<sup>[2-3]</sup>, 制种技术不够成熟, 杂交种成本较高, 降低了杂交种推广价值。杂交小麦高产制种的最大制约因素是父母本花期相遇, 普遍认为最佳相遇时期是母本比父本早开花 2 ~ 3 d, 在父母本花期相遇良好的情况下, 研究其他栽培技术才具有重要意义。杨木军等<sup>[4]</sup> 研究结果表明, 父母本行比极显著地影响制种产量, 云杂 3 号、云杂 5 号的最佳

父母本行比分别为 2:8 和 2:6。庞启华等<sup>[2]</sup> 研究结果表明, MS1 的父母本行比为 2:10 时制种产量最高。任勇等<sup>[5]</sup> 研究结果表明, 绵杂麦 168 父母本最佳行比为 1:5 或 1:6。由于杂交品种的特性不同, 杂交种的制种要求也不同。氮肥对提高小麦的产量是有限的, 不同种植地区小麦对氮肥的需求量不同。王月福等<sup>[6]</sup> 的研究结果表明, 适量增施氮肥能够促进小麦子粒淀粉积累, 进而提高粒重, 增加产量, 认为小麦生产中以高产为目的的适宜施氮量在 180 ~ 240 kg/hm<sup>2</sup>。吴中伟等<sup>[7]</sup> 认为在施氮量为 180 kg/hm<sup>2</sup>、施氮方式为底肥: 拔节肥 = 7:3 时套作小麦产量构成因素协调好, 产量最高。大量研究表明小麦高产的施氮量为 180 kg/hm<sup>2</sup> 左右。影响杂交小麦制种产量的最大因素是父母本花期相遇程度, 如果父母本花期不相遇, 首先必须调整花期。在母本能充分授粉的前提下, 父母本行比是影响制种产量的关键因素之一, 尽量减少父本的行数并扩大母本的行数可提高母本的制种产量。适宜的氮肥施用量能协调好小麦的生长以及产量构成因素之间关系, 从而提高小麦制种产量。为了提高杂交小麦产新品种西南 112 的制种产量, 笔者展开田间试验筛选其最适宜的父母本行比

**基金项目** 重庆市应用开发计划重点项目 (csc2013yykfB80012); 中央高校基本业务费专项资金 (XDJK2016A020)。

**作者简介** 阮仁武 (1964 - ), 男, 重庆人, 副研究员, 从事麦类作物遗传育种与栽培研究。

**收稿日期** 2016-07-06

及氮肥施用量,旨在为杂交小麦的制种提供理论依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 试验于 2012 ~ 2013 年度和 2014 ~ 2015 年度在西南大学柑桔研究所科研基地(106°37' E, 19°51' N)进行。试验地土壤为沙壤土,含有机质 11.40 g/kg、有效磷 19.80 mg/kg、速效钾 96.80 mg/kg、碱解氮 71.2 mg/kg、全氮 0.72 g/kg、全磷 0.36 g/kg、全钾 16.30 g/kg, pH 6.80。

**1.2 试验材料** 杂交小麦新品种西南 112 的母本(不育系)为 2011Z1(08L5070),父本(恢复系)为 K152-2, 2 个亲本均为西南大学选育。

**1.3 试验方法** 采用裂区试验设计,父母本行比为主区,共 4 个水平,即父:母为 2:3、2:4、2:5 和 2:6,分别用 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub> 表示;父母本氮肥施用量(含 N 46% 的尿素)为副区,共 3 个水平,即 150、300 和 450 kg/hm<sup>2</sup>,分别用 N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub> 表示。小区行长 5 m, P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub> 分别种植 10、12、14、16 行,行距 25 cm,父母本种植密度 180 × 10<sup>4</sup> 株/hm<sup>2</sup>, 4 次重复。小区之间用高秆作物(荆州黑麦)进行隔离。母本为 11 月 3 日播种,父本为 11 月 10 日播种。11 月 3 日播种时, N<sub>1</sub> 全部作底肥施入, N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub> 均施 150 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥, 12 月 18 日 N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub> 分别施 150 和 300 kg/hm<sup>2</sup> 作追肥。田间管理同大田生产,开花期进行人工辅助授粉。

**1.4 测定项目与方法** 成熟后分小区收获、脱粒、晾晒,测量小区产量。田间调查有效穗和每穗小穗数,取 50 穗进行

室内调查穗粒数、千粒重和穗重,计算结实率。

**1.5 数据处理** 采用 Microsoft Excel 2003 及 SPSS 22.0 专业版软件对数据进行统计分析和显著性检测。

## 2 结果与分析

**2.1 父母本行比、氮肥施用量对制种产量及产量构成因素的影响** 方差分析结果表明:父母本行比处理间制种产量差异显著,氮肥施用量处理间制种产量差异极显著,父母本行比与氮肥施用量的互作各处理间制种产量差异不显著;各处理间穗粒数、穗重和结实率差异均达显著或极显著差异,但各处理间有效穗和千粒重差异均不显著。

**2.1.1 父母本行比对制种产量及产量构成因素的影响。** 由表 1 可以看出,杂交小麦的制种产量与父母本的比例有很大关系,母本比例越大,制种产量越高,其中父母本行比为 2:6 的处理制种产量最高,为 3 683.8 kg/hm<sup>2</sup>,显著高于父母本行比为 2:3、2:4 处理的产制种量,但与父母本行比为 2:5 处理的制种产量间无显著性差异。说明父母本行比达到一定比例后增产幅度就会减少。由表 1 还可看出,父母本行比为 2:5 时,穗粒数为 26.7 粒,穗重为 1.12 g,结实率为 62.6%,均显著高于行比为 2:3 和 2:4 时的穗粒数、穗重和结实率;父母本行比为 2:6 时,穗粒数为 25.5 粒,穗重为 1.07 g,结实率为 58.7%,显著高于行比为 2:3 时的穗粒数、穗重和结实率;行比为 2:5 和 2:6 之间的穗粒数、穗重和结实率差异均不显著。说明父母本行比以 2:5 和 2:6 时最好。

表 1 父母本不同行比对制种产量及其构成因素的影响

Table 1 Effect of row ratios between male and female parents on the hybrid seed yield and its component factors

父母本行比 Row ratio	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	有效穗 Effective spikes 万/hm <sup>2</sup>	穗粒数 Grains per spike 粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗重 Spike weight g	结实率 Seed setting percentage//%
2:3	3 030.3 a	347.0 a	21.2 c	41.5 a	0.88 c	49.3 c
2:4	3 153.3 ab	332.9 a	22.5 bc	42.4 a	0.95 bc	52.3 bc
2:5	3 605.1 bc	323.6 a	26.7 a	41.8 a	1.12 a	62.6 a
2:6	3 683.8 c	344.6 a	25.5 ab	41.9 a	1.07 ab	58.7 ab

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

**2.1.2 氮肥施用量对制种产量及产量构成因素的影响。** 由表 2 可以看出,在氮肥施用量为 450 和 300 kg/hm<sup>2</sup> 时,制种产量分别为 3 649.4 和 3 591.8 kg/hm<sup>2</sup>,均显著高于氮肥施用量为 150 kg/hm<sup>2</sup> 时的产量,但氮肥施用量为 450 和 300 kg/hm<sup>2</sup> 处理间的产量差异不显著,增产幅度也小,说明氮肥施用量为 300 ~ 450 kg/hm<sup>2</sup> 时是高产制种的最佳施肥量。由表 2 还可看出,在氮肥施用量为 450 kg/hm<sup>2</sup> 时,穗粒数为 26.0 粒、穗

重为 1.08 g、结实率 59.2%,均达到最大值;其次是氮肥施用量为 300 kg/hm<sup>2</sup> 时的穗粒重、穗重及结实率,分别为 25.1 粒、1.06 g、58.2%,氮肥施用量为 300 和 450 kg/hm<sup>2</sup> 处理间穗粒重、穗重及结实率差异均不显著,但均与氮肥施用量为 150 kg/hm<sup>2</sup> 的穗粒重、穗重及结实率差异显著。说明氮肥施用量为 300 ~ 450 kg/hm<sup>2</sup> 是最佳的施肥量。

表 2 不同氮肥施用量对制种产量及其构成因素的影响

Table 2 Effects of different dosages of nitrogen fertilizer on hybrid seed yield and its component factors

氮肥施用量 Nitrogen level kg/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	有效穗 Effective spikes 万/hm <sup>2</sup>	穗粒数 Grains per spike 粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗重 Spike weight g	结实率 Seed setting percentage//%
150	2 863.0 b	327.5 a	20.8 b	42.1 a	0.88 b	49.6 b
300	3 591.8 a	342.9 a	25.1 a	42.1 a	1.06 a	58.2 a
450	3 649.4 a	340.7 a	26.0 a	41.5 a	1.08 a	59.2 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

**2.2 父母本行比和氮肥施用量互作效应对制种产量及产量构成因素的影响** 父母本行比和氮肥施用量有互作效应,由表3可以看出,父母本行比为2:6、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>时的制种产量最高,为4 160.6 kg/hm<sup>2</sup>,其次是父母本行比为2:5、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>时的产量,为3 973.9 kg/hm<sup>2</sup>,说明西南112杂交种子制种的最佳处理是父母本行比为2:5~2:6、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>。由表3还可看出,父母

本行比为2:5、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>时的穗粒数、穗重和结实率均最高,分别为29.6粒、1.24 g和71.6%;其次为父母本行比为2:6、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>时的穗粒数、穗重、结实率,分别为27.3粒、1.15 g、60.9%。综合父母本行比和氮肥施用量对制种产量及其构成因素的影响,父母本行比为2:5、氮肥施用量为300 kg/hm<sup>2</sup>的处理为最佳。

表3 父母本行比和氮肥施用量互作效应对制种产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of the interaction between row ratio and nitrogen fertilizer dosage on hybrid seed yield and its component factors

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	有效穗 Effective spikes 万/hm <sup>2</sup>	穗粒数 Grains per spike 粒	千粒重 1 000-grain weight//g	穗重 Spike weight g	结实率 Seed setting percentage//%
P <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2 624.6 g	348.0 a	18.2 e	42.2 a	0.76 e	42.5 e
P <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	2 969.6 efg	354.0 a	20.5 de	41.0 a	0.84 de	48.0 cde
P <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	3 496.5 bcde	339.0 a	25.0 bc	41.4 a	1.03 bc	57.4 bc
P <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	2 651.6 fg	333.0 a	18.2 e	42.7 a	0.78 e	44.6 de
P <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	3 263.3 cdef	334.9 a	23.2 bcd	43.0 a	1.00 bcd	52.8 bcde
P <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	3 544.9 abcde	330.8 a	26.0 abc	41.4 a	1.07 bc	59.5 b
P <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	3 135.0 defg	314.3 a	24.1 bcd	41.7 a	1.00 bcd	56.6 bc
P <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	3 973.9 ab	321.4 a	29.6 a	41.9 a	1.24 a	71.6 a
P <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	3 706.5 abcd	334.9 a	26.4 abc	42.0 a	1.11 abc	59.8 b
P <sub>4</sub> N <sub>1</sub>	3 040.9 efg	314.3 a	22.8 cd	42.0 a	0.96 cd	54.8 bcd
P <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	4 160.6 a	361.1 a	27.3 ab	42.4 a	1.15 ab	60.9 b
P <sub>4</sub> N <sub>3</sub>	3 849.8 abc	358.1 a	26.5 bc	41.4 a	1.10 abc	60.3 b

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercases in the same row indicated significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

**2.3 制种产量与制种产量构成因素的相关性** 由表4可以看出,制种产量与穗粒数、穗重、结实率均呈极显著正相关关系,与有效穗有正相关关系,与千粒重有负相关关系,表明穗粒数是制种产量构成因素中影响制种产量的最大因素,穗粒数越多,制种产量越高;穗粒数的多少受结实率的影响,结实

率越高,穗粒数越多,提高母本的结实率成为高产制种的关键。父母本的行比值与制种产量、穗粒数、穗重和结实率高度正相关,表明并不是父母本的行比越大制种产量就越高。氮肥施用量与制种产量、穗粒数和穗重均呈显著正相关关系,与结实率高度正相关。

表4 制种产量与产量构成因素的相关性

Table 4 Correlation between the seed production yield and the yield component factors

指标 Treatment	制种产量 Yield of seed production	有效穗 Effective spikes	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1 000-grain weight	穗重 Spike weight	结实率 Seed setting percentage
制种产量 Yield of seed production	—	0.217 3	0.949 6**	-0.167 9	0.950 4**	0.892 7**
父母本行比值 Row ratio of male and female parents	0.559 7	-0.124 0	0.559 1	0.139 0	0.586 9*	0.562 3
施氮肥量 Dosage of nitrogen fertilizer	0.666 2*	0.356 9	0.613 6*	-0.435 1	0.581 9*	0.513 8

注:\*表示在0.05显示性水平下显著相关;\*\*表示在0.01显著性水平下显著相关。

Note: \* and \*\* indicated significant correlation at 0.05 and 0.01 level, respectively.

### 3 结论与讨论

杂交小麦经历了半个多世纪的研究,国际小麦杂种优势利用主要集中于“三系法”和“化杀法”2种途径,我国也对这2种途径开展了大量研究,但上述途径存在着一系列难以克服的科学瓶颈及环境污染等问题,因此至今未能实现杂交小麦的大面积推广<sup>[1]</sup>。为实现杂交小麦的应用,我国自主创新建立光温敏雄性不育系统<sup>[8-9]</sup>;采用标记性状来分离保持系和不育系的核型不育系统(GMS),先后建立了蓝粒型<sup>[10]</sup>、VE型<sup>[11]</sup>、4E-ms型<sup>[12]</sup>和蓝粒两系法<sup>[13]</sup>杂交小麦系统,这既丰富了杂交小麦系统的研究,又为杂交小麦的突破提供了理论基础。近年来,杂交小麦应用技术逐步完善,杂交小麦的研究与应用取得重大突破,在北京、四川、云南、陕西等地区通过国家或省级品种审定委员会审定了一系列的杂交小麦品

种,有力地推动我国杂交小麦的研究,虽然我国杂交小麦开始进入快速示范应用阶段,但仍未实现大面积推广,其主要原因是制种产量较低<sup>[14-15]</sup>,杂交种的种植成本较高,降低了推广价值。蓝粒两系法杂交小麦系统在提高杂交小麦不育系选育效率和制种产量方面取得了重要突破。利用蓝粒两系法选育的小麦隐性核不育系2011Z1(08L5070)与恢复系K152-2配制的杂交组合(11S12)通过了重庆市品种审定委员会的审定,定名为西南112,它是第一个通过省级品种审定的隐性核型不育系杂交种,可推动杂交小麦在生产上的应用。

影响杂交小麦制种产量的因素很多,第一就是父母本要花期相遇,其他栽培措施就是充分发挥父母本的作用,保证父母本花期相遇,提高母本的产量。在杂交小麦制种产量构

成因素中,母本的有效穗数和千粒重与父本的生长没有直接的关系,只有穗粒数与父本的生长有直接的关系,当父母本花期相遇很好时,母本的结实率越高,穗粒数越多,从而保证制种产量越高。因此,所有的栽培措施均必须围绕提高母本的穗粒数(结实率)进行,穗粒数越多则产量越高。该研究表明,制种产量只与穗粒数有极显著的正相关关系,与有效穗数和千粒重无显著相关关系。在栽培技术中,父母本行比是影响制种产量的关键因素之一。奚亚军等<sup>[16]</sup>研究表明,父母本不同行比配置对不育系产量的影响以1:3行比产量最高。聂迎彬等<sup>[15]</sup>研究表明,在父母本行比为2:2~2:6时,行比越大,产量越高。孙琪等<sup>[14]</sup>认为父母本行比为2:4~2:10时,母本的株高、穗长、小穗数、小花数变化均不大,但结实率变化明显,以2:5结实率最高。该试验的研究结果与前人的研究结果一致,在重庆地区的气候条件下,适宜的父母本种植行比应为2:5~2:6。奚亚军等<sup>[16]</sup>研究表明,父母本行比对繁殖不育系结实率的影响有极显著差异,以父母本行比为1:1的结实率最高,父母本行比为1:2的结实率次之,父母本行比为1:3的结实率最低,可见,随着不育系种植比例的增加,不育系的结实率呈下降趋势。这与该试验结果不一致,分析原因可能是繁殖三系不育系时,父母本株高一样,不利于父本授粉,远离父本的母本接受花粉的机会更少,从而影响结实率。

土壤中氮素养分含量状况直接影响小麦的生长发育和产量高低。关于氮肥的用量问题诸多学者进行了大量的研究,积累了丰富的资料<sup>[6,17-20]</sup>。有研究表明适当增加施氮量可显著提高小麦子粒产量并改善子粒品质。但这些研究主要是针对小麦品种的高产栽培措施,未对小麦制种产量进行研究。该试验研究结果表明,氮肥施用量在450 kg/hm<sup>2</sup>以下时,小麦制种产量随氮肥的施用量的增加而增加,这与前人在小麦高产施肥研究中的结论一致。该试验的最高氮肥施用量是450 kg/hm<sup>2</sup>,田间调查结果显示,小麦存在倒伏现象,可见在生产上再提高氮肥施用量存在倒伏的风险。

穗粒数是影响制种产量最大的构成因素,提高母本的穗

粒数就能提高制种产量。综合父母本行比和氮肥施用量对制种产量及其构成因素的影响来看,西南112制种的最佳处理是父母本行比为2:5~2:6、氮肥施用量为300~450 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 赵昌平. 中国杂交小麦研究现状与趋势[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 5-8.
- [2] 庞启华, 黄光永, 彭慧儒, 等. 温光型两系杂交小麦MS1及其高产制种技术研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 37-40.
- [3] 周维, 张改生, 刘宏伟, 等. 杂种小麦“西杂一号”高效制种技术的研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 41-43.
- [4] 杨木军, 李绍祥, 刘琨, 等. 云南温光敏两系杂交小麦制种技术研究[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(4): 27-31.
- [5] 任勇, 李生荣, 陶军, 等. 温光型两系杂交小麦绵杂麦168制种技术研究[J]. 麦类作物学报, 2011(1): 30-34.
- [6] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对小麦开花后碳素同化、运转和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 55-59.
- [7] 吴中伟, 樊高琼, 王秀芳, 等. 氮肥运筹对四川丘陵区机播套作小麦群体质量及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 18-26.
- [8] 谭昌华, 余国东, 杨沛丰, 等. 重庆温光型小麦的不育性研究初报[J]. 西南农业学报, 1992, 5(4): 1-5.
- [9] 何觉民, 戴君惕, 邹应斌, 等. 生态遗传雄性不育理论与两系杂交植物. 生态遗传雄性不育理论[J]. 湖南农学院学报, 1994(1): 1-5.
- [10] 黄寿松, 李万隆, 徐洁, 等. 蓝标型小麦核雄性不育、保持系的选育研究[J]. 作物学报, 1991(2): 81-87.
- [11] 王鹏科, 侯文胜, 杨智全. VE型小麦不育-保持系的细胞遗传学研究[J]. 西北植物学报, 1999(4): 648-653.
- [12] 袁明璐, 王世红, 周宽基. 甘肃省春小麦杂种优势利用研究进展[J]. 甘肃农业科技, 2007(7): 32-35.
- [13] 李中安. 一种以蓝粒为标记性状的两系法杂交小麦的选育方法: 200610042629.8[P]. 2006-09-06.
- [14] 孙琪, 周桂萍, 李尚义, 等. 杂种小麦三系制种的增产途径[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(4): 314-316.
- [15] 聂迎彬, 韩新年, 田笑明, 等. 影响小麦杂交制种产量因素的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2007(1): 74-76.
- [16] 奚亚军, 刘曙东, 胡银岗, 等. K型杂交小麦不育系繁殖技术研究[J]. 西北农业学报, 2000(4): 14-17.
- [17] 许轲, 张洪程, 葛鑫, 等. 施肥方式对中筋小麦陕农229产量及品质的影响[J]. 扬州大学学报, 2004(4): 25-29.
- [18] 叶优良, 韩燕来, 王文亮, 等. 高产小麦氮肥施用研究进展[J]. 中国农学通报, 2006(9): 264-267.
- [19] 樊高琼, 吴中伟, 郑亭, 等. 氮肥运筹对四川丘陵旱地带状种植小麦碳素同化、运转和产量的影响[J]. 水土保持学报, 2012(3): 238-243.
- [20] 曹倩, 贺明荣, 代兴龙, 等. 密度、氮肥互作对小麦产量及氮素利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011(4): 815-822.

(上接第13页)

解除水分胁迫之后, 铵硝比75:25, 25:75(mL)处理时氮含量最高, 100:0(mL)处理时最低。

该研究是在前人研究的基础上进行的, 由于地域限制及品种本身的差异, 与前人的研究结果不尽相同。在现代水资源短缺、全球气候变暖的社会大环境下, 发展节水型水稻已经成为我国发展的重中之重, 抗旱型水稻成为研究的关键之一。虽然人们对于这一现状认识比较深入, 但是相关研究比较缺失, 没有得出明确的结果, 因而需要更加深入的研究, 筛选出适合现代社会环境现状发展的水稻品种, 缓解世界上目前水资源短缺和粮食问题紧张的现状。

### 参考文献

- [1] 武敏. 我国水资源的现状及利用问题研究[J]. 新乡学院学报(社会科学版), 2011, 25(3): 25-27.

- [2] 刘继艳, 陈长富, 卢朝旺. 浅析我国水资源现状及节水的必要性和途径[J]. 农村经济与科技, 2009, 20(4): 56-57.
- [3] 朱庆森. 水稻节水栽培研究论文集[C]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1995.
- [4] 全瑞兰, 王青林, 马汉云, 等. 干旱对水稻生长发育的影响及其抗旱研究进展[J]. 中国种业, 2015(9): 12-14.
- [5] 赵正宜, 迟道才, 刘宗琦, 等. 水分胁迫对水稻生长发育影响的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(2): 214-217.
- [6] 陈书强, 李金峰, 郑桂萍, 等. 水分胁迫对水稻生长发育影响的研究进展[J]. 垦殖与稻作, 2004(5): 12-15.
- [7] 岳亚鹏, 李勇, 薛琳, 等. 不同供氮形态对旱作水稻生长和养分吸收的影响[J]. 中国水稻科学, 2008, 22(4): 405-410.
- [8] 张辰明, 徐焯红, 赵海娟, 等. 不同氮素形态对水稻苗期氮素吸收和根系生长的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(3): 72-76.
- [9] 宋娜, 郭世伟, 沈其荣, 等. 不同氮素形态及水分胁迫对水稻苗期水分吸收、光合作用及生长的影响[J]. 植物学通报, 2007, 24(4): 477-483.