



孙志玲,杨雪峰,宋维富,等. 基因型对春小麦花药培养力的影响[J]. 黑龙江农业科学,2019(12):1-5.

# 基因型对春小麦花药培养力的影响

孙志玲,杨雪峰,宋维富,赵丽娟,刘东军,宋庆杰,张春利,辛文利

(黑龙江省农业科学院 作物资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为促进春小麦花培育种亲本选择,对6组同一母本和6组同一父本的 $F_1$ 组合的4个花药培养力性状进行分析。结果表明:单一亲本相同条件下,各基因型间绿苗产率与愈伤诱导率变化趋势相同,基因型间差异达显著水平;各基因型的绿苗分化率普遍高于白苗分化率,但祁30342/龙15-5814组合和克14-509/龙10-0629//龙10-1017组合的白苗分化率高于绿苗分化率。春小麦花药培养力存在基因依赖性。筛选出以龙35、龙春15-428为母本和龙35、龙13-3550为父本的 $F_1$ 杂交组合,是花培材料的理想组合。

**关键词:**春小麦;基因型;花药培养力;愈伤诱导率;绿苗产率

小麦花培育种技术始于20世纪70年代<sup>[1]</sup>,目前,小麦花药培养技术可以稳定杂种性状、缩短育种年限、提高选择效率、克服远缘杂交不育和分离,成为小麦产生单倍体的主要途径<sup>[2]</sup>。但基因型依赖性在一定程度上限制了花药离体培养技术在小麦育种过程中潜在优势的充分发挥<sup>[3]</sup>。

花药培养力受基因型、花药接种的时期和状态、培养基及培养条件等多种因素影响,其中基因型是花药培养力的主要影响因素<sup>[4-6]</sup>。有关亲本基因型、培养条件及培养基对花药培养的影响已有很多报道。郝云凤等<sup>[7-10]</sup>指出,不同基因型的小麦花药培养力差异显著。董艳辉等<sup>[11]</sup>指出,筛选生物学性状优良和培养力强的小麦基因型作为花药培养的桥梁亲本,可以有效提高花药培养效率。张艳敏等<sup>[12-14]</sup>研究结果表明,选择花药培养力强的小麦基因型作为桥梁亲本组配,以降低育种实践中有些配组绿苗率极低或根本不分化绿苗的机率,提高小麦花培育种的效率。徐龙珠等<sup>[15]</sup>研究认为,花药培养中母本基因型对愈伤诱导率的影响最大。韩晓峰等<sup>[16]</sup>指出,亲本中有一个花药培养力高,其杂交组合后代的花药培养力一般都较高;但如果亲本的花药培养力都很高,其杂交组合后代的花药培养力却不一定高,与双亲配合力有关。Schlege<sup>[17]</sup>、王羽<sup>[18]</sup>、叶兴国<sup>[19]</sup>等研究结果表明,花药培养力的遗传影响非常复杂,各种遗传学效应都可能存在,表现为多基因控制的数量性状遗传。

东北春麦区是我国强筋和超强筋小麦重要生产基地,加速该区小麦育种进程对于我国农业供给侧结构改革具有重要意义<sup>[20]</sup>。本研究通过对单一亲本相同的 $F_1$ 组合花药培养力的基因型差异进行分析,旨在进一步探明基因型对春小麦花药培养力的影响,同时筛选具有东北春麦区栽培背景的高花药培养力亲本材料,以期对东北春麦区小麦花培育种工作奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

花药培养供试材料共46份(表1),均为杂种 $F_1$ 组合,由黑龙江省农业科学院作物资源研究所小麦室提供。

### 1.2 方法

1.2.1 幼穗接种 取田间表现为顶部距离旗叶叶耳1~3 cm的幼穗,用塑料袋包裹放入4℃冰箱预处理3~4 d。接种前将穗子剥出,用0.1%  $HgCl_2$ 消毒10 min,用无菌蒸馏水冲洗3次,用湿润(75%酒精浸泡)的纱布包裹,无菌条件下取出花药接种于诱导培养基上,每个材料接种1瓶,每瓶接种花药100个左右3次重复。

1.2.2 愈伤组织的诱导及分化培养 诱导培养采用W14培养基+0.5  $mg \cdot L^{-1}$  KT+1.5  $mg \cdot L^{-1}$  2,4-D。诱导培养采用29℃暗培养,湿度为65%。当愈伤组织直径长至0.5~1.0 mm时转移到分化培养基上,分化培养基采用0.5 MS+1.0  $mg \cdot L^{-1}$  KT+30  $g \cdot L^{-1}$  蔗糖。分化培养采用24~26℃光培养,光照强度2 000~3 000 lx,每天光照12 h。

愈伤诱导率(%)=(形成的愈伤组织块数/接种花药数)×100;

绿苗分化率(%)=(分化的绿苗丛数/形成的愈伤组织块数)×100;

收稿日期:2019-07-26

基金项目:科技部国家重点研发计划(2016YFD0101802);农业部国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-3-1-8);科技部国家重点研发计划(2017YFD0101000)。

第一作者简介:孙志玲(1989-),女,硕士,农艺师,从事小麦花药离体培养研究。E-mail:flyszl@126.com。

通讯作者:杨雪峰(1980-),男,硕士,副研究员,从事小麦遗传育种研究。E-mail:yodghyxf@126.com。

绿苗产率(%)=(分化的绿苗丛数/接种花药数)×100;  
白苗分化率(%)=(分化的白苗丛数/形成的

愈伤组织块数)×100。  
1.2.3 数据分析 数据处理采用 Excel 2010 软件,用 DPS 软件进行统计分析。

表 1 供试材料  
Table 1 Test materials

编号 No.	组合 Combination	编号 No.	组合 Combination	编号 No.	组合 Combination
1	龙 14-4861/龙 39	17	克 14-509/龙 10-0629//龙 10-1017	33	龙 10-0870/龙 33
2	克 14-1014/龙 39	18	龙春 15-428/龙 13-3550	34	龙 10-0870/龙 37
3	祁 30342/龙 39	19	克 14-1014/龙 13-3550	35	龙 10-0870/龙 10135 光头
4	克 06-964/龙 35//龙 39	20	祁 30342/龙 13-3550	36	龙 10-0870/龙 14F5-7158-2
5	龙 39/克春 4	21	龙 13-3555/龙 26	37	龙 10-0870/龙 14F5-7459-1
6	龙 12-2289/克春 4	22	克 14-1014/龙 26	38	龙春 15-428/龙 03-3718-1
7	龙 14-4861/克春 4	23	垦大 12/龙 26	39	龙春 15-428/龙 10-0854
8	龙 14-5000/克春 4	24	龙 35/龙 12-2289	40	克 14-1014/龙 26
9	祁 30342/克春 4	25	龙 35/九三 15-50473	41	克 14-1014/龙 33
10	龙 39/龙 35	26	龙 35/九三 15-935	42	克 14-1014/龙 12-2289
11	龙春 14-875/龙 35	27	龙 35/拉 07-145	43	克 14-1014/龙 15-5559
12	祁 30342/龙 35	28	龙 94-4081/龙 20	44	祁 30342/龙 15-5814
13	龙 13-3298/克春 7//龙 35	29	龙 94-4081/克 14-1014	45	祁 30342/龙 37
14	克 14-509/龙 35//龙 35	30	龙 94-4081/克春 4	46	祁 30342/龙春 13-352
15	龙 35/龙 10-1017	31	龙 94-4081/克丰 6		
16	龙春 14-875/龙 10-1017	32	龙 94-4081/克早 19		

2 结果与分析

2.1 母本相同不同基因型材料花药培养力比较

由图 1 可知,同一母本与不同父本配组后,F<sub>1</sub> 杂交组间愈的愈伤诱导率和绿苗产率差异达显著(P<0.05)或极显著(P<0.01)水平。总体趋势是愈伤诱导率越高,绿苗产率越高。龙 35 作为母本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率

变化范围分别为 5.32%~42.06%和 3.67%~17.12%,最高的是父本九三 15-50473 组合,最低的是父本九三 15-935 组合。龙 94-4081 作为母本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率变化范围分别为 0.85%~27.54%和 0~9.91%,愈伤诱导率最高的是父本克早 19 组合,父本为克春 4 和龙 20 组合的绿苗产率为 0。龙春 15-428 作

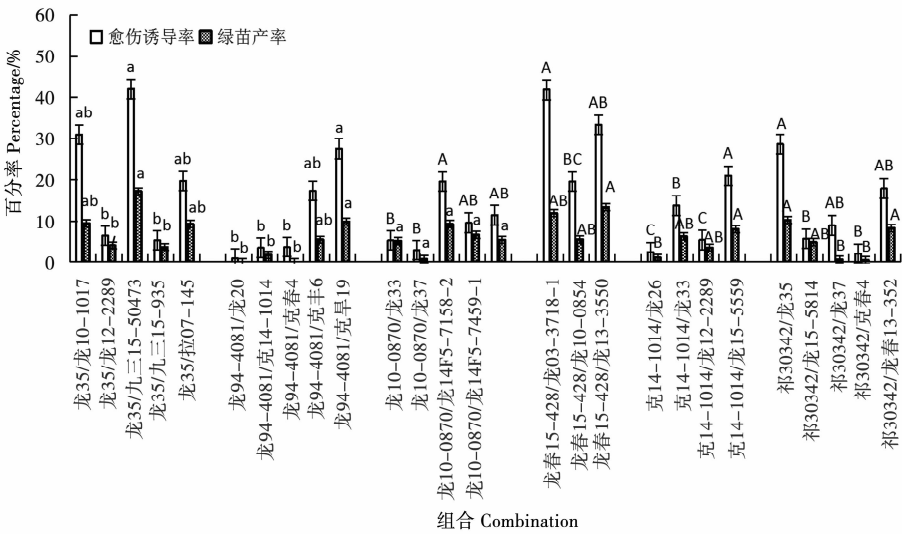


图 1 母本相同基因型对愈伤诱导率和绿苗产率的影响  
Fig. 1 Effects of same female parent genotype on callus induction rate and green plantlets rate

为母本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率变化范围分别为 19. 61% ~ 41. 84% 和 5. 55% ~ 13. 35%,愈伤诱导率最高的是父本龙 03-3718-1 组合,绿苗产率最高的是父本龙 13-3550 组合。

由图 2 可知,各组母本相同的配组中,多数基因型的绿苗分化率高于白苗分化率。以龙 35 和龙春 15-428 为母本的组合中,各基因型的绿苗分化率分别在 16. 21% ~ 33. 83% 和 13. 62% ~ 22. 21%,白苗分化率均比较低,分别在 0 ~ 4. 31% 和 1. 21% ~ 1. 82%,是花培材料的理想组合。祁 30342 / 龙 15-5814 组合的白苗分化率高

于绿苗分化率。

2.2 父本相同不同基因型材料花药培养力比较

由图 3 可知,同一父本与不同母本配组后,F<sub>1</sub> 杂交组间间的愈伤诱导率和绿苗产率差异达显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )水平。总体趋势是愈伤诱导率越高,绿苗产率越高。龙 39 和克春 4 作为父本的组合中,各基因型的愈伤诱导率和绿苗产率较低,其中,14-4861/ 龙 39 和 12-2289/ 克春 4 组合的愈伤诱导率为 0。龙 35 作为父本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率变化范围分别为 1. 12% ~ 28. 60% 和 0. 56% ~ 12. 72%。龙 10-1017 作为父本的组合中,各基因型的愈伤

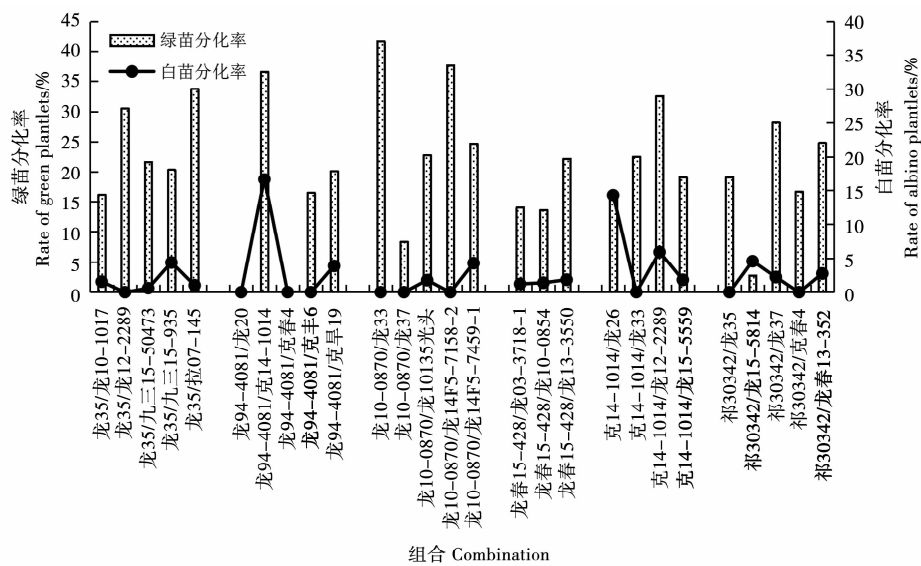


图 2 母本相同基因型对绿苗分化率和白苗分化率的影响

Fig. 2 Effects of the same female parent genotype on green and albino plantlets rate

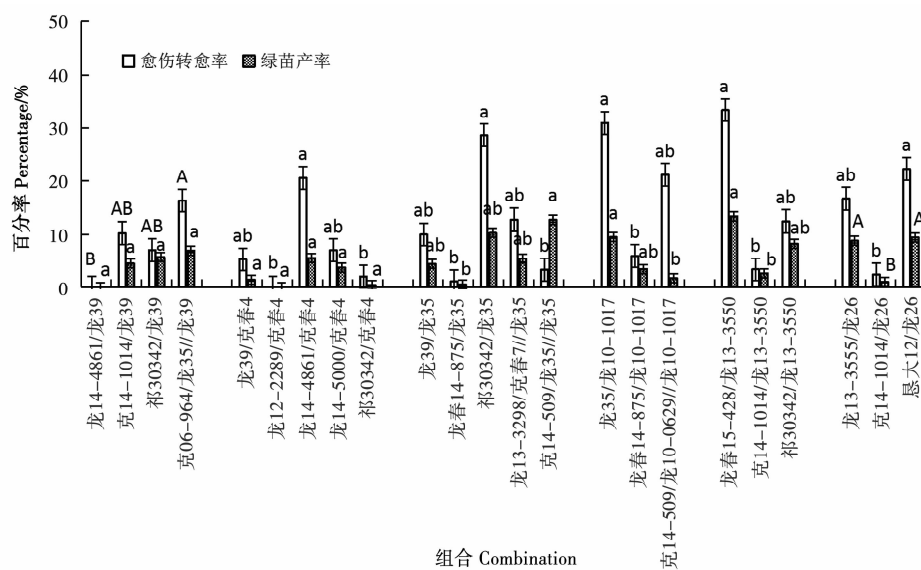


图 3 父本相同基因型对愈伤诱导率和绿苗产率的影响

Fig. 3 Effects of the same male parent genotype on callus induction rate and green plantlets rate

诱导率、绿苗产率变化范围分别为 5.92%~30.93%和 1.72%~9.48%。龙 13-3550 作为父本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率变化范围分别为 3.38%~33.36%和 2.66%~13.35%,最高的是母本龙春 15-428 组合,最低的是母本克 14-1014 组合。龙 26 作为父本的组合中,各基因型的愈伤诱导率、绿苗产率变化范围分别为 2.43%~22.21%和 1.01%~9.41%,最高的是母本垦大 12 组合,最低的是母本克 14-1014 组合。

图 4 可见,各组父本相同的配组中,多数基因

型的绿苗分化率高于白苗分化率。龙 35 作为父本的组合中,各基因型的绿苗分化率、白苗分化率分别在 16.70%~33.61%和 0~7.91%;龙 13-3550 作为父本的组合中,各基因型的绿苗分化率、白苗分化率分别在 22.21%~45.82%和 1.81%~11.12%,各基因型的绿苗分化率均高于白苗分化率,是花培材料的理想组合。祁 30342/龙 39、克 14-5091/龙 35//龙 35 和龙春 14-875/龙 10-1017 组合有最高的绿苗分化率,无白苗分化。克 14-509/龙 10-0629//龙 10-1017 组合的白苗分化率高于绿苗分化率。

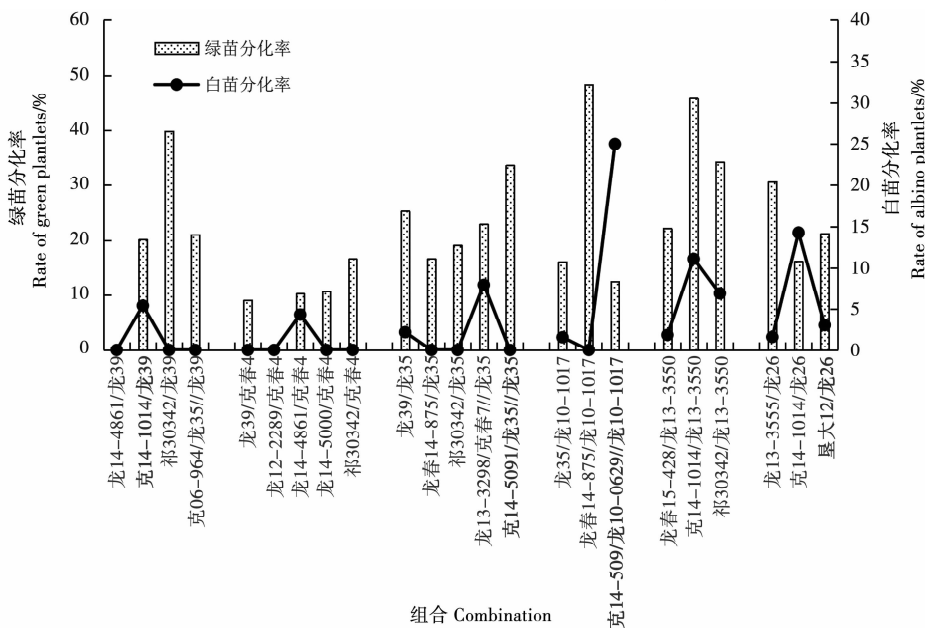


图 4 父本相同基因型对绿苗分化率和白苗分化率的影响

Fig. 4 Effects of the same male parent genotype on green and albino plantlets rate

### 3 结论与讨论

选用合适的基因型材料是小麦花培育种成败的关键<sup>[21]</sup>。小麦材料的遗传基础对花培能力有很大影响,刘建平<sup>[22]</sup>研究指出,愈伤组织诱导率和绿苗分化率是受不同遗传基因控制的可遗传性状,具有各自的遗传特性。本研究通过对单一亲本相同的 F<sub>1</sub> 的 4 个花药培养力性状进行分析,研究结果表明,单一亲本相同的配组中,另一亲本的不同对愈伤组织的诱导、绿苗分化及白苗分化均有很大影响,与蔡正云等<sup>[23]</sup>的研究结果一致;各基因型间绿苗产率与愈伤诱导率变化趋势相同,基因型间差异达显著水平,与赵琳姝等<sup>[24]</sup>的研究结果一致;各基因型的绿苗分化率普遍高于白苗分化率,基因型间分化绿苗和白苗能力差异明显,与王伟等<sup>[25]</sup>的研究结果一致。

花药离体培养的最终目的是产生尽可能多的绿苗,不产生或尽可能的减少白苗。任慧莉等<sup>[26]</sup>

研究认为,小麦基因型对愈伤组织的诱导、绿苗分化、白苗分化均有不同程度影响。本研究中,单一亲本相同的配组中,多数基因型的绿苗分化率高于白苗分化率,而祁 30342 / 龙 15-5814 和克 14-509/龙 10-0629//龙 10-1017 组合的白苗分化率高于绿苗分化率。白苗分化率不同,可能是不同基因型对培养基中化学成分的敏感程度不同造成的。龙 14-4861/龙 39 和龙 12-2289/克春 4 组合无愈伤组织产生,可能是亲本间愈伤组织诱导率(Callus induction rate, CIR)配合力低导致。本研究通过对单一亲本相同的 F<sub>1</sub> 的 4 个花药培养力性状的比较,筛选出以龙麦 35、龙春 15-428 为母本的配组和以龙麦 35、龙 13-3550 为父本的配组,是花培材料的理想组合。

花培育种中单纯根据农艺性状配制的杂交组合往往不能获得理想的愈伤组织诱导<sup>[27]</sup>。吕学莲等<sup>[28]</sup>提出,选用花药培养力强的高产和优质桥梁基因型,可以大大提高花培育种效率。本研究

结果表明,春小麦花药培养力存在基因依赖性,为春小麦花培育种亲本选择提供参考信息。可见,采用小麦花药培养技术进行育种,在亲本选择时不仅要考虑亲本的农艺性状,还要考虑亲本的花培特性,这样才能更有效地把花药培养技术应用到育种实践中。那么在选择花培育种亲本时,如何将亲本的农艺性状和花药培养力进行有机结合,还需要通过大量基因型材料进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 欧阳俊闻. 小麦花粉植株的诱导及后代观察[J]. 中国科学, 1973(1):72-82.
- [2] 相志国,海燕,康明辉,等. 单倍体的产生途径及其在作物遗传育种中的应用[J]. 河南农业科学, 2011,40(11):17-21.
- [3] Broughton S. Ovary co-culture improves embryo and green plant production in anther culture of Australian spring wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2008,95:190.
- [4] 徐龙珠,薛建平,石灵. 基因型对小麦花药培养的影响[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),1991(2):100-103,128.
- [5] 王培,陈玉蓉. 冬小麦的不同生育条件对其花粉植株诱导率的影响[J]. 遗传学报,1980,7(1): 64-71.
- [6] S M S, Islam M A, Bari M N. Amin. In vitro plant regeneration through anther culture of eight wheat varieties [J]. Plant Tissue Culture, 2001,11(1): 31-39.
- [7] 郝云凤,莫日·陶格斯,樊俊峰,等. 春小麦杂交组合配制和基因型差异对花培的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2003(5):14.
- [8] 海燕,康明辉,郭景战,等. 稀土和基因型对小麦花培绿苗分化率的影响[J]. 华北农学报, 2006, (21)234-36.
- [9] 徐龙珠. 基因型对小麦花药培养的影响[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),1992(2):100-103,128.
- [10] 隋新霞,樊庆琦. 小麦花药培养研究进展[J]. 麦类作物学报 2005,25(4):127-131.
- [11] 董艳辉,赵兴华,李亚莉,等. 小麦花药培养各种影响因子的研究进展 [J]. 山西农业科学, 2018, 46 (1): 135-137,140.
- [12] 张艳敏,郭北海,李洪杰,等. 小麦花药培养的基因型差异与杂交组合配制[J]. 北农学报,2002,17(2):18.
- [13] Yildirim M, Bahar B, Genc I. Reciprocal effects in anther

- cultures of wheat hybrids[J]. Biologic Plantarum, 2008, 52(4):781.
- [14] Tuvesson S, Ljungberg A, Johansson N, et al. Large-scale production of wheat and triticale double haploids through the use of a single anther culture method[J]. Plant Breeding, 2000,119:458.
- [15] 徐龙珠,薛建平,石灵. 基因型对小麦花药培养的影响[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),1991(2):100-103,128.
- [16] 韩晓峰,陶丽莉,殷桂香,等. 基因型和环境条件对小麦花药培养效果的影响 [J]. 作物学报, 2010, 36 (7): 1209-1215.
- [17] Schlegel R, Belchev I, Kostov K, et al. Inheritance of high anther culture response in hexaploid wheat, *Triticum aestivum* L. var. *svilena*. Bulgarian [J]. Journal of Agricultural Science, 2000,6:261-270.
- [18] 王羽,樊庆琦,张利,等. 小麦花药培养特性的数量遗传分析[J]. 麦类作物学报,2007,27(5):755-760.
- [19] 叶兴国,徐惠君,徐琼芳,等. 小麦花药培养力的基因型差异和配合力分析[J]. 中国农业科学,1997,30(6):49-54.
- [20] 赵丽娟,宋维富,车京玉,等. 2008-2018 年东北春麦区小麦生产与育种概况 [J]. 黑龙江农业科学, 2019 (5): 146-150,151.
- [21] 海燕,和现昌,黄冰艳,等. 癸培养基的研制及在小麦花药培养中的应用研究[J]. 植物学报,1997,39(8):742-747.
- [22] 刘建平,刘学馨,魏秀玲,等. 冬小麦常用亲本以及配组一代花药培养力的研究 [J]. 华北农学报, 1997, 12 (4): 17-22.
- [23] 蔡正云,吕学莲,白海波,等. 基因型对小麦花药培养的影响研究[J]. 广东农业科学,2014,41(24):1-5.
- [24] 赵林妹,刘录祥,古佳玉,等. 冬小麦高花药培养力基因型的筛选[J]. 麦类作物学报,2017,37(10):1294-1300.
- [25] 王炜,陈琛,叶春雷,等. 甘肃主栽小麦品种及骨干亲本花药培养特性评价及分析[J]. 核农学报,2016,30(6):1061.
- [26] 任慧莉,李春莲,秦震霓,等. 基因型及外源因子对小麦花药培养一步成苗的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2002,30(4):13-16.
- [27] 宋运贤,杜雪玲,张慧君,等. 小麦花药愈伤组织诱导率的基因型差异和配合力分析 [J]. 麦类作物学报, 2016, 36(12):1594-1598.
- [28] 吕学莲,白海波,董建力,等. 小麦花药培养的基因型差异与亲本选配分析[J]. 中国农学通报,2010,26(32):89-92.

## Effects of Genotype on Anther Culture Ability of Spring Wheat

SUN Zhi-ling, YANG Xue-feng, SONG Wei-fu, ZHAO Li-juan, LIU Dong-jun, SONG Qing-jie, ZHANG Chun-li, XIN Wen-li

(Crop Resource Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to promote the selection of parents for spring wheat anther culture, four anther culture associated traits were analyzed in  $F_1$  generation, six groups with the same male parent and six groups with the same female parent were conducted analysis on these traits. The results showed that green plantlets per 100 anthers and calli per 100 anthers of genotype were in the same tendency and genotypic variation was significant; green plantlets per 100 calli of genotype was generally higher than albino plantlets per 100 calli, but albino plantlets per 100 calli of Qi 30342/Long 15-5814 hybridization combination and Ke 14-509/Long 10-0629//Long 10-1017 hybridization combination was higher than green plantlets per 100 calli. Anther culture ability of spring wheat performed genotype dependence. Long 35 as female or male parents, Longchun 15-428 as female parent, Long 13-3550 as male parent, are suggested to serve as desirable hybridized combinations for anther culture materials.

**Keywords:** spring wheat; genotype; anther culture ability; calli per 100 anthers; green plantlets per 100 anthers