

不同温度型小麦胚乳细胞增殖和籽粒生长 动态及其相关性分析

苗 芳^{1a}, 吕淑芳^{1a,2}, 谢志萍^{1a}, 刘 萍^{1a}, 丁虹茹^{1a}, 崔宏安^{1a}, 张嵩午^{1b}

(1 西北农林科技大学 a 生命科学学院, b 理学院, 陕西 杨凌 712100; 2 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003)

【摘 要】 【目的】分析不同温度型小麦胚乳细胞增殖、籽粒体积和干质量的生长动态以及胚乳细胞数与籽粒干质量和体积的相关性,以期进行为不同温度型小麦的利用和优良品种的选育提供理论依据。【方法】采用胚乳细胞染色、分离、显微镜下计数等方法,研究冷型小麦小偃 6 号、陕 229、RB6 和暖型小麦 9430、NR9405、偃师 9 号的胚乳细胞增殖动态、籽粒体积和干质量的生长特性,以及胚乳细胞数与籽粒体积和干质量的相关性。【结果】小麦胚乳细胞增殖过程分为渐增期、快增期和缓增期 3 个阶段。在胚乳细胞快增期,冷型小麦增长比暖型小麦快,在缓增期,冷型小麦各品种胚乳细胞数较暖型小麦多;冷型小麦籽粒体积和干质量在胚乳细胞数缓增期较暖型小麦大;小麦籽粒胚乳细胞数与籽粒干质量和体积均呈极显著正相关,胚乳细胞数与籽粒干质量的决定系数 R^2 为 0.814,与籽粒体积的决定系数 R^2 为 0.900。【结论】冷型小麦各品种籽粒最终的胚乳细胞数较暖型小麦多,籽粒体积和干质量在胚乳细胞数缓增期较暖型小麦大;胚乳细胞数与籽粒干质量和体积均呈极显著正相关。

【关键词】 冷型小麦;胚乳细胞;籽粒干质量;籽粒体积;相关性分析

【中图分类号】 S512.101

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)08-0187-04

Endosperm cell proliferating and grain growth dynamics and their correlation in different temperature wheat types

MIAO Fang^{1a}, Lü Shu-fang^{1a,2}, XIE Zhi-ping^{1a}, LIU Ping^{1a}, DING Hong-ru^{1a},
CUI Hong-an^{1a}, ZHANG Song-wu^{1b}

(1a College of Life Sciences, b College of Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Agronomy, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China)

Abstract: 【Objective】 The research studied the dynamics of endosperm cell proliferating, grain volume and dry weight increase and correlations between endosperm cell and grain volume and between endosperm cell and grain dry weight to provide a basis for the utilization of wheat types and variety breeding. 【Method】 The dynamics of endosperm cell proliferating, grain volume and dry weight increase and their correlations between cold type wheat Xiaoyan6, Shaan229, RB6 and warm type wheat 9430, NR9405, Yanshi9 were investigated by dyeing, separating and counting of endosperm cells. 【Result】 Endosperm cell proliferating process had 3 stages: slow increase stage, rapid increase stage and steady stage. During rapid increase stage, endosperm cell proliferating of cold wheats was faster than that of warm wheats. During steady stage, endosperm cell number, grain volume and dry weight of cold wheats were higher than those of warm wheats. Extremely significantly positive correlations were statistically indicated between endosperm cell number and grain dry weight, endosperm cell number and grain volume, R^2 was 0.814 and 0.9 respectively. 【Con-

* [收稿日期] 2008-12-12

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30470333);西北农林科技大学科研项目(07ZR033)

[作者简介] 苗 芳(1965—),女,陕西蒲城人,副教授,博士,主要从事植物解剖学与作物生理学研究。

E-mail: miaofangmf@163.com

clusion】 Ultimate endosperm cell number, grain volume and dry weight in endosperm cell steady stage were larger than those of warm wheats. Extremely significantly positive correlations were certified between endosperm cell number and grain volume, endosperm cell number and grain dry weight.

Key words: cold wheat types; endosperm cell; grain dry weight; grain volume; correlation analysis

小麦籽粒的生长过程表现为籽粒体积的增大和干质量的增加,而籽粒体积的增大和干质量的增加又与胚乳细胞的增殖和充实密切相关^[1-3]。胚乳细胞的增殖可用 Richards 方程模拟,增殖过程可划分为渐增期、快增期和缓增期 3 个阶段^[4-8]。胚乳细胞的增殖速度、分裂持续时间和最终细胞数量受温度、叶片光合强度、源库大小、生长调节物质、酶活性等多种因素的影响^[1-2,9-11]。封超年等^[10]研究表明,花后高温在短时间内可提高籽粒胚乳细胞分裂速率,但明显缩短胚乳细胞的分裂持续时间。郭文善等^[11]研究认为,叶片蔗糖磷酸合成酶(SPS)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性高和丙二醛(MDA)含量低,有利于胚乳细胞增殖。胚乳细胞数与籽粒大小和干质量密切相关^[4-5,8,10]。但关于不同温度型小麦籽粒胚乳细胞的增殖特性、籽粒体积和干质量的增长特性尚未见报道。为此,本研究采用胚乳细胞染色、分离、显微镜下计数等方法,研究了不同温度型小麦胚乳细胞的增殖动态及籽粒体积和干质量的增长特性,并通过 SPSS 统计软件分析了冬小麦胚乳细胞数与籽粒体积、籽粒干质量的相关性,以期为不同温度型小麦的鉴别和利用以及优良品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 田间试验设计

试验于 2005~2006 年、2006~2007 年连续 2 个生长季在西北农林科技大学农作试验站进行。该站为中国最重要的小麦产区——黄淮平原冬麦区,属暖温带半湿润气候。参试小麦品种(材料)有冷型小麦陕 229、小偃 6 号和 RB6,及暖型小麦偃师 9 号、9430 和 NR9405。试验区的种植规格为:前作空茬,随机区组排列,重复 3 次;每小区 5 行,行长 2.67 m,行距 0.25 m,株距 0.03 m;每年 10 月上旬(最佳播期)点播,按黄淮平原冬麦区品种比较试验的要求进行管理。

1.2 取样与测定方法

1.2.1 胚乳细胞 分别在小麦开花盛期用广告红点颖片和挂牌相结合的方法,标记中部小穗同日开花的基本部小花。分别于花后 1,2,3,4,7,9,11,13,

17,19,21 和 24 d,用 FAA 固定液固定标记的小花子房,然后根据张祖建等^[12]的方法进行胚乳细胞的剥离、染色、分离、过滤和观察计数。

1.2.2 籽粒体积、干质量 在小麦扬花期,选生长一致、同日开花的小麦植株 50 株挂牌标记。分别于花后 1,4,7,10,13,17,21 和 24 d 剪小麦穗 5 株,剥取穗中部小穗基部籽粒,测定籽粒体积和干质量。籽粒体积的测定采用钟广炎^[13]的方法。

1.3 数据的统计分析

胚乳细胞数与籽粒体积和干质量的相关性分析均采用 SPSS13.0 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同温度型小麦籽粒胚乳细胞的增殖动态

从图 1 可以看出,不同温度型小麦胚乳细胞增殖过程分为 3 个阶段:开花后 1~4 d 为渐增期,4~17 d 为快增期,17 d 以后为缓增期,此期胚乳细胞的分裂基本停止。在胚乳细胞渐增期,冷型小麦陕 229、小偃 6 号和 RB6 与暖型小麦 9430、NR9405 和偃师 9 号的胚乳细胞数差异不明显;在胚乳细胞快增期,冷型小麦各品种胚乳细胞数增长较快;在胚乳细胞缓增期,冷型小麦各品种胚乳细胞数均较暖型小麦各品种高,平均高出 36.1%。

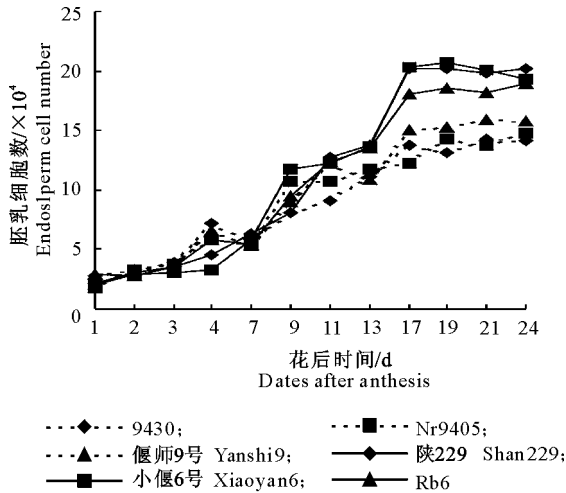


图 1 不同温度型小麦胚乳细胞的增殖动态
Fig.1 Dynamics of endosperm cell proliferation in different temperature type wheats

2.2 不同温度型小麦籽粒体积和干质量的生长动态

从图 2 可以看出,小麦扬花后籽粒体积呈增长趋势,从花后第 4 天开始,冷型小麦籽粒体积增加较暖型小麦快,且随着花后时间的推移,冷、暖型小麦籽粒体积的差异趋于明显。花后 21 d,冷型小麦 3

个品种籽粒平均体积较暖型小麦高 40%;花后 24 d 高 30.4%。从图 3 可以看出,随着花后时间的推移,冷、暖型小麦籽粒干质量均在增加,花后 17~24 d,也就是籽粒胚乳细胞缓增期,冷型小麦各品种籽粒干质量均较暖型小麦高,平均高出 39.8%。

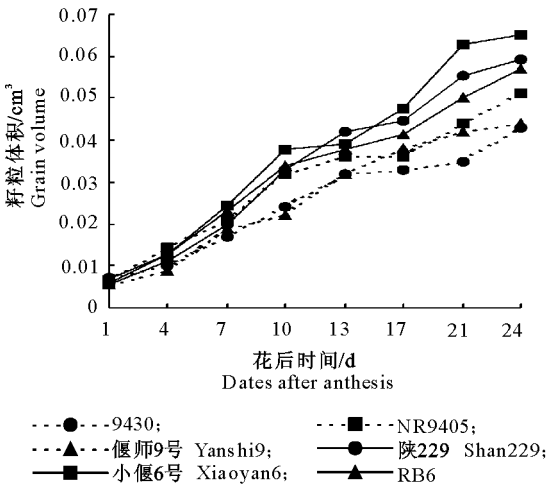


图 2 不同温度型小麦籽粒体积的增长动态
Fig. 2 Dynamics of grain volume increase in different temperature wheat types

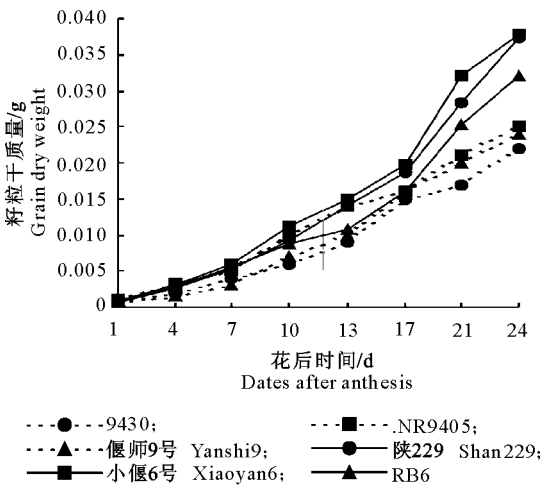


图 3 不同温度型小麦籽粒干质量的生长动态
Fig. 3 Dynamics of grain dry weight increase in different temperature wheat types

2.3 小麦胚乳细胞数与籽粒体积和干质量的相关性

从图 4 和图 5 可以看出,胚乳细胞数与籽粒体积和干质量均呈线性正相关。统计分析表明,胚乳细胞数与籽粒体积的相关系数 R 为 0.949,决定系数 R^2 为 0.900,校正决定系数为 0.898,拟合的回归

模型 F 值为 414.759, P 值为 0.000 1,因此,胚乳细胞数与籽粒体积呈极显著的线性正相关。胚乳细胞数与籽粒干质量的相关系数 R 为 0.902,决定系数 R^2 为 0.814,校正决定系数为 0.810,拟合的回归模型 F 值为 201.929, P 值为 0.000 1,由此可见,胚乳细胞数与籽粒干质量也呈极显著的线性正相关。

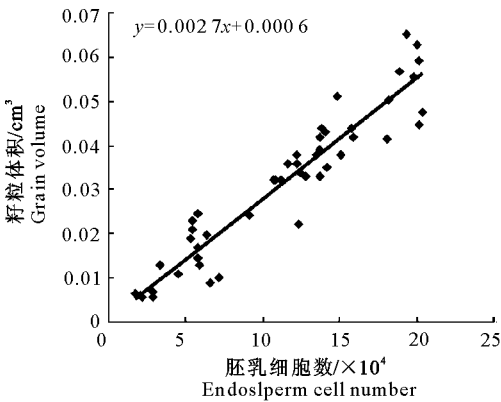


图 4 小麦胚乳细胞数与籽粒体积的相关性
Fig. 4 Correlation between endosperm cell number and grain volume

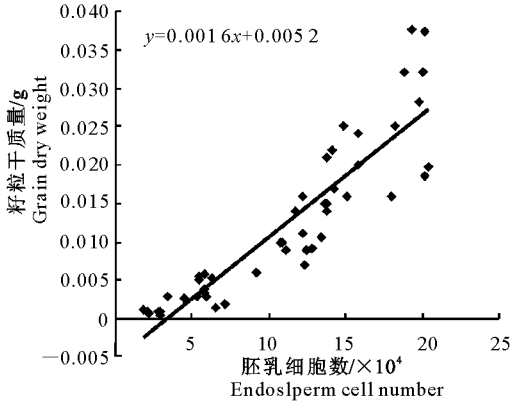


图 5 小麦胚乳细胞数与籽粒干质量的相关性
Fig. 5 Correlation between endosperm cell number and grain dry weight

3 讨 论

小麦籽粒胚乳细胞的数量与充实状况,直接关系到籽粒产量与品质。在胚乳细胞的发育过程中,

影响胚乳细胞增殖的因素很多,如较高的叶片光合能力、较大的源库比率、较高的氮素供应、籽粒中较高的细胞分裂素含量等,均能促进胚乳细胞的分裂,增加胚乳细胞数^[1-2,9-11]。冷型小麦功能叶片具有较

高的叶绿素含量、氮素含量、光合速率、SOD 含量及较低的 MDA 含量和较长的叶片功能期^[14-15], 这些特性均有利于胚乳细胞增殖, 这也是冷型小麦陕 229、小偃 6 号和 RB6 胚乳细胞数均较暖型小麦 9430、NR9405 和偃师 9 号高的原因之一。

籽粒质量主要由胚乳细胞数和单个胚乳细胞质量决定, 籽粒体积主要由胚乳细胞数和单个胚乳细胞大小决定, 籽粒体积的增长过程实际上是胚乳细胞增殖和体积膨大的过程。魏凌基等^[5]对大麦、王晓燕等^[4]对玉米、周竹青等^[6]对小麦的研究均表明, 籽粒胚乳细胞数与籽粒质量呈极显著正相关。本研究以胚乳细胞数为横坐标, 以籽粒质量和籽粒体积为纵坐标进行线性回归, 然后通过 SPSS 统计软件, 对模型进行检验, 结果表明, 籽粒胚乳细胞数与籽粒质量和籽粒体积之间均呈极显著正相关, 与以上研究结果一致。

[参考文献]

- [1] 孙庆泉, 吴元奇, 胡昌浩, 等. 不同产量潜力玉米籽粒胚乳细胞增殖与籽粒充实期的生理活性 [J]. 作物学报, 2005, 31(5): 612-618.
Sun Q Q, Wu Y Q, Hu C H. Physiological activities and multiplication of endosperm cell at filling stage of kernels with different yield potential in maize [J]. Acta Agronomica Sinica, 2005, 31(5): 612-618. (in Chinese)
- [2] 张祖建, 朱庆森, 王志琴. 水稻品种源库特性与胚乳细胞增殖和充实的关系 [J]. 作物学报, 1998, 24(1): 21-27.
Zhang Z J, Zhu Q S, Wang Z Q. Proliferation and filling of endosperm cell in relation to the source-sink characteristics of rice varieties [J]. Acta Agronomica Sinica, 1998, 24(1): 21-27. (in Chinese)
- [3] 王蔚华, 郭文善, 方明奎, 等. 小麦籽粒胚乳细胞增殖及物质充实动态 [J]. 作物学报, 2003, 29(5): 779-784.
Wang W H, Guo W S, Fang M K, et al. Endosperm cell proliferating and grain filling dynamics in wheat [J]. Acta Agronomica Sinica, 2003, 29(5): 779-784. (in Chinese)
- [4] 王晓燕, 董树亭, 高荣岐, 等. 不同类型玉米胚乳细胞增殖动态及其与粒重的关系 [J]. 华北农学报, 2006, 21(2): 23-26.
Wang X Y, Dong S T, Gao R Q, et al. Endosperm cell proliferation and its relation to grain weight in different types of maize [J]. Acta Agriculturae Boreali-sinica, 2006, 21(2): 23-26. (in Chinese)
- [5] 魏凌基, 阎洁, 李英枫. 大麦胚乳细胞增殖动态及其与粒重的关系 [J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(3): 300-303.
Wei L J, Yan J, Li Y F. Prolifer of endosperm cells and its relation to grain weight in barley [J]. Plant Physiology Communications, 2004, 40(3): 300-303. (in Chinese)
- [6] 周竹青, 朱旭彤, 王维金. 三种粒型小麦品种胚乳细胞增殖动态研究 [J]. 生物数学学报, 2004, 19(1): 123-126.
Zhou Z Q, Zhu X T, Wang W J. Study on the dynamic of endo-

- sperm cell proliferation in wheat cultivars (lines) with three grain types [J]. Journal of Biomathematics, 2004, 19(1): 123-126. (in Chinese)
- [7] 张祖建, 王志琴, 朱庆森. 水稻胚乳细胞增殖动态分析及其与籽粒生长的关系 [J]. 作物学报, 1998, 24(3): 257-264.
Zhang Z J, Wang Z Q, Zhu Q S. Proliferation of endosperm cell and its relation to the growth of grain in rice [J]. Acta Agronomica Sinica, 1998, 24(3): 257-264. (in Chinese)
- [8] 周竹青, 朱旭彤. 小麦籽粒胚乳细胞增殖动态及其与粒重和体积的关系 [J]. 麦类作物学报, 2003, 23(2): 57-59.
Zhou Z Q, Zhu X T. Dynamic of endosperm cell proliferation and relation to grain weight and grain volume of wheat [J]. Journal of Triticeae Crops, 2003, 23(2): 57-59. (in Chinese)
- [9] 杨建昌, 仇明, 王志琴, 等. 水稻发育胚乳中细胞增殖与细胞分裂素含量的关系 [J]. 作物学报, 2004, 30(1): 11-17.
Yang J C, Qiu M, Wang Z Q, et al. Relationship between the cell proliferation and cytokinin contents in rice endosperm during its development [J]. Acta Agronomica Sinica, 2004, 30(1): 11-17. (in Chinese)
- [10] 封超年, 郭文善, 施劲松, 等. 小麦花后高温对籽粒胚乳细胞发育及粒重的影响 [J]. 作物学报, 2000, 26(4): 399-405.
Feng C N, Guo W S, Shi J S, et al. Effect of high temperature after anthesis on endosperm cell development and grain weight in wheat [J]. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(4): 399-405. (in Chinese)
- [11] 郭文善, 方明奎, 王蔚华, 等. 小麦籽粒胚乳细胞发育的生理特性 [J]. 扬州大学学报: 自然科学版, 1998, 1(2): 41-47.
Guo W S, Fang M K, Wang W H, et al. Physiological characteristics of grain endosperm cell in wheat [J]. Journal of Yangzhou University: Natural Science Edition, 1998, 1(2): 41-47. (in Chinese)
- [12] 张祖建, 朱庆森, 王志琴. 水稻胚乳细胞计数方法研究 [J]. 江苏农学院学报, 1996, 17(2): 7-11.
Zhang Z J, Zhu Q S, Wang Z Q. A method of counting endosperm cells in rice grain [J]. Journal of Jiangsu Agricultural College, 1996, 17(2): 7-11. (in Chinese)
- [13] 钟广炎. 一种快速测定植物器官体积的方法 [J]. 植物生理学通讯, 1990, 26(5): 58-60.
Zhong G Y. A rapid method for measuring the volume of plant organs [J]. Plant Physiology Communications, 1990, 26(5): 58-60. (in Chinese)
- [14] 张嵩午, 王长发, 冯佰利, 等. 灾害性天气下小麦低温种质的性状表现 [J]. 自然科学进展, 2001, 11(10): 1068-1073.
Zhang S W, Wang C F, Feng B L, et al. Some traits of low temperature germplasm wheat under extremely unfavorable weather conditions [J]. Progress in Natural Science, 2001, 11(10): 1068-1073. (in Chinese)
- [15] 张嵩午, 王长发. 冷型小麦及其生物学特征 [J]. 作物学报, 1999, 25(5): 608-615.
Zhang S W, Wang C F. Cold type wheat and its biological characteristics [J]. Acta Agronomica Sinica, 1999, 25(5): 608-615. (in Chinese)