植物学通报 2001，18（3）：371～374
*Chinese Bulletin of Botany*

# 四倍体大燕麦与六倍体裸燕麦的受精作用和胚胎发育①

[1]赵云云 [1]刘家熙 [2]杨 才

[1]（首都师范大学生物系 北京 100037）

[2]（河北省张家口坝下农科所 张家口 075131）

**摘要** 用石蜡切片法，对四倍体大燕麦（*Avena magna* L.）和六倍体裸燕麦（*Avena nuda* L.）杂交的受精作用和胚胎发育进行了观察。结果表明，六倍体裸燕麦花粉在四倍体大燕麦柱头上萌发良好，花粉管可顺利长入花柱和胚囊。观察的168个四倍体大燕麦子房中，2.38%发生了双受精，产生了胚和胚乳；1.79%发生了单卵受精，只产生胚乳而无胚；总受精率为5.36%；成胚率为4.17%。由于胚乳的缺乏或发育异常及败育，最终难以获得有生活力的种子。为四倍体大燕麦和六倍体裸燕麦杂交提供了细胞胚胎学证据。

**关键词** 四倍体大燕麦，六倍体裸燕麦，远缘杂交，受精，胚胎发育

# Fertilization and Embryo Development in Hybridization between *Avena magna* and *Avena nuda*

ZHAO Yun-Yun LIU Jia-Xi

（*Department of Biology*, *Capital Normal University*, Beijing 100037）

YANG Cai

（*Baxia Institute of Agricultural Science*, Zhangjiakuo 075131）

**Abstract** Observations were made on the fertilization and early embryo development in intergeneric cross between *Avena magna* and *Avena nuda*. The pollen germination of *Avena nada* appeared to be normal on the stigma of *Avena magna* and the pollen tubes grew into the style and entered the embryo sacs. In 168 florets fixed after pollination, 2.38% had double fertilization and produced embryo and endosperm, but the endosperm development was slower than that of the embryo, 1.79% had only embryo and 1.19% had only endosperm. The frequency of fertilization and embryo formation were 5.36% and 4.17% respectively. Due to the lack of endosperm or its abnormal development and abortion, no viable seeds were poduced. Cytoembryological evidence was provided for crosses between *Avena magna* and *Avena nuda*.

**Key words** *Avena magna*, *Avena nuda*, Distant hybridization, Fertilization, Embryo development

裸燕麦（莜麦）是一种营养价值较高的麦类作物，近年又发现其对降血脂、防治动脉粥样硬化、冠心病、高血压等均有明显的医疗保健作用（李成雄和王作柱，1984；Kim，1996），是一种很有潜力的作物，但是我国裸燕麦品种资源贫乏、类型单一。随着生产水平的不断

① 作者简介：赵云云，35岁，1989年毕业于首都师范大学生物系植物学专业，获硕士学位，研究方向为植物生殖生物学。自1989年至今在首师大生物系植物教研室从事植物学的教学和科研工作，现任副教授，共发表科研论文30余篇。

收稿日期：2000-04-21 接受日期：2000-06-08 责任编辑：程红焱

提高,对裸燕麦品种不断提出新的要求,单靠裸燕麦种内的遗传资源已不能满足育种工作的需要,必须开发新的基因资源,以丰富裸燕麦的遗传基础,远缘杂交育种是一种重要途径,它可以把裸燕麦近缘属种植物的优良特性导入,克服或弥补常规育种资源不足的缺点,是提高裸燕麦育种水平的有效途径。

四倍体大燕麦(*Avena magna* L.)是一个野生种,蛋白质含量高达 42%;六倍体裸燕麦(*Avena nuda* L.)是我国的主栽品种,蛋白质含量为 15%(孙泽民,1989)。为使四倍体大燕麦的高蛋白基因导入到六倍体裸燕麦中,从 1985 年以来我国育种工作者进行了两者的常规杂交工作,但一直未获得杂种植株。为丰富裸燕麦的基因资源,克服杂交障碍,提高杂交的成功率和结实率,我们对四倍体大燕麦和六倍体裸燕麦的受精作用和胚胎发育进行了观察。

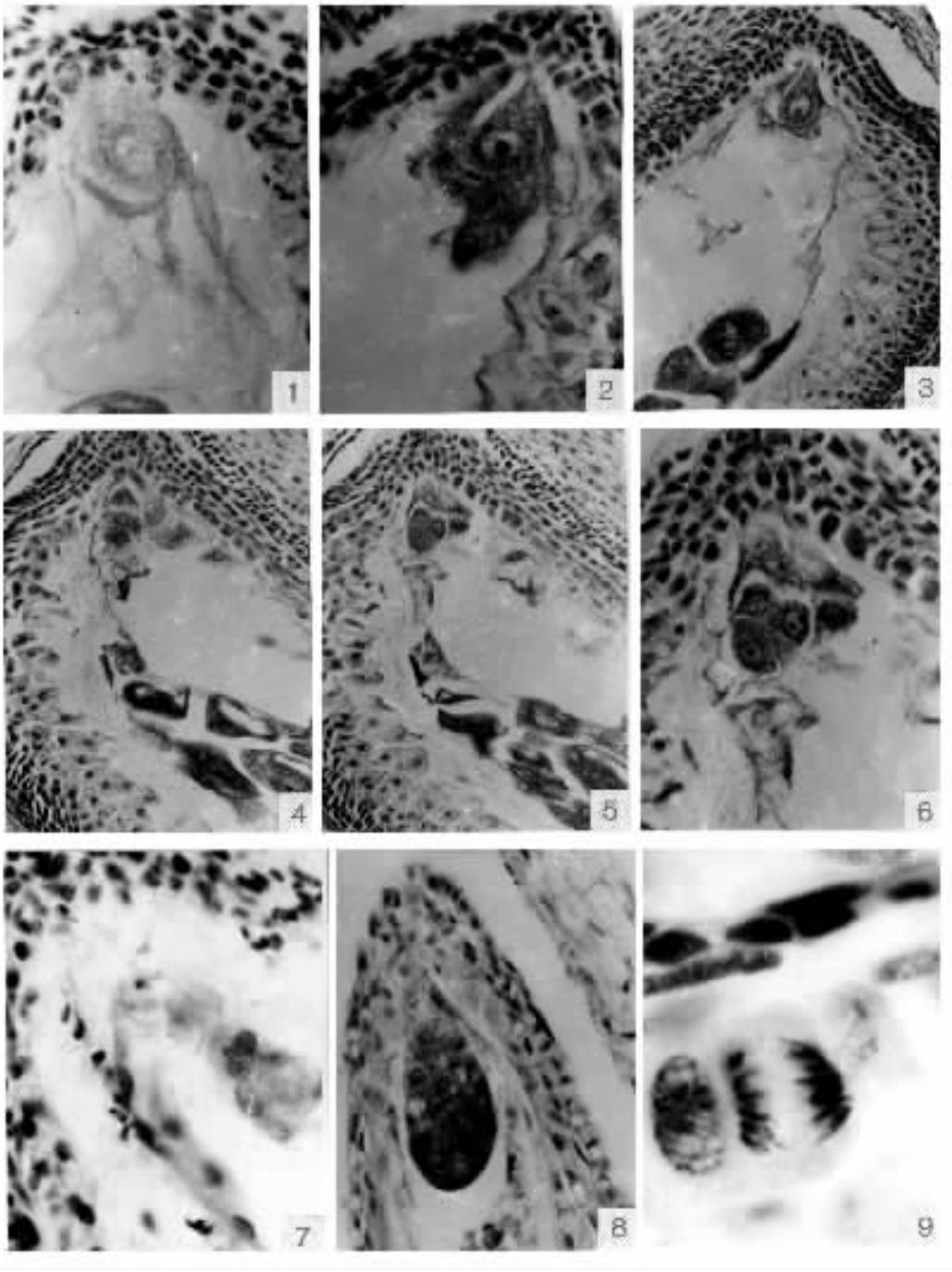
## 1 材料和方法

以四倍体大燕麦为母本,六倍体裸燕麦为父本。把父母本分几期播种于河北省张家口坝下农科所试验田中,使其花期相遇。按常规方法对四倍体大燕麦进行去雄。去雄后 2 d 和 3 d 采集六倍体裸燕麦的花粉进行两次授粉。于授粉后 1 d、2 d、3 d、4 d、5 d 分别剥取子房,用卡诺固定液(乙醇:乙酸 = 3:1)固定 24 h,然后换入 70%乙醇中于 5 ℃冰箱内保存。材料经 Schiff 试剂整体染色(孙敬三,1987),进行常规石蜡制片,切片厚度 9 ~ 12 μm。切片脱蜡后经固绿复染,封于加拿大树胶中。用 OLYMPUS VANOX 型显微镜观察及照像。

## 2 结果和结论

授粉后,一部分六倍体裸燕麦的花粉能在四倍体大燕麦的柱头上萌发,花粉管可顺利通过花柱进入胚囊。但是四倍体大燕麦和六倍体裸燕麦的杂交存在着不亲和性,其受精过程延迟。正常情况下,裸燕麦授粉后 0.5 ~ 1 h 花粉管进入胚囊释放一对精子,1 ~ 1.5 h 精卵质膜融合,2.5 ~ 3 h 核膜融合。受精卵的休眠期为 16 ~ 21 h,授粉后 20 ~ 25 h 受精卵进行第一次分裂(屠骊珠等,1986)。但我们的观察表明,在授粉后 1 d 固定的材料中,未能见到受精现象;在授粉后 3 d 固定的材料中,仍可以看到正在休眠的受精卵(图 1,2,3),六倍体裸燕麦的两个精细胞进入四倍体大燕麦胚囊后,虽然有的可以分别和卵与极核融合,完成双受精过成,分别发育成胚和胚乳(图 8),但大部分双受精形成的初生胚乳核不能按正常的先于合子分裂,以至于胚乳的发育明显落后于胚的发育(图 4,5,6),造成两者生理的不协调。除双受精外,还有卵细胞或中央细胞单独受精的情况,结果分别形成只具胚而无胚乳或只是胚乳而无胚的颖果(图 7)。随着时间推移,幼胚逐渐长大,但体积和形态上有很大的差异,同一时间的幼胚发育程度并不一致(图 6,8)。在初生胚乳核分裂(图 9)时,没有发现像小麦 × 玉米,父本染色体落后和消失的现象(王景林等,1991),在幼胚中也未看到有微核存在(图 4,6)(孙敬三等,1995)。说明大燕麦和裸燕麦杂交形成的杂合子的核型比较稳定,表明通过有性过程实现有用基因的转移是可能的。对授粉后不同时间固定的子房进行制片观察,统计受精率和成胚率(表 1)。可看出杂交的受精率为 5.36%,其中双受精率为 2.38%,只形成胚而无胚乳的卵细胞单受精为 1.79%,总成胚率为 4.17%。

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t20-053




**图版说明**　图 1,2. 授粉后 3 天仍可见到休眠的受精卵 ;图 3. 形成合子后,胚乳未见发育 ;图 4,5,6,8. 双受精形成胚和胚乳,胚乳发育落后 ;图 7. 极核单受精形成的胚乳 ;图 9. 初生胚乳核分裂后期。

**Explanation of Plate**　Fig.1,2. Fertilized egg 3 days after pollination. Fig.3. Zygote from single fertilization of egg cell, without endosperm. Fig.4,5,6,8. Embryo and endosperm formed from double fertilization, delayed endosperm development. Fig.7. Endosperm from single fertilization of polar nuclei. Fig.9. Primary endosperm nucleus at anaphase.

https://www.scientiasinica.com/cn/article/view/...

表 1 四倍体大燕麦 × 六倍体裸燕麦的受精率和成胚率

Table 1 Frequency of fertilization in *Avena magna* × *Avena nuda* crosses

| 授粉后天数 Days after pollination | 观察子房数 Ovaries examined | 双受精数 Double fertilization (%) | 单胚数 Embryos only (%) | 单胚乳数 Endosperms only (%) | 受精率 Fertilization (%) | 成胚率 Embryo formation (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 d | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 d | 27 | 0 | 1(3.70) | 0 | 3.70 | 3.70 |
| 3 d | 42 | 2(4.76) | 1(3.70) | 1(3.70) | 9.52 | 7.14 |
| 4 d | 30 | 1(3,33) | 1(3.33) | 1(3.33) | 10.00 | 6.67 |
| 5 d | 36 | 1(2.78) | 0 | 0 | 2.78 | 2.78 |
| 总计 Total | 168 | 4(2.38) | 3(1.79) | 2(1.19) | 9(5.36) | 7(4.17) |

由于四倍体大燕麦和六倍体裸燕麦双受精率较低,杂交后经双受精形成的胚乳又往往发育迟缓甚至败育,致使杂种幼胚由于缺乏胚乳的营养供应而夭折,难于形成有生活力的种子。既使形成种子,由于胚乳的缺乏、败育,种子也无法正常萌发。两年中共杂交授粉了 13 750 朵小花,只得到 26 枚颖果,结实率为 0.19%,颖果均不饱满,且全部不能萌发。所以只有进行幼胚的离体培养才能得到杂种 F1 植株。

从表 1 还可以看出,四倍体大燕麦和六倍体裸燕麦杂交的结实率低是由于其受精率和成胚率低所造成,所以幼胚的离体培养显得更为重要。

## 参 考 文 献


王景林,孙敬三,路铁刚,1991. 小麦 × 玉米的受精作用和胚胎发育. 植物学报,**33**:674 ~ 679

孙泽民,1989. 中国燕麦. 北京: 中国农业出版社

孙敬三,1987. 植物细胞学研究方法. 北京:科学出版社,40 ~ 46

孙敬三,路铁刚,王景林,1995. 莜麦与玉米的远缘杂交. 植物学报,**37**(4):255 ~ 258

李成雄,王作柱,1984. 莜麦的栽培与育种. 太原:山西人民出版社

屠骊珠,李少华,郭晓雷,1986. 燕麦胚胎发育的初步研究. 内蒙古大学学报(自然科学版),**17**(4):763 ~ 770

Kim K, 1996. 莜麦的食用价值. 农业研究,**36**:12 ~ 13


https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t20-053