

小麦 × 节节麦杂种发育的胚胎学研究

丁春邦 周永红

(四川农业大学基础部, 雅安市 625014)

5512.103 2

摘要 用石蜡切片法, 对小麦经节节麦花粉授粉后不同时间固定的子房进行了细胞胚胎学观察。结果表明, 节节麦花粉在小麦柱头上萌发良好, 花粉管可顺利长入花柱和胚囊。观察的 238 个小麦子房中, 10.50% 发生了双受精, 产生了胚和胚乳; 4.62% 发生了单卵受精, 只产生胚而无胚乳; 3.78% 发生了单极核受精, 只产生胚乳而无胚; 总受精率为 18.90%; 成胚率为 15.12%。本文还报道了小麦与节节麦远缘杂交时雌雄性核的结合及杂种胚和胚乳的发育情况, 探讨了小麦与节节麦杂交结实率低在胚胎学方面的原因。

关键词 小麦; 节节麦; 远缘杂交; 受精; 胚胎发育

Embryological studies on the development of hybrids between *Triticum aestivum* L. and *Aegilops squarrosa* L.

Ding Chunbang Zhou Yonghong

(Department of Basic Sciences, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014)

Abstract Observation were made on the fertilization and embryo development in wide hybridization between *Triticum aestivum* L. cv. Chinese Spring and *Aegilops squarrosa* L. The pollen germination of *A. squarrosa* appeared normal on the stigma of *T. aestivum* and the pollen tubes grew into the style and entered the embryo sac. Of the 238 ovaries observed 10.50% had double fertilization and produced embryo and endosperm; 4.62% had only embryo and 3.78% had only endosperm. The total rate of fertilization was 18.90%. The total rate of embryo formation was 15.12%. This paper also discussed the embryological reason of the low rate of seed set in wide hybridization between *T. aestivum* and *A. squarrosa*.

Key words Wheat; *Aegilops squarrosa*; wide hybridization; fertilization; embryo development

远缘杂交育种是小麦育种的一条重要途径, 它可以把小麦近缘属植物的优良性状基因, 如抗病性、抗逆性、蛋白质含量高有益基因转移到小麦中去, 克服或弥补常规育种遗传资源不足的缺点, 从而丰富小麦的遗传基础, 提高小麦育种水平^[1]。

节节麦 (*Aegilops squarrosa* L.) 隶属于禾本科 (Poaceae) 小麦族 (Triticeae) 山羊草属 (*Aegilops*) 植物, 具有高度抗寒性及控制优质面筋的基因, 对小麦叶锈、秆锈免疫到高抗。据报

1998-08-01 收稿

第一作者简介: 丁春邦, 女, 1966 年出生, 讲师, 植物学专业。

道, 由美国著名高产冬小麦品种格涅斯 (Gaines) 细胞核和节节麦细胞质相结合的核质杂种, 表现高产、早熟, 抗病性和蛋白质含量高于对照, 比原品种格涅斯增产 20%~30%^[2]。由此看来, 节节麦是小麦育种非常宝贵的种质资源。

由于是远缘杂交, 一般结实率都很低。为了克服杂交障碍, 提高结实率, 探讨杂交的受精过程和胚胎发育机理, 是利用小麦近缘属种质资源必不可少的前提。近年来, 对小麦与近缘属植物杂交的受精过程和胚胎发育的研究报道比较少^[3-5]。双志福等^[6]和李锁平等^[7]研究过小麦与节节麦的杂交, 对其杂种幼胚的离体培养及杂种的细胞遗传学进行了研究报道, 但未见其受精过程和胚胎发育的报道。本文对小麦与节节麦杂交过程中雌雄性核的结合以及杂种胚和胚乳的发育情况进行了系统观察, 旨在考察小麦×节节麦杂种不能正常发育的主要障碍及其败育发生的时期, 探索小麦×节节麦结实率低在胚胎学方面的原因。

1 材料和方法

选用普通小麦“中国春”品种 (*Triticum aestivum* L. cv. Chinese Spring) 为母本, 节节麦 (*Aegilops squarrosa* L.) 为父本, 均种植于四川农业大学小麦研究所资源圃内。小麦开花前 2 d 用常规方法去雄并套袋隔离。在小麦开花当天, 收集自然开放的新鲜节节麦花粉, 立即对去雄后的小麦逐花授粉, 授粉后继续套袋隔离。于授粉后 14 h, 1 d, 2 d, 3 d, 4 d, 5 d, 7 d, 9 d, 11 d, 13 d, 15 d 分别剥取小麦子房, 用卡诺液 (乙醇: 冰醋酸=3:1) 固定 24 h, 然后换入 70% 乙醇中于 4℃ 冰箱内保存备用。观察子房用爱氏苏木精整体染色^[8], 常规石蜡切片, 切片厚度 10~12 μm, 尤帕胶封片, OLYMPUS-10AD 观察并显微照相。

2 研究结果

2.1 小麦×节节麦的受精过程和胚胎发育

授粉后, 部分节节麦花粉能在小麦柱头上萌发 (图版 I: 1), 花粉管可顺利穿过花柱进入胚囊。在授粉后 14 h 固定的材料中, 未见到受精现象, 说明小麦与节节麦的杂交存在不亲和性, 其受精过程延迟。在授粉后 1 d 固定的材料中, 可观察到节节麦精核已与小麦卵核融合, 并在卵核中出现两个核仁, 一个来自卵核, 一个来自精核, 分别称作雌性核仁和雄性核仁 (图版 I: 2)。胚胎学上认为雄性核仁的出现是受精作用完成的重要标志^[9], 开始雄性核仁比雌性核仁要小, 以后逐渐增大, 达到与雌性核仁并列, 两个核仁即融合起来形成合子, 从而完成受精作用。

在有的切片中见到两个极核先融合成次生核, 然后精核进入次生核中, 并出现雄性核仁 (图版 I: 3), 以后雄性核仁与极核仁融合形成初生胚乳核。还有的是精核先与一个极核结合, 然后再与另一个极核结合。以上现象表明, 小麦的卵细胞和极核都能与节节麦的精子结合, 完成双受精作用, 分别发育成胚和胚乳 (图版 I: 4)。但根据我们的观察, 大部分的胚发育相对较早, 而胚乳发育相对滞后, 因为合子分裂产生的胚细胞数明显多于同时期初生胚乳核分裂产生的胚乳游离核的数目 (图版 I: 5)。这可能是由于极核不容易受精或受精迟缓所致, 这就造成了胚和胚乳两者的生理不协调。

除了双受精作用之外, 还观察到卵核单受精而极核不受精, 或者极核单受精而卵核不受精的情况, 结果导致胚胎发育只形成胚而无胚乳 (图版 I: 6), 或者只有胚乳而无胚的形成 (图版 I: 7)。

在我们的实验观察过程中还发现, 授粉后 7 d 杂种胚乳核数达到高峰; 9 d 杂种胚细胞数达到最大值, 而此时胚乳核出现解体现象 (图版 I: 8); 11 d 杂种幼胚细胞局部解体 (图版 I: 9); 14~15 d 杂种胚和胚乳核几乎全部解体, 胚囊几乎成为空腔, 里面只残留一些粘性物质。

2.2 小麦 × 节节麦的受精率和成胚率

对授粉后不同时间固定的子房进行切片观察, 统计其受精率和成胚率, 结果列于表 1。从表 1 可以看出: 杂交的受精率为 18.90%, 其中双受精率为 10.50%, 只形成胚而无胚乳的卵细胞单受精率为 4.62%, 只形成胚乳而无胚的极核单受精率为 3.78%, 成胚率为 15.12%。

表 1 小麦 × 节节麦的受精率和成胚率
Table 1 Frequency of fertilization and embryo formation in wheat × *Aegilops squarrosa*

授粉后时间 Time after pollination	观察子房数 No. of ovaries examined	双受精数 No. of double fertilization (%)	单胚数 No with only an embryo (%)	单胚乳数 No with only an endosperm (%)	受精率 Total rate of fertilization (%)	成胚率 Total rate of embryo formation (%)
1 d	30	4 (13.33)	1 (3.33)	1 (3.33)	19.99	16.66
2 d	32	1 (3.13)	2 (6.25)	1 (3.13)	12.51	9.38
3 d	35	2 (5.71)	2 (5.71)	0 (0.00)	11.42	11.42
4 d	36	4 (11.11)	2 (5.56)	1 (2.78)	19.45	16.67
5 d	35	5 (14.29)	0 (0.00)	3 (8.57)	22.86	14.29
7 d	35	6 (17.14)	2 (5.71)	2 (5.71)	28.56	22.85
9 d	35	3 (8.57)	2 (5.71)	1 (2.86)	17.14	14.28
总计 Total	238	25 (10.50)	11 (4.62)	9 (3.78)	18.90	15.12

3 讨 论

根据上述结果, 可以总结出以下看法:

- (1) 节节麦花粉可在小麦柱头上正常萌发, 花粉管可顺利穿过花柱经珠孔进入胚囊。
- (2) 节节麦精子进入小麦胚囊后, 与雌性核的结合比较复杂, 大致有三种情况: ①发生双受精作用, 但受精过程延迟; ②发生单受精现象, 即精子与卵细胞结合或者精子与极核结合; ③受精作用失败, 即始终未发生雌雄性核的结合过程, 胚囊中的卵细胞和极核在一定时期后解体退化。
- (3) 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, 以致胚乳的发育明显落后于胚的发育, 造成两者生理的不协调。
- (4) 授粉后 9 d 杂种胚细胞数达到高峰, 而此时胚乳核出现解体, 过 1~2 d 幼胚细胞开始出现解体现象, 最后导致幼胚死亡。

综上所述, 节节麦与小麦杂交结实率低的原因是多方面的。除了由于不同物种间存在杂交的不亲和性外, 我们的观察还发现, 即使发生了双受精作用, 杂种胚和胚乳在发育过程中不时发生解体退化现象, 杂种中途败育, 进一步降低了杂交结实率。从本实验结果看, 原胚发育大约在授粉后 10 d 左右达到高峰, 因此, 剥取此时的原胚进行离体培养最为适宜, 时间过晚将降低成苗率。

参 考 文 献

- 1 陈激阳, 钟冠昌. 小麦属远缘杂交育种研究的新进展. 见: 刘后利主编, 作物育种研究与进展 (第一集). 北京: 农业出版社, 1993. 36~59
- 2 中国科学院遗传研究所 503 组. 小麦核质杂种及其在育种中的应用. 遗传学报, 1979, 1 (1): 28~28
- 3 王景林. 小麦与赖草远缘杂交的受精和胚胎发育. 植物学报, 1995, 37 (3): 177~180
- 4 周永红, 丁春邦, 周绍莉. 小麦 × 獐草的受精作用和胚胎发育. 植物学通报, 1996, 13 (专辑): 42~44
- 5 丁春邦, 周永红. 小麦与华山新麦草远缘杂交的受精和胚胎发育. 四川农业大学学报, 1997, 15 (1): 18~20
- 6 双志福, 王振富, 降彩霞等. 节节麦与小麦、黑麦或小黑麦的杂种幼胚的离体培养. 遗传学报, 1984, 11 (6): 461~465
- 7 李锁平, 刘大均. 节节麦和硬粒小麦-簇毛麦双二倍体间杂种的产生及其细胞遗传学研究. 遗传学报, 1992, 19 (4): 344~348
- 8 孙敬三. 植物细胞学研究方法. 北京: 科学出版社, 1987. 40~42
- 9 赵世绪. 作物胚胎学. 北京: 农业出版社, 1982. 115~117