

胡子鲇×革胡子鲇 F_1 与其亲本的 形态学和细胞学分析比较*

邬国民 罗建仁 陈焜慈 冼焱彬 林国光

(中国水产科学院珠江水产研究所, 广州 510380)

王正询 林兆平 罗俊烈 潘坤清

(广州师范学院生物系, 510400)

提 要

胡子鲇×革胡子鲇的绝大多数形态学性状兼具双亲的特点。其中可数性状较多偏近母本, 体型性状则大约有一半偏近父本, 一半偏近母本, 其中有些性状表现为超亲偏离。核型也具有双亲的特点, 染色体组可分为父本组和母本组。减数分裂前期出现数目不等的单价体、二价体以及三联以上的多价体环或链。形态和核型特点表明杂交种为真杂种胡子鲇。本文还对亲本核型的演化途径和杂种的育性以及在育种上的意义作了讨论。

关键词 胡子鲇×革胡子鲇, 胡子鲇, 革胡子鲇, 形态学, 细胞学, 核型

胡子鲇 (*Clarias fuscus*) 是广泛分布于我国南方诸省区的经济价值较高的淡水鱼类之一, 革胡子鲇 (*C. lazera*) 则是近几年前从国外引进的优良鱼种。这两种鱼在各自产区和引进区都已当作养殖品种而广泛为养户所利用。根据邬国民等^[1]的研究, 两种鱼的核型相似程度高, 进行种间杂交改良品种或利用杂种优势具有较好的条件。

作者几年来进行胡子鲇×革胡子鲇的杂交试验, 受精率和孵化率都在 85% 以上, 育苗成活率也达 80%。其 F_1 既保持了母本胡子鲇肉质好和抗寒力强的特点, 又具有父本革胡子鲇生长快的优势, 在与其它鱼类混养时亩产量达到 1500kg 以上, 其中杂种胡子鲇 1000 多 kg。我们认为这一杂交组合具有明显的利用价值。本文从形态学和细胞学上探讨杂种 F_1 与其双亲的关系。

材 料 和 方 法

1. 亲本来源 父本草胡子鲇和母本胡子鲇均在本所试验池培育。革胡子鲇原种来自埃及, 胡子鲇为本地种。

2. 杂交试验 用 HCG 催产, 每 100g 鱼体重使用 400—600 mg, 一次或分两次注

* 承蒙武汉大学周喆先生审阅原稿并提出宝贵意见, 谨致谢忱。
1988年3月14日收到。

射。用常规鱼类人工授精方法获得杂种受精卵和各亲本纯种受精卵,通过正常发育,培苗并养成商品鱼。

3. 形态学性状分析 按分类标准进行,数据经统计处理,并以杂种指数 (Hybrid index, 简 HI) 分析各性状,公式如下^[2]:

$$HI = \left[\frac{(Mh - Mf) \cdot 100}{Mm - Mf} - 50 \right] \cdot 2$$

其中 Mh 是杂种性状平均值, Mm 为父本性状平均值, Mf 为母本性状平均值。HI 表示杂种与亲本的相似程度, HI 为 0 值表示性状居双亲之中,正值表示偏向父本,负值则偏向母本,达到正或负 100 为完全偏向父本或母本,超出 100 为超亲偏离。

4. 染色体分析 染色体标本制作和分析参照邬国民等^[4]。减数分裂标本通过解剖成熟杂种雄鱼取精巢作常规压片制备。

5. 回交试验 杂种雌鱼配胡子鲇雄鱼和胡子鲇雌鱼配杂种雄鱼。

结 果

(一) 杂种胡子鲇及其亲本的形态学性状

统计 7 个可数性状中,胸鳍条数和腹鳍条数与双亲均相同,背鳍条数和臀鳍条数及鳃耙数偏近母本,脊椎骨数居间,仅尾鳍条数偏近父本。测量性状中背鳍基部长、臀鳍基部长、尾鳍长、头长、吻长、眼径、额凶门长和枕骨突长等 8 个性状的总长百分数其杂种指数为正值,且有 4 个超父偏离;体高、体宽、胸鳍棘长、眼间宽、枕凶门长和枕骨突宽等 6 个性状的总长百分数为杂种指数负值,其中 3 个超母偏离(表 1)。

此外,杂种鱼体色比母本黑,花色接近母本无显眼花斑,皮肤嫩滑、性情温顺等也象母本。

经测算(表 2),杂种肥满度为 1.1771,父本为 0.9143,母本则为 1.2287,其杂种指数为 -67.18,偏近母本。体长-体重关系式如下:

$$\text{杂种} \quad W = 0.0231L^{2.7788}, r = 0.8658。$$

$$\text{革胡子鲇} \quad W = 0.0199L^{2.7544}, r = 0.9228。$$

$$\text{胡子鲇} \quad W = 0.0787L^{2.3781}, r = 0.8453。$$

(二) 杂种的性腺

成熟个体的生殖孔发育正常。解剖雌、雄鱼各 30 尾发现雄性个体约 60% 其精巢不发育,仍呈细线状,40% 左右虽有精巢发育现象但表现畸形,如为水泡或肉瘤,即使个别有类似正常的单侧或一大一小两块精巢,也没有发现成熟精子。雌性个体都有卵巢发育,但多数只有单侧或一大一小,双边卵巢发育完全正常者极少。但各种卵巢均含有成熟卵。

(三) 杂种的核型

统计 300 个细胞得染色体众数(69.5%)为 $2N = 56$,可定杂种染色体数为 $2N = 56$ 。

表1 胡子鲇×革胡子鲇F₁与其亲本的形态学性状Tab. 1 Morphological characters of the hybrid (*C. fuscus* × *C. lazera*) and its parents

性 状 Characters	胡子鲇 <i>C. fuscus</i>	杂种 Hybrid	革胡子鲇 <i>C. lazera</i>	杂种指数 (HI) Hybrid index
背鳍条数 Dorsal fin rays	58(56—60)	64(62—68)	72(71—74)	-14.29
臀鳍条数 Anal fin rays	43(38—45)	47(45—49)	55(52—58)	-33.33
胸鳍条数 Pectoral fin rays	1,8	1,8	1,8	
腹鳍条数 Ventral fin rays	6	6	6	
尾鳍条数 Caudal fin rays	16(16—17)	19(18—21)	21(20—21)	+20.0
脊椎骨数 Vertebrae	55(52—57)	58(56—59)	61(60—62)	0
鳃耙数 Gill rakers	16(14—20)	29(26—32)	75(64—85)	-55.93

占总长的百分数 In % total length ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

体 高 Body height	14.98±0.25	13.93±0.25	11.89±0.52	-32.04
体 宽 Body width	13.74±0.16	14.39±0.29	12.55±0.62	-209.24
头 长 Head length	18.55±0.18	19.19±0.18	19.34±0.30	+62.03
背鳍基部长 Length of dorsal fin base	61.84±0.77	57.41±0.95	57.77±0.55	+117.69
臀鳍基部长 Length of anal fin base	42.36±0.43	38.54±0.47	38.73±0.55	+110.47
胸鳍棘长 Length of pectoral fin spine	7.98±0.15	7.97±0.10	7.87±0.18	-81.82
尾 鳍 长 Caudal fin length	11.85±0.21	12.59±0.13	13.12±0.28	+16.54
吻 长 Snout length	6.81±0.18	6.99±0.07	6.96±0.11	+140.0
眼 径 Eye diameter	2.07±0.04	2.01±0.03	2.01±0.05	+100.0
眼 间 宽 Interorbital space	9.64±0.17	9.86±0.28	8.75±0.13	-149.44
额 窗 门 长 Length of fonticulus frontalis	3.45±0.10	4.64±0.18	5.30±0.18	+28.65
枕 窗 门 长 Length of fonticulus occipitalis	2.07±0.04	2.87±0.03	1.50±0.06	-380.70
枕 骨 突 长 Length of occipital process	3.29±0.09	4.03±0.07	3.79±0.10	+196.0
枕 骨 突 宽 Width of occipital process	6.77±0.27	6.70±0.10	5.33±0.13	-90.28

按照 Levan 等^[6]的分类标准统计核型数据(表3),杂种染色体可明显地分为二大组,其一与母本的染色体组相一致,另一则与父本染色体组相一致^[4](图版 I:1—3)。

(四) 杂种精母细胞减数分裂

杂种雄性性腺能发育者也多脂肪化,精母细胞数量远远不及亲本,但仍有部分精母细

表 2 杂种胡子鲇及其双亲的肥满度

Tab. 2 Condition factor of the hybrid and its parents

	胡子鲇 <i>C. fuscus</i>	杂种 Hybrid	革胡子鲇 <i>C. lazera</i>	杂种指数 (HI) Hybrid index
样本数 N	29	50	30	
体重 (g) Body weight	60—140	65—245	95—300	
肥满度 Condition factor	1.2287	1.1771	0.9143	—67.18

胞通过减数分裂阶段(图版 I:8)。

在粗线期大部分染色体缠绕成团,但仍可见部分节段能够联会配对(图版 I:9)。在晚终变期到中期 I,可见有染色体单价体、二价体、三联体、四联体和多体。三联体多成链状,四联体有链状也有环状,而多价体则有的为长链,有的为大环或成一团(图版 I:4—7)。统计了分别来自 4 尾雄鱼的 20 个细胞,发现杂种单价体约 5 个,二价体约 3 个,三联体约 1 个,四联体约 1 个以及多价体约 4 个(表 4)。从编号为 3、4、11 和 17 的分裂相可见,凡多价体数目较少时,单价体数目就增多。

(五) 回交试验

雄性杂种与雌性胡子鲇回交不能产生后代,雌性杂种与雄性胡子鲇回交可以产生少量后代且成活率很低,生长缓慢。回交后代的研究尚待深入进行。

讨 论

(一) 杂种在形态上表现了双亲的特点,有的性状表现父、母本的中间特性,如脊椎骨数;有的性状偏向母本,如某些可数性状;有的性状偏向父本如枕骨突长、吻长等,表明双亲的基因在 F_1 得到不同程度的表达,为后代形成杂种优势提供了可能性。

体型性状中虽有一半偏向父本和一半偏向母本,但对体型影响较大的体高、体宽和头长等性状均偏向母本,这就使杂种的体型外观较象母本,形成身体较短(相对于革胡子鲇)、较肥厚的体型,这与肥满度测算的结果相一致。这一特点在养殖上有重要意义,由于肥满度大,可以形成较大的商品价值。

此外,由于杂种的枕骨突长度偏向父本而宽度偏向母本,可以作为辨别特征,具有分类学意义。

(二) 杂种核型由于包含双亲的染色体组,难以找到对应的同源染色体,但据测得数据可大致分为二大组,将其与亲本的核型^[1]对照,其中 F 组可以对应于胡子鲇, L 组可以对应于革胡子鲇。它们之间较接近但不完全相同,特别是在 C 组染色体中,杂种的 F 组有 5 条染色体完全无短臂,但在胡子鲇核型中只有 3 条。另外,所测数据的离散程度普遍比亲本大。这种差异形成的原因,可能是在杂种细胞中染色体收缩不如在亲本中那么均一,以及其它某些原因^[3]。

表 3 胡子鲇×革胡子鲇 F₁ 组型分析数据^① ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)
 Tab. 3 Data of the karyotype analyses of *C. fuscus* × *C. lazera*. ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

A 组 Group A				B 组 Group B				C 组 Group C						
编 号 No.	臂 比 Arm ratio		相对长度 Relative length		编 号 No.	臂 比 Arm ratio		相对长度 Relative length		编 号 No.	臂 比 Arm ratio		相对长度 Relative length	
	F 组* Group F	L 组 Group L	F 组 Group F	L 组 Group L		F 组 Group F	L 组 Group L	F 组 Group F	L 组 Group L		F 组 Group F	L 组 Group L	F 组 Group F	L 组 Group L
A ₁	1.20±0.13	1.31±0.06	4.20±0.14	4.46±0.20	B ₁	2.01±0.09	1.95±0.11	5.11±0.16	5.46±0.14	C ₁	4.03±0.08	3.46±0.12	4.45±0.22	4.92±0.09
A ₂	1.26±0.08	1.28±0.09	3.82±0.17	4.13±0.11	B ₂	2.28±0.07	2.03±0.08	4.93±0.13	4.55±0.12	C ₂	4.01±0.23	∞	3.91±0.18	4.81±0.22
A ₃	1.11±0.17	1.12±0.13	3.80±0.18	4.10±0.20	B ₃	2.51±0.18	2.56±0.17	4.23±0.18	4.48±0.20	C ₃	∞	4.52±0.31	3.90±0.14	4.09±0.14
A ₄	1.21±0.18	1.42±0.21	3.75±0.11	3.46±0.17	B ₄	2.49±0.15	1.88±0.22	4.15±0.09	3.90±0.15	C ₄	∞	∞	3.73±0.15	3.91±0.28
A ₅	1.35±0.15	1.25±0.18	3.41±0.21	3.42±0.16	B ₅	2.01±0.09	2.01±0.12	4.08±0.12	3.73±0.19	C ₅	∞	6.25±0.32	3.40±0.24	3.68±0.23
A ₆	1.25±0.06	1.15±0.11	3.38±0.09	3.25±0.13	B ₆	2.45±0.16	1.80±0.18	3.63±0.19	3.39±0.12	C ₆	∞ ^②	5.23±0.26	3.26±0.17	3.23±0.31
A ₇	1.13±0.12	1.23±0.14	3.26±0.15	3.23±0.15	B ₇	1.85±0.13	2.31±0.15	3.58±0.10	3.12±0.20	C ₇	∞	∞ ^②	2.38±0.26	2.34±0.25
A ₈	1.18±0.11	1.21±0.08	3.03±0.19	3.12±0.24	B ₈	2.48±0.20	2.01±0.25	3.01±0.21	3.08±0.16	C ₈	5.12±0.28	∞	2.23±0.28	2.23±0.18
A ₉	1.22±0.12	1.61±0.23	2.86±0.08	2.92±0.21	B ₉	1.93±0.08	1.81±0.18	2.93±0.14	2.63±0.13					
A ₁₀		1.26±0.17		2.70±0.15	B ₁₀	1.84±0.13		2.91±0.16						
A ₁₁		1.09±0.10		2.63±0.19	B ₁₁	1.83±0.15		2.90±0.08						
				2.26±0.09	B ₁₂	2.03±0.12		2.26±0.09						

① 杂种核型分为二大组,即F组和L组; The karyotype of the hybrid is divided into two groups, i. e., group F and group L
 ② 不包括随体; Satellite is excluded

表 4 胡子鲇×革胡子鲇 F_1 精母细胞减数分裂中不同价数染色体数目
 Tab. 4 Number of the chromosomes with different valences in metaphase I in the spermatocytes of the F_1 hybrid

细胞号 No.	单价体 Univalent	二价体 Bivalent	三联体 Trimer	四联体 Quadruplet	多价体 Multivalent
1	4	3	1	1	4
2	5	3	2	1	4
3	6	1	0	2	3
4	9	5	0	1	3
5	6	3	0	1	4
6	2	3	1	2	4
7	3	2	1	1	4
8	4	3	2	1	4
9	5	2	1	1	4
10	3	1	1	2	4
11	8	3	0	1	3
12	3	2	1	2	4
13	4	4	1	1	4
14	5	4	0	1	4
15	6	3	0	2	4
16	6	2	1	1	4
17	7	3	0	2	3
18	4	4	0	2	4
19	5	4	1	1	4
20	3	3	1	2	4
平均值 ±S \bar{x}	4.9±0.4	2.9±0.2	0.7±0.2	1.4±0.1	3.8±0.1

在亲本核型中曾观察到有可能是性染色体的异型染色体¹⁰,这在杂种中并不明显,原因可能是杂种核型中无同源染色体作为参照故难以确定。另外,染色体收缩不均也是难以观察的原因。

(三) 减数分裂中约有 5 条染色体不能与其它染色体配对而成为单价体。有约 3 条二价体表明两亲本染色体组中各有 3 条染色体相互之间具有足够长的同源节段,从而能够正常配对。三联体和四联体各约 1 个,成环状或链状,这是染色体相互易位造成的。剩下约有 36 条染色体形成 4 个多体,这很可能是染色体间多重相互易位造成的。据此,我们推测胡子鲇核型和革胡子鲇核型共同起源于一原始核型,由于地理隔离和自然选择造成类型、形态和生理上明显差异。而形成这种差异的直接原因就在于它们的核型由于染色体畸变(可能主要以易位形式)而产生越来越深的歧化。

(四) 关于杂种的育性问题,国内外有多篇报道^{14,15},许多作者从各种不同角度探讨了杂种不育、全育和半不育的原因。一般认为杂种的育性取决于双亲的核型在形态上和性质上的相似程度,特别是管瑞光等¹⁵在分析鲤、鲫的核型之后认为鲤×鲫杂种半不育(雄性不育)的原因可能在于亲本分别存在 XY 性别决定机制,并推测鲤、鲫分别具有一对异型性染色体。胡子鲇×革胡子鲇也与鲤×鲫杂种类似,为雄性不育,这一现象支持胡子鲇和革胡子鲇具有 XY 性染色体的推测。

胡子鲇×革胡子鲇雄性不育在鲇鱼育种上有很大意义。从杂种减数分裂可见,两亲本染色体组同源节段较多,这些节段能够相互配对从而有可能产生相当数量的交换,在回交群体中很有可能获得具有优良性状组合的个体。而且由于亲本的核型相似程度高,进一步推测回交群体的育性可能会较快得到恢复,而性状也较易于固定。

(五) 综上所述,由于杂种鱼在形态上具有双亲的性状表型特征,核型上具有双亲的染色体组,所以该杂种应为真正的胡子鲇×革胡子鲇杂种。

参 考 文 献

- [1] 邬国民等,1986。四种胡子鲇核型的比较研究。遗传学报,13(3): 213—220。
- [2] 张兴忠等,1988。鱼类遗传与育种。p. 169。农业出版社。
- [3] 吴政安,杨慧一,1980。鱼类细胞遗传学的研究。遗传学报,7(4): 370—375。
- [4] 林义浩,1985。团头鲂×长春鲮两性全育原因的探讨。水产学报,9(1): 63—69。
- [5] 晷瑞光、宋 峥,1980。鲤、鲫、鲢、鳙染色体组型的分析比较。遗传学报,7(1): 72—77。
- [6] Levan, A., Fredag, K. and Sandberg A. A., 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52(2):201—220.

ANALYSIS AND COMPARISON OF MORPHOLOGY AND CYTOLOGY BETWEEN THE F₁ HYBRID CATFISH (*CLARIAS FUSCUS* × *C. LAZERA*) AND ITS PARENTS

Wu Guomin, Luo Jianren, Chen Kunci, Xian Chibin and Lin Guoguang
(Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Guangzhou 510380)

Wang Zhengxun, Lin Zhaoping, Luo Junlie and Pan Kunqing
(Biology Department, Guangzhou Teachers' College, 510400)

Abstract

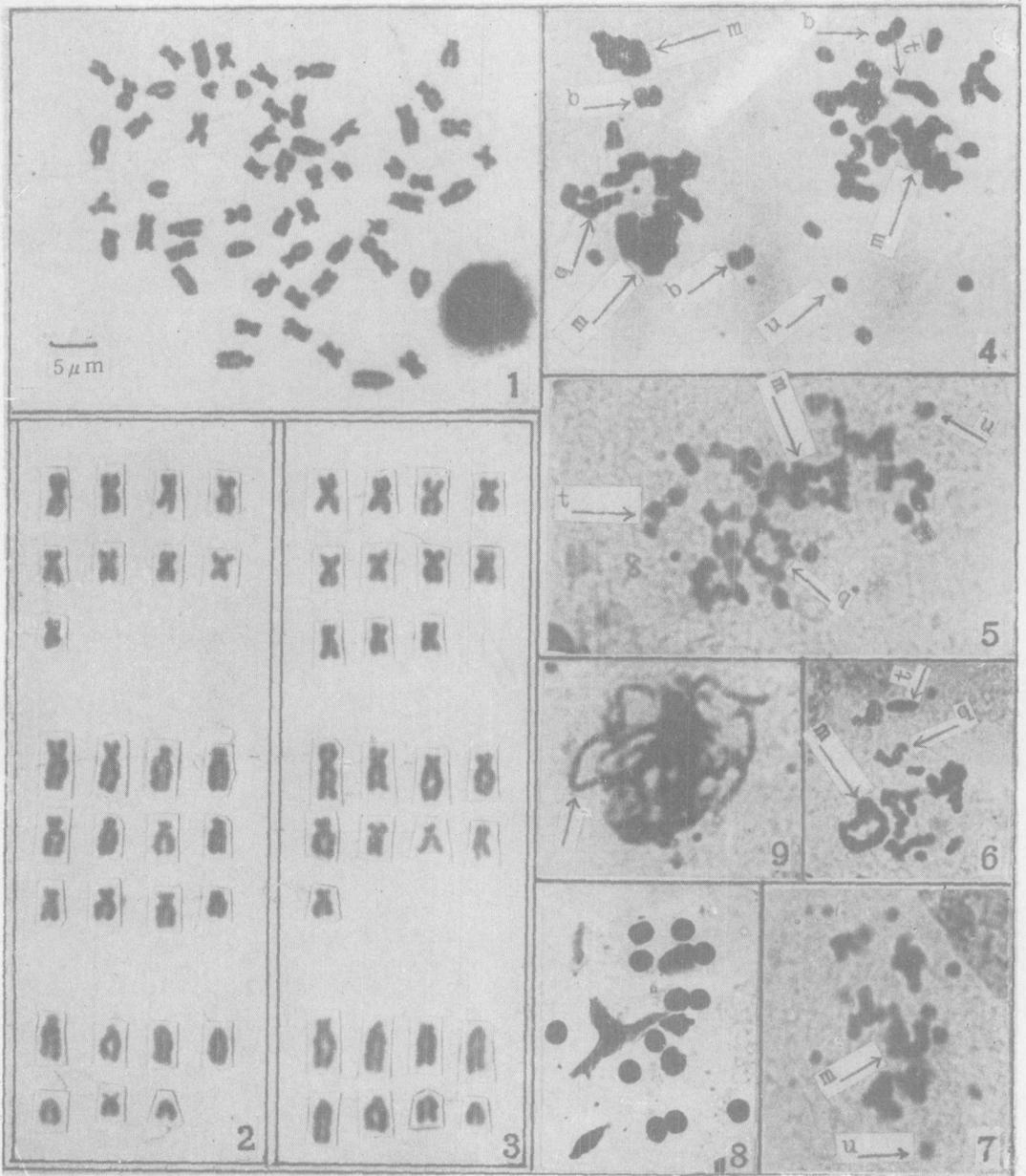
Analysis and comparison of morphology and cytology were made between the F₁ hybrid catfish (*C. fuscus* × *C. lazera*) and its parents using conventional and karyotype analysis methods. The results are as follows:

Almost all morphological traits of the hybrid show the characteristics of both parents. The hybrid is closer to the female parent (*C. fuscus*) in 3 countable characters and 6 typological characters, and to the male parent (*C. lazera*) in one countable character and 8 typological characters. Some important typological characters, e.g., body height/total length and body width/total length, in the hybrid are closer to those in the female parent. The hybrid is also similar to the female parent in condition factor. The male hybrid is sterile.

The karyotype of the hybrid has the characteristics of both parents. The chromosomes (2N=56) can be classified into 2 groups i.e., group F and group L, which have the same chromosome sets of the female and male parent respectively. Some univalents, bivalents and multivalents in ring or chain shape are observed in metaphase I in the hybrid.

Some problems about the evolution of the parent's karyotype and the factor causing the sterility of the male hybrid are also discussed.

Key words *Clarias fuscus* × *C. lazera*, *C. fuscus*, *C. lazera*, Morphology, Cytology, Karyotype



1—3. 杂种核型(2. F组, 3. L组); 4—7. 减数分裂中期 I, 箭头表示: 单价体 (u), 二价体 (b), 三联体 (t), 四联体 (q), 多体 (m); 8. 精核; 9. 粗线期示联会节段(箭头)
 1—3. Karyotype of *C. fuscus* × *C. lazera* (2. group F, 3. group L); 4—7. Metaphase I, arrows: univalent (u), bivalent (b), trimer (t), quadruplet (q) and multivalent (m); 8. Sperm-nuclei; 9. Pachytene (stage), showing synapsis section (arrow)