**第二节 基因的自由组合规律**

一、教学目标

(1)孟德尔两对相对性状的杂交试验

(2)两对相对性状与两对等位基因的关系

(3)两对相对性状的遗传实验，F2中的性状分离比例[来源:Z\*xx\*k.Com]

(4)基因的自由组合定律及其在实践中的应用

二、重难点、重点：

1.重点：

(1)对自由组合现象的解释。

(2)基因的自由组合定律的实质。

(3)孟德尔获得成功的原因

2.难点：

对自由组合现象的解释。

三、板书设计：

(一)两对相对性状的遗传试验

(二)对自由组合现象的解释

(三)对自由组合现象解释的验证

(四)基因自由组合定律的实质

四、教学过程：

导言：孟德尔发现并总结出基因的分离定律，只研究了一对等位基因控制的一对相对性状的遗传。但任何生物都不是只有一种性状，而是具有许多种性状，如豌豆在茎的高度上有高茎和矮茎；在种子的颜色上有黄色和绿色；在种子的形状上有圆粒和皱粒；在花的颜色上有红色和白色等等。那么，当两对或两对以上的相对性状同时考虑时，它们学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！又遵循怎样的遗传规律呢?孟德尔通过豌豆的两对相对性学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！状杂交试验，总结出了基因的自由组合定律。

(一)两对相对学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！性状的遗传试验

学学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！生活动:阅读并分析教材。

教师列出如下讨论题纲:

(1)孟德尔以豌豆的哪两对相对性状进行实验的?

(2)Fl代的表现型是什么?说明了什么问题?[来源:学。科。网]

(3)F2代的表现型是什么?比值是多少?为什么出现了两种新的性状?

(4)分析每对性状的遗传是否遵循基因的分离定律?

学生展开热烈的讨论并自由回答，教师不忙于评判谁对谁错，出示挂图“黄色圆粒豌豆和绿色皱粒豌豆的杂交试验”，对实验过程和结果进行指导分析:

(1)相对性状指同一生物同一性状的不学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！同表现类型，不能把黄与圆、绿与皱看作相对性状。

(2)Fl代全为黄色圆粒，说明黄色对绿色为显性，圆粒对皱粒为显性。

(3)F2代有四种表现型:黄色圆粒、黄色皱粒、绿色圆粒、绿色皱粒，前后代比较发现，出现了亲代不曾有的新性状--黄色皱粒和绿色圆粒，这又恰恰是两亲本不同性状的重新组合类型。这四种表现型比为9∶3∶3∶l，恰是(3∶1)2的展开，表明不同性状的组合是自由的、随机的。那么，孟德尔是如何解释这一现象的呢?

(二)对自由组合现象的解释

学生活动:阅读并分析教材。教师列出如下讨论题纲:

(1)孟德尔研究控制两对相对性状的基因是位于一对还是两对同源染色体上?[来源:学|科|网]

(2)孟德尔假设黄色圆粒和绿色皱粒两纯种亲本的基因型是什么?推出Fl代的基因型是什么?

(3)F1代在产生配子时，两对等位基因如何分配到配子中?产生几种配子类型?

(4)F2代的基因型和表现型各是什么?数量比为多少?

学生讨论、总结归纳并争先恐后回答，教师给予肯定并鼓励。

教师强调:

(1)黄色圆粒和绿色皱粒这两对相对性状是由两对等位基因控制的，这两对等位基因分别位于两对不同的同源染色体上，其中用Y表示黄色，y表示绿色；R表示圆粒，r表示皱粒。因此，两亲本的基因型分别为：YYRR和yyrr。板图显示:

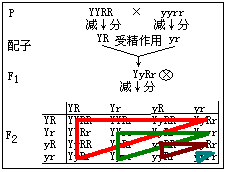
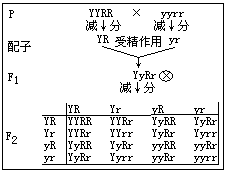
它们的配子分别是YR和yr，所以Fl的基因型为YyRr，Y对y显性，R对r显性，所以Fl代全部为黄色圆粒。

(2)F1代产生配子时，Y与y、R与学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！r学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！要分离，孟德尔认为与此同时，不同对的基因之间可以自由组合，也就是Y可以与R或r组合，y也可以与R或r组合。

教师使用多媒体课件，让学生在动态中理解等位基因的分离和不同对基因之间的组合是彼此独立的、互不干扰的。所以F1产生的雌雄配子各有四种,即YR、Yr、yR、yr，并且它们之间的数量比接近于学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！l∶1∶1∶l。

(3)受精作用时，由于雌雄配子的结合是随机的。因此，结合方式有16种，其中基因型有9种，表现型有4种。

学生活动:自己推演黄色圆粒豌豆和绿色皱粒豌豆的杂交试验分析图解，并归纳总结F2代的基因型和表现型的规律，由一学生上黑板完成，结果如下左图:



师生对F2代进行归纳，得出这样的三角规律来。

a.四种表现型出现在各三角形中，如上右图:

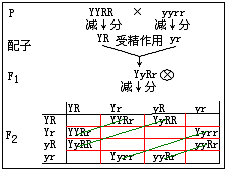
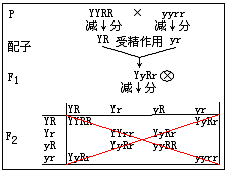
黄色圆粒(Y—1)出现于最大的三角形的三角和三边上(YYRR、YYRr、YyRR、YyRr)；

黄色皱粒(Y—rr)出现于次大三角形的三个角上(YYrr、Yyrr)；

绿色圆粒(yyR\_)出现于第三大三角形的三个角上(yyRR、yyRr)；

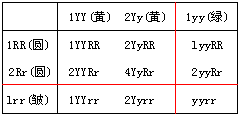
绿色皱粒(yyrr)出现于小三角形内(yyrr)。

b.基因型:九种基因型中的纯合体(YYRR、YYrr、yyRR、yyrr)与两对基因的杂合体(YyRr)各位于一对角线上，如下左图:



一对基因的杂合体以纯合体对角线为轴而对称，见上右图:

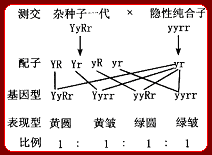
c.九种基因型可作如下规律性的排列(用F2中两对基因组合方式及比率相乘的方法得出如下结果)，每种基因型前的系数即为其比例数，见下表:



(三)对自由组合现象解释的验证

提问:什么叫测交?

学生回答:是用F1代与亲本的隐性类型杂交。目的是测定F1的基因型。请一位学生到黑板上仿照分离定律的测交验证模式，写出测交及其结果的遗传图解。

教师指导:这是根据孟德尔学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！对自由组合现象的解释。从理论上推导出来的结果，如果实验结果与理论推导相符，则说明理论是正确的，如果实验结果与理论推导不相符，则说明这种理论推导是错误的，实践才是检验真理的惟一标准。

学生活动:阅读教材P31。孟德尔用F1作了测

交实验，实验结果完全符合他的预想。证实了他[来

理论推导的正确性。

设疑:用F1(YyRr)作母本和父本测交的试验结

果怎样呢?

学生争先恐后推演，教师出示投影，比较测[来源:Z,xx,k.Com]

交结果，师生结论是:两种情况是相同的，这说明

F1在形成配子学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！时，不同对的基因是自由组合的。

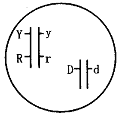
(四)基因自由组合定律的实质[来源:学科网ZXXK]

教师介绍:豌豆体细胞有7对同源染色体，控制颜色的基因(Y与y)位于第l对染色体上，控制形状的基因(R与r)位于第7对染色体上。

学生活动:观看减数分裂多媒体课件。巩固在减数分裂过程中，同源染色体分离的同时，非同源染色体自由组合，从而理解位于非同源染色体上的非等位基因之间的动态关系，即非等位基因的分离或组合是互不干扰的。

设疑:如果在同一对同源染色体上的非等位基因能不能自由组合?

学生展开热烈讨论。

教师出示投影，显示如图:

思考:在此图中哪些基因能自由组合?哪些不能自由组合?为什么?

学生回答:YR与D或d能自由组合，yr与D或d能自由组合，Y不能与R或r组合，y不能与R或r组合。因为在减数分裂过程中，同源染色体要分离，等位基因也要分离，只有非同源染色体上的非等位基因才自由组合。

设疑:基因的分离定律和自由组合定律有哪些区别和联系呢?

教师出示投影表格，由学生讨论完成。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基因的分离定律和自由组合定律的比较 | | |
| 项目\ 规律 | 分离定律 | 自由组合定律 |
| 研究的相对性状 | 一对 | 两对或两对以上[来源:学§科§网Z§X§X§K] |
| 等位基因数量及在  染色体上的位置 | 一对等位基因位于一对同源染色体上 | 两对(或两对以上)等位基因分别位于不同的同源染色体上 |
| 细胞学基础 | 减数第一次分裂中同源染色体分离 | 减数第一次分裂中非同源染色体自由组合 |
| 遗传实质 | 等位基因随同源染色体的分开而分离 | 非同源染色体上的非等位基因自由组合 |
| 联系 | 分离定律是自由组合定律的基础(减数分裂中，同源染色体上的每对等位基因都要按分离定律发生分离，而非同源染色体上的非等位基因，则发生自由组合)。 | |

基因自由组合定律在实践中的应用

学生阅读课本教师叙述：

一．指导杂交育种：可根据需要，把具有不同优良性状的两个亲本的优良性状组合到一起，

原理：通过基因重组，培育具有多个优良性状的新品种，如小麦

矮杆、不抗病×高杆、抗病 矮杆抗病新品种（纯合体）

二．提供遗传病的预测和诊断的理论依据：人们可根据基因的自由组合定律分析家系中两种或两种以上遗传病后代发病的概率。[来源:学+科+网]

原理：根据基因的自由组合定律来分析家系中两种遗传病同时发病的情况，并且推断出后代的基因型和表现型以及它们出现的概率，为遗传病的预测和诊断提供理论依据

三．解题过程：

1、怎样理解基因分离定律？

答：基因分离定律是关于等位基因的遗传定律。要理解掌握基因分离定律，必须要搞懂下面关于等位基因的五个要点：

⑴存在：存在于杂合子的所有体细胞中。

⑵位置：位于一对同源染色体的同一位置上。

⑶特点：能控制一对相对性状，具有一定的独立性。

⑷分离的时间：减数分裂的第一次分裂的后期。

⑸遗传行为（基因分离定律的中心内容）：随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

2．基因分离定律与基因自由组合定律有什么关系？

答：基因自由组合定律的实质是：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的。在进行减数分裂形成配子的过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离，同时非同源染色体上的非等位基因自由组合。从实质中可知，“非同源染色体上的非等位基因自由组合”的前提是“同源染色体上的等位基因彼此分离”。因此基因的分离定律是基因自由组合定律的基础。

3．显、隐性性状的判断

判断相对性状中的显、隐性性状的方法主要有下两种：

⑴根据显、隐性性状的概念来判断。具有相对性状的亲本杂交，若子一代只显现亲本的一个性状，则子一代所显现出来的那个性状为显性性状，未显现出来的性状为隐性性状。

例题：下表是大豆的花色四个组合的遗传实验结果。根据哪个组合能判断出显性的花色类型？[来源:学,科,网Z,X,X,K]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 组合[来源:Zxxk.Com] | 亲本表现型[来源:Z,xx,k.Com][来源:学+科+网Z+X+X+K] | F1的表现型和植株数目 | |
| 紫花 | 白花 |
| 一 | 紫花×白花 | 405 | 411 |
| 二 | 紫花×白花 | 807 | 0 |
| 三 | 紫花×紫花 | 1240 | 413 |
| 四 | 紫花植株自交 | 1245 | 417 |

具有相对性状的亲本组合只有组一和组二，组一子一代有二种表现型，不符合上述条件；组二子一代只显现亲本的一个性状，因此由组二可判断紫花为显性性状，白花为隐性性状。

⑵根据性状分离的现象来判断。两亲本表现同一性状，子一代中出现了性状分离的现象，则亲本所表现的性状为显性性状，子一代新出现的那个性状为隐性性状；如上例题中的“组三”就是这种情况。或某亲本自交，子一代出现了性状分离的现象，则这一亲本所表现的性状为显性性状，子一代学科网(www.zxxk.com)--教育资源门户，提供试卷、教案、课件、论文、素材及各类教学资源下载，还有大量而丰富的教学相关资讯！新出现的那个性状为隐性性状；如上例题中的组四。

4．解答与基因自由组合定律有关题的一种方法—分枝法

有关基因自由组合定律的遗传应用题常涉及两对、三对或更多对的等位基因，在分析时，可先考虑一对等位基因的遗传情况，然后把各对等位基因的遗传情况根据乘法原理组合起来。

5、应用分离定律解决自由组合问题

思路：将自由组合问题转化为若干个分离问题。

某个体产生配子的类型数等于各对基因单独形成的配子种类数的乘积；

子代基因型或表现型种类数=各对基因单独自交时产生的基因型或表现型种类数的乘积；

子代中个别基因型或表现型所占比例等于该个别基因型或表现型中各对基因型或表现型出现几率的乘积；

题型：

① 求配子：纯合体只产生一种配子：AA→ ；AAdd→ ；

杂合子：2n （ n为等位基因的数量（对））如：Aa有21种，AaRrTT有 种

两亲本杂交，求配子间的结合方式。先求各自产生几个配子，再做乘法。如AaBbCc与AaBbCC杂交中配子结合方式有8×4=32种。

② 由亲代基因型求子代表现型或基因型及概率：

∵ 每对性状遗传都遵循基因的分离定律（3：1），即F2中，黄：绿＝3：1圆：皱＝3：1

∴ 先分别将每对基因拆开计算，再用相乘法可快速求得任一子代基因型的概率

w.w.w.k.s.5.u.c.o.m

www.ks5u.com