

一、选择题：本题共 15 小题，每小题 2 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. LD（脂滴）是最新发现的一种新型细胞器，主要储存脂肪等脂质。哺乳动物的 LD 还具有蛋白质介导的抗菌能力：在响应侵入机体的 **LPS（细菌脂多糖）** 时，多种宿主防御蛋白会在 LD 上组装成复杂的簇，以应对细菌的侵袭。LPS 能抑制 LD 内脂质在线粒体内的降解，同时增加 LD 与细菌的接触。下列说法正确的是
- A. LD 可能是由磷脂双分子层（**单层**）包裹而成的细胞器
 - B. LPS 含有 C、H、O 元素，其合成部位是内质网
 - C. LD 可作为组织和细胞使用防御蛋白杀死细胞内病原体的细胞器**
 - D. LPS 是由哺乳动物细胞产生的信号分子，可抑制 LD 内脂质的代谢
2. 真核细胞内质网和线粒体外膜之间有四种关键蛋白构成的衔接点，去除该结构中的任何一种蛋白质都将导致衔接点分解，并引发内质网和线粒体之间磷脂、 Ca^{2+} 等物质的交换速率下降。下列叙述正确的是
- A. 用高倍镜才能清楚观察到内质网和线粒体之间的衔接点
 - B. 衔接点可能与线粒体膜生成及生物膜之间的信息交流有关**
 - C. 衔接点可正确引导内质网中的**葡萄糖进入线粒体**氧化分解
 - D. 高尔基体与内质网之间也是以衔接点（**囊泡**）建立结构与功能的联系

3. 下列关于生物学知识的叙述，正确的是

- ①水分子之间的氢键使水具有较高的比热容，有利于维持生命系统的稳定性 (✓)
- ②罗伯特森用电镜看到了细胞膜亮—暗—亮 (暗-亮-暗) 的三层结构，该照片不是物理模型
- ③探索酶本质时，萨姆纳用丙酮作溶剂从刀豆种子中提取出脲酶并证明其是蛋白质 (✓)
- ④包扎伤口时，选用松软的创可贴，是为了让伤口处细胞进行有氧呼吸 (防止破伤风杆菌无氧呼吸)
- ⑤堆放的干种子内部会变潮发热，原因是种子进行有氧呼吸和无氧呼吸时，都产生了水和热量

A. 1 项

B. 2 项

C. 3 项

D. 4 项

4. 水淹时，玉米根细胞由于较长时间进行无氧呼吸导致能量供应不足，使液泡膜上的 H^+ 转运减缓，引起细胞质基质内 H^+ 积累，无氧呼吸产生的乳酸也使细胞质基质 pH 降低。pH 降低至一定程度会引起细胞酸中毒。细胞可通过将无氧呼吸过程中的丙酮酸产乳酸途径转换为丙酮酸产酒精途径，延缓细胞酸中毒。下列说法正确的是

A. 正常玉米根细胞细胞质基质 pH 高于液泡 pH

B. 无氧呼吸导致能量供应不足的原因是丙酮酸中的能量大部分以热能形式散失 (储存在酒精或乳酸中)

C. 转换为丙酮酸产酒精途径时释放的 ATP 增多 (无 ATP 产生) 以缓解能量供应不足

D. 转换为丙酮酸产酒精途径时消耗的 [H] 增多 (相同) 以缓解酸中毒

5. 我国科研人员在实验室中首次实现了从 CO_2 到淀粉的非自然全合成。研发团队利用化学催化剂将高浓度 CO_2 在高密度氢能作用下还原成一碳 (C_1) 化合物，再将一碳化合物聚合成三碳 (C_3) 化合物，进而聚合成六碳 (C_6) 化合物，进一步合成直链和支链淀粉 (C_n 化合物)。下列说法正确的是
- A. 可采用放射性同位素 ^{18}O 研究淀粉合成过程 CO_2 中氧的转移途径
 - B. 光合作用与淀粉合成新途径中， C_3 化合物的来源和去路均 (不) 相同
 - C. 光合作用与淀粉合成新途径中，能量转换方式和还原剂作用对象均存在差异
 - D. 直链淀粉和支链淀粉的区别在于组成它们的单体的排列顺序不同 (结构不同)

淀粉

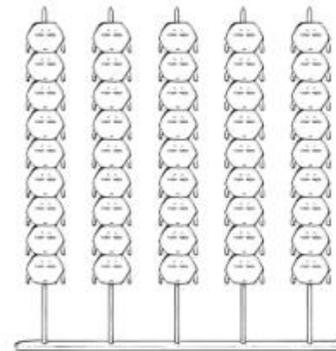
1. 如果把葡萄糖分子，看成是这样的六边形小颗粒，



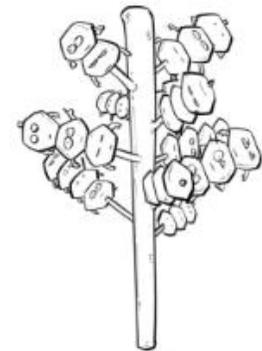
2. 用化学键把它们连起来，就变成了淀粉。



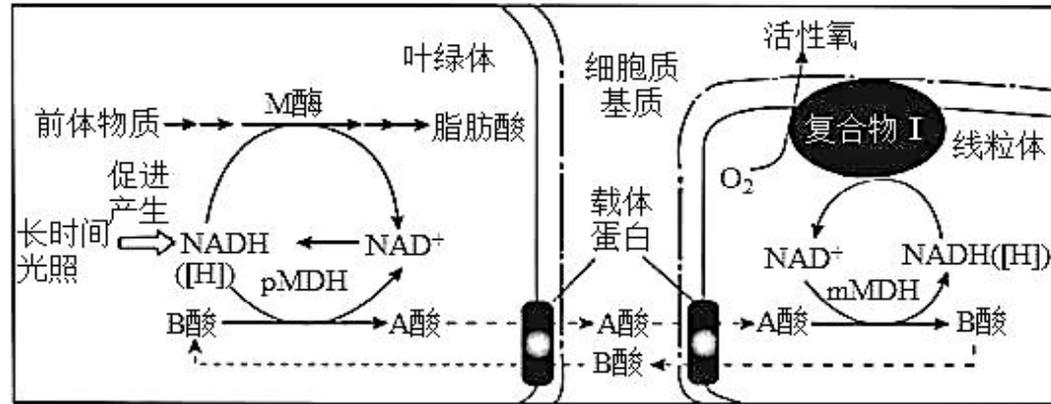
3. 如果葡萄糖排成一条条长线，没啥分叉，就叫直链淀粉；



4. 如果它们交叉着排列，类似树枝，就叫支链淀粉。



6. 某拟南芥突变植株长时间光照下会因细胞凋亡而引起叶片黄斑。植物学家分析发现，叶绿体中 pMDH 酶、线粒体中 mMDH 酶和线粒体内膜复合物 I（催化有氧呼吸第三阶段的酶）等均参与促进活性氧的生成，从而促进细胞凋亡过程。下图是其细胞的部分代谢过程，下列叙述错误的是



- A. 叶绿体不仅可以合成糖类，也可以合成脂肪的组分
- B. A 酸-B 酸的稳态与平衡有利于植物的正常生长
- C. 该突变植株叶肉细胞中的脂肪酸含量比正常植株细胞中的低
- D. 图中 M 酶活性增强（降低）可能是该突变植株产生叶片黄斑的原因

7. 果蝇的棒眼与正常眼由 X 染色体上的基因 A、a 控制；长翅与残翅由常染色体上的基因 B、b 控制。某科研小组用一对表型都为棒眼长翅的雌雄果蝇进行杂交，实验前对其中一只果蝇进行了 X 射线处理，致使其产生的某种配子不具备受精能力。随后进行多次实验，得到如下结果 (5:3:3:1)。下列说法错误的是

P	棒眼长翅雄蝇 × 棒眼长翅雌蝇			
	↓			
F ₁	棒眼长翅	正常眼长翅	棒眼残翅	正常眼残翅
雌	4	0	2	0
雄	1	3	1	1

- A. 果蝇眼形和翅型的遗传遵循基因的自由组合定律
- B. 亲本雌雄果蝇的基因型分别为 BbX^AX^a、BbX^AY
- C. 若未经过 X 射线处理，理论上 F₁ 棒眼长翅果蝇中雌雄之比为 2: 1
- D. 经过 X 射线处理后，可能是基因型为 BX^A 的雄配子失活

8. 果蝇的红眼对白眼为显性，为伴 X 染色体遗传，灰身与黑身、长翅与截翅各由一对基因控制，显隐性关系及其位于常染色体或 X 染色体上未知。纯合红眼黑身長翅雌果蝇与白眼灰身截翅雄果蝇杂交，F₁ 相互交配，F₂ 中体色与翅型的表型及比例为灰身長翅：灰身截翅：黑身長翅：黑身截翅=9：3：3：1。F₂ 表型中不可能出现

(由题可知，F₂ 中体色与翅型的表现型及比例为灰身長翅:灰身截翅:黑身長翅:黑身截翅=9:3:3:1，说明控制这两对性状的两对等位基因的遗传符合基因的自由组合定律，这两对基因位于非同源染色体上。可能两对基因分别位于两对常染色体上或者一对基因位于常染色体上，另一对位于 X 染色体上。)

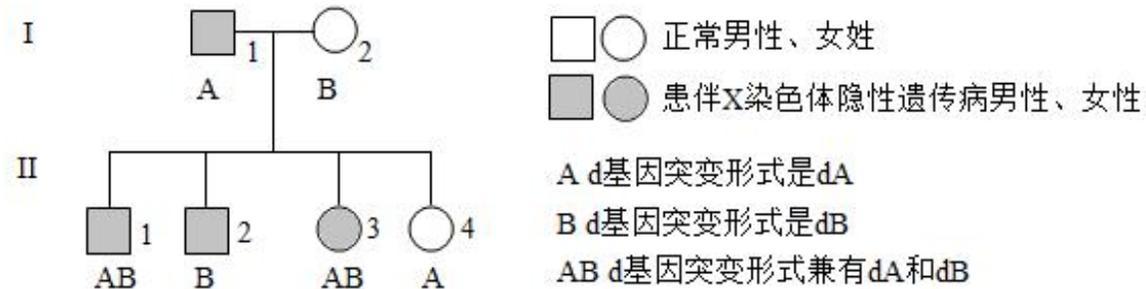
A. 黑身全为雄性 (若位于 X 染色体上， $X^aX^a \times X^AY \rightarrow X^AX^a$ 、 $X^aY \rightarrow X^AX^a$ 、 X^aX^a 、 X^AY 、 X^aY ，黑身雌雄均有；若位于常染色体上，体色与性别无关)

B. 截翅全为雄性 (若位于 X 染色体上， $X^BX^B \times X^bY \rightarrow X^BX^b$ 、 $X^BY \rightarrow X^BX^B$ 、 X^BX^b 、 X^BY 、 X^bY ，截翅全为雄性；若位于常染色体上，翅型与性别无关)

C. 长翅全为红眼 (若位于 X 染色体上，长翅基因与红眼基因连锁， $X^{BD}X^{BD} \times X^{bd}Y \rightarrow X^{BD}X^{bd}$ 、 $X^{BD}Y \rightarrow X^{BD}X^{BD}$ 、 $X^{BD}X^{bd}$ 、 $X^{BD}Y$ 、 $X^{bd}Y$)

D. 截翅全为白眼 (若位于 X 染色体上，截翅基因与白眼基因连锁， $X^{BD}X^{BD} \times X^{bd}Y \rightarrow X^{BD}X^{bd}$ 、 $X^{BD}Y \rightarrow X^{BD}X^{BD}$ 、 $X^{BD}X^{bd}$ 、 $X^{BD}Y$ 、 $X^{bd}Y$)

9. 某伴 X 染色体隐性遗传病的系谱图如下，基因检测发现致病基因 d 有两种突变形式，记作 dA 与 dB。II₁ 还患有先天性睾丸发育不全综合征（性染色体组成为 XXY）。不考虑新的基因突变和染色体变异，下列分析正确的是

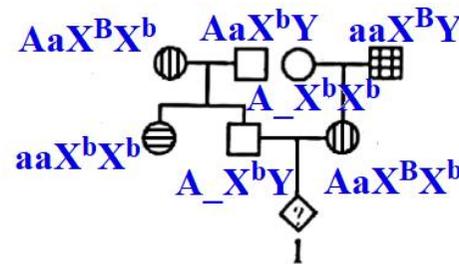


- A. II₁ 性染色体异常 ($X^{dA}X^{dB}Y$)，原因是I₁ 减数分裂II (I) 时 X 染色体与 Y 染色体不分离
- B. II₂ 与正常女性 (基因型未知) 婚配，所生子女患该伴 X 染色体隐性遗传病的概率是 1/2
- C. II₃ 与正常男性婚配，所生儿子患该伴 X 染色体隐性遗传病的概率是 1 ($X^{dA}Y$ 或 $X^{dB}Y$)
- D. II₄ 与正常男性婚配，所生子女不患该伴 X 染色体隐性遗传病 ($1/4X^{dA}Y$)

10. 某家族有甲、乙两种单基因遗传病，其中一种病的致病基因位于 X 染色体上。控制甲病的基因用 A/a 表示，某遗传标记与 A 或 a 基因紧密连锁。图 1 是该家族的遗传系谱图，图 2 是家族中部分个体 DNA 标记成分(N1、N2)的体外复制产物电泳结果。不考虑基因突变和 X、Y 同源区段。下列说法正确的是



A. 甲病为常染色体隐性遗传病，乙病与血友病遗传方式相同 (伴X显)



B. I₁ 和 II₃ 基因型不同，I₃ 与 III₁ 基因型可能相同

C. N1 和 A 紧密连锁，N2 和 a 紧密连锁 (由电泳图可知，I₁ 的 A、a 均与 N1 连锁；II₁ 为 aa，电泳只有 N1，说明 I₂ 的 a 与 N1 连锁，A 与 N2 连锁；由 II₂ 电泳只有 N1，且表型正常，推知 II₂ 的基因型为 Aa)

D. II₂ 和 II₃ 再生一个孩子患甲病的概率为 1/4

11. 单基因隐性遗传性多囊肾病是 P 基因突变所致。图中所示为某患者及其父母同源染色体上 P 基因的相关序列检测结果（每个基因序列仅列出一条链，其他未显示序列均正常）。患者的父亲、母亲分别具有①、②突变位点，但均未患病。患者弟弟具有①和②突变位点。下列分析错误的是

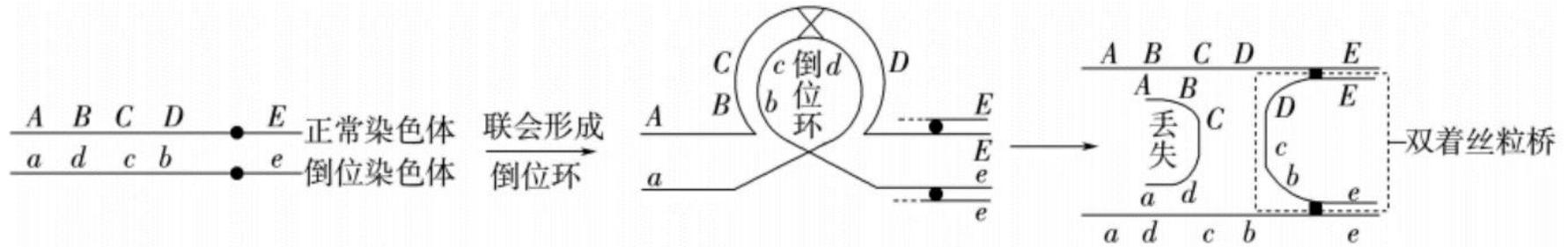
	位点①	位点②
父亲	GTCCTCG.....AGGAGAA	
	GTCCTTGG.....AGGAGAA	
母亲	GTCCTGG.....AGGAGAA	
	GTCCTGG.....AGGGGAA	
患者	GTCCTTGG.....AGGAGAA	
	GTCCTGG.....AGGGGAA	

- A. 未突变 P 基因的位点①碱基对为 A-T (C-G)
- B. ①和②位点的突变均会导致 P 基因功能的改变
- C. 患者同源染色体的①和②位点间发生交换，可使其产生正常配子
- D. 不考虑其他变异，患者弟弟体细胞的①和②突变位点不会位于同一条染色体上

12. 研究发现，用 N1-甲基假尿苷替代 mRNA 中部分碱基 U，可提高 mRNA 疫苗的稳定性 and 安全性。但在翻译过程中，核糖体遇到 mRNA 上含有 N1-甲基假尿苷的密码子时，大部分核糖体以原来的密码子翻译，只有少部分核糖体会发生移码，即在 mRNA 上会向前或者向后移动一个核苷酸，并以新的密码子继续翻译。下列说法错误的是

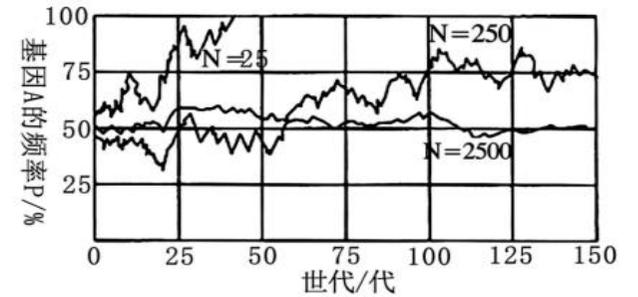
- A. 核糖体移码导致的变异属于可遗传变异 (遗传物质未发生改变)
- B. 核糖体移码产生的蛋白很少，但也存在免疫风险
- C. N1-甲基假尿苷修饰的 mRNA 可能会使翻译提前终止
- D. 通过对 mRNA 疫苗接种效果的数据分析，可评估其安全性

13. 某卵原细胞在减数分裂过程中正常染色体和倒位染色体由于同源区段的配对形成倒位环,并在如图所示“×”处发生交换,产生一条含双着丝粒桥的染色体,无着丝粒片段会丢失。双着丝粒桥在两着丝粒之间随机发生断裂。不考虑其他位置的交换、其他突变和基因被破坏的情况,下列说法错误的是



- A. 次级卵母细胞中一条染色单体上的基因不可能是 ebcAB
- B. 卵细胞的基因组成最多有 10 种可能
- C. 若卵细胞的基因组成是 Dcbe, 则第二极体是 ABCDE、adcbe 和 E
- D. 若卵细胞的基因组成是 EDc, 则双着丝粒桥断裂位点发生在 c、d (c、b) 之间

14. 在群体遗传学中，赖特把小的群体中不同基因型个体生育的子代数有所变动而引起基因频率随机波动的现象称为遗传漂变。下图表示个体数(N)分别是25、250、2500的种群A基因频率的变化。下列叙述正确的是



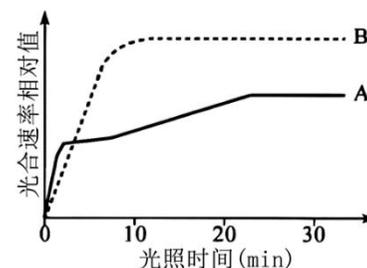
- A. 一般来说，种群越小遗传漂变就越显著，遗传漂变**产生新的可遗传变异**，从而引起生物进化
- B. 基因突变、**基因重组**、遗传漂变、迁移都会影响图中种群的A基因频率
- C. 自然选择 (**群体较小和偶然事件**) 是引起遗传漂变的主要原因，且遗传漂变对种群基因频率的影响具有随机性
- D. 若群体随机交配，第125代时N为250的种群中Aa基因型频率 **(3/8)** 比N为2500的种群的 **(1/2)** 小

15. 下列关于进化内容的叙述，错误的是

- A. 化石是指通过自然作用保存在地层中的古代生物遗体、遗物或生活痕迹等
- B. 协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展
- C. 寒武纪大爆发后，生态系统由两极生态系统演变为三极生态系统
- D. 可用 ^{14}C 作“地质时钟”测定出7万年前的某鱼类化石大概的形成时间 (**不可信**)

二、选择题：本题共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。每小题有一个或多个选项符合题目要求，全部选对得 3 分，选对但不全的得 1 分，有选错的得 0 分。

16. (2024 福建卷) 叶片从黑暗中转到光下时，光合速率由低到高逐步达到稳定的过程称为光合作用的光诱导期。已知黑暗中的大豆叶片气孔处于关闭状态，壳梭孢素处理可使大豆叶片气孔充分开放。为研究气孔开放与光诱导期的关系，科研人员将大豆叶片分为两组，A 组不处理，B 组用壳梭孢素处理，将两组叶片从黑暗转移到光照下，测定光合速率，结果如图所示。下列分析错误的是



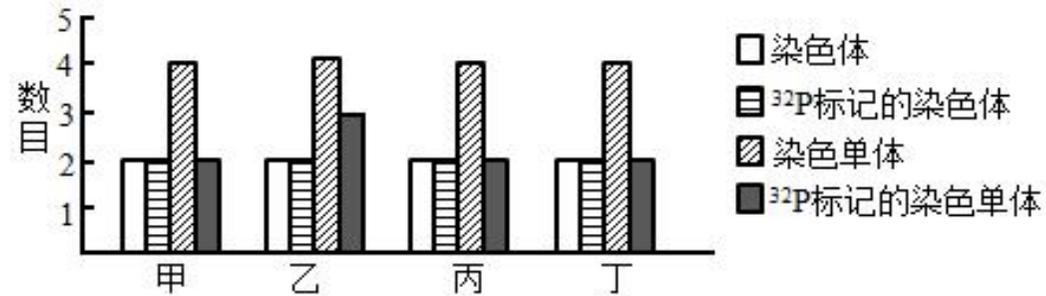
- A. 0min 时，A 组叶肉细胞胞间 CO_2 浓度等于 B 组胞间 CO_2 浓度
- B. 与 A 组叶片相比，B 组叶片光合作用的光诱导期更短 (B 组达到最高平衡点用的光照时间比 A 组短)
- C. 30min 时，B 组叶绿体中 C_3 生成速率大于 A 组，还原速率小于 (大于) A 组
- D. 30min 时，限制 A 组光合速率的主要因素是光照时间 (气孔开度)

17. (2024 重庆卷) 某种海鱼鳃细胞的 NKA 是一种载体蛋白，负责将细胞内的 Na^+ 转运到血液中。为研究 NKA 与 Na^+ 浓度的关系，研究小组将若干海鱼放在低于海水盐度的盐水中，按时间点分组取样检测，部分结果见下表。结合数据分析，下列叙述正确的是

时间 (h)	Na^+ 浓度 (单位略)		NKA 表达 (相对值)		NKA 的相对活性
	血液	鳃细胞	mRNA	蛋白质	
0	320	15	1.0	1.0	1.0
0.5	290	15	1.5	1.0	0.8
3	220	15	0.6	1.0	0.6
6	180	15	0.4	0.4	0.4
12	180	15	0.2	0.2	0.4

- A. NKA mRNA 和蛋白质表达趋势不一致是 NKA 基因中甲基化导致的 (可能与 NKA 基因的转录和翻译不是同步的有关)
- B. 本实验中时间变化不是影响 NKA 基因转录变化的直接因素 (随着时间的延长，血液中的 Na^+ 浓度逐渐降低，说明 NKA 酶参与向外转运的 Na^+ 减少，由此可推知，时间变化不是影响 NKA 基因转录变化的直接因素)
- C. NKA 在维持鳃细胞内渗透压时需要消耗细胞代谢产生的能量
- D. 与 12h 组相比，0h 组海鱼红细胞的体积较大 (与 0h 组相比，其他时间点的血液 Na^+ 浓度降低，与红细胞内的渗透压相比较，浓度差减小，细胞会吸水，体积会增大)

18. 某二倍体动物 ($2n=4$) 精原细胞 DNA 中的 P 均为 ^{32}P , 精原细胞在不含 ^{32}P 的培养液中培养, 其中 1 个精原细胞进行一次有丝分裂和减数第一次分裂后, 产生甲~丁 4 个细胞。这些细胞的染色体和染色单体情况如下图所示。不考虑染色体变异的情况下, 下列叙述正确的是



- A. 4 个细胞均经历了 2 次染色体复制和 1 次姐妹染色单体分离
- B. 4 个细胞均处于减数第二次分裂前期 (或中期), 且均不含同源染色体
- C. 4 个细胞完成分裂形成 8 个细胞, 可能有 3 个细胞不含 ^{32}P
- D. 若丙、丁来自同一个初级精母细胞, 则减数分裂过程中未发生同源染色体的交换

19. (2024 海南卷) 黑腹果蝇 ($2n=8$) 的性别决定是 XY 型, 但性别受胚胎性指数 i 的影响 ($i=X$ 染色体数目/常染色体组数, $i=0.5$ 为雄性, $i=1$ 为雌性, $i=1.5$ 胚胎致死), 有 Y 染色体的雄性个体可育, 无 Y 染色体的雄性个体不育。常染色体隐性基因 t 纯合可导致雌蝇变为雄蝇, 对雄蝇无影响。下列叙述正确的是

- A. 黑腹果蝇体细胞有 2 个染色体组, 每组有 4 条常染色体
- B. 基因型分别为 $TtXO$ 、 $ttXXY$ (可育♂) 和 $ttXYY$ 的黑腹果蝇均为不育雄蝇
- C. 基因型为 $TtXX$ 和 $ttXY$ 的个体杂交得到 F_1 , F_1 相互交配得到 F_2 , F_2 中雌雄比例为 3: 5 (5 : 11)

$TtXX \times ttXY \rightarrow TtXX, TtXY, ttXX$ (性转, 不育♂)、 $ttXY \rightarrow$

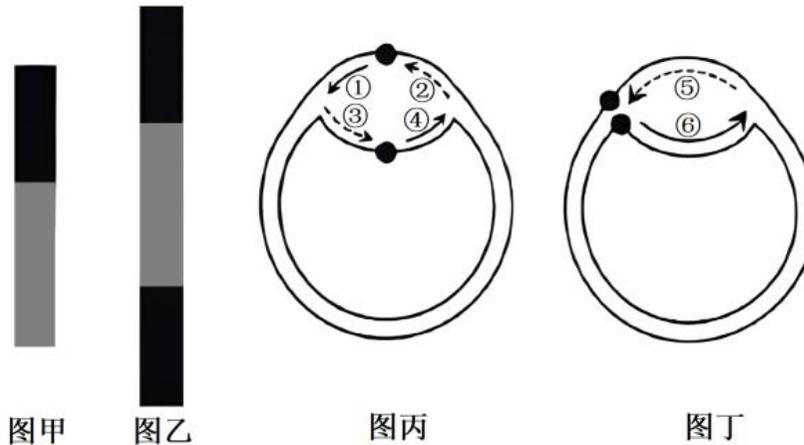
	$1/8TX$	$3/8tX$	$1/8TY$	$3/8tY$
$1/2TX$	$1/16♀$	$3/16♀$		
$1/2tX$	$1/16♀$	$1/16$ 性转, ♂		

D. 某雄蝇 ($TtXY$) 减数分裂 II 后期 X 染色体不分离, 与正常雌蝇 ($TtXX$) 杂交, 后代中不育雄蝇占比为 1/3

	$1/2tY$	$1/4TXX$	$1/4T$
$1/2TX$	$1/4♂$	$1/8TTXXX$ (致死)	$1/8$ 不育♂
$1/2tX$	$1/4♀$	$1/8TtXXX$ (致死)	$1/8$ 不育♂

	$1/2TY$	$1/4tXX$	$1/4t$
$1/2TX$	$1/4♂$	$1/8TtXXX$ (致死)	$1/8$ 不育♂
$1/2tX$	$1/4♀$	$1/8ttXXX$ (致死)	$1/8$ 不育♂

20. 放射自显影技术可用于区分 DNA 复制的方向。复制开始时，首先用低放射性的 ^3H 脱氧胸苷作原料进行培养，一定时间后转移到含有高放射性的原料中进行培养，在放射自显影图像上观察比较放射性标记的强度，结果如图甲和图乙。图丙和图丁分别表示不同 DNA 复制过程模式图。下列说法错误的是



注：■ 低放射区、■ 高放射区、● 复制原点、→ 子链延伸方向、①~⑥为子链

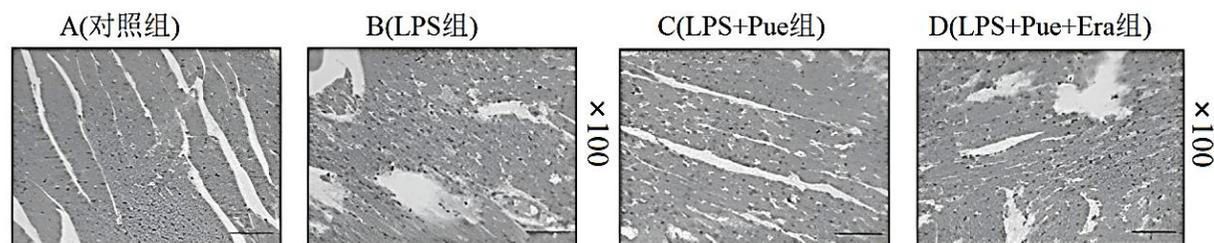
- A. 图甲、图乙分别对应图丙 (图丁)、图丁 (图丙) 代表的 DNA 复制方式
- B. 若解旋酶移动速率恒定，图丙表示的复制方式比图丁的效率高
- C. ⑤⑥复制完成后，两条完整子链中 $A+G/T+C$ ($A+T/G+C$) 的值相等
- D. ②③⑤是不连续复制，其模板链的 3' 端都指向解旋方向

三、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

21. (10 分) 脓毒症是由感染等引起的全身炎症反应综合征，会造成心肌等多器官组织的损害。细菌脂多糖 (LPS) 会造成该病的发生。研究显示，中草药提取物葛根素 (Pue) 可有效改善脓毒症引起的心肌损伤，科研人员对其机制展开了研究，分析材料并回答问题。

材料一：铁依赖性死亡 (简称“铁死亡”) 是一种新的有别于传统模式的细胞死亡，其发生机制主要是铁死亡促进剂 (Era) 间接促进大量 Fe^{2+} 进入线粒体，产生大量活性氧 (ROS)，最终导致细胞死亡。已证实铁死亡在脓毒症心肌损伤中起着关键作用，AMPK 信号通路是其调控通路之一，激活 AMPK 磷酸化可抑制铁死亡的发生。

材料二：将生长状况良好的大鼠随机分为 A (对照组)、B (LPS 组)、C (LPS+Pue 组) 和 D (LPS+Pue+Era) 4 组，处理一段时间后，对各组心肌细胞进行形态观察。结果如下图。发现 **A 组心肌细胞排列整齐，细胞间隙很小。**



(1) 与 A 组相比，B 组大鼠的心肌组织发生明显的病理改变，心肌细胞**排列紊乱/不整齐/疏松/不紧密，细胞间隙较大**。C 组大鼠心肌组织的病理改变明显改善，细胞排列较为紧密，细胞间隙介于 A 组和 B 组之间。D 组大鼠心肌组织表现与 B 组无明显差异。材料二的结果说明**葛根素 (Pue) 可改善 LPS 诱导的心肌损伤 (1 分)**，**但是铁死亡促进剂 (Era) 可以解除 (或降低) 葛根素对心肌的保护作用 (1 分)**。实验组中，心肌细胞线粒

体中 Fe^{2+} 含量大小关系最可能是 **B=D>C** (选用 B、C、D 和 >、= 作答)。

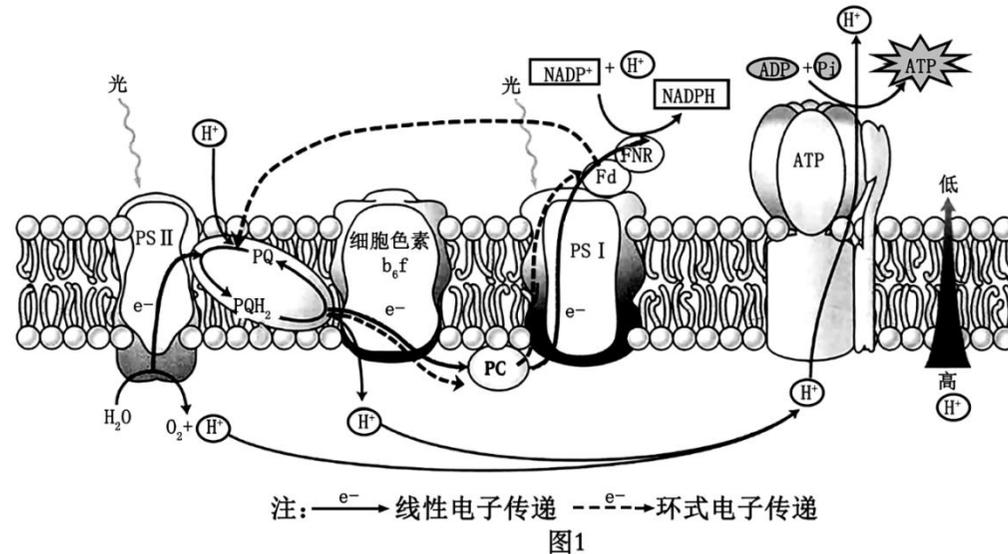
(2) 葛根素 (Pue) 可通过激活 AMPK 磷酸化信号通路抑制 Fe^{2+} 进入线粒体, 从而抑制细菌脂多糖 (LPS) 导致的心肌损伤。请设计实验验证该机理, 要求写出实验设计思路和检测指标。

(材料二说明 Pue 可改善 LPS 诱导的心肌损伤, 但 Era 可解除 Pue 对心肌的保护作用, 则 Pue 并未改善 Fe^{2+} 进入线粒体造成的铁死亡。那么 Pue 应当是作用于 Fe^{2+} 进入线粒体的上游调控, 即通过激活 AMPK 磷酸化信号通路抑制 Fe^{2+} 进入线粒体)

选取若干健康的大鼠随机均分成 A、B、C、D 四组, A 组不作处理, B 组加入 LPS, C 组加入 LPS+Pue, D 组加入 LPS+Pue+AMPk 磷酸化抑制剂。(2 分, 不分四组的 0 分)

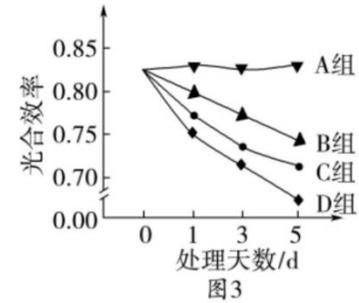
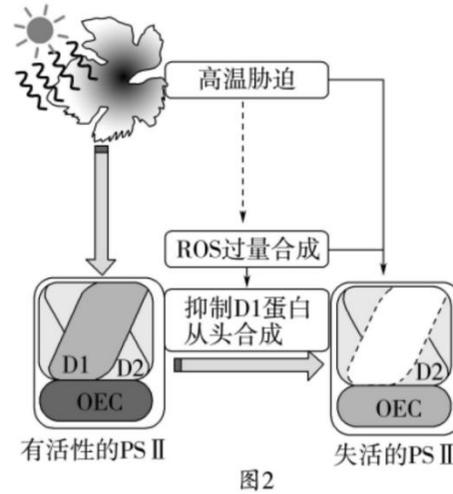
在相同且适宜的条件下处理一段时间后检测 AMPK 磷酸化水平和线粒体 Fe^{2+} 含量 (检测指标写全得 2 分, 思路不对的指标不看)

22. (14分) 光反应中光合电子传递链主要由光系统II (PSII)、细胞色素 b_6f 和光系统I (PSI) 等复合体组成。研究发现, 植物体内存在线性电子传递和环式电子传递两条途径, 如图1。高温、强光是影响温州蜜柑光合作用的重要逆境因素, 植物体会启动一系列防御机制进行应对。请回答下列问题:



- (1) PSII和 PSI 是由蛋白质和**光合色素 (叶绿素、类胡萝卜素)**组成的复合物。适宜温度下, PSII 和 PSI 共同受光的激发, H_2O 裂解释放的电子 (e^-) 依次经过 PSII、PQ、**细胞色素 b_6f 和 PC** 和 PSI 的推动, 最终被 **NADP^+** 接受。
- (2) 高温胁迫下, PSII中的捕光复合体容易脱落, 导致光能利用率下降, 使得 NADPH 的生成量**减少**。此时, 一方面仅由 PSI 推动的**环式**电子传递途径被激活; 另一方面, 因 **PQH_2 转化成 PQ** 产生 H^+ 仍能够形成跨膜质子梯度, 从而使光反应产生的 ATP 与 NADPH 的比值**上升**, 最终起到光保护作用。
- (3) 高温胁迫还会引发活性氧 (ROS) 积累, 进一步抑制光反应。据图 2 可知, ROS 过量合成后可通过**直接导致 PS II 失活、抑制 D1 蛋白的从头合成 (导致 PS II 中 D1 蛋白减少), 引起 PS II 失活 (2分)** 途径, 引起光抑

制现象。



(4)强光会进一步加剧图2中D1蛋白损伤。研究发现，D1蛋白更新合成和叶黄素循环转化是植物应对**高温、强光**的重要保护机制。研究人员用温州蜜柑植株进行了4组处理：A组在**适宜温度和光照条件（写全得2分）**下培养，B、C、D组分别用H₂O、叶黄素循环转化抑制剂、D1蛋白更新抑制剂处理，且均置于高温、强光下培养，结果如图3。据图分析，在高温、强光下，叶黄素循环转化比D1蛋白更新合成对温州蜜柑植株的保护作用**弱**（填“强”或“弱”），依据是**与B组相比，C组、D组植株光合效率下降，且D组下降得更多/D组比C组光合效率下降更多（2分）**

23. (10分) 拟南芥进行自花受粉, 是遗传学实验中常见的模式植物。请回答下列问题:

(1) 拟南芥叶片边缘光滑(M)对锯齿状(m)为显性, 基因 M/m 位于 2 号染色体上。现有一株 2 号染色体上成功导入抗盐基因(D)且叶片边缘锯齿状的拟南芥, 让其与叶片边缘光滑的纯合植株杂交, 从 F₁ 中筛选出抗盐植株与正常的叶片边缘锯齿状的植株进行测交, 发现测交后代中叶片边缘光滑且抗盐的植株占 20%, 试分析其原因:
从 F₁ 中筛选出的抗盐植株在减数分裂产生配子的过程中发生了染色体互换。据此推测, 让 F₁ 中的抗盐植株进行自交, 所得 F₂ 中叶片边缘光滑且抗盐的纯合植株所占比例为 4% (2分)。

(2) 拟南芥的 A 基因决定雄配子育性, A 基因失活会使可育雄配子减少 1/3; B 基因存在时种子萌发, 但在种子中来自亲代母本的 B 基因不表达。研究者将某种抗性基因插入野生型植株(AABB)的 A 基因或 B 基因内部, 获得了“敲除”A 基因的抗性植株甲(基因型表示为 AaBB)和“敲除”B 基因的抗性植株乙(基因型表示为 AABb)。

①进行杂交实验: 甲(♂)×乙(♀), 则所结种子中, 基因型为 AaBb 的种子所占比例为 1/5 (2分)。

(♂配子 AB: aB=3:2, ♀配子 AB: Ab=1:1, F₁ 中 AaBb=2/5×1/2=1/5)

②让上述杂交实验所得子代中基因型为 AaBb 的植株自交, 若后代种子中可萌发种子占 1/2, 则表明 A、B 基因在染色体上的位置关系是 A、B 基因位于非同源染色体上, 作出该判断的依据是基因型为 AaBb 的植株产生含 B 基因的雄配子占 1/2, 而雌配子中 B 基因不表达, 只有 A、B 基因位于非同源染色体上时, 后代种子中可萌发种子才占 1/2, 符合题中比例 (2分)。

(若 A、B 基因位于一对同源染色体上, 则 F₁ 中基因型为 AaBb 作母本产生的配子类型为 Ab:aB=1:1, B 基因存在时种子萌发, 但在种子中来自亲代母本的 B 基因不表达, 即雌配子中 B 基因不表达, 故产生后代的基因型为 3/10AAbb(不萌发)、3/10AaBb(不萌发, B 来自于母本), 2/10AaBb(萌发), 2/10aaBB(萌发)不符合题意)

③基于以上推论将基因型为 AaBb 的种子种植得到的植株作为父本, 与抗性植株甲(AaBB)杂交, 所得子代中有抗

性且可萌发的种子所占比例为 **7/20 (2分)**。

(

	3/10AB	3/10Ab	2/10aB	2/10ab
1/2AB	3/20AABB(萌发无抗性, B 一个来自于母本、一个来自父本)	3/20AABb(不萌发有抗性, B 来自于母本)	2/20AaBB(萌发有抗性, B 一个来自于母本、一个来自父本)	2/20AaBb(不萌发有抗性, B 来自于母本)
1/2aB	3/20AaBB(萌发有抗性, B 一个来自于母本、一个来自父本)	3/20AaBb(不萌发有抗性, B 来自于母本)	2/20aaBB(萌发有抗性, B 一个来自于母本、一个来自父本)	2/20aaBb(不萌发有抗性, B 来自于母本)

所得子代中有抗性且可萌发种子的比例为 7/20，子代中有抗性但不能萌发种子所占比例为 1/2。)

24. (11分) 水稻 ($2n=24$) 是人类重要的粮食作物。请回答下列问题:

(1) 在人工选择的作用下, 某些水稻品种朝着矮化方向进化, 从基因水平看, 生物进化的过程就是**种群基因频率发生定向改变的过程**。

(2) 体细胞中缺少一条染色体的植株个体称为单体。水稻的高秆 (SD1) 对矮秆 (sd1) 为显性, 理论上可用纯合高秆植株制备 **12** 种单体植株。将所有类型的纯合高秆单体水稻分别与纯合矮秆水稻杂交可确定 sd1 基因在哪条染色体上。若子代中出现**高秆: 矮秆=1: 1**, 则可推断出 sd1 基因所在的染色体。

(3) 雄性不育株的发现和利用是杂交水稻的重要基础。研究发现, 线粒体基因 *WA352* 编码的 WA352 蛋白与核基因编码的线粒体蛋白 COX11 互作, 共同调控水稻细胞质雄性不育。育性恢复基因 (*Rf3*、*Rf4*) 可以抑制 WA352 诱导的不育, 作用机理如图 1 所示。

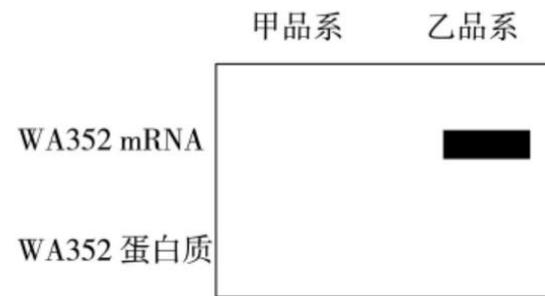
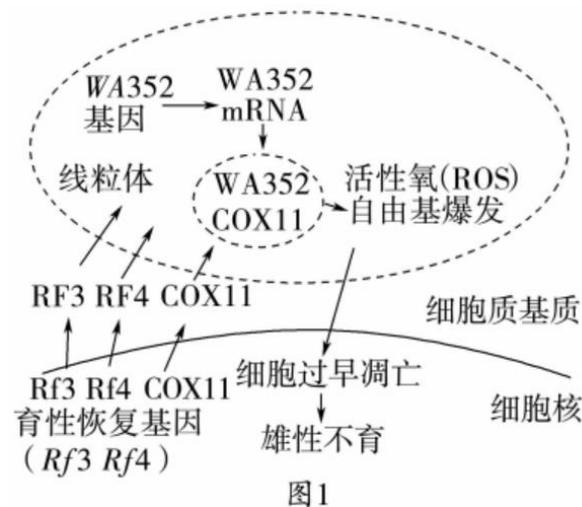
① 现有甲、乙、两三个品系如表所示, 请选择合适材料设计杂交实验判断 *Rf3* 与 *Rf4* **育性恢复能力** 的高低。

品系	不育基因 <i>WA352</i>	核基因型
甲	含有	rf3rf3Rf4Rf4
乙	含有	Rf3Rf3rf4rf4
丙	含有	rf3rf3rf4rf4

请简要写出实验思路: **方案一: 甲、乙分别自交后, 收集相同数量的植株所结种子, 统计并计算结实率;**

方案二: 分别将甲和丙杂交、乙和丙杂交, 收集相同数量的 F_1 植株所结种子, 统计并计算结实率 (交配方式 1 分, 因变量 1 分, 合理即可, 如统计种子数量, 但统计重量或产量不得分)。

② 研究发现, *Rf4* 恢复育性的能力高于 *Rf3*。为了研究 *Rf3*、*Rf4* 的作用机理, 对甲、乙两品系的基因 *WA352* 的表达物质进行了电泳分析, 实验结果如图 2 所示。



据图 1、图 2 分析，甲品系水稻育性恢复的机理是 **Rf4 基因表达出的 RF4 蛋白进入线粒体，RF4 蛋白使基因 WA352 转录出的 mRNA 降解（或 RF4 蛋白使 WA352 基因无法转录成 mRNA）；抑制了 WA352 蛋白的合成，使其不能与 COX11 互作；减少了 ROS 自由基的生成，避免细胞过早凋亡，使育性恢复（3 分，一个点 1 分，RF4 蛋白阻止了 WA352 基因的转录给分）。**

25. (10分) BDNF (脑源性神经营养因子) 是小鼠大脑中表达最为广泛的一种神经营养因子, 也广泛分布于人类中枢神经系统中, 其主要作用是影响神经可塑性和认知功能。众多研究表明, 抑郁症与BDNF基因甲基化水平及外周血中BDNFmRNA含量变化等有关。图1为DNA甲基化机理图, 图2为BDNF基因表达及调控过程。

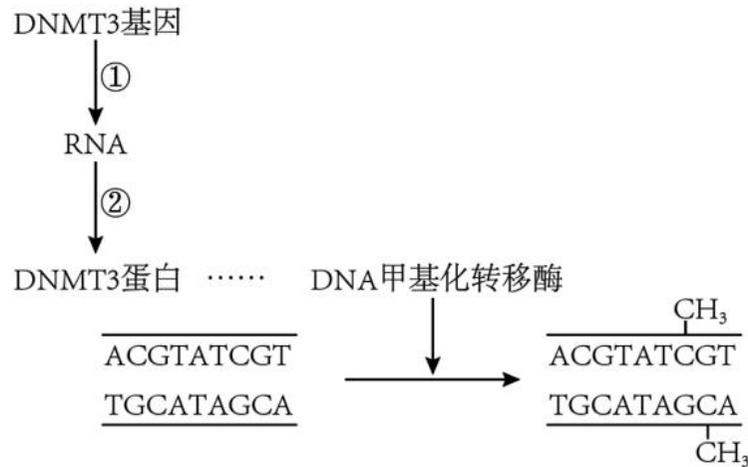


图1

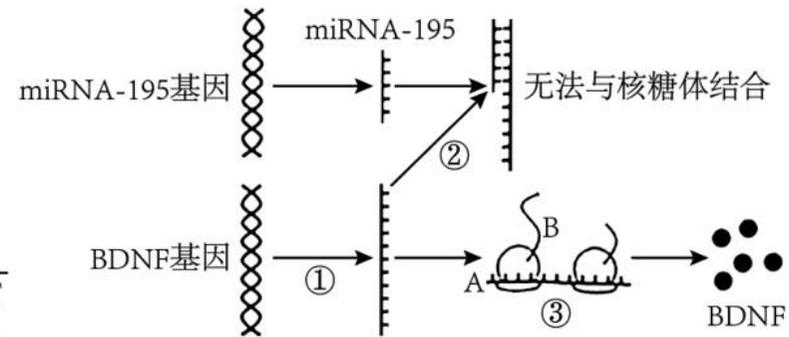


图2

(1)DNMT3是一种DNA甲基化转移酶, 结合图1和已有知识, 下列叙述正确的有 **CD (2分)**

- A. DNA分子中甲基胞嘧啶不能与鸟嘌呤配对
- B. DNA甲基化引起的变异属于基因突变
- C. DNA甲基化可能阻碍RNA聚合酶与启动子结合
- D. DNA甲基转移酶发挥作用需与DNA结合

(2)图2中过程③以**氨基酸**为原料, 若该过程某tRNA的反密码子序列为5'-GAA-3', 则其识别的密码子序列为 **5'-UUC-3'**。

(3)miRNA-195是miRNA中一种，miRNA是小鼠细胞中具有调控功能的非编码RNA，在个体发育的不同阶段产生不同的miRNA，该物质与沉默复合物结合后，可导致细胞中与之互补的mRNA降解。下列叙述正确的有ABC

(2分)

- A. miRNA通过碱基互补配对识别mRNA B. miRNA能特异性的影响基因的表达
C. 不同miRNA的碱基排列顺序不同 D. miRNA的产生与细胞的分化无关

(4)抑郁症小鼠与正常鼠相比，图2中②过程增强(填“减弱”或“不变”或“增强”)，若①过程反应强度不变，则BDNF的含量将减少(填“减少”或“不变”或“增加”)。

(5)若抑郁症小鼠细胞中一个DNA分子的一个G-C中胞嘧啶甲基化后，又发生脱氨基生成了胸腺嘧啶，则该DNA分子经过n次复制后，所产生的子代DNA分子中异常的DNA占比为1/2。与正常DNA分子相比，异常DNA的稳定性低(填“低”或“高”)。