

光合作用自测试题参考答案

因题目太多，答案有可能有不严谨甚至错误的地方，请谨慎参考。 熊栋梁

一、名词解释

1. 光合作用 (photosynthesis): 绿色植物吸收光能, 同化 CO_2 和 H_2O , 制造有机物质, 并释放 O_2 的过程。

2. 光合色素 (photosynthetic pigment): 指植物体内含有的具有吸收光能并将其用于光合作用的色素, 包括叶绿素、类胡萝卜素、藻胆素等。

3. 吸收光谱 (absorption spectrum): 当光通过叶绿素等有色溶液后, 在光的连续光谱中有些波长的光被吸收而出现了黑线或暗带, 这种光谱称为吸收光谱。

4. 磷光现象 (phosphorescence phenomenon): 当去掉光源后, 叶绿素溶液还能继续辐射出极微弱的红光, 它是由三线态回到基态时所产生的光。这种发光现象称为磷光现象。

5. 荧光现象 (fluorescence phenomenon): 叶绿素溶液在透射光下呈绿色, 在反射光下呈红色, 这种现象称为荧光现象。

6. 光反应 (light reaction): 指光合作用中必须在光下才能进行的、由光引起的一系列光化学反应过程, 包括水的光解、电子传递及同化力的形成

7. 暗反应(dark reaction).指光合作用中可以在暗处进行的反应过程, 是一系列酶促反应过程, 包括 CO_2 的固定、还原及碳水化合物的形成。

8. 原初反应(primary reaction): 包括光能的吸收、传递以及光能向电能的转变, 即由光所引起的氧化还原过程。

9. 光系统(photosystem, PS): 由不同的中心色素和一些天线色素、电子供体和电子受体组成的蛋白色素复合体, 其中 PSI的中心色素为叶绿素 a P700, PSII的中心色素为叶绿素 a P680.

10. 红降(red drop): 用光波大于 685nm 的远红光照射小球藻时, 虽然仍被叶绿素大量吸收, 但量子效率急剧下降, 这种现象被称为红降。

11. 双光增益效应 (double light enhancement effect): 又称爱默生效应(Emerson effect)。如果在用大于 685nm 的远红光照射小球藻的同时, 再加上短波红光(650nm), 则量子效率大增, 比分别单独用两种波长的光照射时的量子效率总和还要高。

12. 量子效率(quantum efficiency): 又称量子产额或光合效率。指光合作用中每吸收一个光量子后放出氧的分子数目或固定二氧化碳的分子数目。植物光合作用的量子效率一般为 0.100~0.125。

13. 量子需要量 (quantum requirement): 即量子效率的倒数。指每同化 1 分子的 CO_2 或释放 1 分子的 O_2 所需要吸收的光量子数目。

14. PQ 循环 (plastoquinone cycle): 又称 PQ 穿梭。伴随 PQ 的氧化还原, 可使 2H^+ 从间质移至类囊体膜内空间, 即质子横渡类囊体膜, 在搬运 2H^+ 的同时也传递 $2e$ 至 Fe-S, PQ 的

这种氧化还原往复变化称 PQ 循环。

15. 光合单位(photosynthetic unit): 结合在类囊体膜上, 能进行光合作用的最小结构功能单位, 包括聚光色素系统和反应中心。反应中心(reaction center): 由中心色素、次级电子供体及原初电子受体组成的具有电荷分离功能的色素蛋白复合体结构。

16. 聚光色素(light harvesting pigment): 又称天线色素, 指没有光化学活性, 只能吸收光能并将其传递给作用中心色素的色素分子。

17. 反应中心色素(reaction center pigment): 又称作用中心色素。指位于光合作用中心的极少数具有光化学活性的特殊状态的叶绿素 a 分子。

18. 共振传递(resonance transfer): 在光合色素系统中, 依靠高能电子振动, 在分子内传递能量的方式。

19. 激子传递(excitation transfer): 激子通常是指非金属晶体中由电子激发的量子, 在相同分子内部依靠激子传递来转移能量的方式。

20. 希尔反应(Hill reaction): 离体叶绿体在光下加入氢受体所进行的分解水并放出氧气的反应。

21. 水氧化钟(water oxidizing clock): 是 Kok 等根据一系列瞬间闪光处理叶绿体与放 O₂ 的关系提出的解释水氧化机制的一种模型。每吸收一个光量子推动氧化钟前进一步。

22. 光合磷酸化(photosynthetic phosphorylation, photophosphorylation): 叶绿体(或载色体)在光下把无机磷和 ADP 转化为 ATP 的过程。

23. C₃ 途径(C₃ pathway): 又称卡尔文(Calvin)循环, 它是以 RuBP 为 CO₂ 受体、CO₂ 固定后的最初产物为三碳化合物磷酸甘油酸(PGA)的光合途径, 即为 C₃ 途径。

24. C₄ 途径(C₄ pathway): 又称哈奇-斯莱克(Hatch-Slack)途径, 它是以 PEP 为 CO₂ 受体、CO₂ 固定后形成的最初产物为四碳化合物草酰乙酸(OAA)的光合途径, 即为 C₄ 途径。

25. CAM 途径(crassulacean acid metabolism pathway): 景天科植物(景天、落地生根等)在夜晚有机酸含量很高, 而糖类含量低; 白天则有机酸下降, 糖类增多。这种有机酸合成日变化的代谢类型, 称为景天科酸代谢(CAM)途径。

26. 光呼吸(photorespiration): 植物的绿色细胞在光照下吸收氧气释放二氧化碳的过程。

27. C₃-C₄ 中间植物(C₃-C₄ intermediate plant): 指形态解剖结构和生理生化特性介于 C₃ 植物与 C₄ 植物之间的植物。

28. 比集转运速率(specific mass transfer rate, SMTR): 指在单位时间内, 通过单位韧皮部横截面积的有机物质的量。

29. 运输速率(transport velocity): 单位时间内有机物质运输的距离。

30. 共质体(symplast): 无数细胞的细胞质, 通过胞间连丝联成一体, 构成共质体。

31. 质外体(apoplast): 是指没有原生质的部分, 它是由细胞壁、细胞间隙及导管等构成的一个连续的自由空间。

32. 压力流动学说(pressure flow theory): 其基本论点是有机物在筛管中随着液体的

流动而移动，这种液体流动的动力是由于输导系统两端的压力势差引起的。

33. 细胞质泵动学说 (cytoplasmic pumping theory): 该学说认为，筛管分子内腔的细胞质呈几条长丝，形成胞纵连束，纵贯筛管分子，在束内呈环状的蛋白质反复地、有节奏的收缩与舒张，把细胞质长距离泵走，糖分随之流动。

34. 收缩蛋白学说 (contractile protein theory): 该学说认为，筛管分子的内腔有一种由微纤丝相连接的网状结构，微纤丝由收缩蛋白的收缩丝组成。收缩蛋白分解 ATP，将化学能转化为机械能，通过收缩与舒张进行同化物的长距离运输。

35. P-蛋白 (P - protein): 亦称韧皮蛋白(phloem - protein)。是在细胞质中存在的构成微管结构的蛋白质，可以利用 ATP 的能量，推动微管的收缩，从而推动物质的长距离运输。

36. 溢泌现象 (overflow phenomenon): 韧皮部筛管被刺穿后，从伤口处有汁液分泌出来，这种现象称溢泌现象。

37. 代谢源 (metabolic source): 代谢源是指产生和供应有机物质的部位与器官。

38. 代谢库 (metabolic sink): 代谢库是指贮藏与消耗有机物质的部位与器官。

39. 有机物质装载(organic matter loading): 指同化物从筛管周围的叶源细胞装载到筛管中的过程。

40. 有机物质卸出(organic matter unloading) : 指同化物从筛管卸出到库细胞的过程。

41. 转移细胞 (transfer cells): 在共质体与质外体的交替运输过程中，有一种特化的细胞起运转过渡作用。这种细胞的细胞壁与质膜向内延伸，形成许多皱褶，扩大了物质转移的表面，有利于物质在细胞间的转移。这种细胞称转移细胞。

42. 磷酸转运器(phosphate translocator): 位于叶绿体内膜上承担输出磷酸丙糖和输入 Pi 的运转器。

43. 供应能力(supply ability): 指源内有机物质能否输出以及输出多少的能力。

44. 竞争能力(competitiveness): 指库中能否输入同化物以及输入多少的能力。

45. 运输能力(transport ability): 指有机物质输出和输入部分之间的网络分布、畅通程度及距离远近。

46. 光合速率 (photosynthetic rate): 单位时间单位叶面积吸收 CO₂ 的量(或释放 O₂ 的量)。

47. 表观光合速率(apparent photosynthetic rate): 又称为净光合速率 (net photosynthetic rate) 光合速率减去呼吸速率的差数，即不考虑呼吸作用消耗的条件下测得的光合速率，称为表观光合速率。

48. 光合生产率 (photosynthetic produce rate): 又称净同化率 (net assimilation rate, NAR)，是指植物在较长时间 (一昼夜或一周) 内，单位叶面积生产的干物质量。

49. 光饱和点(light saturation point): 增加光照强度，光合速率不再增加时的光照强度。

50. 光补偿点(light compensation point): 光合过程中吸收的 CO₂ 和呼吸过程中放出的 CO₂ 等量时的光照强度。

51.CO₂ 补偿点(CO₂ compensation point): 当光合吸收的 CO₂ 量与呼吸释放的 CO₂ 量相等时, 外界的 CO₂ 浓度。

52. 光合作用的光抑制 (photoinhibition of photosynthesis) 是指当植物吸收的光能超过光合系统所能利用的数量时, 过剩的光能会导致光合效率降低的现象。

53. 光能利用率 (efficiency of solar energy utilization): 指单位土地面积上的植物光合作用所形成的有机物中所贮存的能量, 占照射在相同面积地面上的日光能量的百分比。

54. 光合午休现象(midday depression of photosynthesis): 在晴天强光照射下, 光合作用在中午前后下降的现象。

二、缩写符号翻译

(略)

三、填空题

1.将无机物转变成有机物、贮存太阳能、保护环境 2.氧气、碳水化合物 3.叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素、胡萝卜素 4.水、有机溶剂 5. 红、绿 6.640-660 nm、红光、430-450nm 、蓝紫光 7. 光、温度、水分、矿质营养、O₂ 8.3: 1、2: 1
9.长光波、短光波 10.光反应、暗反应 11. 类囊体膜(光合膜)、 叶绿体间质 12. 原初电子供、受体、中心色素 13.H₂O、 NADP⁺、O₂ 14. 光合膜 15. PSI、PSII、Cytb_{6/f}、ATP 酶四类蛋白复合体 16. 水的光解和放氧、NADP⁺的还原 17.希尔 (Hill)、水 18.质子浓度差、电势差、质子动力 (pmf) 19. 非循环式光合磷酸化、循环式光合磷酸化、假循环式光合磷酸化 20. ATP、NADPH、同化力 21. C₃途径、C₄途径、CAM 途径 22.羧化阶段、还原阶段、再生阶段、同化物合成阶段 23. 核酮糖-1, 5-二磷酸(RuBP)、3-磷酸甘油酸(PGA) 24. 烯醇式磷酸丙酮酸(PEP)、草酰乙酸(OAA) 25.Rubisco、 PEPC 26.ATP、NADPH 27. NADP-苹果酸酶类型、 NAD-苹果酸酶类型、 PEP-羧激酶类型 28. 维管束鞘细胞、叶肉细胞 29.景天科、仙人掌科、兰科 30. 水稻、棉花、小麦、甘蔗、玉米、高粱 31. 维管束鞘、叶肉 32. 线粒体、过氧化体 33. 叶绿体、线粒体、过氧化体 34. 乙醇酸、Rubisco 35. 叶绿体、细胞质 36.高于光补偿点、高、低 37. 光照、CO₂、温度、水分、矿质营养

四、 选择题 (单项和多项)

1.C 2.B 3.B 4.D 5.A、B 6.C 7.A、C、D 8.C 9.B 10.A 11.A、D 12.C 13.A
14.A 15.C 16.C 17.A 18.A、B 19.B 20.A、B、C 21.C 22.C 23.B、C 24.B 25.A
26.C 27.A、B、D 28.D 29.A、B、D 30.A 31.B 32.A 33.B 34.C 35.C 36.D

五、 是非判断题

1. (×) 2. (×) 3. (×) 4. (×) 5. (√) 6. (√) 7. (×) 8. (×) 9. (√) 10.

(×) 11. (√) 12. (×) 13. (√) 14. (×) 15. (√) 16. (√) 17. (×) 18. (×)
19. (√) 20. (√) 21. (×) 22. (×) 23. (√) 24. (×) 25. (×) 26. (√) 27. (√)
28. (√) 29. (×) 30. (×) 31. (√) 32. (×)

六、简答题

1. 答：生物的碳素同化作用包括细菌光合作用、绿色植物光合作用和化能合成作用，其中以绿色植物光合作用最为广泛，合成有机物质最多，与人类的关系也最密切。

2. 答：光合作用的重要意义：一是把无机物（二氧化碳和水）转变成有机物；二是将光能转变为化学能，贮存于有机化合物中；三是保护环境，维持大气中二氧化碳和氧气的稳定。

3. 答：光合色素的主要光学性质包括：各种色素都具有吸收、传递光能的作用，极少数特殊状态的叶绿素 a 分子具有光化学活性，可以把光能转变为电能；光合色素还具有荧光现象和磷光现象，有各不相同的吸收光谱。

4. 答：影响叶绿素形成的外界条件主要有：一是光照，光是叶绿体发育和叶绿素合成的重要因素，无光照就会发生黄化现象；二是温度，温度过高过低都会抑制叶绿素的合成或引起叶绿素的破坏；三是矿质元素，氮、镁、铁、铜、锰等都是合成叶绿素的成分或酶促反应的辅因子。四是水分，缺水会抑制叶绿素的合成，还会加速原有叶绿素的分解；五是氧气，缺氧会引起 Mg-原卟啉甲酯的积累，而不能合成叶绿素。

5. 答：按化学性质来说，叶绿素是叶绿酸的酯，它们不溶于水，而溶于有机溶剂，因此，不能用水提取叶绿素，通常用 80% 的丙酮提取。

6. 答：胡萝卜素和叶黄素在光合作用中主要功能是与叶绿素分子一起在光合膜中按一定的规律和取向组成聚光色素系统，吸收和传递光能至反应中心色素分子，发生光化学反应；同时在强光下还有保护叶绿素的作用。

7. 答：叶绿素的吸收光谱的特点是：其吸收高峰处有两个，一个是波长为 640-660nm 的红光部分，另一个在波长为 430-450nm 的蓝紫光部分，对橙光、黄光吸收较少，对绿光吸收最少。而类胡萝卜素的吸收峰在 400-500nm 的蓝紫光区，不吸收红光、橙光等长波光。

8. 答：光合色素主要吸收红光和蓝紫光，对绿光吸收很少，所以植物的叶片呈绿色。秋天树叶变黄是由于低温抑制了叶绿素的生物合成，已形成的叶绿素也被分解破坏，而类胡萝卜素比较稳定，所以叶片呈现黄色。至于红叶，是因为秋天降温，体内积累较多的糖分以适应寒冷，体内可溶性糖多了，就形成较多的花色素，叶子就呈红色。

9. 答：光反应是必须在光下才能进行的、由光驱动的光化学反应，在叶绿体基粒的类囊体膜上进行，包括原初反应，电子传递和光合磷酸化。暗反应是在暗处（也可以在光下）进行的、由一系列酶催化的化学反应，在叶绿体基质中进行，包括三种类型的碳同化途径，即 C₃、C₄、CAM 途径。碳同化是指植物利用光反应中形成的同化能力（ATP、NADPH），将 CO₂ 转化为糖的过程。

10. 答：PSI 是吸收长波红光（700nm）的光系统，颗粒较小，直径为 11nm，位于类囊体膜的外侧，其蛋白复合体包括反应中心和聚光色素复合体（LHCI），反应中心色素分子为

P₇₀₀；PSII是吸收短波红光（680nm）的光系统，颗粒较大，直径为17.5nm，位于类囊体膜的内侧，其蛋白复合体至少含12种多肽，包括CP₄₇、CP₄₃、D₁、D₂以及聚光色素复合体（LHCII），反应中心色素分子为P₆₈₀。

11.答：(1)原初反应，即光能的吸收传递和转变为电能的过程。(2)电子传递和光合磷酸化；即电能转变为活跃的的化学能过程。(3)碳同化，即活跃化学能转变为稳定的化学能过程。

12.答：用氧同位素标记的H₂O饲喂植物，照光后释放的O₂是同位素标记的O₂，则说明O₂来自H₂O。另外用希尔反应证明，在离体的叶绿体中加入氢受体如Fe³⁺等，在没有CO₂参与的情况下照光后有O₂的释放。

13.答：光合电子传递途径有三种类型：一是非环式电子传递，指水光解释放出的电子经PSII、PSI两个光系统，最终把电子传给NADP⁺，生成NADPH。二是环式电子传递，指光下PSI产生的高能电子经Fd、Cyt_b/_f复合体、PC返回PSI反应中心。三是假环式电子传递，指水光解释放出的电子经PSII、PSI两个光系统，最终把电子传给氧分子，生成超氧阴离子自由基。

14.答：ATP合酶又称为偶联因子，是一种球茎结构，由两个蛋白复合体构成，一个是突出于膜表面的亲水性的“CF₁”复合体，另一个是埋在膜内的疏水性的“CF₀”复合体。该酶由9种亚基组成，其催化部位存在于CF₁，CF₁结合在CF₀上，可催化ADP和Pi合成ATP。

15.答：光合电子传递链中质体醌数量比其他传递体成员的数量多出好几倍，具有重要的生理作用：(1)PQ具有脂溶性，在类囊体膜上易于移动，可沟通数个电子传递链，也有助于两个光系统电子传递均衡运转。(2)伴随着PQ的氧化还原，将2H⁺从间质移至类囊体的膜内空间，既可传递电子，又可传递质子，有利于质子动力势形成，进而促进ATP的生成。

16.答：光合磷酸化可分为三个类型：(1)非循环式光合磷酸化，其电子传递是一个开放通路。(2)循环式光合磷酸化，其电子传递是一个闭合的回路。(3)假循环式光合磷酸化，其电子传递也是一个开放的通路，但其最终电子受体不是，而是O₂。

17.答：植物的光合碳同化途径有三条：卡尔文循环、C₄途径和景天科植物酸代谢途径。只有卡尔文循环具备合成淀粉等光合产物的能力，而C₄途径和景天科酸代谢途径只起到固定和转运CO₂的作用。

18.答：卡尔文(Calvin)循环可分为四个阶段：(1)羧化阶段。CO₂被固定，生成3-磷酸甘油酸为最初产物。(2)还原阶段。利用同化力(NADPH、ATP)将3-磷酸甘油酸还原成3-磷酸甘油醛—光合作用中的第一个三碳糖。(3)更新阶段。光合碳循环中形成的3-磷酸甘油醛，经过一系列的转变，再重新形成RuBP的过程。(4)同化物合成阶段。磷酸丙糖可以在叶绿体内合成淀粉，也可与细胞质中的无机磷酸交换转运出叶绿体，在细胞质中合成蔗糖。

19.答：光合作用卡尔文循环的调节方式有：(1)酶活性调节。光通过光反应改变叶的内部环境，间接影响酶的活性。如间质中pH的升高，Mg²⁺浓度升高，可激活RuBPCase和Ru5p激酶等。如果在暗中，这些酶活性下降。

(2)质量作用的调节。代谢物的浓度可以影响反应的方向和速率。

(3)转运作用的调节。叶绿体内的光合最初产物—磷酸丙糖，从叶绿体运到细胞质的数量，受细胞质里的 Pi 数量所控制。Pi 充足，进入叶绿体内多，就有利于叶绿体内磷酸丙糖的输出，光合速率就会加快。

20.答：C₄途径的3种类型：(1)NADP 苹果酸酶类型；(2)NAD 苹果酸酶类型；(3)PEP 羧激酶类型。

21.答：证明的方法是：给植物饲喂标记的 ¹⁴C₂O₂，在不同的照光时间下，分别浸在沸酒精中将植物杀死，提取 ¹⁴C 化合物，用纸层析分析结合放射自显影方法追踪 ¹⁴C 在各种化合物出现的先后次序。最早标记的化合物即为 CO₂ 固定后的最初产物，在 C₃ 植物中最早标记的化合物是 3-PGA。用同样的技术结合动力学实验结果表明，当 CO₂ 浓度突然下降时，RuBP 的量急剧增高，而 3-PGA 的量则相应急剧下降，说明 3-PGA 是 RuBP 的羧化产物，故 CO₂ 浓度降低时，3-PGA 突然下降，同时说明 3-PGA 可转变为 RuBP，否则 RuBP 的量不至于升高。

22.答：CAM 植物晚上气孔开放，吸进 CO₂，在 PEP 羧化酶作用下与 PEP 结合形成苹果酸，累积于液泡中。白天气孔关闭，液泡中的苹果酸便运到细胞质，放出 CO₂，放出的 CO₂ 参与卡尔文循环形成淀粉等。具有两步羧化的特点。

23.答：光呼吸是一个氧化过程，被氧化的底物是乙醇酸，故又称 C₂ 循环，只发生在光照下的绿色细胞里，是由叶绿体、过氧化物体和线粒体三种细胞器协同完成的。暗呼吸是一个糖降解过程，被氧化的底物通常是葡萄糖，代谢途径有糖酵解、三羧酸循环和戊糖磷酸途径，可以在暗处、也可以在光下的任何活细胞的线粒体或胞基质中进行。两种呼吸都是吸收氧气和释放二氧化碳。

24. 答：测定光合速率的三种方法及原理如下：(1)改良半叶法：主要是测定单位时间、单位面积叶片干重的增加量。(2)红外线 CO₂ 分析法：其原理是 CO₂ 对特定波长红外线有较强的吸收能力，CO₂ 量的多少与红外线辐射能量降低量之间有一线性关系。(3)氧电极法：氧电极由铂和银所构成，外罩以聚乙烯薄膜，当外加极化电压时，溶氧透过薄膜在阴极上还原，同时产生扩散电流，溶氧量越高，电流愈强。

25.答：植物种类不同、生长条件不同，造成光合“午休”的原因也不同。有以下几种原因：(1)中午水分供给不足、气孔关闭。(2)CO₂ 供应不足。(3)光合产物淀粉等来不及分解运走，累积在叶肉细胞中，阻碍细胞内 CO₂ 的运输。(4)中午时的高温低湿降低了碳同化酶的活性。(5)生理钟调控。

26. 答：氧抑制光合作用的原因是：

(1) 加强氧与 CO₂ 对 RuBP 的结合竞争，提高光呼吸速率。(2)氧能与 NADP⁺ 竞争接受电子，使 NADPH 合成量减少，使碳同化需要的还原能力减少。(3)氧接受电子后形成的超氧阴离子会破坏光合膜。(4)在强光下氧参与光合色素的光氧化，破坏光合色素。

27.答：植物激素对有机物质的运输分配有着重要的影响。除 ETH 以外，其它几种激

素都有促进有机物质运输的作用。IAA 有吸引有机物质向它所在的器官积累的功能。关于植物激素促进有机物运输的机理有以下几个方面的解释：(1) 激素与质膜上的受体结合，产生去极化作用，降低膜势；(2) 植物激素改变膜的物理、化学性质，提高膜透性；(3) 植物激素促进 RNA 与蛋白质的合成，合成某些与同化物运输有关的酶。

28.答：合理密植是通过调节种植密度，使作物群体得到合理发展，达到最适的光合面积（合理的叶面积指数），充分利用日光能和地力，就可大大提高光能利用率，提高作物产量。

29.答：追施 N 肥会提高光合速率的原因有两方面：一方面是间接影响，即能促进叶片面积增大，叶片数目增多，增加光合面积。另一方面是直接影响，即促进叶绿素含量急剧增加，加速光反应。氮亦能增加叶片蛋白质含量，而蛋白质是酶的主要组成成分，使暗反应顺利进行。总之施 N 肥可促进光合作用的光反应和暗反应。

30.答：把大豆和高粱放在同一密闭照光的室内，一段时间后，大豆首先死亡，一段时间后高粱也死亡。因为大豆是 C₃ 植物，它的 CO₂ 补偿点高于 C₄ 植物高粱。随着光合作用的进行，室内的 CO₂ 浓度越来越低，当低于大豆的 CO₂ 补偿点时，大豆便没有净光合只有消耗，不久便死亡。此时的 CO₂ 浓度仍高于高粱的 CO₂ 补偿点，所以高粱仍然能够进行光合作用，当密闭室内的 CO₂ 浓度低于高粱的 CO₂ 补偿点时，高粱便因不能进行光合作用而死亡。

七、论述题

1. 答：光合作用的原初反应的核心是发生在反应中心的光化学反应。光化学反应实质上是由光引起的反应中心色素与原初电子受体和次级电子供体之间的氧化还原反应。其最终结果是最终电子供体水被光解，释放出电子和氧气和质子；最终电子受体 NADP⁺ 得到电子被还原生成 NADPH，并进而通过卡尔文循环使二氧化碳固定后产物磷酸甘油酸还原为磷酸丙糖、淀粉。所以说，光合作用过程中，水被氧化到氧，而二氧化碳被还原到糖类。

2. 答：玉米、高粱比小麦、水稻的光合效率高的原因是：玉米、高粱等 C₄ 植物光呼吸低。因为光呼吸是由 RuBP 加氧酶催化 RuBP 加氧造成的。C₄ 植物在叶肉细胞中只进行由 PEP 羧化酶催化的羧化活动，且 PEP 羧化酶对 CO₂ 亲和力高，固定 CO₂ 的能力强，在叶肉细胞形成 C₄ 二羧酸之后。再转运到维管束鞘细胞，脱羧后放出 CO₂，就起到了“CO₂ 泵”的作用，增加了维管束鞘细胞中的 CO₂ 浓度，抑制了鞘细胞中 Rubisco 的加氧活性，并提高了它的羧化活性，有利于 CO₂ 的固定和还原，不利于乙醇酸形成，不利于光呼吸进行，所以 C₄ 植物光呼吸值很低。其次，C₄ 植物的 CO₂ 补偿点低，也有利于充分利用碳源。而小麦、水稻等 C₃ 植物，在叶肉细胞内固定 CO₂，叶肉细胞的 CO₂ / O₂ 的比值较低，此时，RuBP 加氧酶活性增强，有利于光呼吸的进行，而且 C₃ 植物中 RuBP 羧化酶对 CO₂ 亲和力低，此外，光呼吸释放的 CO₂，不易被重新固定。其 CO₂ 补偿点也较高，不能充分利用 CO₂ 进行光合作用。

3. 答：根据化学渗透假说，光合磷酸化的机理如下：植物叶绿体在光照下把无机磷(Pi)与 ADP 转化为 ATP，形成高能磷酸键的过程称为光合磷酸化。解释光合磷酸化机理的学说有多个，受到广泛支持的是英国的米切尔(P.Mitchell)提出的化学渗透学说。该学说认为，

质子是不能自由透过类囊体膜的，膜上的电子传递体 PQ 具有亲脂性，含量多，被称为 PQ 库，它可传递电子和质子。在光照下，PQ 在接受 P_{680} 传来的一对电子的同时，可以将膜外基质中的两个质子转移到膜内；此外，水在膜内侧分解也释放出质子，发生环式光合磷酸化时也有质子内运，因而膜内侧质子浓度升高，则膜内电位较“正”；膜外侧质子浓度降低，则膜外侧电位较“负”，于是膜内外便产生了电位差 ($\Delta\psi$) 和质子浓度差 (ΔpH)，二者合称质子动力 (pmf)，是光合磷酸化的原动力。质子沿着浓度梯度通过偶联因子 (ATP 合酶) 返回膜外时，在 ATP 合酶催化下，由 ADP 和 P_i 合成 ATP。

4. 答：测定光呼吸速率的方法及原理如下：(1) 光呼吸受氧浓度的影响 当大气中含氧量从 21% 降至 1~3% 时， C_3 植物的净光合率约增高 30~50%，增加的这部分就代表在高氧条件下光呼吸的消耗，因此可以分别测定 3% 和 21% O_2 下的光合速率，两者之差便为光呼吸速率。

(2) 测定叶片在光下的吸氧量 在光下测定在无 CO_2 空气中叶片的吸氧量。也可以用 $^{18}O_2$ 标记，测定叶片在光下对 $^{18}O_2$ 的吸收速率。

(3) 测定无 CO_2 空气中 CO_2 的释放量 在光下，通入无 CO_2 的气体到叶室中，然后测定叶片 CO_2 的释放量。也可以用 $^{14}CO_2$ 饲喂，先使叶片在光下同化 $^{14}CO_2$ 一段时间，然后通入无 CO_2 的气体，并测定叶片释放出的 $^{14}CO_2$ 量。可以用光下释放的 $^{14}CO_2$ 量和黑暗中释放的 $^{14}CO_2$ 量的比值表示。

(4) 测定从光转暗后的 CO_2 猝发 将 C_3 植物叶片放入叶室，照光一段时间后停止照光，则有 CO_2 释放高峰，一般认为停止光照后的 CO_2 猝发为光呼吸的残余。

5. 答：光呼吸是具有一定的生理功能的，但也有害处。

有利的方面：(1) 回收碳素：通过 C_2 循环可回收乙醇酸中 3/4 的碳素 (2 个乙醇酸转化 1 个 PGA，释放 1 个 CO_2)。

(2) 维持 C_3 光合碳循环的运转：在叶片气孔关闭或外界 CO_2 浓度降低时，光呼吸释放的 CO_2 能被 C_3 途径再利用，以维持 C_3 光合碳循环的运转。

(3) 防止强光对光合机构的破坏：在强光下，光反应中形成的同化力会超过暗反应的需要，叶绿体中 NADPH/NADP、ATP/ADP 的比值增高，由光激发的高能电子会传递给 O_2 ，形成超氧阴离子自由基 O_2^- ， O_2^- 对光合机构具有伤害作用，而光呼吸可消耗过剩的同化力和高能电子，减少 O_2^- 的形成，从而保护光合机构。

(4) 消除乙醇酸：乙醇酸对细胞有毒害作用，它的产生在代谢中是不可避免的。光呼吸是消除乙醇酸的代谢，使细胞免受伤害。另外，光呼吸代谢中涉及多种氨基酸的转化过程，它可能对绿色细胞的氮代谢有利。

有害方面：减少了光合产物的形成和累积，不仅不能贮备能量，还消耗大量能量

6. 答：环境因素水分、光照、温度、矿质等，对同化物的运输均有较大的影响。

(1) 温度：糖的运输速率以 $20^\circ C \sim 30^\circ C$ 最快，高于或低于这个温度范围，运输速率下降。

(2) 光照：可以通过光合作用，影响同化物的运输与分配。功能叶白天的输出率高于夜间。水分胁迫使水势降低，光合降低，叶片中可运态蔗糖的浓度降低，影响输出速率。

(3) 矿物质：如 N、P、K、B 等都会对有机物质的运输产生影响。

N：N 多，营养生长过旺，不利于物质向产品器官输出；N 少则会引起叶片的早衰，C/N 比适中时运输有利。

P：P 可以促进光合，促进可运态蔗糖浓度的提高，促进 ATP 的合成，所以可以促进物质的运输。

K：K 能促进库内蔗糖向淀粉的转化，维持库源两端的压力差，有利于物质的运输。

B：B 与糖结合成复合物，有利于透过质膜，从而有利于物质的运输。

7. 答：作物光能利用率低的原因：(1) 辐射到地面的光能只有可见光的一部分能被作物吸收利用，约占总辐射的 40%~50%；而且在作物生长早期，生长缓慢，绿色叶面积小，约有近一半以上的日光能漏射到地面而损失。(2) 照到叶片上的光被反射、透射。吸收的光能，大量消耗于蒸腾作用，真正参与光合作用的能量转化率约为 23%。(3) 叶片光合能力的限制，夏季强光下会发生光饱和现象和光抑制，作物的“午休”现象也会降低光能利用率。(4) 暗呼吸和光呼吸的消耗都会减少同化产物的积累，呼吸消耗约占光合产物的 20%~30%。(5) CO₂、矿质元素、水分等供应不足。(6) 病虫害危害。