**1、试述同化物分配的一般规律及其在农作物栽培研究中的应用 （15分）**

一、同化物分配的一般规律

（1）由源到库：同化物分配的总方向是从 “源” 到 “库”。“源” 即产生或提供同化物的器官，主要是指叶片等进行光合作用的部位；“库” 则是消耗或储存同化物的器官，像果实、种子、块根、块茎等。一般情况下，某一源制造的同化物主要流向与其组成源 - 库单位中的库。当多个代谢库同时存在时，强库多分，弱库少分；近库先分，远库后分。

（2）优先供应生长中心：在作物不同生育期，各有其生长中心。这些生长中心通常是代谢旺盛、生长速率快的器官或组织，它们既是矿质元素的输入中心，也是同化物的分配中心。例如，在营养生长阶段，生长中心是根、茎、叶等营养器官，同化物会优先供应这些部位以促进其生长；进入生殖生长后，生长中心转移到花、果实、种子等生殖器官，同化物便会大量流向这些部位，以保证繁殖后代的需要。

（3）就近供应：一个库的同化物来源主要靠它附近的源叶来供应，随着源库间距离的加大，相互间供求程度就逐渐减弱。一般说来，上位叶光合产物较多地供应籽实、生长点；下位叶光合产物则较多地供应给根。

（4）同侧运输：同一方位的叶制造的同化物主要供给相同方位的幼叶、花序和根。但当作物一侧受到伤害时，同化物也会从另一侧输送过来，补充作物所需养分。

二、在农作物栽培研究中的应用

（1）优化种植密度：

根据作物种类和品种特性合理安排株行距，以保证每个植株都有足够的空间进行光合作用，并有效利用光照资源，促进同化物生产。

（2）调整施肥策略：

了解作物不同生长阶段对养分的需求特点，适时适量地施加氮磷钾肥及其他微量元素，增强源库功能，提高同化物积累水平。

（3）灌溉管理：

科学制定灌溉制度，避免过度灌溉导致土壤通气不良，影响根系活力和同化物吸收能力；同时防止干旱抑制光合作用，减少同化物生成。

（4）修剪整形技术：

对果树或花卉作物实施适当的修剪措施，去除无效枝叶，改善冠层结构，使阳光更好地穿透到内层叶片，提升整体光合效率，增加同化物产量。

（5）控制生殖生长与营养生长的比例：

通过摘心、打顶、疏花疏果等方式调控作物的生殖生长速度，避免过早开花结果消耗过多同化物，确保有足够的营养供后期果实发育所需。

**2、请你简述作物的蒸腾作用、光合作用与呼吸作用之间的联系，分析三者与作物生产的关系？（15分）**

1. 蒸腾作用（Transpiration）

定义: 蒸腾作用是指水分通过植物体表面（主要是叶片上的气孔）以水蒸气形式散失到大气中的过程。

与光合作用的关系:

气体交换：蒸腾作用不仅有助于维持植物体温，更重要的是它为光合作用提供了必要的二氧化碳（CO₂）。当气孔开放允许水分散失时，也同时促进了空气中的CO₂进入叶肉细胞。

与呼吸作用的关系:

水分运输：蒸腾作用产生的吸力可以促进根系从土壤中吸收水分，并将溶解在水中的矿物质和其他养分运输到地上部分，供呼吸作用所需的氧气和其他物质能够到达各个组织。

2. 光合作用（Photosynthesis）

定义: 光合作用是绿色植物利用光能将二氧化碳和水转化为有机物（如葡萄糖），并释放氧气的过程。

与蒸腾作用的关系:

依赖气孔开放：光合作用需要通过开放的气孔获取CO₂，因此它直接依赖于蒸腾作用来调节气孔的状态。然而，过多的蒸腾会导致水分流失，所以两者之间存在一种平衡关系。

与呼吸作用的关系:

能量供应：光合作用产生的碳水化合物是呼吸作用的主要底物，即植物通过光合作用制造的能量储存物质，在呼吸作用中被分解产生能量用于各种生命活动。

3. 呼吸作用（Respiration）

定义: 呼吸作用是所有活细胞内的代谢过程，通过氧化有机物（如葡萄糖）生成ATP（腺苷三磷酸），这是细胞进行一切生命活动所需能量的主要来源。

与光合作用的关系:

能量消耗：呼吸作用消耗由光合作用合成的有机物，但同时也是支持植物生长发育所必需的能量来源。适量的呼吸作用可以确保植物有足够能量用于细胞分裂、扩展等生长过程。

与蒸腾作用的关系:

水分和矿质营养运输：如前所述，呼吸作用需要的氧气和其他物质依赖于蒸腾作用带来的水分流动，从而保证了这些物质能够到达需要的地方。

三者与作物生产的关系

（1）产量形成：光合作用是作物干物质积累的基础，决定了作物的潜在产量。而呼吸作用则消耗了一部分光合产物作为能量来源，用于维持生命活动和支持生长。适度的呼吸强度对于作物健康生长非常重要，但过强或过弱都会影响最终产量。

（2）水分管理：蒸腾作用直接影响到作物的需水量以及灌溉策略。有效的水分管理可以优化光合作用效率，减少不必要的水分损失，提高水资源利用率。

（3）环境适应性：这三个过程如何协调工作，直接关系到作物对外界环境变化的响应能力。例如，在干旱条件下，作物可能关闭气孔以减少水分流失，但这也会限制CO₂进入，进而抑制光合作用。因此，培育耐逆境品种或者采用合理的栽培措施可以帮助作物更好地应对不利条件，保持较高的生产力。

**3、试述作物氮素同化的主要途径（15分）**

1. 硝酸盐还原途径（Nitrate Reduction Pathway）

（1）硝酸盐吸收：植物根系从土壤中吸收硝酸盐（NO₃⁻），并通过质膜上的硝酸盐转运蛋白进入细胞。

（2）硝酸还原酶作用：硝酸盐在细胞质中被硝酸还原酶（NR, Nitrate Reductase）还原为亚硝酸盐（NO₂⁻）。

（3）亚硝酸还原酶作用：随后，亚硝酸盐被亚硝酸还原酶（NiR, Nitrite Reductase）进一步还原为氨（NH₃）。这一过程发生在叶绿体或质体中。

（4）氨同化：产生的氨与碳骨架结合形成谷氨酸或其他氨基酸，通过谷氨酰胺合成酶（GS, Glutamine Synthetase）和谷氨酸合成酶（GOGAT, Glutamate Synthase）催化反应实现。

2. 铵态氮同化途径（Ammonium Assimilation Pathway）

（1）铵态氮吸收：铵态氮通过特定的铵转运蛋白（AMTs, Ammonium Transporters）进入植物细胞。

（2）氨同化：进入细胞内的铵离子（NH₄⁺）首先被解离成氨（NH₃），然后通过上述提到的谷氨酰胺合成酶（GS）和谷氨酸合成酶（GOGAT）系统转化为谷氨酰胺和谷氨酸。

3. 氨基酸合成

无论是通过硝酸盐还原途径还是铵态氮同化途径生成的谷氨酰胺和谷氨酸，都是后续氨基酸合成的基础。这些氨基酸不仅用于构建蛋白质，还参与了其他含氮化合物的合成，如核苷酸、激素、维生素以及次生代谢产物等。

4. 固氮作用（Biological Nitrogen Fixation）

虽然不是所有作物都能进行固氮作用，但是一些豆科植物能够与根瘤菌共生，将大气中的氮气（N₂）固定为可用的氨（NH₃）。这个过程由固氮酶复合体催化完成，并且需要大量的能量（ATP）支持。固定的氨随后可以按照铵态氮同化的路径被植物利用。

**4、作物遭遇逆境时体内生理活动发生怎样的变化？（15分）**

1. 水分调节

（1）水分吸收减少：在干旱条件下，土壤水分不足导致根系吸水能力下降。

（2）气孔关闭：为了减少水分散失，植物会通过关闭气孔来限制蒸腾作用。

（3）渗透调节物质积累：植物体内会产生或积累脯氨酸、甜菜碱等渗透调节物质，以维持细胞的膨压和正常代谢。

2. 光合作用改变

（1）光合速率降低：由于气孔关闭导致二氧化碳供应不足，或者叶绿素降解等原因，光合作用效率会降低。

（2）光抑制增加：强光条件下，植物可能会出现光抑制现象，即光系统II活性受损，导致能量转换效率下降。

3. 呼吸作用调整

（1）呼吸强度变化：根据逆境类型，呼吸作用可能增强（用于快速响应胁迫）或减弱（节省能量）。

（2）呼吸路径改变：从有氧呼吸转向无氧呼吸，在缺氧环境下尤为明显。

4. 激素水平变动

（1）脱落酸(ABA)增加：ABA是重要的逆境信号分子，它促进气孔关闭，并参与种子休眠和抗旱性等过程。

（2）茉莉酸(JA)和乙烯(Ethylene)升高：这两种激素通常与防御反应有关。例如，在水淹条件下，植物根系缺氧会导致乙烯合成增加。乙烯可以促进植物通气组织的形成，有利于氧气从地上部分运输到根部，从而缓解缺氧对根系的伤害。同时，在机械损伤、病害等逆境下，乙烯也会参与植物的防御反应。

（3）赤霉素(GA)和细胞分裂素(CTK)减少：这两类激素与生长发育密切相关，逆境下它们的减少有助于减缓生长速度，保存能量。

5. 抗氧化系统激活

（1）抗氧化酶活性提升：如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽还原酶(GR)等，用于清除活性氧(ROS)，防止氧化损伤。

（2）非酶类抗氧化剂积累：如维生素C、E以及酚类化合物等，同样起到保护细胞免受自由基损害的作用。

6. 基因表达调控

（1）胁迫相关基因表达上调：包括热激蛋白(HSPs)、冷诱导蛋白(CORs)、脱水响应元件结合因子(DREBs)等，帮助细胞适应温度骤变或其他逆境条件。

（2）蛋白质修饰：如磷酸化、乙酰化等，影响蛋白质的功能和稳定性，从而调节细胞对逆境的响应。

7. 细胞结构变化

（1）细胞壁加固：通过合成更多木质素或其他多糖物质加强细胞壁结构，提高机械支撑力，抵御外界压力。

（2）膜脂重排：调整膜脂组成比例，保持细胞膜流动性，确保信号传导和其他生理功能不受影响。

**5、根据作物生理学及相关知识，选择你熟悉的一种作物，针对湛江地区该作物的产量限制因子，利用源库流理论，设计一个完善的“提高农作物产量”的研究方案，并确定研究的预期目标。（40分）**

**题目： 基于源库流理论提高湛江地区甘蔗产量的研究方案**

一、研究背景

湛江位于中国广东省西南部，是我国重要的甘蔗种植区域，该地区气候属于热带季风气候区，雨量充沛但分布不均，旱季与雨季分明。土壤类型多样，包括红壤、砖红壤等，部分农田存在盐渍化问题。这些因素对甘蔗生长构成了挑战。源库流理论认为，作物产量的形成取决于源的供应能力、库的接纳能力以及源库间的运输流畅性。通过对甘蔗源库流相关因子的研究与调控，有望提高其产量。

二、研究目标

1.明确湛江地区甘蔗产量的关键限制因子，确定其在源库流环节中的主要问题所在。

2.制定针对性的调控措施，在本研究周期内使甘蔗产量提高10%-20% 。

三、研究内容与方法

（一）源的研究与调控

1. 叶片光合特性分析

（1）测定不同生长时期甘蔗叶片的叶绿素含量、光合速率、气孔导度、胞间 CO₂浓度等光合指标。在甘蔗的伸长期、成熟期等关键阶段，选择有代表性的甘蔗田块，采用便携式光合测定仪，于晴天上午 9 - 11 点测定不同叶位叶片的光合参数。

（2）研究不同施肥处理（如氮肥不同施用量及施用时期）对叶片光合特性的影响。设置多个氮肥处理组，包括不同的施氮量（如低氮、中氮、高氮）和施用时间（基肥、分蘖期追肥、伸长期追肥的不同组合），定期测定叶片光合参数，分析施肥与光合特性的关系，确定最佳施肥方案以提高源的光合生产能力。

2. 叶面积指数调控

（1）定期测量甘蔗不同生育期的叶面积指数。采用叶面积仪或通过测量叶片的长、宽并结合相关系数计算叶面积，进而得出叶面积指数。

（2）研究种植密度与叶面积指数及产量的关系。设置不同的种植密度试验田，在甘蔗生长过程中监测叶面积指数变化，收获时统计产量，分析确定最适种植密度，使叶面积指数在甘蔗生长中后期保持在合理范围（如 4 - 6），既能充分利用光能，又不致因叶片过于郁闭而影响群体光合效率。

（二）库的研究与调控

1. 甘蔗茎秆生长特性分析

（1）测定甘蔗茎秆的直径、长度、节间数、节间长度等形态指标以及茎秆的干物质积累量。在甘蔗生长期间，每隔一段时间随机选取一定数量的甘蔗植株，测量上述指标并烘干称重测定干物质。

（2）研究不同品种甘蔗的库容量与产量的关系。收集当地及引进的多个甘蔗品种，在相同的栽培管理条件下种植，分析不同品种茎秆生长特性及最终产量，筛选出库容量大且适合湛江地区种植的优良品种。

2. 蔗糖积累与转化研究

（1）测定甘蔗茎秆中蔗糖含量、还原糖含量等糖分指标在不同生育期的变化。采用蒽酮比色法测定蔗糖含量，斐林试剂法测定还原糖含量，分析蔗糖积累规律。

（2）探讨激素处理对蔗糖积累的影响。在甘蔗生长后期，设置不同激素处理组（如生长素、细胞分裂素等），定期测定茎秆糖分含量，研究激素对蔗糖合成关键酶活性及蔗糖运输的影响，确定促进蔗糖积累的激素调控方法。

（三）流的研究与调控

1. 韧皮部运输特性研究

（1）采用放射性同位素示踪技术（如 ³²P 标记）研究甘蔗光合产物从叶片向茎秆的运输速率、运输方向及分配规律。在甘蔗叶片上施加 ³²P 标记的磷肥，在不同时间后测定茎秆不同部位的放射性强度，分析光合产物运输情况。

（2）研究水分管理对韧皮部运输的影响。设置不同的灌溉处理组（如充足灌溉、适度干旱胁迫等），测定在不同水分条件下光合产物运输相关指标，分析水分对源库间物质运输流畅性的影响，确定适宜的水分管理策略。

2. 源库流关系的协调

（1）综合分析源、库、流各项指标数据，建立甘蔗源库流关系模型。运用统计分析软件，分析叶片光合参数、茎秆生长指标、糖分含量、物质运输速率等数据之间的相关性和定量关系，构建模型。

（2）根据模型结果，制定源库流协同调控方案。例如，在甘蔗伸长期，通过合理施肥和灌溉，保证源的充足供应和流的顺畅，同时促进茎秆快速生长扩大库容量；在成熟期，调控激素水平和环境条件，促进光合产物向茎秆运输并高效转化为蔗糖积累。

四、研究步骤

（一）第一年

1. 进行甘蔗品种筛选试验田布置，设置不同品种甘蔗种植区，同时设置不同施肥处理和种植密度试验小区。

2. 安装田间监测设备，包括气象站、土壤水分传感器等，开始定期监测环境数据和土壤水分状况。

3. 按照预定时间节点进行叶片光合特性测定、叶面积指数测量、茎秆生长特性观测等基础数据收集工作。

（二）第二年

1. 继续进行各项数据监测和收集工作，同时开展激素处理试验和放射性同位素示踪试验。

2. 分析第一年的数据，初步评估不同处理对甘蔗源库流的影响，调整部分试验处理参数。

3. 加强对甘蔗病虫害防治和田间杂草管理，确保试验田甘蔗正常生长。

（三）第三年

1. 完成所有试验数据的收集工作，包括不同生育期的各项源库流指标测定。

2. 深入分析数据，建立源库流关系模型，根据模型制定源库流协同调控方案。

3. 在大面积示范田中应用调控方案，验证方案的有效性和可行性。

五、预期成果

1. 明确湛江地区甘蔗产量限制因子在源库流方面的具体表现和作用机制，如确定影响甘蔗叶片光合效率的关键环境因素和栽培措施，揭示甘蔗茎秆库容量和蔗糖积累的限制环节等。

2. 建立一套适合湛江地区甘蔗种植的基于源库流理论的高产栽培技术体系，包括优化的施肥方案、种植密度、水分管理策略、激素调控技术等，并形成详细的技术操作规程。

3. 通过示范田验证，使应用该技术体系的甘蔗田亩产量提高10%-20% 以上，同时提高甘蔗的蔗糖含量，提升甘蔗种植的经济效益和社会效益，为湛江地区甘蔗产业发展提供科学依据和技术支撑。