

水稻高产栽培技术及其理论研究

資料选編

(一九六一年晚造部分)

广东省农业科学院編印

1963.3.

广东省农业科学院 1961 年晚稻叶色

变化研究结果概要*

(广东省农业科学院水稻高产综合研究组)**

高产水稻叶色变化的研究，无论对初作生产和科学理论均具有重大的意义，为此，本院自 1961 年开始组织栽培，植保，土化，植物生理等有关专业，在群众经验基础上进行综合研究。本文是 1961 年晚稻研究结果概要。

一、双季晚稻叶色，有一定的“黑”，“黄”变化。

初步观察结果指出，以“2150”为代表的晚稻中迟熟品种，自回青至抽穗的主要生育期间，其叶色的变化属“三黑两黄”类型。“一黑”的出现，是与分蘖和叶片的迅速增生密切联系着的，在分蘖集中出现期，群体叶色和叶绿素含量达到“一黑”期间的高峰。“二黑期”的出现，是在幼穗枝梗和颖花原基分化期间。“三黑期”的出现，是与花粉的形成和充实相联系着的。“一黄”出现于拔节和幼穗分化之间，即由营养生长过渡至生殖生长的转折时期。“二黄”出现于幼穗形成期前后，“三黄”应否出现，本季的材料，尚不能加以说明。如在大暑前后移植，则“一黑”出现于立秋，处暑间；“一黄”出现于处暑，白露间；“二黑”出现于白露前后；“二黄”出现于白露后至秋分间；“三黑”出现于秋分至寒露间。叶色的“黑”，“黄”变化是互为基础，相互紧密联系着的，但从主要生育期内看，应以“现黑”为主，“现黄”为辅，各次“现黄”时间的长短，一般在七天左右为宜。

根据群众经验，所谓“黑”即叶色达到绿青色，“黄”即

*本文是根据“双季晚稻的叶色变化与若干生育生理现象的关系”，1961 年晚造水稻高产栽培防病研究”，及“双季晚稻田土壤氮素供应状况及其对植株吸氮和叶色变化关系初步研究”等三篇报告综合写成的。

**参加本项目研究的同志有：粮食系栽培组：陈炜钦，婁永海，王蔚文，毛璧君，潘玉染，张彦星，曾碧露；植保系伍尚忠，杨伍烘；土化系张玉璋，朱维和，黄继茂，李安妮，赵议露等

达到绿豆青色。但一黑期是否要出现短期浅乌色，有待进一步研究的必要。从一克鲜叶垂的叶绿素含量来看，当群体叶色处于浅乌色时接近6.0毫克，绿青色时为5.0—5.5毫克左右。

二、生长中心的形成和转移，引起叶中氮，碳营养物质含量的消长，是叶色“黑黄”交替变化的内在主因。

自回青后至分蘖盛期这一期间内，分蘖和叶片的坛生很为迅速，个体和群体均在不断地成长和扩大。从地上器官的形成和生长来看，此时期内也局限于叶片。因此，叶片和分蘖（实质上即为新生叶片）是当时的生长中心。叶片和分蘖的坛生长，是叶片细胞大量分裂坛生的结果，含氮物质是完成细胞分裂坛生的主要物质基础。从而，在此期间内形成一个氮代谢的极旺盛时期。此时叶鞘中且白氮，非且白氮，以及全氮含量（佔干重%）为全期最高，各为1.66—1.42%，0.32—0.34%和1.98—1.76%；叶身中且白氮，非且白氮和全氮含量亦为全期最高或较高的时期，各为3.46—3.00%，0.43—0.34%和3.89—3.34%。从群体的吸氮量来看，此期间内平均每日每亩田吸氮量为0.30斤，为生育期中群体吸氮量较高时期之一。因植株对氮素旺盛的吸收，土壤中 NH_4-N 随之迅速和大幅地下降，如移植前土壤 NH_4-N 为20.5 PPM，至分蘖盛期仅为4.3 PPM，伴随氮代谢的同时，叶中各种生理过程也极为活跃。如叶片的呼吸强度及过氧化氢酶的活性为全期最高。又从氮，碳营养物质的分配来看，此时期内多集中于分蘖；而分蘖中又多集中于最幼嫩的分蘖（即新生叶片）。如各种物质的含量，以主茎为100%，则具有3叶，2叶，1叶的分蘖，其非且白氮的含量为主茎的127.54%，151.96%，186.69%；且白氮的含量各为主茎的106.31%，107.88%和117.55%；可溶性糖的含量各为主茎的361.02%，303.25%和443.01%，叶片中既然集中了较多的营养物质具有活跃的生理过程和旺盛的氮代谢过程，反映在叶绿素含量及群体叶色上，形成了“黑”，因此，从生理角度来看，“现一黑”是因水稻旺盛生长所引起的，氮代谢和某些生理过程特别活跃的外在反应。

拔节后至幼穗分化期间，分蘖的涌现已趋于停止，叶片的出现速度逐渐减慢，地上器官除叶片外，节间开始生长，继之幼穗分化，生长中心逐渐由叶转移至茎和幼穗，与“一黑”期

比较，氮，碳营养物质由分蘖相对地集中于主茎，由出现较迟的分蘖，相对地集中于出现早的分蘖。从氮代谢来看，叶中氮物质的含量不及“一黑”期的高，如叶鞘中全氮，旦白氮和非旦白氮的含量此时形成一个低谷，其含量各仅为 1.24%，1.05% 和 0.19%；叶身中以上氮物质含量也在下降。由于营养物质向茎节及幼穗集中运转和叶中氮化合物的含量一时下降，反映在叶色上形成了“一黄”。如此时在肥，水措施上进行促进“不现黄”，会导致叶中旺盛的氮代谢的继续，叶身叶鞘中旦白氮和非旦白氮的含量反比“一黑”期高或保持相同的水平；而明显地削弱了碳代谢的过程，致使叶中淀粉和可溶性糖的含量明显低于“现一黄”区；从于物质在各器官的分配来看，“不现一黄”促使于物质相对地集中于叶身上，而相对地削弱了叶鞘及茎干物质的积累，表现示器官间的结构不协调。

前人研究结果指出，当幼穗枝梗、颖花原基进行分化期，幼穗中含氮特高，表明幼穗分化发育是一个新形成的需氮中心。此时叶鞘中全氮和旦白氮含量及叶身、叶鞘中非旦白氮含量比“一黄”期有明显地增长，特别是叶身中非旦白氮的含量比前期升高更为显著，其含量为全期最高。叶身、叶鞘中氮含量的一时增长，反映在叶色上形成了幼穗分化与幼穗形成期间的“二黑”。此时群体的吸氮量为全期最旺盛的时期，平均每日每亩田吸氮素为 0.68 斤，相应的土壤中 NH_4-N 比“一黄”期有一个较明显地下降。

由于幼穗发育，茎的伸长，消化和转化了叶中合成的大量氮，碳物质并将剩余的光合产物以淀粉形态大量贮存在叶鞘内，致使幼穗形成后约至花粉母细胞形成这一段时期内，叶身叶鞘中全氮，旦白氮，非旦白氮的含量，继幼穗分化期后一直在下降。约至花粉母细胞形成后期，全氮，旦白氮及叶鞘中的非旦白氮含量下降至主要生育期内最低点，叶身中的非旦白氮尚在继续下降。叶身、叶鞘中的可溶性糖含量亦是同样情况，但叶鞘中的淀粉含量及每茎叶鞘中淀粉总贮积量均达全期最高点。叶中这些物质，特别是可溶性物质的外调和转化，致使叶色出现“二黄”。

自花粉充实期至抽穗这一期间，碳物质的合成和运转现象很为旺盛，这与抽穗后谷粒充实过程需大量碳物质供应相一致的。此时叶鞘中贮存态的淀粉迅速转化成可溶性糖，以调运至

茎和穗；叶身中也进行大量的光合产物的合成，以致叶身，叶鞘中可溶性糖含量又比前期显著增加，伴随着旺盛的碳代谢，孕穗前后在叶中也形成一个氮代谢的相对旺盛期，叶中氮、碳营养物质的又一度增长，反映在叶色上形成了“三黑”。

三、叶色“黑”，“黄”交替变化与穗，粒数的构成及制止纹枯病的发生具有密切的关系。

分蘖和叶片是“一黑”期的生长中心，现黑的程度对分蘖的显现致为密切。分蘖盛期前后叶色保持在绿青以下，对分蘖的显现有抑制作用；如此时能显现浅乌色，可提高每亩茎数5—6万左右。致“二黑”能提高每穗二次枝梗和颖花分化数，如此期黑得不足，则二次枝梗和颖花的分化数减少。以幼穗分化前后叶色较淡的“早现黄”区与此时叶色较浓的“三黑两黄”区比较，平均每穗二次枝梗数约少3.5枝，每穗颖花分化数约少19颖。花粉母细胞形成期至花粉充实期，如叶，茎中有较高的氮、碳营养物质的含量，有减低幼穗枝梗和颖花退化率的作用。因此，在适度“现黄”的基础上，自花粉母细胞形成期至抽穗期“现三黑”，对保证穗大是有积极意义的。看来，“现三黑”对提高碳物质的合成和积累，以利孕穗后的谷粒充实具有更重大的意义，但尚缺少实验数据加以说明。

适时适度“现黄”不但能促使生长中心的及时转移，协调氮、碳代谢，并对穗数的形成，颖花分化，茎秆发育，孕穗前干物质的积累均具有重大的积极意义。适时适度“现一黄”，因能抑制一部分后期高位蘖的显现，因而比“不现一黄”提高成穗率7%左右。“不现一黄”，因生长中心不能及时由叶向穗转移，及氮、碳代谢的不协调，二次枝梗和颖花分化数比适时适度“现一黄”区低26.09%和17.34%，“现一黄”对正在伸长节间的生长和干物质的积累有一定的抑制作用，如主茎伸长节间数的减少，节间长度短及节间干物质积累时间缩短，节间干重和向穗部转移的干物量减少，尤以“现黄”过早，时期过长，影响程度也随之加深；但“现一黄”对尚未伸长的上部节间干物质的积累具有积极作用，并对积累物质的转移率无不良影响。“不现一黄”有增加伸长节间数和节间长度的作用，同时对正在伸长的节间及以后伸长节间的总干物质积累量，可向穗部转移物质的积累量和转移率有明显的不良影响，因为适时适度“现一黄”有协调器官间的结构，缩短茎节长度，提高

茎秆的粗壮程度，从而也提高了秈株的抗倒性能。

适时适度地现“黑”转“黄”，对抑制水稻纹枯病的发生发展也具有积极意义。其作用可归纳于两方面：(1)改善群体内部环境条件（尤为光照条件）使不利于发病；(2)调节植株体内生理代谢机能活动，提高植株本身的抗病能力。根据幼穗分化期测定，“不现一黄”与“现一黄”比较，“不现一黄”与“现一黄”比较，“不现一黄”的不但全田茎数高，而且10—11叶较长较宽，叶枕距大，叶身与茎秆所成的角度大。此外，最大叶面积出现早，最大叶面积系数也明显大于“现一黄”的处理。上述情况表明了“不现黄”处理的植株的营养生长过旺，这种营养生长过旺的现象导致群体内部光照条件的严重恶化。如以封行前茎部15厘米处的透光率为100，则“不现一黄”处理封行后为封行前的80%，至减数分裂期仅为20%，而“现一黄”处理相应时期内各为封行前的80%和50%。值得指出的是，在本省晚秈生育中期是纹枯病发生发展的渐进至高峯阶段，适于发病的温、湿条件早已具备，因此，群体内的透光状况来看；自幼穗分化至抽穗期，“不现黄”区非旦白氮与旦白氮的比值及每茎叶鞘中非旦白氮总量均高于“三黑两黄”区，同时孕穗至抽穗期间，“不现黄”区鞘中非旦白氮向茎，穗运转迟缓；又如上述时期内，每茎叶鞘中可溶性粒的绝对增长量亦以“不现黄”区高于“三黑两黄”区，云穗前后其向茎，穗运转状况亦差，相反，鞘内淀粉的累积量却少于“三黑两黄”区。以上情况表明了纹枯病主要发病期间，“不现黄”区的叶鞘内较多的积贮了可能成为病原菌发育所需的营养基质，为纹枯病原菌侵入后的发生发展创造了内在条件。根据纹枯病病菌在植株营养煎汁液中培养结果指出，纹枯病病菌菌丝生长量，亦以“不现黄”区大于“三黑两黄”区。如“不现黄”区有病株煎汁培养液中菌丝生长量为15.6毫克，无病株为14.6毫克；而“三黑两黄”区无病株煎汁培养液中菌丝平均生长量仅为12.8毫克。大田病情调查结果也指出了，如自幼穗形成期至花粉母细胞形成期的发病高峰阶段测定，“不现黄”区的纹枯病发病指数（5.03%）比“三黑两黄”区（指数为1.65%）高三倍以上。由此可见，根据水稻生育规律，加以肥、水措施的调整，使水稻叶色适时适度现“黑”转“黄”，是达到防病高产经济有效的途径。

四、肥水措施可以在量上调整叶色的“黑”、“黄”变化。

高产水稻叶色“黑”、“黄”交替变化，是有一定的生理内因为基础。但是，其变化过程得以实现，尚需有一定的栽培措施与之配合，其中尤以肥、水条件与叶色变化关系为密切。一般如在分蘖盛期前后，幼穗分化期及孕穗以至抽穗期间，肥、水措施上加以促进，易达到“现黑”的目的；在拔节后至幼穗分化期间，肥、水措施上加以控制，易达到“现黄”的目的，相反，如拔节期前后由“黑”转“黄”期间，肥、水措施上虽加以促进，其叶绿素含量及群体叶色相对下降和淡退的现象却仍然云现。以上事实表明了叶色“黑”、“黄”变化的内在性。同时也观察到，不论在“现黑”或“现黄”期，从肥、水上加以促进或控制，或在“现黑”期加以控制而在“现黄”期加以促进，则叶色“黑”、“黄”的程度，云现的时期，在很大程度上是有差别的，这种现象在生产实践上也是普遍存在的。以上事实又表明了，从栽培措施上对叶色变化加以调整的可能性和必要性。但是，栽培措施的施行，必须以高产为前提，和以适应水稻本身的生育规律为基础。

在本试验的具体条件下，初步认为在基肥亩施氮素10.26斤的基础上，要保持“一黑”期的绿青色需施氮素3斤（速效肥）—5斤（迟效肥）；如要云现短期浅乌色，应另加氮素2斤（速效肥）。其氮量的分配应大部分于第一次中耕时施下。在“一黄”现足的基础上，促使“二黑”云现，如以迟效肥为主，应施氮素4斤左右；如以速效肥为主，施氮素量当在4斤以下。在“二黄”的基础上，促使“三黑”云现，应施氮素2斤左右（速效肥）。各次追肥的施用时期，应根据肥料种类而不同。观察结果指示：坛施硫酸铵后土壤中 NH_4-N 坛加较快，而施人粪尿或混合肥（即堆肥）后土壤中 NH_4-N 坛加较迟；一般速效肥施后3—4天植株中可溶性氮即显著坛加，随后叶色转“黑”。因此，目的在于促使“现黑”的追肥，如为速效性肥应在“现黑”前4—5天施下，如为迟效肥，应该相互提前。为了达到适时“现黄”，除在“现黑”期间应严格掌握施肥量外，一般可通过排水晒田得以实现。晒田可以相对抑制水稻对氮素的吸收，促使叶色淡退，而复水后又能促进秧株对氮素的吸收，土壤 NH_4-N 迅速下降，叶色坛浓，为“现黑”创造了有利条件。

双季晚稻的叶色与若干生育生理现象的关系*

(水稻高产综合栽培研究组)

水稻高产的获得，是因地因时综合运用“农业八字宪法”的结果。在土、种、密等因子既定的前提下，肥、水技术的合理运用，起着主导的作用。我国农民在这方面积累了丰富的经验，如江苏陈永康同志的单季晚粳“三黑三黄”高产栽培技术〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔4〕。本省潮汕平原群众栽培水稻的适时“现乌”、“转赤”〔5〕、〔6〕，珠江平原的“圆身”、“润色”、粤西地区的“退黄”，以及海南岛的“青黄”、“黄黄”等，其基本经验是通过掌握水稻在不同生育期的叶色变化表现，作为判断植株正常生长发育的根据，指导肥、水技术措施的实施，从而获得高产〔6〕。最近崔继林等〔7〕研究指出：水稻叶色变化与植株叶片功能内部的生理代谢过程，以及外部的长相，有一定的关联〔2〕、〔7〕。因此，在理论上进一步研究阐明水稻的叶色变化的本质，以指导水稻高产栽培，不论在实践上及理论上均具有至要的意义。据此，自1961年开始，我们分别对双季早稻及晚稻的叶色变化，及其对产量形成中的作用作比较系统地初步观察研究，本文着重报导有关双季晚稻的叶色变化与若干生育、生理现象及与肥水和高产性能的关系，现将观察经过和结果报告如下。

一、观察材料及方法

观察处理及本田主要生育期内叶色变化过程的设计如表(1)。叶色主要是通过肥水进行调节的，各处理基肥施用量相同，其中底肥亩施干豆秆250斤，猪粪1,000斤，粪水1,000斤，另面层肥亩施豆饼30斤，各处理基追肥施氮量如表(2)。本田期间追肥，排灌情况如图(1)。供试品种：“2150号”属中迟熟种，采用单区观察。小区面积0.1亩，亩播12万苗，行株距6×5寸，每科6苗。

* 本文初稿于1961年写成，1962年11月定稿。

表(1) 处理设置

区号	区 名	本田主要生育期内(回青至抽穗)叶色变化过程
I	* 三黑两黄区	回青至幼穗分化前现一黑, 分化期前后现一黄, 分化后至幼穗形成期现二黑, 幼穗形成期后至花粉母细胞形成期现二黄, 减数分裂期至抽穗前现三黑。
II	早现黄区	拔节期现一黄, 其余时期现黑。
III	不现黄区	全期不现黄

*: 观察结果叶色变化为“三黑两黄”, 为便于表明, 此处称为“三黑两黄区”。

表(2) 各处理基追肥施氮量 (斤/亩)

区号	区 名	基 肥	追 肥	合 计
I	三黑两黄区	10.26	12.27	22.53
II	早现黄区	10.26	9.80	20.06
III	不现黄区	10.26	15.15	25.41

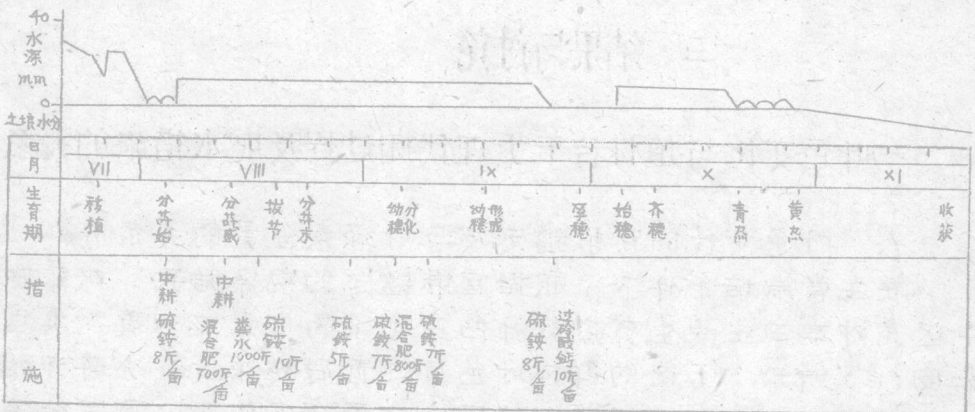
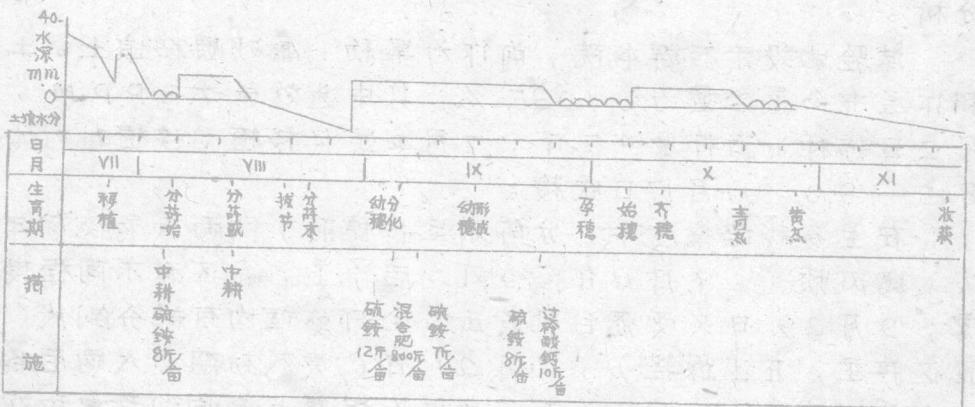
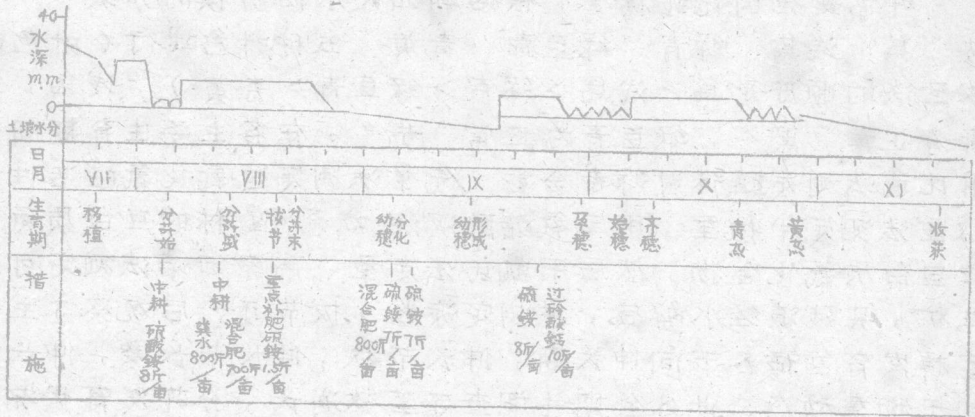


图 (1) 各处理的主要生育期和肥水措施 (上 I 区、中 II 区、下 III 区)

叶色变化的记载标准，根据潮汕区水稻劳模的分级^[8]，按“乌，浅乌，绿青，绿豆青（青黄）”五种叶色进行（叶色由浓至淡的顺序是乌>浅乌>绿青>绿豆青>青黄），浅乌，绿青为正常“黑”，绿豆青为正常“黄”。在各主要生育期间，用比色法测定植株叶绿素含量，气量法测定过氧化氢酶活性，称量法测定干物质，用三氯醋酸沉淀分离植株的旦白质氮及非旦白质氮化合物，然后用凯氏法定量，用索姆洁法测定可溶性糖，其残渣经水解后，供测定淀粉。拔节开始后观察了主茎茎秆发育包括各节间伸长期，伸长节数，伸长节长度，伸长节间干物质动态。此外全期并调查了茎数消长，分蘖发育状况，及包括出现分位、有效分位，无效分位等，收获后考种及产量分析。

试验地设于石牌本院，前作为旱稻，属砂质粘壤土。土壤耕作层中全氮含量为0.1025%，其中速效氮7.8 P.P.M。6月2日播种，亩播量45斤，7月25日移植，移植时叶令8.5—9.0。11月17日收获。

在主茎栽培季度中（分蘖末至抽穗前）阴雨天气较常年偏多，颱风频见。9月11日强台风过后，I、III区有不同程度迷雾；9月29日又受强台风袭击，全部处理均有部分倒伏（以III区严重，II区最轻）；10月21日（黄熟初期）大雨后各试区全部倒伏，由于倒伏关系，在很大程度上影响到产量和观察的准确性。

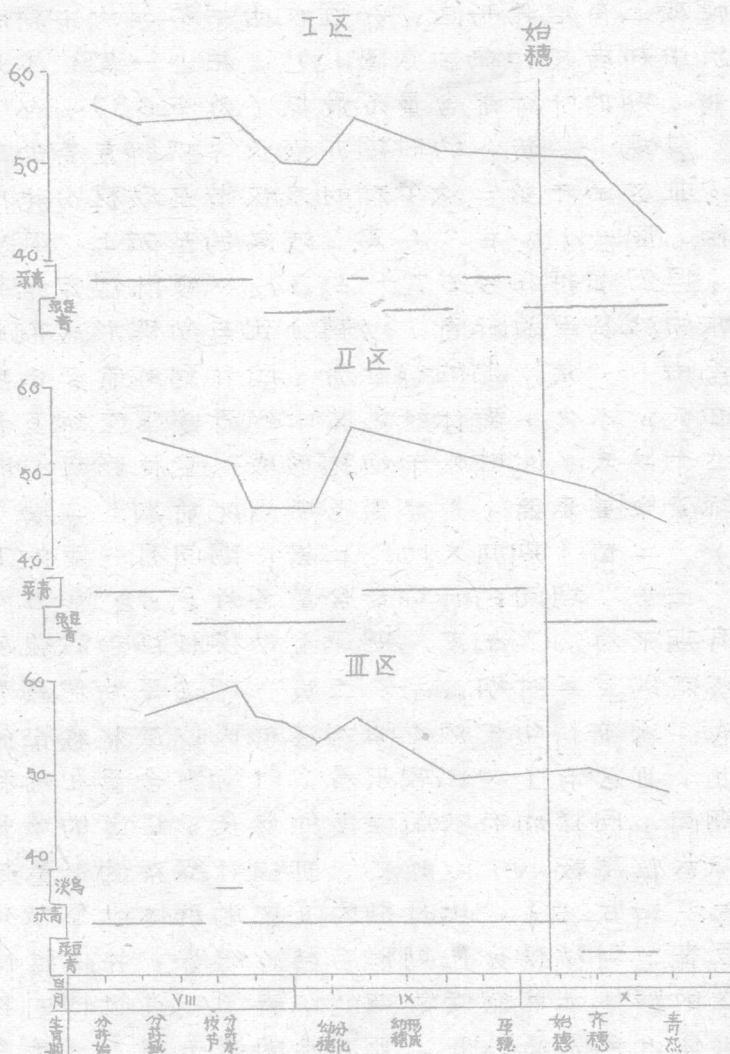
二、结果与讨论

（一）叶色变化与植株若干生理代谢过程及肥水措施的关系。

1. 叶色变化的官能鑑定及与叶绿素含量的关系：

在正常栽培条件下，根据官能鑑定的观察结果，双季晚稻中迟熟种本田主茎生育期的叶色变化，属“三黑两黄”类型。如图（2）所示：I区的群体叶色自返青后转浓，至分蘖开始，已达绿青，此后直至拔节期稍后，均属绿青范围。测定结果表明，此时期内全部青叶片（下同）叶绿素含量亦为全期中较高的时期，每克鲜叶的叶绿素含量大致保持在5.66—5.44毫克之间，自分蘖开始至拔节期稍后约二十天时间内，为现“第

“一黑”的时期。从水稻的生长发育来看，正是分蘖和叶片迅速诞生之际，群体在不断地扩大。又从Ⅱ、Ⅲ区来看，此时期内叶色变化，大致与Ⅰ区同，均为“第一黑”的时期。但因Ⅱ区在肥水措施上控制较早，而Ⅲ区在肥水措施上加以促进（如图1）从而自分蘖盛期后开始，Ⅱ区的叶色趋于淡退，在拔节期已降至绿豆青，“一黑”期间叶绿素含量亦较Ⅰ、Ⅲ区偏低，仅为5.44—5.14毫克/—克鲜叶重（下同）；Ⅲ区却相反，自分蘖盛期后叶色继续浓绿，以至拔节期群体叶色达到浅乌，此期叶绿素含量高至5.97，如图（2）。Ⅰ区叶绿素含量曲线而



图(2) 叶绿素含量(毫克/—克鲜叶重)动态和群体的官能鉴定

示，自拔节期开始，叶绿素含量较前期有显著下降，至幼穗分化前五日至幼穗分化期叶绿素含量降至最低，为4.93。从群体叶色的官能鑑定看来，此时期叶色亦淡退至绿豆青色，但淡退时期较叶绿素含量下降稍迟出现，其绿豆青色出现时期在拔节期稍后至幼穗分化期，为时约十二天，此即现“一黄”期。随着生育期的向前推移，在此时期内分蘖的出现已趋于停止，节间开始伸长，随后幼穗也开始分化，正是由前期的旺盛生长，逐渐转向于茎、穗发育的转变时期。又从Ⅱ、Ⅲ区叶绿素含量曲线来看，在此时期内与前后期相比，同样处于低谷，所不同者仅在幅度上有差异而已，如Ⅱ区由于第二次中耕时不施追肥，第二次中耕后又加晒田（图1），在“一黑”不足的基础上，其“一黄”期的叶绿素含量为最低（为4.68）；从官能鑑定结果来看，其现“一黄”的时期亦最长，现绿豆青的时期长达二十二天。Ⅲ区由于第二次中耕时及拔节至幼穗分化间多次施硫酸，不加晒田（图一），在“一黑”浅黑的基础上，其叶绿素含量虽下降，但仍保持在5.57—5.31；从官能鑑定结果来看，群体叶色亦由浅黑退为绿青，幼穗分化与幼穗形成期间，Ⅰ区的群体叶色由“一黄”期的绿豆青，回升到绿青，出现“二黑”，为时约四天。不久，群体叶色又由绿青淡退至绿豆青，出现“二黄”，长达十二天，此时处于幼穗形成以至花粉母细胞形成后期，从叶绿素含量来看，“二黑”期间比前期“一黄”期间有显著增长；“二黄”期间又比“二黑”期间有一定的下降，“二黑”和“二黄”期间的叶绿素含量各为5.52和5.09。从水稻的生育期来看，“二黑”期正为幼穗枝梗和颖花原基分化期，即粒数奠定的至要时期，而“二黄”期正是幼穗颖花原基分化接近完成，逐渐转向于颖花雌雄蕊形成以至花粉母细胞的形成期。从Ⅱ、Ⅲ区与Ⅰ区比较来看，叶绿素含量在幼穗分化至幼穗形成期间，同样均有不同程度的增长，Ⅱ区的增长幅度大，Ⅲ区的增长幅度较小，以致Ⅱ、Ⅲ区叶绿素的含量趋于接近，各为5.52和5.59。此时期内Ⅱ区的群体叶色亦从“一黄”期的绿豆青，到幼穗分化期稍后转为绿青，并保持绿青至始穗期；Ⅲ区的群体叶色继续前期的绿青，一直维持到齐穗期。因此，从群体叶色来看，Ⅱ、Ⅲ区未明显出现“二黄”，此可能与“二黄”期前的肥水措施不同有关，如图（1）所示，自幼穗分化期至幼穗形成期，Ⅰ区仍在晒田，而Ⅱ区已保持水层灌溉，

Ⅲ区全期未晒田，Ⅱ区于幼穗分化期又按Ⅰ、Ⅲ区多施硫酸，但从叶绿素含量测定结果所示，9月22日（相当于Ⅰ区的“二黄”期，各为5.27和4.93），Ⅱ、Ⅲ区的叶绿素含量均比9月9日（相当于Ⅰ区的“二黑”期，各为5.53和5.59），有不同程度的降低。

从Ⅰ区群体叶色来看，随“二黄”后，约自花粉母细胞减数分裂期至花粉充实期间，（即孕穗期）叶色又回升至绿青，现“第三黑”，为时九天。以后随着抽穗，群体叶色由绿青淡退至绿豆青，再由青蒸期的绿豆青退为青黄，以至接近收获期，群体叶色成为枯黄。由于在“三黑”期间没有测定Ⅰ区的叶绿素含量，因而未能将“三黑”期间叶绿素含量用曲线表示出来。根据齐穗期测定，其叶绿素含量急剧下降，至青蒸期稍后，叶绿素含量降低至4.25，此时期相应的群体叶色为青黄。自始穗后，无论是群体叶色或叶绿素含量，Ⅱ、Ⅲ区的变化趋势大致与Ⅰ区相同。

综上所述，可归纳如下：在正常栽培条件下，双季晚稻（中迟熟种）本田主茎生育期的叶色变化，初步认为属“三黑两黄”类型。“一黑”出现于分蘖开始至拔节期，即立秋处暑间，为时约二十天；“一黄”出现于拔节期稍后至幼穗分化期，即处暑后至白露间，为时约十二天；“二黑”出现于幼穗分化与幼穗形成期间，即白露前后，为期约四天；“二黄”出现于幼穗形成以至花粉母细胞形成后期，即白露后至秋分间，为时十二天；“三黑”出现于花粉母细胞减数分裂期至花粉充实期间，即秋分与寒露间，为时九天。

各期叶绿素的含量与各相应时期群体叶色浓淡的变化，是基本符合的，根据官能鉴定，当群体叶色处于浅乌时，一克鲜叶的叶绿素含量接近于6.0毫克；绿青时约5.0—5.5毫克左右，绿豆青时为4.5—5.0毫克左右，以上结果，大致与本院汕头基点对早晚稻测定的结果相同〔8〕〔9〕，仅绿豆青的叶绿素含量稍偏高。初步看来不同叶色与叶绿素含量有一定的关系。同时，叶绿素含量在反映水稻叶色变化，可能比官能鉴定较为敏感，一般因为凭官能鉴别叶色转变时，往往是在叶绿素含量变化3—5天之后。

2. 叶色变化与过氧化氢酶的活性

根据在各主要生育期，测定功能一叶的过氧化氢酶活性结果（表3），初步看出功能叶片在生育期中，过氧化氢酶活性与植株生育时期有密切关系的。一般以分蘖大量增生，叶片迅速生长的营养生长期，为全生育期中的最活跃阶段。从9月6日幼穗分化后逐步转入以幼穗发育为主的生殖生长期，过氧化氢酶的活性已比前期有所降低，特别是在幼穗分化期前后（8月29日至9月6日）的营养生长与生殖生长转折期间，其活性明显降低，形成一个低谷。

表3 功能叶片过氧化氢酶活性

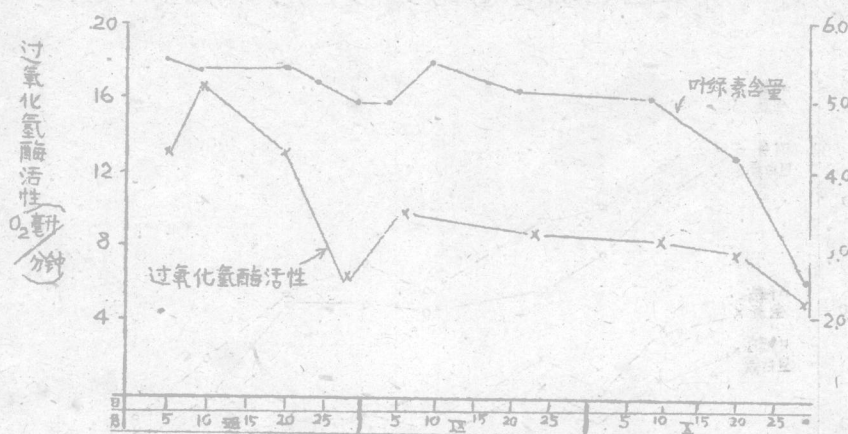
O_2 毫升/分钟

区号	区名	分次	日期		5/8	11/8	22/8	29/8	6/9	22/9	10/10	21/10	31/10
			日	月									
I	三黑二黄区	第一分钟			13.00	16.90	13.52	6.42	9.65	8.72	8.57	7.60	4.70
		第二分末			18.40	/	18.62	11.07	15.15	13.75	13.55	12.08	8.20
II	早现黄区	第一分钟			/	14.75	12.00	6.85	10.35	9.40	9.07	4.63	3.95
		第二分末			/	/	17.20	11.65	15.85	14.50	14.65	7.85	7.05
III	不现黄区	第一分钟			/	14.75	17.60	7.12	9.65	8.22	10.37	6.28	3.10
		第二分末			/	/	19.90	11.85	15.35	12.72	15.09	10.25	5.60

处理间植株的过氧化氢酶活性强弱在同期测定，虽稍有差异，一般叶色浓绿的处理其活性略较强些，但在整个生育期间其活性变化表现趋势基本相同，并未有受不同肥水措施干预而有所影响。植株功能叶片的过氧化氢酶的活性，在不同生育时期表现强弱的变化，与植株叶绿素含量多少的变化有相似的趋势。因此，初步看来，水稻叶色变化，与植株生育阶段的转移、内部代谢功能的变化有着紧密的联系。

3. 叶色变化与氮、碳代谢

叶片变化与植株氮、碳代谢的关系，以“三黑两黄”区(I区)为代表，加以阐明。生化测定结果如表(4)，图(4)(5)。如表及图(4)所示，叶身旦白氮含量，以分蘖盛期前后的“一黑”期为最高，佔叶身干重的3.46%(8月11日)。“一黑”后期与现“一黄”期，含量逐渐低；(9月22日)“三黑”出现时其含量稍有升高。齐穗期后其含量又迅速下降。

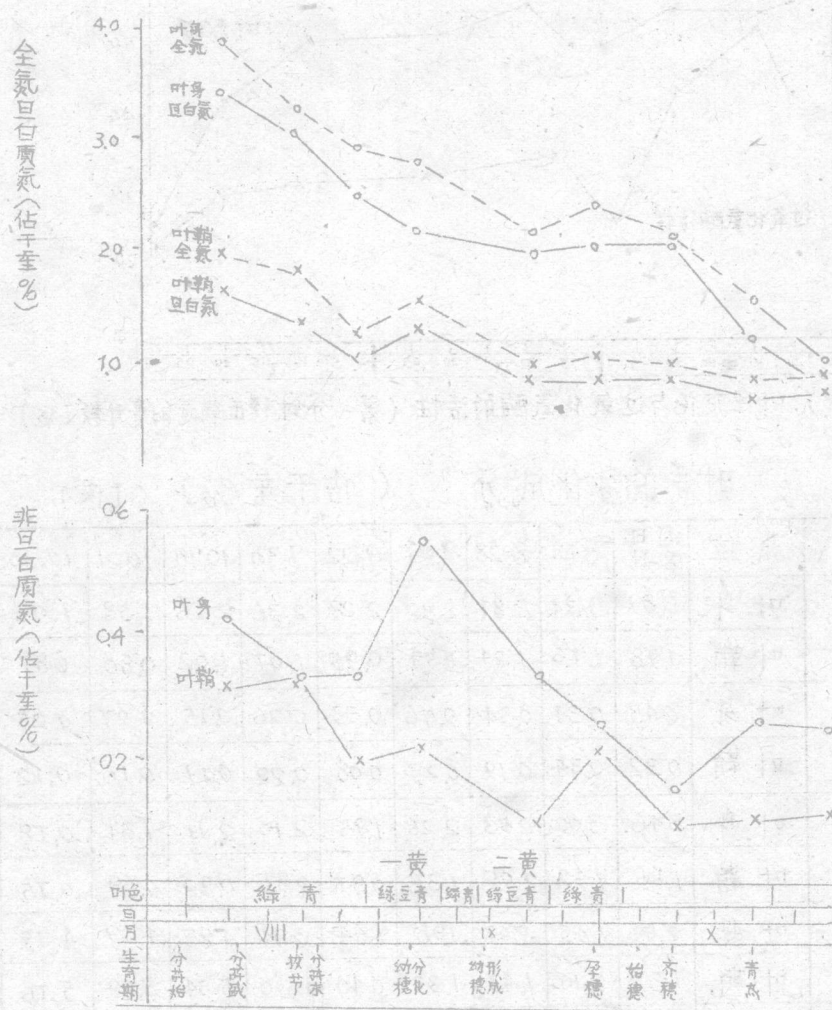


图(13) 叶色变化与过氧化氢酶的活性 (第一分钟释出氧气的毫升数I区)

表(4) 叶片的生化成分 (佔干重%) (I区)

项 目	部位	月日 8.11	8.21	8.28	9.07	9.22	9.30	10.10	10.21	10.30
全 氮	叶身	3.89	3.34	2.87	2.82	2.28	2.36	2.26	1.58	1.03
	叶鞘	1.98	1.76	1.24	1.59	0.95	1.07	1.02	0.80	0.87
非旦白质氮	叶身	0.43	0.34	0.34	0.56	0.33	0.26	0.15	0.27	0.25
	叶鞘	0.32	0.34	0.19	0.23	0.08	0.22	0.09	0.11	0.12
旦白质氮	叶身	3.46	3.00	2.53	2.26	1.95	2.10	2.11	1.31	0.78
	叶鞘	1.66	1.42	1.05	1.36	0.87	0.85	0.93	0.69	0.75
可溶性糖	叶身	2.59	1.83	2.67	1.98	1.44	0.94	4.83	4.09	4.35
	叶鞘	1.83	2.10	1.49	1.33	0.40	1.10	5.34	5.00	5.76
淀 粉	叶身	16.70	14.85	16.97	16.88	16.79	16.02	16.83	17.19	16.11
	叶鞘	19.80	22.10	23.01	23.31	27.25	24.12	18.36	17.91	16.48

叶身中非旦白氮在分蒴盛期含量较高，佔干重的0.43%。现“一黄”时，其含量比前期显著降低，形成一个低谷，仅佔干重的0.34%左右（8月21日，28日）。现“二黑”时其含量又有显著升高，形成一个高峰，9月7日测定为0.56%。此后几成直线下降，至齐穗期达全期最低点，含量为0.15%（10月10日）。青熟期前后又略有回升。植株内部氮素化合物含量变化的一般趋势是以叶色现黑时含量高，叶色现黄时含量低，其含量的高峰或低谷的形成大致出现于叶色“黑，黄”转变的交接处，即叶身非旦白氮含量的变化，先于叶色的变化。



图(4) 叶身叶鞘中全氮、旦白氮、非旦白氮含量的变化(IX)