

水稻生育中期施肥的探讨

生物学系 王永锐

全国农业学大寨会议胜利召开以来，举国上下，响应党中央和毛主席的号召，全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗！如何提高粮食产量是人们关心的一件大事。按照过去的生产经验在水稻生育中期是不施肥的，特别是早季稻生育中期不施肥，为什么今天又提倡施肥，有什么理论依据，有没有增产效果，在生产技术上如何应用？讨论清楚这个问题，对于改进水稻生产技术、夺取农业大丰收是有一定实际意义的。

一、水稻幼穗发育和颖花及枝梗退化现象

水稻的一生大体可以分为营养生长期和生殖生长期：从播种育苗、移栽、分蘖至幼穗分化前称为营养生长期（播种育秧期称为秧田营养生长期，移栽至幼穗分化前称为大田营养生长期），从幼穗分化至成熟为生殖生长期。营养生长期又称生育前期，幼穗分化至抽穗称为生育中期，抽穗扬花至成熟称为生育后期。一般来说，生育前期（除秧苗期外）历时约30天（早熟品种约25天，中熟约30天，迟熟约40—50天），生育中期和生育后期一般各约30天，但也因早、中、迟熟品种而异。

水稻生育中期是指拔节后生长锥开始分化，至幼穗开始形成和发育，整个过程依次经历如下八个时期^[1]：①第一苞分化期；②第一次枝梗原基分化期；③第二次枝梗原基及颖花原基分化期；④雌雄蕊形成期；⑤花粉母细胞形成期；⑥花粉母细胞减数分裂期；⑦花粉内容充实期；⑧花粉完成期。以上每个时期只有几天。完成整个发育时期之后，茎秆最上一节间伸长，稻穗伸出剑叶叶鞘并陆续开花，即由幼穗发育阶段转入生育后期。

幼穗在一个月上下的发育过程形成的第一次枝梗、第二次枝梗和颖花，比它抽穗出来的枝梗和颖花的数量多得多。也即是说，在一般的栽培条件下，幼穗在发育过程中颖花和枝梗退化现象普遍地存在，而且严重。根据观察^[1]，在大田插植情况下，稻穗第一次枝梗平均退化率为3.8%，第二次枝梗平均退化率为42.7%，颖花平均退化率为25.8%。可以明显看出，以第二次枝梗和颖花退化为多。而退化的

颖花约有十分之九进入雌雄蕊形成期后、其余进入花粉母细胞形成期后便停止发育,直至减数分裂期前仍有颖花退化。一般退化颖花在体积上比正常颖花小一倍以上,而且绝大部分集中在穗的下部。每穗颖花和枝梗在出穗后比幼穗发育期间减少了三、四成之多,这是一个严重损失。但它与果树落花落果一样被视为一般栽培条件下难于克服的现象。栽培条件越差,颖花和枝梗退化越多。这是造成过去某些地区的水稻产量不高的一个原因。

人们都知道,单位土地面积的水稻谷粒产量是由该土地面积的有效穗数、粒数和千粒重所决定的,尽管穗数不变而粒数大量下降便使水稻产量不可能提高。因此,我们必须找到办法来克服它,使“外因通过内因起作用”,变退化为不退化或少退化,使单位面积产量有可能比较显著提高。

二、水稻生育中期施肥的理论意义

毛主席教导我们:“人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。”要克服颖花退化,首先就要了解颖花退化的原因和掌握防止它退化的办法。

根据分析,在正常天气条件下,即不出现水、涝、风、旱等恶劣天气情况下,水稻幼穗分化期颖花和枝梗严重退化现象的产生,主要是由于缺乏营养,特别是缺乏氮肥所引起的。过去,水稻生育中期不施肥,尤以广东的早季稻生育中期不重施肥^[2]。然而这个时期正是幼穗形成和发育的关键时候,遇上营养不足,自然引起枝梗和颖花发生严重退化,而以穗下部的枝梗和颖花退化最多。早发育的穗,上、中部的枝梗和颖花占有生理优势,较早且较多地吸取所供应的营养,故较少发生退化。根据过去的经验,幼穗分化和发育期间之所以不重施肥料,是因为考虑到重施肥料会引起暴生暴长,茎叶繁茂,田间荫蔽度大,再加上阴雨连绵和高温多湿,会诱发病虫害,反而招致颖花和枝梗退化更为严重。这在当时的栽培条件下应该说是正确的。但正因为不能施肥或不重施肥,虽病害不大量发生,却使颖花和枝梗因得不到充足营养而出现严重退化现象。

试验证明,在水稻幼穗分化前后二、三天内供予充裕肥料和适当水分,幼穗不但形成第一、二次枝梗,还形成第三次枝梗^[3],每穗颖花增加20—40%,分化期施用氮肥可显著增加每穗粒数^[4]。我们于1973年分别在早稻“珍珠矮”第一次枝梗原基分化期和晚稻“广华”第一苞分化期亩施硫酸铵15斤,珍珠矮比对照增加粒数12%，“广华”比对照每穗粒数和枝梗数都有显著增加^[5]。我们又于1975年在晚稻“广二安”的第一苞分化期亩施尿素10斤,处理组比对照每穗粒数和第二次枝梗数也都有显著增加。经多年来各方面的试验都证明水稻生育中期(幼穗分化始期)施肥能够显著增加每穗的枝梗数和颖花分化数。而减少颖花的退化可以通过减数分裂前期^[6]或在“二黑”期前^[2]施肥。

幼穗分化期增施氮肥,能够防止颖花和枝梗退化,增加每穗粒数的理论依据是:幼穗分化过程颖花的分化对外界条件反应十分敏感,特别是对氮肥和太阳辐射能的反应十分敏感^[11,12,13]。开花前30—32天,即第一苞原基分化期或第一次枝梗原基分化期是对氮肥的敏感期,氮肥施用量较多,植株含氮量较高,尤其是叶片含氮量高,光合作用强,同化产物形成多,能源源不断地供应幼穗发育所需要的营养。否则,叶片含氮量低,同化产物不足供应幼穗发育需要,虽强势颖花和枝梗得到发育,但弱势颖花和枝梗因营养不足而大量退化。开花前15—16天,即花粉母细胞形成期至花粉母细胞减数分裂期,是对太阳辐射能的敏感期,这个时期如遇阴天、多雨、寡照、颖花退化便很严重。由此可见,施氮量的多少影响同化产物的形成,特别是碳水化合物的形成。碳水化合物是幼穗各部位,如枝梗、颖花和花器官的物质基础,缺少碳水化合物的供应,幼穗的形成直接受到抑制。同样,蛋白质等也是建成幼穗的物质,氮肥供应不足使蛋白质含量减少也会影响幼穗的分化和发育,增加枝梗和颖花退化率。由此可知:碳水化合物供应充足,颖花的干物质含量高,颖花退化数量减少^[14]。也就是说,颖花的分化受施用氮肥所促进,而颖花的退化被碳水化合物的供应所抑制^[15,16]。

显然,幼穗发育过程枝梗和颖花的退化,是可以通过改进栽培技术措施而改变植株体内的物质代谢来克服的,具体地说,就是可以通过在水稻生育中期施用速效氮肥,以达到增加植株体内的蛋白质含量和碳水化合物含量来防止枝梗和颖花退化。

但是,这种技术措施并不是无条件地使用就能得到效果的,而必须:第一,要有一个适宜中期施肥的植株形态和群体结构,即施肥后群体不发生荫郁,要叶直、秆矮;第二,要有分蘖末期的叶色转“赤”,植株由氮代谢占优势转入碳水化合物代谢占优势,在叶鞘或茎秆中积累相当数量的碳水化合物供幼穗分化和发育。如果叶色未转赤,植株体内仍以氮代谢为优势,继以施肥,必定造成叶色变乌,氮代谢旺盛,而碳水化合物代谢受到抑制,幼穗分化和发育过程得不到充足的碳水化合物,招致叶茂、病多、枝梗和颖花退化。我国明代沈氏农书(1643年)记载:“下接力(即追肥)须在处暑苗做胎时,在苗色正黄之时。如苗色不黄,断不可下接力;到底不黄,到底不可下接力也。若苗茂密,度其力短,候抽穗之后,每亩下饼(肥)三斗,自足接其力。切不可未黄先下,致好苗而无好谷。”足见我国劳动人民早已认识到这个时期施肥必须具有叶色转赤为先决条件;第三,这个时期施肥数量适当,既要施足,又不能过量,施肥过量会使顶三叶变长,严重的造成倒伏和滋生病害,增加无效分蘖而减少有效分蘖,空壳率也提高^[4]。施肥适量而不过多,以叶色出现绿青为标准,叶色浅乌为施肥过头,叶色淡青为施肥不足^[7,2],要因地制宜,看苗施肥。

三、水稻生育中期施肥在生产上的应用

退化与防退化,不施肥与重施肥,这是“对立统一”规律在控制水稻幼穗发育

的一系列农业技术措施方面的反应。“马克思主义的哲学认为，对立统一规律是宇宙的根本规律。”“对于任何一个具体的事物说来，对立的统一是有条件的、暂时的、过渡的，因而是相对的，对立的斗争则是绝对的。”颖花和枝梗退化是幼穗发育过程的自然现象，要防止它退化或减少退化率，这是有条件的。在广东的气候条件下，不在水稻生育中期重施肥，这是由过去的栽培条件所决定的。如果不改变过去的栽培管理条件，而要在中期重施肥，就不但没有增产效果，反而会招致严重减产。

以下是我们对这个问题的几点看法：

（一）、改进插植方式，创造适宜中期重施肥的大田群体。

过去，我们普遍采用株行距 6×5 （寸）、 6×4 （寸）或 5×4 （寸）的插植规格，植株封行较早，田间群体蔭蔽度较大，通风、透光性较差，中期遇上高温、多湿、寡照的天气条件便会大量诱发病虫害。如果能把这种近乎正方形的插植方式改为我省贫下中农创造的“宽行窄株”插植方式，即 8×2.5 （寸）或 7×3 （寸），行距较宽，株距稍窄，早造为东西行向，晚造为东南或南北行向。阳光直射入行间地面，空气流通，田间小气候状况良好，湿度下降，土温升高，有利于根系生长，不利于病虫害；边行优势明显，谷粒饱满，千粒重高，禾苗生长齐一，有所谓“兄弟禾”多，“公孙禾”少，更为明显的是由于这种株行距排列方式的植株群体直至抽穗扬花才逐渐封行，而且形成一个“封顶不封脚”的群体结构，生育中后期行间的通气和透光状况都仍比较好，叶片寿命长，下位叶多，光合效率高，根系发达，植株生势茁壮，具有茎粗、叶短、叶直的形态特征。宽行窄株插植方式协调了群体与个体的矛盾，使群体与个体都获得良好的生长发育条件，同时又给中期施肥创造了良好条件，病虫害发生率低，植株生长健壮，群体结构无蔭郁现象，有利于幼穗分化和发育，既不降低有效穗数，又能够增加每穗的结实粒数。因此，宽行窄株插植方式解决了密植与高产所出现的矛盾，是夺取水稻高产的一个有效途径。

（二）改善排水晒田技术

生育中期叶色不转赤则不能施肥。一般在分蘖中、后期采取控制水、肥供应条件使叶色褪淡转赤。制水的办法是把过去一次重晒和重退赤改为早露田、多露田、轻晒田和轻退赤或逐渐退赤^[8,9,10]。一次重晒和重退赤易使根系吸水吸肥能力降低，供给幼穗发育的营养不足，使幼穗发育受到抑制或伤害。宽行窄株插植方式通风、透光性好，一般经多次轻晒，就能使禾苗退赤，有利于中期施肥。

（三）改进施肥技术

生育中期施肥要求植株前期稳生稳长，中期够苗而又不封行，叶片受光面积大，所制造的光合产物除供应新叶生长外，还供应根系，使根系粗壮，生长深远，吸肥吸水多，并把一部分光合产物积累在叶鞘或幼茎里，供幼穗分化和发育需要。

植株生长“前稳”是为了“攻中”，“攻中”是为了供予幼穗充足的营养、减少枝梗和颖花退化。要做到“前稳”必先下足基肥，并改变过去在移植回青后重施肥为轻施肥，做到既予禾苗生长足够养料，但又使叶色不过乌，分蘖也不过旺，保证在合理密植的基础上苗数足而分蘖不过多，植株生长稳健、清秀，一经制水制肥也易转赤，适宜中期重施肥。因此，要改变过去“头重、尾足、中间空或补”的施肥方法为“前轻、中重、尾足”的新施肥法。施肥比例可以为1:4:2，中、后期各分两次施，中期第一次在插秧后25天，第二次在插秧后40天左右。

生育中期的施肥方法可以有以下几种：

(一) 面层施用硫酸铵15—20斤，或尿素10斤。

(二) 深层施肥于抽穗前30—40天，即插秧后25—30天左右幼穗分化前把液肥用施肥器注入土层12厘米处，或用颗粒肥施入土层3—4寸。

(三) 在幼穗分化始期，即第一苞分化或第一次枝梗原基分化期叶面喷施1%尿素溶液，可减少颖花和枝梗退化。这一种方法用肥量少，经济效果也比较明显，如果用1%尿素溶液并配合5ppm的赤霉素（或称920）喷施，增产率更高。

以上施肥方法尚有待进一步的研究和改善。

参 考 文 献

- (1) 丁 颖 等, 1959. 水稻幼穗发育和谷粒充实过程的观察. 农业学报, 10(2):59—85.
- (2) 广东省农业科学院, 1965. 早稻矮种高产叶色变化与栽培技术.
- (3) 吴光南等, 1962. 幼穗发育过程及其控制途径的研究. 作物学报 1(1):43—52.
- (4) 鲍文奎等, 1956. 肥料对作物生长和发育的影响, I、水稻生长中心的转移与养料的分配. 农业学报, 7(2):125—142.
- (5) 中山大学植物生理遗传学教研室, 1974. 应用植物激素和施用氮肥提高水稻产量的试验. 中山大学学报, 3:23—32.
- (6) 丁 颖 等, 1958. 水稻生育过程与栽培技术措施. 植物生理学通讯, 5:36—42.
- (7) 广东省农业厅等, 1965. 广东早造水稻矮秆品种高产栽培技术.
- (8) 广东省、地、县、社联合调查组, 1975. 密植高产新途径——高州县新垌公社水稻宽行窄植栽培经验调查. 广东农业科学, 3:11—17.
- (9) 广东省农业局, 1974. 全省水稻高产座谈会典型材料选编.
- (10) 广东省汕头地区农业局, 1973. 汕头地区水稻高产栽培经验选编.
- (11) Murata, y., 1969. Physiological Responses to Nitrogen in plant. «Physiological Aspects of Crop yield», 235—264.
- (12) Matsushima, S., 1957. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Jap. Ser. A5:1—271.
- (13) Matsushima, S., 1970. Crop. Sci. in Rice. Tokyo: Fuji. 379 pp.
- (14) Yoshida S., 1972. Ann. Rev. of Plant Physiology, 23:437—462.
- (15) Murayama, N., 1967. Jap. Agr. Res. Quart. 2:1—5.
- (16) Wada, G., 1969. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Ser. A.16:27—167.