

寒地水稻秕粒形成的源库调节^{*}

王连敏

(黑龙江省农科院耕作栽培所, 哈尔滨 150086)

摘要: 在综合前人研究的基础上, 对寒地水稻秕粒的形成从源库关系的角度进行了分析, 同时对秕粒进行了界定。

关键词: 水稻; 秕粒; 源库关系

中图分类号: S 511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002—2767(2003)03—0040—03

Regulation of Source and Sink in Unfulfilled Grain Formation in Cold Region

WANG Lian-min

(Crop Cultivation Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences 150086)

Abstract: In this paper, the formation of unfulfilled grain in cold region was analyzed through source and sink relationship on the basis of previous studies. The unfulfilled grain was defined as well.

Key words: rice; unfulfilled grain; source and sink relationship.

1 关于秕粒

顾名思义, 秕粒是没有完成灌浆过程的不完全充实粒。秕粒是影响水稻产量的关键因素之一。从植物发育形态学的角度出发, 空粒是没有受精的颖花形成的。秕粒则是受精颖花未发育成完全充实的子粒; 从农学的角度出发, 空粒是没有受精的颖花与受精后没有启动灌浆颖花的统称, 秕粒则是受精颖花启动灌浆后在不同灌浆阶段停止继续发育的子粒。依据植物发育形态学的界定, 颖花受精与否是颖花结实与否划分的界限。但在生产和研究中如何准确地操作以及把握尺度都较困难。因此, 有必要对秕粒的下限标准进行界定。为便于区分, 收获谷粒颖壳内子房没有膨大者为空粒(包括由于花粉败育导致的未受精粒), 在不同灌浆阶段停止发育的则为秕粒。严格区分空粒与秕粒对准确判断导致水稻结实率降低的原因意义重大。农学意义的秕粒形成能比较准确地反映抽穗后群体源库结构的状况。当库大源不足时, 秕粒率显著增加, 相反秕粒率降低。

而植物学意义的秕粒形成除涵盖农学意义的秕粒外, 还包括未启动灌浆的受精颖花, 一般很难区分。有鉴于此, 我们认为在水稻秕粒形成的研究中, 下面的界定比较容易掌握。

2 秕粒形成的源库调节

水稻的产量由穗数、每穗的颖花数、颖花的充实粒率和千粒重 4 个因素的乘积构成。在高产乃至超高产中, 充实粒率的高低和子粒充实度在很大程度上决定水稻生产的成败。多年来, 有关作物产量形成的研究, 已深入到通过穗粒结构分析“库容”, 从干物质生产分析产量形成的“源”, 以及库源之间相互作用和协调。水稻的颖花能否最终形成精糙米粒, 有多少颖花能够形成精糙米和单位面积能够形成多少精糙米, 是育种、栽培和土壤肥料领域研究者不断探索的课题。当库大而源不足时, 光合产物满足不了子粒灌浆的需要而使部分子粒形成秕粒(谢晓枫等 1988; 卢向阳等 1992; 段俊等 1996)。由于子粒灌浆所需的营养物质主要来源于抽穗后叶片的光合

^{*} 收稿日期: 2002—09—05

作者简介: 王连敏(1957—), 男, 内蒙古开鲁县人, 博士, 研究员, 从事作物生理和作物栽培研究。

作用产物和抽穗前植株营养体干物质在抽穗后的再分配。因此, 抽穗后单位叶面积所负担的正在灌浆

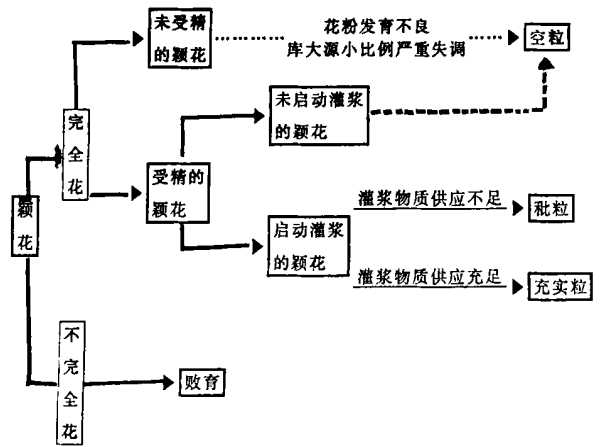


图 颖花发育模式

的子粒数量越多, 供给每个正在灌浆子粒的营养物质越少, 子粒发育形成秕粒的机率就越大。陈学斌等(1991)认为可能是光合产物运转功能不畅导致颖花的秕粒率高, 子粒充实度差; 肖德兴等(1993)认为枝梗发育程度影响物质的运输, 进而影响秕粒率。库对物质的调运能力不强及库的活性可能也是导致充实粒率降低和秕粒率升高的原因 (Venkateswarlu et al. 1987)。我们认为, 灌浆物质不足是制约寒地水稻颖花充实粒率和子粒充实度的主要原因。剪叶处理改变原来的库/源充分证明了这一点(王连敏 2000)。而疏花的结果可使二次枝梗粒的充实粒率和子粒充实度达到与上部一次枝梗粒的程度。库/源增大, 源叶的光合能力增强(潘晓华 1998; 王振林等 1999)。库/源降低则光合作用能力降低。库/源增大, 库器官有更多的子粒竞争叶片生产的光合产物, 从而促进叶片的光合能力提高。而库/源降低时, 库对同化物质的需求减少, 促使叶片内积累光合产物而反馈抑制光合作用, 使光合能力降低。这种现象同样可以从剪叶与剪穗的试验得到验证。说明抽穗后水稻植株具有物质生产、转移、积累的自动组织和源库自动调节的功能。王振林等(1996, 1999)在冬小麦方面的研究也得到类似的结果。寒地水稻秕粒形成的主要原因是源供应不足。主要表现为: ①抽穗期的主要功能叶面积(顶三叶)与颖花之比较高(为 1.0~1.2)。剪叶对颖花秕粒率的正效应大于疏花的负效应。说明同化物质供应决定着颖花秕粒的多少和子粒充实度。大穗型品种的秕粒率高于小穗型品种的秕粒率, 晚熟品种的秕粒率高于早熟品种; ②寒地水稻秕粒形成主要集中在二次枝梗颖花上, 而二次枝梗颖花灌浆的最大时期在抽穗后

20d 左右。此时已进入 8 月下旬, 气温较低。叶片的叶绿素含量开始迅速下降, 叶片的生产能力显著降低, 从而导致正处在最大灌浆期的二次枝梗颖花秕粒的形成; ③抽穗期茎鞘储存物质的多少及每朵颖花的占有量影响寒地水稻颖花的充实。抽穗期茎鞘中储藏的碳水化合物对受精颖花的启动灌浆具有一定的促进作用。徐秋生等(1994)认为增加抽穗前茎鞘叶的储藏物的质量和提高运转率, 能明显提高“有效源”的比例, 从而提高充实粒率和子粒的充实度。而抽穗前干物质积累量不足, 往往是造成大穗型品种种子粒充实不良的间接原因。

就水稻品种本身而言, 由于颖花所处的位置不同, 颖花间的发育有早有晚。二次枝梗上的颖花发育较晚, 对同化物的竞争能力较弱, 处于生理劣势, 称之为弱势颖花(顾自奋等 1981, 谢枫, 邹应斌 1988, 杨建昌 1998, 张祖建等 1998)。弱势颖花由于启动灌浆较晚, 平均灌浆速率和最大灌浆速率以及最终粒重都较强势颖花低, 而达到最大灌浆速率的时间较晚, 秕粒率提高, 充实度降低。当源库比例发生变化时, 这种结果会加剧或减轻。抽穗期剪叶处理时源库之间的矛盾加重, 从而导致秕粒率的大幅度提高, 子粒的充实度下降。而在抽穗期剪穗处理时, 秕粒率显著降低, 子粒的充实度大幅度提高。由此可见, 水稻植株是一个能量与物质流动的统一体。当物质的生产、积累结构发生变化时, 能量与物质的流动也随之发生变化。这种变化的结果使植株本身最大限度地适应变化的环境, 建立新的平衡。

作物生产中“源”、“库”关系最早是 T. J. Masony 与 I. J. Maskell(1928)在研究植物光合生产中提出的, 后来为 L. T. Evens 等应用于作物的产量分析。自从 L. T. Evens 提出作物的源库理论以来, 在水稻上提出的能够反映源库关系的评价指标多种多样。万安良等(1981)提出用剑叶克穗面积(剑叶面积/穗重)作为源库关系的衡量指标, 它在一定程度上反映了叶面积大小、库容大小以及同化物质产量及其分配、运转等方面的内在联系。凌启鸿(1986)提出粒叶比的指标(颖花总数/叶面积), 认为是衡量和反映水稻源库是否协调的一个重要指标。黄升谋等(1994)提出库容/有效群体指数, 认为它能较好地反映源库相互依存关系及其作为判断源库关系的指标。王夫玉等(1997)提出了势容比, 认为势容比可以作为群体源库关系协调的衡量指标, 是反映群体光合生产力高低的一个综合指标。冯淮珠(2000)提出的势粒比能反映抽穗后群体源库发展动

态的优劣,是经济产量形成期源质量的较好表述。指标虽然各异,但都力求反映干物质生产与积累分配之间的关系。因此,在评价子粒充实的源库关系中,我们认为产量是源库关系协调发展的动态结果,抽穗期形成了源库基础,抽穗后源库关系发展的优劣是产量高低的决定因素。在子粒灌浆阶段,粒/叶的上升速率越缓慢,越有利于子粒的灌浆和充实。寒地水稻抽穗3周以后的粒叶比与结实率呈显著的负相关关系(王连敏等2001)。因为抽穗后3周正是二次枝梗子粒进入最大灌浆速率期,对同化物质的需求量较多。此时也正是大多数粳稻品种顶三叶的功能开始衰退,叶绿素含量急剧下降,下部叶片逐渐死亡的关键时期。因此,在生产上如何通过肥水管理调节此时叶片功能是获取高产的重要保证,在品种的选育上,应充分考虑生育后期叶片衰老缓慢和根系活力较强的特性。

尽管寒地粳稻品种不像籼粳杂交稻那样存在较高的天然不育性,但除非在特殊条件下,要使全部受精颖花达到100%完全充实是不可能的。因为受精颖花在发育成完全充实子粒的过程中,需要少则20d,多则40d以上的时间。在此期间,植株本身的源库结构、叶片的功能、颖花的活性以及气候条件、土壤肥水等诸多因素都会影响其发育进程。因此,在生产条件下完全取消空秕粒还不现实。在产量构成因素中,粒数仍然占主导地位,且粒数与颖花的充实粒率呈负相关关系。要实现某一产量目标,首先要有相应的产量库容(颖花数)做保证,产量指标越高,单位面积的颖花数就越多,颖花发育成完全充实粒的比例就下降。但如果源库关系协调,在产量提高的同时,颖花的充实粒率是可以同步提高的。从寒地水稻近20余年以及日本水稻生产发展的过程也说明了这一点,产量的提高与充实粒率的提高并非一对不可协调的矛盾。日本水稻由 600 g/m^2 增加到 900 g/m^2 的过程中,产量提高了50%,其中有1/3的贡献来自充实粒率的提高(长田健二,1997)。充实粒率的提高可通过品种改良,改善株型结构及结实特性等而提高;也可通过栽培技术的进步,协调了水稻源库关系而提高。

参考文献:

- [1] 杨建昌,苏宝林,王志琴,等. 亚种间杂交稻子粒灌浆特性及其生理的研究[J]. 中国农业科学,1998,31(1):7-14.

- [2] 段俊,梁承邨,黄文,等. 不同类型水稻品种(组合)子粒灌浆特性及源库关系的比较研究[J]. 中国农业科学,1996,29(3):66-73.
- [3] 张祖建,朱庆森,王志琴,等. 水稻品种源库特性与胚乳增殖和充实的关系[J]. 作物学报,1998,24(1):21-26.
- [4] 万安良,钟永模. 水稻品种叶面积与穗重关系的研究[J]. 中国农业科学,1981,(6):21-23.
- [5] 谢枫,邹应斌. 杂交水稻空秕粒分布及“库”“源”与结实性关系的研究[J]. 湖南农学院学报,1988,14(2):1-8.
- [6] 顾自奋,曹显祖,朱庆森,等. 水稻结实的研究成果—稻穗上强势粒的干重积累过程与空秕粒的分布[J]. 中国农业科学,1981,(6):38-43.
- [7] 卢向阳,匡逢春,李献坤,等. 两系亚种间杂交水稻高空秕的生理原因探讨[J]. 湖南农学院学报,1992,18(3):509-516.
- [8] 徐秋生,李卓吾. 亚种间杂交稻谷粒灌浆特性与子粒充实度的研究[J]. 杂交水稻,1994,21(4):434-441.
- [9] 黄升谋. 库容有效群体指数与水稻的源库关系及不同部位子粒的灌浆结实特性[J]. 江西农业学报,1994,6(1):1-3.
- [10] 王振林,苏祖芳,杜永林,等. 晚播小麦源库调节对子粒灌浆期光合物质分配及产量因素的影响[J]. 中国农业科学,1996,29(1):50-58.
- [11] 王振林,贺明荣,傅金民,等. 源库调节对灌溉与旱地小麦开花后光和产物生产和分配的影响[J]. 作物学报,1999,25(2):162-168.
- [12] 凌启鸿,杨建昌. 水稻群体“粒叶比”与高产栽培途径的研究[J]. 中国农业科学,1986,(3):1-8.
- [13] 冯淮珠,苏祖芳,杜永林,等. 水稻灌浆期源质量与产量关系及氮素调控的研究[J]. 中国水稻科学,2000,14(2):24-30.
- [14] 王夫玉. 水稻群体源库特征及高产栽培策略研究[J]. 中国农业科学,1997,30(5):26-33.
- [15] 陈学斌. 二系法杂交稻营养生理特性研究. I. 二系法杂交稻源库特征及光合产物的流向[J]. 湖南农业科学,1991,(1):7-9.
- [16] 肖德兴. 二系籼粳杂交维管束性状与结实率关系的初步研究[J]. 江西农业大学学报,1993,15(专辑):50-54.
- [17] 潘晓华,王永瑞. 水稻库/源对叶片光合作用、同化物运输和分配及叶片衰老的影响[J]. 作物学报,1998,24(6):821-826.
- [18] 王连敏,王立志,李忠杰,等. 寒地水稻秕粒形成基础的研究. I. 剪叶与剪穗对水稻小穗结实的影响[J]. 黑龙江农业科学,2000,(2):1-3.
- [19] 王连敏,王立志,李忠杰,等. 寒地水稻秕粒形成基础的研究. III 寒地水稻茎叶动态与子粒结实的关系[J]. 黑龙江农业科学,2001,(1):1-3.
- [20] 长田健二. 四国地域における超多収水稻 生育、収量特性[J]. 四国农试报,1997,(61):107-117.
- [21] Venkateswarlu B. G S V Prasad; Pre- and post flowering photosynthetic contribution to grain yield in rice[J]. Indian J Plant Physiol. 1980, (23): 300-308.