

不同粳稻品种源库关系的研究

Ⅲ. 不同源库特性水稻品种的物质生产特点

张俊国

(吉林省农科院水稻所)

摘 要

对不同源库类型水稻品种的 LAI 动态和干物质生产研究结果表明:增源增产型品种(如辽粳 5 号)的 LAI 动态属快起快落型,干物质生产中后期具有明显优势,占总干重的 50% 以上,而且总干物质产量也高,但经济系数低。增库增产型品种(秀杂)的 LAI 动态呈中起中落型,在干物质生产上,该类型品种中期和后期差异不大,干物质增长比较平稳。源库饱和型品种(青系 96)的 LAI 动态则呈中起慢落型。其干物质积累近于前者。结合产量分析,在中肥条件下, LAI 动态呈中起中落的品种产量高,但 LAI 动态呈快起快落的品种则在低肥下栽培产量高。

不同水稻品种由于遗传特性不同,其叶面积增减速度,光合作用强度也会有所差异,从而表现出干物质生产和积累方面具有不同的特点。据湖南、江苏等地研究,杂交籼稻由于绿色叶面积(源)大,光合势高,因而生育前、中期具有明显的物质积累优势,产量亦显著高于常规籼稻品种^[3]。但从栽培方面来看,并非叶面积指数越大,经济产量就越高,说明每个品种的 LAI 都有其适宜的范围。弄清不同源库特性的粳稻品种叶面积动态和干物质生产特点,对北方水稻高产栽培及育种都具有重要的指导意义。为此,1988 年在沈阳一方面研究了秋光等品种的源库特性,同时又探讨了这些品种的叶面积长消动态和干物质积累的差异,为杂种后代选优和制定高产栽培措施提供科学依据。

材料与 方法

试验于 1988 年在沈阳农业大学试验地进行。供试品种为青系 96、S22、秋光、辽粳 5 号、沈农 522-3、秀岭 A×C₅₇(秀杂)。设低、中、高三种肥力,每公顷施 N 量分别为 0, 112.5, 225 公斤。中肥区 3 次重复,随机排列;低、高肥区 1 次重复,对比排列。小区长 4.0m,宽 1.5m,面积 6m²。4 月 9 日播种,5 月 26 日插秧,行株距均为 30×13.3cm,每穴插 2 苗,田间栽培管理同一般生产田。

从插秧后 15 天开始每隔 15 天左右每小区按平均数取样 3 株测定叶面积和总干重,齐穗后测定时将植株各部分分开烘干称重。叶面积测定采用分级折算法,分级标准和折算系数参照万安良(1981)的方法进行^[2]。

收获前每小区取样 5 株,调查了株高、穗数、穗粒数、饱满粒率等性状。饱满粒为清水漂去空秕粒后剩下的子粒,小区去除边株后计株收获,晒干后脱粒测产。

结果与分析

一、群体 LAI 长消动态

群体叶面积指数(LAI)作为水稻产量形成的源,其数量大小及增减速度不同源库类型

品种^①有明显差异,本试验对参试品种 LAI 动态的测定结果表明:群体 LAI 动态呈一元二次曲线,以插秧后的天数为 x ,叶面积指数(LAI)为 Y ,配合方程:

$$Y = a + b_1x + b_2x^2$$

后 F 值和相关指数 R^2 都达到了显著水平,说明方程成立,结果详见表 1。

表 1 不同源库特性水稻品种的 LAI 动态方程

| 品 种 | 源 库 类 型 | 肥 力 | 插秧方式 (cm×cm) | 群体 LAI 动态方程 | F | r ² | 至最大 LAI 的日数 | 最大的 LAI* |
|----------|---------|-----|--------------|---|---------|----------------|-------------|----------|
| 青系 96 | 源库饱和 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -2.1086 + 0.1993x - 0.0016x^2$ | 16.04* | 0.9430* | 64.0 | 4.3 |
| 辽梗 5 号 | 增源增产 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -3.1371 + 0.2518x - 0.0020x^2$ | 12.47* | 0.9283* | 62.0 | 4.7 |
| 沈农 522-3 | 增源增产 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -3.5571 + 0.2871x - 0.0023x^2$ | 25.26** | 0.9626* | 63.0 | 5.5 |
| S22 | 源库互作 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -3.0971 + 0.2542x - 0.0021x^2$ | 9.67* | 0.9103* | 62.0 | 4.7 |
| 秋 光 | 增库增产 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -2.3129 + 0.2149x - 0.0017x^2$ | 8.92* | 0.9038* | 62.0 | 4.3 |
| 秀 杂 | 增库增产 | 中 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -2.4914 + 0.2178x - 0.0017x^2$ | 17.57* | 0.9457* | 63.4 | 4.5 |
| 秀 杂 | 源库互作 | 低 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -1.5440 + 0.1541x - 0.0012x^2$ | 10.18* | 0.9141* | 65.0 | 3.5 |
| 秀 杂 | 增源增产 | 高 | 30×13.3 | $\hat{Y} = -3.6114 + 0.2945x - 0.0023x^2$ | 13.30* | 0.9324* | 62.7 | 5.6 |
| 秀 杂 | — | 中 | 30×10 | $\hat{Y} = -2.7029 + 0.2702x - 0.0023x^2$ | 14.81* | 0.9386* | 59.0 | 5.3 |
| 秀 杂 | — | 中 | 30×16.7 | $\hat{Y} = -2.514 + 0.2442x - 0.0019x^2$ | 9.22* | 0.9065* | 63.5 | 4.8 |
| 秀 杂 | 增源增产 | 中 | 30×23.3 | $\hat{Y} = -2.4529 + 0.2023x - 0.0016x^2$ | 18.42** | 0.9498* | 64.5 | 4.1 |

注:最大 LAI 系从方程求出,由于施 N 量(中肥,112.5kg/ha)不高,所以该值略低。

图 1 是几个不同源库类型品种在中肥下的 LAI 动态曲线,各品种插秧~齐穗叶面积增长及齐穗~收获叶面积衰减百分率见表 2。

表 2 不同源库类型品种 LAI 增长和衰减百分率

| 品 种 | 肥力 | 插秧方式 (cm×cm) | 齐穗前 LAI 增长 (%·天 ⁻¹) | 齐穗前 LAI 衰减 (%·天 ⁻¹) | 经济系数 | 产量(kg/ha) |
|----------|----|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|-----------|
| 青系 96 | 中 | 30×13.3 | 6.49 | -4.30 | 0.4916 | 9897.5 |
| 秋 光 | 中 | 30×13.3 | 6.57 | -5.41 | 0.5187 | 8422.5 |
| 辽梗 5 号 | 中 | 30×13.3 | 7.81 | -8.38 | 0.4702 | 7960.5 |
| 沈农 522-3 | 中 | 30×13.3 | 7.74 | -8.70 | 0.4419 | 6547.5 |
| S22 | 中 | 30×13.3 | 8.41 | -8.55 | 0.4894 | 7912.5 |
| 秀 杂 | 中 | 30×13.3 | 6.49 | -5.50 | 0.5455 | 9328.5 |
| 秀 杂 | 低 | 30×13.3 | 5.91 | -4.52 | 0.5334 | 8868.0 |
| 秀 杂 | 高 | 30×13.3 | 9.26 | -9.06 | 0.4410 | 8175.0 |
| 秀 杂 | 中 | 30×10 | 8.30 | -9.93 | 0.5034 | 9036.0 |
| 秀 杂 | 中 | 30×16.7 | 7.84 | -7.56 | 0.5545 | 9589.5 |
| 秀 杂 | 中 | 30×23.3 | 6.24 | -5.69 | 0.5529 | 8653.9 |

从表 1,2 和图 1 可见,增源增产型品种辽梗 5 号、沈农 522—3 LAI 增长速度快,平均每天 7.5% 以上,但是齐穗后下降也快,每天在 8% 以上,最大 LAI 也较高。而增库增产型品种秋光和秀杂 LAI 增长速度较慢,每天在 7% 以下,而且齐穗后衰减的速度也较慢,每天在 5.5% 以下,最大 LAI 值也略低。源库互作型品种 S22 接近前者,而源库饱和型品种青系 96

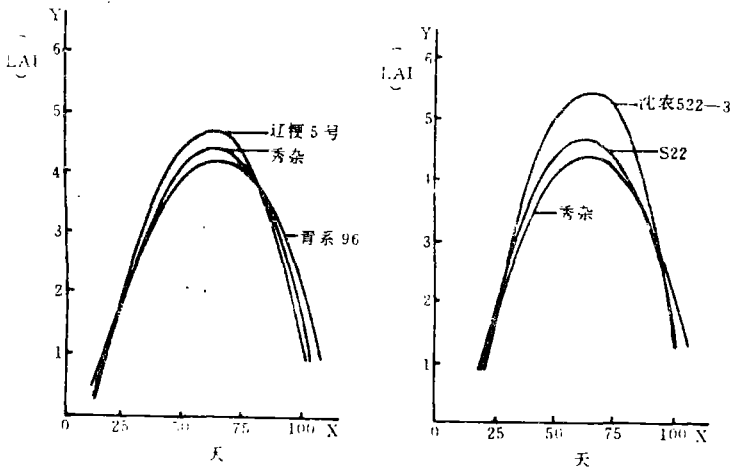


图1 中肥区不同源库类型品种 LAI 动态曲线

和后者相似,但齐穗后 LAI 衰减速度明显慢于其它类型品种。邓定武等曾从栽培上将不同施氮条件下水稻群体叶面积动态划分为早起迟落等 7 个基本型^[6],从上面的分析来看,在品种上也可将参试品种划分为:①快起快落。②中起中落。③中起慢落三种类型。增源增产型品种和源库互作型品种属于类型①。增库增产型品种属于类型②。源库饱和型品种属于类型③。不同肥力、插秧方式条件下品种 LAI 动态差异很大,图 2,3 是秀杂在不同栽培条件下的 LAI 动态曲线。

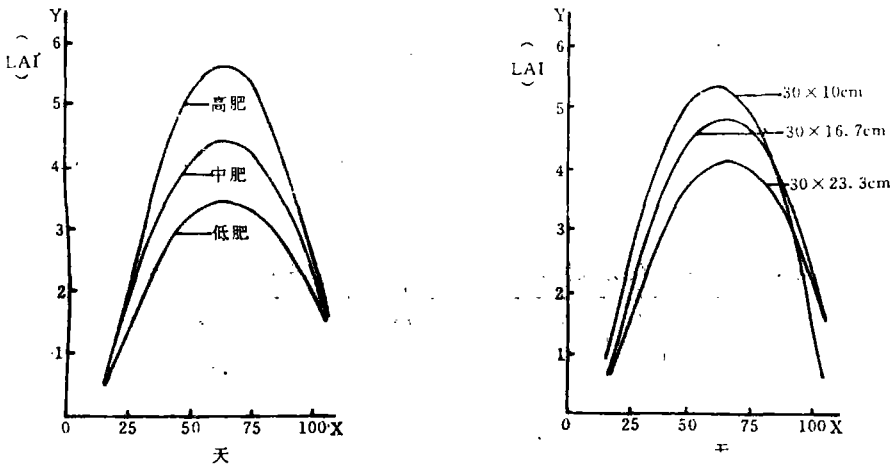


图2 秀杂在不同肥力下的 LAI 动态曲线 图3 秀杂在不同插秧方式下的 LAI 动态曲线

从图 2,3 及表 2 可见,低肥时 LAI 增长及衰减速度都缓慢,最大 LAI 值低,到达最大 LAI 的时间长,而高肥时正相反。因此,从栽培角度看,低肥时 LAI 呈慢起慢落,高肥时则呈快起快落类型,中肥则呈中起中落动态,不同插秧方式下品种 LAI 动态的差异和肥力相似,30×10cm 的相当于高肥,30×23.3cm 的相当于低肥,而 30×16.7cm 的则和中肥接近。

综上所述,水稻群体 LAI 动态不仅品种间有差异,而且不同栽培条件下差异也很大。从各品种的产量来看,在中等肥力,插秧方式条件下,LAI 中起中落型品种产量高,这是因为该类型品种前期稳步生长,中期不过旺,无效分蘖少,后期叶面积衰减速度适中,而快起快落型品种前期生长较快,中期过于繁茂,后期叶面积衰减速度过快,导致库源比例失调,饱满粒率降低,限制了产量的提高。中起慢落型品种前中期 LAI 增长速度较合适,但后期物质生产和

转移可能受阻,灌浆速度慢⁽⁷⁾,空秕率高。

栽培上的 LAI 慢起慢落是由于土壤肥力不足或行株距过大造成的,由于前中期生长量不足,未能充分利用光能,虽然后期绿叶面积相对较大,子粒灌浆饱满,但仍补偿不了穗数不足造成的损失,因此产量不高。但对中肥下 LAI 动态呈快起快落的品种来说,正好弥补了自身的缺点,例如辽梗 5 号中肥时公顷产量 7960.5 公斤,而低肥下公顷产量竟高达 8958.0 公斤,说明了该品种适宜在较低肥力下栽培。

二、不同源库类型品种的干物质积累和分配

对不同水稻品种的干物质生产定期测定结果配合 Logistic 生长方程后, r 值均达到了极显著水平,证明方程成立。结果详见表 3。对 Logistic 方程 $Y=K/(1+ae^{-bx})$ 求一阶导数,就得到了干物质生产速率方程:

$$Y' = \frac{dy}{dx} = Kabe^{-bx}/(1+ae^{-bx})^2$$

表 3 不同源库类型水稻品种干物质积累的 Logistic 方程

| 品 种 | 源库类型 | 回归方程 $Y=K/(1+ae^{-bx})$ | r |
|----------|------|--|-----------|
| 青系 96 | 源库饱和 | $\hat{Y}=1655.40/(1+246.53e^{-0.0887x})$ | -0.9872** |
| 秋 光 | 增库增产 | $\hat{Y}=1434.87/(1+79.55e^{-0.0713x})$ | -0.9853** |
| 辽梗 5 号 | 增源增产 | $\hat{Y}=1676.98/(1+177.65e^{-0.0769x})$ | -0.9879** |
| 沈农 522-3 | 增源增产 | $\hat{Y}=1852.96/(1+260.89e^{-0.0964x})$ | -0.9885** |
| S22 | 源库互作 | $\hat{Y}=1522.62/(1+144.14e^{-0.0759x})$ | -0.9840** |
| 秀 杂 | 增库增产 | $\hat{Y}=1816.59/(1+152.50e^{-0.0736x})$ | -0.9851** |

注:K,最终干物质产量(g/m^2),肥力,中肥,插秧方式,30×13.3cm。

根据各品种的 Logistic 方程和干物质生产速率方程求出了主要生育阶段干物质生产占总干重的百分比和最大干物质生产速率等指标,结果列于表 4。各品种的干物质生产速率曲线见图 4。

表 4 不同源库类型品种在主要生育阶段干物质积累的比例和最大干物质生产速率

| 品 种 | 前期 (%) | 中期 (%) | 后期 (%) | Y'_{max} ($g/m^2 \cdot 天^{-1}$) | $X_{max} \cdot Y'$ (天) | Y (g/m^2) | 植株各部分干重占总干重(%) | | | |
|----------|--------|--------|--------|-------------------------------------|------------------------|---------------|----------------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | 叶 | 鞘 | 秆 | 穗 |
| 青系 96 | 9.75 | 48.83 | 41.42 | 36.42 | 62.0 | 1655.4 | 9.95 | 15.08 | 14.39 | 60.59 |
| 秋 光 | 14.95 | 43.19 | 41.86 | 25.58 | 61.4 | 1434.9 | 9.09 | 14.15 | 14.65 | 62.15 |
| 辽梗 5 号 | 9.00 | 51.00 | 40.00 | 32.24 | 67.4 | 1677.0 | 10.59 | 15.17 | 10.85 | 63.43 |
| 沈农 522-3 | 11.95 | 67.90 | 20.15 | 44.66 | 57.7 | 1853.0 | 12.18 | 16.41 | 10.38 | 61.03 |
| S22 | 10.31 | 49.90 | 39.79 | 28.89 | 65.5 | 1522.6 | 10.82 | 16.02 | 14.06 | 59.10 |
| 秀 杂 | 9.08 | 42.20 | 48.72 | 33.43 | 68.3 | 1816.6 | 9.59 | 12.88 | 11.20 | 66.33 |

注:肥力:中肥,行株距,30×13.3cm,前期:移栽~穗分化,中期:穗分化~齐穗,后期:齐穗~成熟, Y'_{max} :最大干物质生产速率, $X_{max} \cdot Y'$:至 Y'_{max} 的日数,Y:干物质产量。

从表 4,图 4 可见,不同品种的干物质积累速度和干物质产量有很大差异。在中等肥力,插秧方式条件下,增源增产型品种中期干物质生产具有明显优势,占总干重的 50% 以上,总干物质产量也较高,但是经济系数低,产量不高。在干物质分配上,叶鞘所占比例较大,但茎秆的比例明显较低。增库增产型品种中期和后期干物质生产差异不大,干物质增长比较平稳,其中秋光前期比其它品种长势快,而秀杂则后期占有优势。在干物质分配上,秀杂穗重所

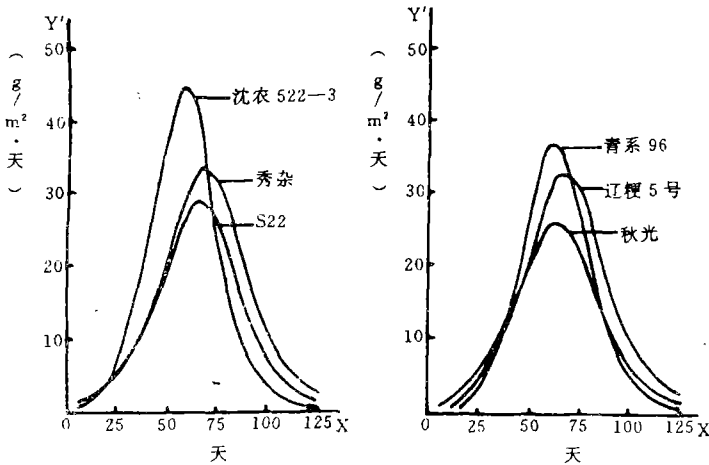


图4 中肥区各品种的干物质生产速率曲线(行株距:30×13.3cm)

占比最高,达66%,但叶鞘所占比例明显低于其它品种(12.88%)。其它源库类型品种的干物质积累和分配与增源增产型品种相似,但总干物质产量明显降低。从最大干物质生产速率来看,沈农522-3和青系96明显较高,其次为秀杂和辽梗5号,S22和秋光最低。但相关分析结果表明,到达最大干物质生产速率时间的长短以及最大干物质生产速率的大小与水稻产量的相关均不显著($r=0.2454$, $r=-0.2587$)。

水稻群体的干物质生产与产量关系密切。据戚昌瀚等对大穗型水稻品种物质生产特性与产量关系的研究,干物质生产与产量显著正相关,但是品种间的产量差异与干物质生产的相关却不显著^[4]。本试验结果和此相近,品种内相关系数较高,接近显著水平,而品种间相关系数很小(青系96: $r=0.5815$,秀杂: $r=0.5976$,品种间: $r=-0.0508$)。上述结果表明:在栽培上应尽可能提高干物质产量以增加经济产量,而在育种上选择时不仅要注意所选材料的干物质产量要高,更重要的是经济系数要高。综上所述,前、中期的干物质生产占总干重的55%左右较为合适,过低时生长量不足,过高时生长过于繁茂,在干物质分配上,叶片和叶鞘所占的比例低表明物质运转通畅,有利于子粒灌浆饱满,获得高产。

讨 论

叶面积是水稻产量形成的主要光合源,因此,增加叶面积是增加群体干物质生产和产量的重要基础,但并不是LAI越大,产量就越高。这与品种的干物质分配有关。关于LAI动态的品种间差异,目前研究的不多,本试验结果表明,在中等栽培条件下,增库增产型品种表现出的中起中落型LAI动态有利于高产。这类品种齐穗前LAI增长和齐穗后LAI衰减的速度都比较合适,因而源库关系比较平衡,产量明显较高。而增源增产型品种的快起快落型LAI动态中期LAI增长过快,齐穗后LAI衰减又过于迅速,导致了灌浆后期库源比过大,源库关系失去平衡,限制了产量的提高。但是在肥力差、栽培水平低的地区,则能趋利避害,获得高产。李南钟等也曾提出高产品种应是前期发展较快而不过头,达到适宜LAI后持续时间长^[5,8]。因此,加强对中低肥力下LAI扩展能力较强,高肥下又不易过旺和早衰,即对肥力不太敏感的优良材料的选择,有可能提高育种成效,尽快育成高产稳产的优良新品种。

高产需要足够的生物学产量,但并非生物学产量高经济产量就高。本试验结果亦表明品种间的产量差异与生物学产量的相关不显著。关于干物质积累,人们往往多喜欢前中期生长

速度快,分蘖力强的品种,但仅此一点还不能保证获得高产,只有在干物质产量高的同时,经济系数也高,库大源足(例如秀杂),才能显著提高产量。增源增产型品种中期干物质生产虽然具有明显优势,但后期干物质生产相对较少,造成物质源不足,空秕率上升。而增库增产型品种中期和后期差异不大,干物质增长比较平稳,源库关系比较协调,因而饱满粒率明显较高。杨立炯等(1964)分析陈永康三黄三黑高产栽培技术结果也表明生物产量相同的田块,在不同生育阶段干物质增长比较平稳的产量明显较高^[3]。由此可见,要选育出超高产品种,不仅所选材料的生物学产量要高,而且干物质增长要比较平稳,同时干物质向植株各部分分配的比例合理。

参 考 文 献

- [1]张俊国,不同梗稻品种源库关系的研究,1.不同梗稻品种的源库特征及类型划分,《吉林农业科学》,1990,(2):35~41。
 [2]万安良、钟永模,水稻品种叶面积与穗重关系的研究,《中国农业科学》,1981,(6),21~28。
 [3]中国农业科学院主编:《中国稻作学》,农业出版社,1986,654~655。
 [4]戚昌瀚等,大穗型水稻的物质生产特性与产量能力的研究,《作物学报》,1986,12(2):121~127。
 [5]李南钟等,水稻饱满粒率的品种间差异及其原因分析,《辽宁农业科学》,1987,(2)。
 [6]邓定武等,不同施氮条件下水稻群体叶面积动态变化及类型,《湖南农业科学》,1983,(5),6~10。
 [7]张俊国等,不同梗稻品种灌浆速率的研究,《辽宁农业科学》,1991,(1):21~26。
 [8]蔣才忠ら,水稻多收性品种の生理生态的特徴について—アケノホシと日本晴の比較—,第1報,収量すよび乾物生产,《日作纪》,1988,57(1)。

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN SOURCE AND SINK IN DIFFERENT JAPONICA RICE VARIETIES

II. MATTER PRODUCTION OF RICE VARIETIES WITH SPECIFIC SINK—SOURCE PROPERTY

Zhang Junguo

(Rice Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

ABSTRACT

The LAI developments of sink-source type and dry matter production of different rice varieties were studied. The results showed: The LAI developments of the source-limited varieties (e. g. Liao-Jing5) belong to fast-rise and fast-fall type. The dry matter production is vigorous in the middle period of the development reaching 50 per cent of the total and the final yield of the total dry matter was high, but the harvest index was low. The LAI developments of sink-limited varieties (for example, Xiuza) belong to middle-rise and middle-fall type. For production of dry matter, varietal differences were not obvious between middle period and later period, and the increase of dry matter was steady. The LAI developments of source-sink saturated varieties (Qing Xi 96) appeared to be middle-rise and slow-fall type. The dry matter production was similar to the former. Analysing the grain yield, it was indicated at middle fertility the yield of middle-rise and middle-fall varieties with the LAI developments was high while the yield of fast-rise and fast-fall varieties was high at low fertility.