

文章编号: 1001-411X(2000)03-0005-04

高收获指数型水稻品种粤香占光合产物 运转与分配特性的研究

何秀英, 廖耀平, 陈钊明, 陈顺佳, 陈粤汉

(广东省农科院水稻研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 采用 ^{14}C -葡萄糖同位素示踪技术研究高收获指数型水稻品种粤香占光合产物运转与分配特性, 结果表明: 籽粒灌浆至成熟期间, ^{14}C -葡萄糖从剑叶的总输出率为 71.02%, 显著高于对照品种; ^{14}C -葡萄糖向上运转于穗、穗颈的比例大, 向下运转于其他茎叶的比例小, 用于籽粒充实的绝对量高; 穗对碳水化合物具有较强的积累能力, 光合产物向穗的运转具有流畅、量大的特点。组织切片显示, 粤香占尽管穗颈节大维管束较少, 但韧皮部发达, 筛管数量多。

关键词: 高收获指数; 水稻; 光合产物; 运转; 分配
中图分类号: S511.210.1 **文献标识码:** A

近年来, 世界水稻、小麦产量的增长主要得益于收获指数的提高^[1,2], 收获指数对品种改良的作用已引起育种家的重视, 并逐渐把提高收获指数当成作物育种的主要目标之一。水稻品种粤香占 1995 年由广东省农科院水稻研究所选育而成, 具有高产、稳产、优质和适应性广等特点, 现已成为广东省早季优质谷区试对照种和农业部重点推广的优质水稻品种。收获指数高是粤香占最大的特点, 平均 0.616, 最高可达 0.619^[3], 已超过了植物生理学家认为水稻收获指数的可能上限^[4,5] 和国际水稻所未来超级稻收获指数 0.60 的指标^[6]。由此, 育种者认为粤香占收获指数属高的类型, 并基于该品种个体发育、形态和生理等方面的特异性提出了高收获指数型水稻品种概念。为了阐明粤香占高收获指数的成因, 本文从植物生理和解剖学的角度, 采用对比分析的方法, 对粤香占等水稻品种抽穗后光合产物运转和穗颈节结构进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

粤香占, 收获指数 0.616; 七山占(CK), 收获指数 0.515; 粳籼 89(CK), 收获指数 0.508。

1.2 田间标记和样品处理

本试验标记于 1998 年晚造在广东省农科院水稻研究所试验基地进行。择晴天, 取各供试品种花后 5、12、19、26 d 的主穗, 用 $3.7 \times 10^4 \text{ Bq}$ 放射性强度 74 Bq/L 的 ^{14}C -葡萄糖均匀涂布剑叶, 3 次重复。经自然光作用 2 d 后取样、烘干。按穗、穗颈节、剑叶、

剑叶鞘、倒二茎、倒二鞘、倒二叶、倒三茎、倒三鞘、倒三叶剪碎, 称 50 mg 于闪烁瓶中。消化液(高氯酸、 H_2O_2 和辛醇)消化 3 h 后, 加闪烁液(PPO、甲苯、Triton X-100), 混匀, 静置 12~16 h, 于 PARKARD TRIB CA-2000/LL 型液体闪烁仪上测定各样品的放射性强度(DPM)。

1.3 徒手切片

主要参考郑国钊主编的《植物显微技术》。齐穗时, 取穗颈节, 用双面刀片徒手切成薄片, 择完整、均匀的 9~10 片置于 FAA 液中, 固定 24 h 后, 转移至 $\varphi=70\%$ 的乙醇中保存。取出材料, 用番红-固绿对染法染色, 木质化细胞壁、伴胞在番红的作用下呈红色, 薄壁细胞、筛管在固绿的作用下为淡绿色。光学显微镜下观察维管束、筛管等的结构和数量, 用测微尺对穗颈节横截面和髓腔直径、大维管束的长轴和短轴进行测量, 根据双环面积公式=穗颈节横截面积-髓腔面积、椭圆面积公式, 分别计算穗颈节茎壁面积和维管束面积。

2 结果与分析

2.1 ^{14}C -葡萄糖对光合产物的运转与分配的示踪
 ^{14}C -葡萄糖从剑叶的输出率: 粤香占和对照品种七山占、粳籼 89 ^{14}C -葡萄糖从剑叶的输出率各测量期都不同(图 1), 花后 7~28 d 总输出率粤香占为 71.02%、七山占为 66.57%、粳籼 89 为 54.49%, 说明籽粒灌浆至成熟期间水稻剑叶光合产物的输出是有所变化的, 粤香占总输出率显著高于对照品种七山占和粳籼 89。

¹⁴C—葡萄糖在主穗各器官的分配:涂布于剑叶的¹⁴C—葡萄糖除停留于剑叶或贮藏于剑叶鞘供自身利用外,必需向其他器官输出(表 1),由供试品种的平均值得得,从剑叶输出的¹⁴C—葡萄糖向上运转于穗、穗颈与向下运转于其他茎、叶的量随着籽粒成熟逐渐减少,而停留于剑叶或贮藏于剑叶鞘的量逐渐增加.需指出的是,¹⁴C—葡萄糖向下运转于倒三茎、鞘、叶的量各品种各测量时期都很少,表明本试验主穗取材于倒三茎是合理的.

品种间比较,¹⁴C—葡萄糖向上运转于穗和穗颈节的量粤香占花后 7、14、21 和 28 d 的 *w* 分别为 42.31%、25.69%、13.13%和 15.20%,除第 14 d 稍低于七山占外,其他各时期都较七山占、粳籼 89 高.¹⁴C—葡萄糖向下运转于倒二茎+鞘+叶的量花后第 7 d 粤香占为 10.71%,七山占、粳籼 89 较高 *w* 分别为 23.17%和 30.41%,第 14 d 粳籼 89 仍较高 *w* 为 30.52%,粤香占、七山占的 *w* 分别为 1.98%、7.15%.说明水稻进入生殖生长期后,叶片光合作用形成的有机物质粤香占向上运转于穗与穗颈的比例大,七山占、粳籼 89 仍有较多的有机物质分配于茎叶,尤

其是粳籼 89,这与栽培上粤香占抽穗后株高和茎秆的增量小,粳籼 89 增量 大,七山占居中是一致的.至于花后 21 d 粤香占、七山占¹⁴C—葡萄糖运转于倒二茎+鞘+叶的量有所增加,也许与此时¹⁴C—葡萄糖从剑叶的输出率有所上升有关(图 1).

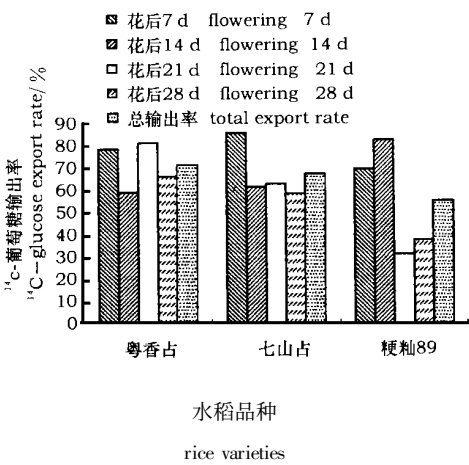


图 1 花后各时期¹⁴C—葡萄糖从剑叶的输出率
Fig. 1 The ¹⁴C—glucose export rate from flag leaf in different flowering stage

表 1 ¹⁴C—葡萄糖在主穗各器官的分配
Tab. 1 The ¹⁴C—glucose distribution in different organs of main panicle

品 种 varieties	花后天数 flowering day	<i>W</i> (¹⁴ C—葡萄糖/ ¹⁴ C-glucose)/ %			
		穗+穗颈节	剑叶+ 剑叶鞘	倒二茎+鞘+叶	倒三茎+鞘+叶
		panicle + panicle base	flag leaf + sheath	second stem + sheath + leaf	third stem + sheath+ leaf
粤香占 Yuexianzhan	7	42.31	45.96	10.71	1.01
七山占 Qishanzhan	7	33.83	38.98	23.17	4.02
粳籼 89Jingxian89	7	21.83	46.38	30.41	1.27
<i>X</i>		32.69	43.78	21.43	2.10
粤香占 Yuexianzhan	14	25.69	71.48	1.98	0.71
七山占 Qishanzhan	14	27.03	64.97	7.15	0.83
粳籼 89Jingxian89	14	16.05	51.58	30.52	1.84
<i>X</i>		22.92	62.68	13.21	1.13
粤香占 Yuexianzhan	21	13.13	59.70	23.24	3.91
七山占 Qishanzhan	21	10.32	66.87	20.92	1.20
粳籼 89Jingxian89	21	11.65	78.36	5.69	4.29
<i>X</i>		11.70	68.31	16.61	3.13
粤香占 Yuexianzhan	28	15.20	70.81	12.33	1.64
七山占 Qishanzhan	28	5.14	81.68	10.56	2.63
粳籼 89Jingxian89	28	3.38	91.00	4.64	0.99
<i>X</i>		7.90	81.16	9.18	1.75

¹⁴C—葡萄糖穗部的积累:水稻产量的形成主要是光合作用的有机物质运转于穗和在穗的积累.根据¹⁴C—葡萄糖穗部的输入积=¹⁴C 从剑叶的输出率

(%)×¹⁴C 在稻穗分布(%)/100^[7],粤香占、七山占和粳籼 89 ¹⁴C—葡萄糖穗部的输入积见表 2,品种间比较,粤香占花后各时期¹⁴C—葡萄糖穗部的输入积

较七山占、粳籼 89 高。另从¹⁴C—葡萄糖运转于穗的放射性强度(DPM)(图 2)可看出, 粤香占穗的放射性强度花后各时期也较七山占和粳籼 89 强。表明粤香占穗部对碳水化合物具有较强的积累能力, 光合产物运转于穗用于产量形成的绝对量高。

表 2 各水稻品种¹⁴C—葡萄糖在穗部的输入积(%)
Tab. 2 The ¹⁴C—glucose importing product in spikes of rice varieties

品 种	花后 7 d	花后 14 d	花后 21 d	花后 28 d
varieties	flowering 7 d	flowering 14 d	flowering 21 d	flowering 28 d
粤香占 Yuexianzhan	20. 05	7. 76	2. 73	2. 75
七山占 Qishanzhan	17. 28	7. 68	1. 41	0. 75
粳籼 89 Jingxian89	7. 00	5. 35	1. 64	0. 65

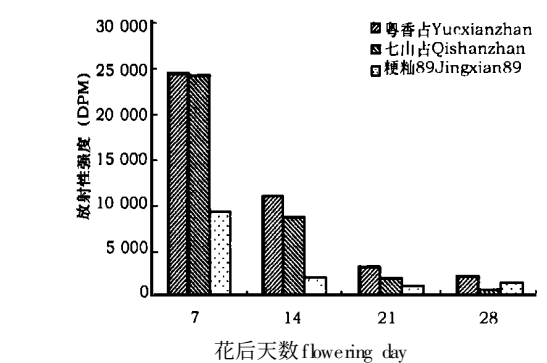


图 2 水稻品种穗部放射性强度的变化
Fig. 2 The DPM change in spike on rice varieties

2. 2 穗颈节维管束结构
维管束是水稻茎秆的重要输导组织, 叶片光合作用的有机物质向穗的运输是通过维管束中韧皮部的筛管进行的。对供试品种穗颈节维管束切片观察(表 3), 大维管束个数及面积粳籼 89> 七山占> 粤香占, 单位茎壁面积上维管束密度粤香占> 粳籼 89> 七山占。韧皮部比较, 粤香占明显较七山占、粳籼 89 发达(图 3), 表现在其筛管与伴胞的数量多(表 3)。粤香占筛管数较多对加速有机物质向穗的运输无疑是有利的。

表 3 供试水稻品种穗颈节大维管束性状
Tab. 3 The characters of large vascular bundle in panicle base node

品 种	大维管数	大维管束面积	茎壁面积	密 度	筛 管	伴 胞
varieties	number	area	the area of stem	density	phloeme	accompanying cell
	/ 个	/ μm ²	/ nm ²	/ (个·mm ⁻²)	/ 个	/ 个
粤香占 Yuexianzhan	17	11 766. 96	1. 28	13	21	15
七山占 Qishanzhan	21	13 120. 25	2. 12	10	19	12
粳籼 89 Jingxian89	26	14 016. 50	2. 47	11	17	10



图 3 穗颈节维管束(400×, ←所示为筛管, ⇨所示为伴胞)
Fig. 3 The vascular bundle in panicle base node. (400×; ←phloeme; ⇨accompanying cell)

3 结论与讨论

水稻收获指数是收获时谷粒重量与地上部生物学产量的比值,一定程度上表示光合作用的有机物质运转于穗部的能力,即流的通畅性。收获指数与产量关系密切,在水稻育种进程中,收获指数随着产量的提高逐渐提高,如野生稻为0.25左右,高秆品种一般为0.30~0.35,现代品种为0.40~0.50^[3]。高收获指数型水稻品种粤香占收获指数0.616的数值比现今生产上种植的水稻品种收获指数高20%左右。本研究从植物生理学的角度,以当前生产上大面积种植的水稻品种七山占、粳粳89为对照,研究粤香占光合产物运转与分配特性,结果表明,籽粒灌浆至成熟期间涂布于剑叶的¹⁴C—葡萄糖总输出率粤香占显著高于对照品种七山占、粳粳89,¹⁴C—葡萄糖向上运转于穗、穗颈的比例大,向下运转于其他茎叶的比例较小,穗对碳水化合物积累能力强,光合产物分配于穗用于产量形成的绝对量高。初步可得,高收获指数型水稻品种粤香占光合产物向穗的运转与分配具有流畅、量大的特性,这也是其高产与高收获指数的主要成因之一。

穗颈节维管束是营养器官向穗输送有机物质、水和矿物质的组织,有的研究认为穗颈节间大维管束多及面积大是水稻大穗的前题^[8],同时作为“流”的具体指标。对粤香占等水稻品种穗颈切片观察比较,大维管束数量及面积粤香占都较对照品种小,但单位茎壁面积上维管束密度大,韧皮部发达,筛管和

和伴胞数量多。又由于有机物质向穗的输送是通过筛管进行的,也有研究认为,水稻品种维管数量或维管束面积中等,韧皮部面积大也同样能保证流畅^[9],粤香占可能属于后者。

致谢:本研究得到中山大学生命科学学院同位素实验室协助测定,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 任正隆,李尧权.小麦的收获指数和几个生理特性的遗传[J].中国农业科学,1984,17(2):29-33.
- [2] 伏军.水稻收获指数的形成和遗传改良[J].作物研究,1997,(2):1-3.
- [3] 廖耀平,陈钊明,陈顺佳,等.高产高收获指数型水稻新品种粤香占的主要特性及其讨论[J].中国稻米,1999,(2):11-12.
- [4] 郭光荣.以生物产量和收获指数作为水稻育种指标的初步研究[J].湖南农业科学,1990,(5):20-22.
- [5] 方先文,曹阳,熊恩惠,等.影响小麦生物学产量和收获指数的性状分析[J].江苏农业科学,1994,(4):14-16.
- [6] 陈温福,徐正进,张龙步,等.水稻超高产育种的理论与实践[J].中国农业科技导报,1999,(1):21-25.
- [7] 王永锐.³²P,¹⁴C在杂交水稻分蘖和穗中的分布与谷粒产量的关系[J].核农学报,1992,6(4):219-224.
- [8] 徐正进,陈温福,张龙步,等.水稻高产理论与实践[M].北京:中国农业出版社,1994,64-72.
- [9] 黄璜.水稻穗颈节间组织与颖花数的关系[J].作物学报,1998,24(2):193-200.

Studies on Translocation and Distribution of Photosynthate in Rice Variety Yuexianzhan with High Harvest Index

HE Xiu-ying, LIAO Yao-ping, CHEN Zhao-ming, CHEN Shun-jia, CHEN Yue-han

(Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agric. Sci., Guangzhou 510640, China)

Abstract: Photosynthate translocation and distribution of rice variety Yuexianzhan with high harvest index was studied by ¹⁴C—glucose. The results showed that total ¹⁴C—glucose export rate was 71.02% during grain growth and was obviously higher than the check rice varieties. Lots of ¹⁴C—glucose were transported to panicle and panicle base, little to leaf and stem. The absolute volume of ¹⁴C—glucose which filled grain was high. The ability of accumulating carbohydrate was stronger in the spike. The characters of photosynthate translocation to spike were rapid flow and large volume. The cross section of plant tissue showed that Yuexianzhan variety had less numbers of large vascular bundles, well-developed phloem and more numbers of sieve tubes.

Key words: high harvest index; rice; photosynthate; translocation; distribution

【责任编辑 周志红】