

不同小麦品种源库状况的初步研究

严威凯

(西北农业大学农学系)

摘 要

从源库相互作用的原理出发,提出了一种判小麦品种源库状况的方法,并以此考察了20个不同来源和特性的小麦基因型的源库状况。描述小麦基因型源库状况的源库指数 X 的定义域为 $[-1, +1]$ 。黄淮麦区推广品种的 X 值一般在 $-0.3 \sim +0.3$ 之间,说明其源库关系基本协调。 X 值与千粒重有较密切的直线关系,从品种的千粒重大小可大致了解其源库状况。黄淮麦区源库协调的小麦品种千粒重应为 $38 \sim 40\text{g}$ 。

关键词: 小麦品种; 源流库关系; 源库指数

小麦单产的进一步提高,依赖于对小麦产量形成生理过程的深入了解。源、流、库是小麦产量形成中的三个主要环节,究竟何为主导限制因素,前人已作了大量研究和评述^[1-10],^[12,13]。一般认为,小麦的“流”是充裕的,而关于“源”还是“库”为产量的主要限制因素,由于试验地点、条件、材料和方法的不同,结论也不尽一致。

本文拟以源库互作理论为基础,提出一种判断小麦品种源库状况的方法,并以此考察不同小麦基因型,特别是黄淮麦区推广品种的源库状况。

1 材料和方法

供试材料:以黄淮麦区目前推广品种为主,同时考虑不同适应地区、株高、千粒重和种子饱满度等性状的差异,共选用20个小麦基因型。试验于1984~1985和1985~1986两个小麦生长季在西北农业大学小麦育种试验田进行。分别于1984年10月15日和1985年10月14日播种,株距9 cm,行距33 cm,小区面积两年分别为 $5 \times 4\text{m}^2$ 和 $2 \times 6.7\text{m}^2$ 。

开花后6~8天(多为第7天,1984~1985)和4~8天(多为第4、第5天,1985~1986),选择生长健壮、分蘖数目相近的植株分别进行了如下处理。

①剪叶套穗处理:小麦灌浆期的主要光合器官是穗子和叶片。本试验将这些器官分为穗子、旗叶、倒二叶和其余叶4部分,分别剪去旗叶(D_2)、倒二叶(D_3)、其余叶(D_4)或穗部遮光(D_1);分别只留旗叶(P_2)、倒二叶(P_3)、其余叶(P_4)或穗部(P_1);剪去全部叶片并对穗子遮光(P_0)。去叶处理是从叶舌处剪除有关单株相应叶位的全部叶片;穗部遮光是用内面涂墨的盐酸纸袋套有关单株的全部穗子。

②去穗及摘除小穗处理:1984~1985年每株分别只留4, 2, 1, $1/2$ 或 $1/4$ 个麦穗

本文于1987年1月3日收到。

李发荣、张富国参加了部分工作。

(留 1/2 及 1/4 麦穗的处理是间隔摘除穗子 1/2 或 3/4 数目的小穗) 1985~1986 年每株留 1 或 1/2 个麦穗。

每个处理约 20 株, 成熟时逐株考查千粒重 (去叶套穗处理取每株的三个大穗考种), 计算各处理的平均千粒重。

2 结果分析

2.1 源补偿量 A 及其估算

从剪叶套穗各处理的结果可估算各光合器官的补偿量和植株光合器官总补偿量 A。

设 D_1, D_2, D_3, D_4 及 P_1, P_2, P_3, P_4 各处理平均千粒重与 P_0 处理千粒重之差分别为 D_1', D_2', D_3', D_4' 和 P_1', P_2', P_3', P_4' 。其中, D_1' 为只阻止穗部光合作用, 即旗叶、倒二叶和其全叶同时存在时对粒重的共同作用, P_2', P_3' 和 P_4' 分别为旗叶、倒二叶和其余叶单独存在时对粒重的作用。按照库对源反馈作用的原理, $(P_2' + P_3' + P_4')$ 应大于 D_1' 。故令

$$\delta_1 = (P_2' + P_3' + P_4') - D_1'$$

这里 δ_1 为旗叶、倒二叶和其余叶光合补偿作用之和, 即

$$\delta_1 = A_2 + A_3 + A_4$$

同理有 δ_2, δ_3 和 δ_4 。由此组成正则方程组

$$\begin{cases} \delta_1 = A_2 + A_3 + A_4 \\ \delta_2 = A_1 + A_3 + A_4 \\ \delta_3 = A_1 + A_2 + A_4 \\ \delta_4 = A_1 + A_2 + A_3 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{式中, } \delta_2 &= (P_1' + P_3' + P_4') - D_2', & \delta_3 &= (P_1' + P_2' + P_4') - D_3', \\ \delta_4 &= (P_1' + P_2' + P_3') - D_4'. \end{aligned}$$

解方程组, 可得穗部、旗叶、倒二叶和其余叶的光合补偿值 A_1, A_2, A_3 和 A_4 , 并由此求得光合器官总补偿值即源补偿量 $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$ (见表 1)。

由表 1 可见, ①光合器官的补偿作用确是存在的。但有一些器官的补偿量却表现为负值。各器官出现负值的基因型数目, 1984~1985 生长季穗为 12/20, 旗叶为 5/20, 倒二叶为 3/20, 其余叶为 5/20。1985~1986 生长季穗为 9/14, 旗叶为 6/14, 倒二叶为 5/14, 其余叶为 6/14。这一现象的出现可能有两个原因: 一是有关品种这些器官的光合效能正常情况下发挥得比较充分, 已没有什么潜力可挖, 出现负值仅仅是由于人为破坏植株体造成的不良影响; 二是这些器官在正常条件下的光合效能依赖于其它光合器官所提供的某种物质或条件, 切除其它器官后即不能正常发挥作用。无论何种原因, 出现负值在完整植株上都是不可能的。因此在计算总补偿量 A 时, 这些负值均作零看待。②两年的光合补偿值不尽相同。从各器官平均值看, 1984~1985 年的顺序为: 旗叶 > 倒二叶 ≈ 其余叶 > 穗; 1985~1986 年的顺序为: 倒二叶 > 其余叶 > 旗叶 ≈ 穗。值得注意的是, 倒二叶及其以下叶片尚有可观的补偿量, 提高库需求量可使这部分潜能得到发挥。从总补偿量看, 1984~1985 年高于 1985~1986 年, 可能与 1984~1985 年小麦生长季灌浆期多雨、气温偏低, 有利于光合有关。1984~1985 年 20 个基

表1 各光合器官补偿值及总补偿值

品 名	1984~1985					1985~1986				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ¹⁾	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ¹⁾
宝丰7228	-3.62	0.79	2.18	1.23	4.20	-3.95	0.36	-0.02	-0.20	0.36
偃师9号	2.37	4.25	1.84	1.09	9.54	3.23	-1.00	10.91	-1.15	14.14
小偃6号	-3.46	-1.33	0.72	1.29	2.01	2.75	2.11	3.82	4.56	13.23
7576-27	-0.86	0.08	0.67	-2.21	0.75	-1.21	1.32	1.59	-2.49	2.91
7859-18	-2.61	8.27	0.97	3.93	13.18	-3.87	2.40	-1.57	7.69	10.09
徐州21	-4.15	2.99	-0.07	-0.75	2.99	-1.38	-2.02	2.86	-1.33	2.83
矮丰3号	-0.83	0.12	3.23	3.03	6.35	-0.33	-0.05	-0.55	-0.39	0.51
丰抗2号	0.10	4.05	3.66	4.38	12.18	2.16	0.39	1.09	4.98	8.62
77(2)春	-5.14	1.92	0.96	-0.13	2.89	0.39	4.53	-2.98	-1.03	4.92
76-338	-0.63	-2.33	1.27	1.45	2.72	—	—	—	—	—
郑引1号	-3.30	1.04	1.45	0.84	2.50	—	—	—	—	—
67(1)2-2-9	2.10	3.50	1.93	1.72	9.25	-0.02	-2.43	-4.08	4.35	4.35
丰产3号	2.92	3.10	4.83	-1.20	10.86	-1.64	-1.58	6.30	0.37	6.67
阿勃	4.37	7.95	0.79	4.40	17.51	0.87	-1.20	3.80	0.43	5.10
6917-0-0-5	6.20	3.77	7.66	7.60	25.23	-1.97	0.01	5.16	3.41	8.57
碧蚂6号	-1.59	-0.71	-0.29	1.98	1.98	-0.75	0.56	2.29	0.93	1.49
71(12)3-14	1.20	-4.11	0.51	1.89	2.40	—	—	—	—	—
69(2)	0.36	-2.63	-0.10	1.58	1.91	—	—	—	—	—
临汾10号	-1.07	1.94	0.55	1.08	3.57	—	—	—	—	—
79(1)B1F1-3-9	-3.81	2.26	5.83	2.57	10.65	—	—	—	—	—
平 均	0.98	2.30	1.96	1.96	7.11	0.67	0.84	2.58	1.91	5.99

注: 1) $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$. 若 $A_i < 0$ 则令 $A_i = 0$. $i = 1, 2, 3, 4$.

因型平均总补偿量为7.135千粒克, 占对照千粒重的17.16%; 1985~1986年14个基因型为5.994g, 占对照千粒重的15.71%。可见如果提高库的需求量, 小麦基因型灌浆期光合生产可平均提高15~17%。

2.2 库补偿量B及其估算

去穗及去小穗试验, 在1984~1985生长季作的5种处理中, 最大千粒重主要出现在每株留2穗或1穗的处理上。有些品种的某些处理, 特别是摘除3/4小穗的处理, 千粒重非但没有提高, 反而有所下降, 可能是处理造成穗轴结构的机械损伤所致。因此1985~1986年只做了两种处理, 最大千粒重也大多出现在每株留1穗的处理上。以最大千粒重与对照千粒重之差作为粒重的潜在库容或库补偿量B, 列于表2中。从中可以看出, 品种间差异十分明显。1984~1985年最大千粒重与对照千粒重之差为9.012g (品系71(12)3-14) 至0 (品种丰抗2号), 前者占其对照千粒重的26.22%。1985~1986年为11.53g (品种7859-18) 至1.42g (品种丰抗2

表2 品种的源库补偿值及源库指数

品 名	1984~1985			1985~1986		
	A	B	X ¹⁾	A	B	X ¹⁾
宝丰7228	4.20	5.56	-0.139	0.36	7.66	-0.910
偃师9号	9.54	2.41	0.597	14.14	5.95	0.407
小偃6号	2.01	2.76	-0.157	13.23	2.88	0.648
7576-27	0.75	2.71	-0.565	2.91	5.42	-0.302
7859-18	13.18	2.31	1.702	10.09	11.53	-0.067
徐州21	2.99	1.08	0.470	2.86	5.67	-0.331
矮丰3号	6.35	5.40	0.081	0.55	3.05	-0.694
丰抗2号	12.18	—	1.000	8.62	1.42	0.717
77(2)春	2.89	6.77	-0.402	4.92	10.63	-0.368
76-338	2.72	5.14	-0.307	—	—	—
郑引1号	2.50	1.51	0.247	—	—	—
67(1)2-2-9	9.25	1.48	0.724	4.35	2.01	0.368
丰产3号	10.86	4.90	0.378	6.67	7.27	-0.044
阿勃	17.51	0.23	0.975	5.10	4.21	0.096
6917-0-0-5	25.23	5.78	0.627	8.57	3.26	0.449
碧蚂6号	1.98	5.27	-0.453	1.49	8.16	0.691
71(12)3-14	2.40	9.01	-0.579	—	—	—
69(2)	1.94	4.22	-0.371	—	—	—
临汾10号	3.57	1.69	0.359	—	—	—
79(1)B ₁ F ₁ -3-9	10.65	3.79	0.476	—	—	—
平 均	7.14	3.60	0.183	5.99	5.65	-0.052

注: 1) $X = (A - B) / (A + B)$

号), 分别占各自对照的27.30%和3.37%。从品种间均值看, 1984~1985年为3.60g, 占对照平均千粒重的8.66%, 1985~1986年为5.65g, 占对照平均千粒重的14.85%。可见在正常情况下库尚有潜力未得到发挥。年际间差异与上述结果相一致: 1984~1985年生长季气候湿润, 源较充足, 因而光合补偿量较大, 库补偿量较小; 1985~1986年则相反。

2.3 品种的源库指数X及其估算

A和B分别表示在正常情况下未被利用的源生产潜力和库贮积潜力, 为综合评价品种的源库状况, 定义 $X = (A - B) / (A + B)$ 为源库指数, 如表2。

2.3.1 源库指数X与环境条件的关系

两年的源库指数X值不同。1984~1985年 $\bar{X} = +0.1830$, 1985~1986年 $\bar{X} = -0.0516$, 说明源库指数是随环境条件而变化的。1984~1985年生长条件较好, 源较充足, 因而源库指数较高。但是, 两年品种间源库指数的顺序有一致的趋势。两年均有的全部14个基

因型之间X值的相关系数为0.6121^{*},达到显著水平;剔除偏差较大的品种小偃6号后,相关系数上升为0.7647^{**},达到极显著水平,这表明虽然该指标受环境条件的影响,但仍可从一种环境条件看出品种间的相对差异。

2.3.2 源库指数X与千粒重的关系

源库指数X与千粒重有较密切的线性关系。1984~1985年20个供试材料的直线相关为0.5555^{**},回归方程为 $Y(\text{千粒重}) = 38.136 + 21.768X$;剔除特大粒高秆春性材料6917-0-0-5、大穗大粒的青海春性品种76-338、北京地区的冬性品种丰抗2号及本地区晚熟材料7576-27后,相关系数上升至0.7884^{**}($n=16$),回归方程为 $y = 38.380 + 9.0845X$ 。1985~1986年全部14个材料的相关系数为0.6795^{**},回归方程为 $y = 39.178 + 7.602X$;剔除偏差较大的品种小偃6号后,相关系数上升至0.7919^{**}($n=13$),回归方程为 $y = 39.977 + 9.535X$ 。两年平均千粒重与平均源库指数之间的相关系数及回归方程为: $y = 38.516 + 18.622X$, $r = 0.6986^{**}$ ($n=14$)。值得注意的是,这里的回归截距,即源库相对协调, $X=0$ 时的千粒重均在38~40g的狭小范围内,这正是有关文献所建议的适应黄淮海区的中粒品种千粒重水平。

2.3.3 源库指数X与品种适应性的关系

1984~1985年X值在 ± 0.3 之内的基因型有宝丰7228,小偃6号。矮丰3号和郑引1号4个,它们都是近年黄淮海区的重要推广品种;1985~1986年气候干燥,气温较高,开花后源不足,前一年X值较高的另一类推广品种7859-18,阿勃和丰产3号落入 ± 0.3 的范围之内。从两年X平均值看,品种徐州21、丰产3号、小偃6号和7859-18处于 $0 < X < 0.32$ 范围内,是黄淮海区最适应的品种。X值过高或过低的材料都不适宜在本区种植。但从稳产角度看,X值适当高些较能适应灌浆期的不良条件,而X较小的品种在气候适宜的年份,更能发挥其生产潜力。

2.3.4 源库指数X与种子饱满度的关系

本试验选用了4个种子饱满度很差的品系:6917-0-0-5,67(1)2-2-9,71(12)3-14和69(2)。从它们的X值来看,正好形成两种相反的类型:前两个品系呈现明显的库限制,后两个品系则呈现明显的源限制。这说明后者饱满度较差主要与其光合产物供应不足有关,而前者并不是源的问题,更大的可能是其种子的接受能力和物质转化过程存在某种障碍。这与生长分析得出的结论一致。

另外,品种总的生产潜力 $Z = A + B$ 也是一个有用的指标。如果说X表示品种产量改良的方向,Z则表示品种改良的潜力。1985~1986年Z值一般大于1984~1985年(少数基因型例外),与1985~1986年生长季生产条件较差、品种生产潜力发挥不好有关。

3 讨 论

本试验采用了人工操纵的传统方法。由于此法破坏了植株的完整性,因而有可能阻碍植体内正常的信息流。但根据剪叶套穗处理估算的各光合器官对籽粒的贡献,与大量相似的试验属于同一范围,可见结果基本可靠。试验指出,穗部光合作用对籽粒有相当大的贡献(17~21%),说明麦穗不仅是一个与库大小直接有关的器官,同时也是重要的源器官。选育大穗特别是多小穗的大穗品种,可以同步提高小麦的源库水平,应作为小麦高产育种的一个

重要内容。

试验肯定了源库器官补偿作用的存在,同时指出这一结论的相对意义。不是所有器官都存在补偿作用,也不是在任何条件下都存在补偿作用。另外,光合器官的补偿作用是否确实来源于库的反馈作用仍有疑问,因为去除一部分光合器官可能改善了剩余光合器官的生活环境从而提高其光合效率。但无论何种原因,都说明现有品种的光合器官尚有潜在的 生产能力,可以通过栽培技术或遗传手段得以发挥。下部叶片的补偿作用较大,选育旗叶较小的品种或改良群体生境有利于其功能的充分实现。

库源指数 X 与千粒重的密切关系表明,千粒重不仅是一个重要的产量组分,还在一定程度上代表了品种的源库状况。千粒重是产量组分中一个比较稳定的因素,但也受环境条件、特别是灌浆期环境条件的影响。从千粒重可大致了解不同品种的源库状况;从不同年份千粒重的变化可了解有关年份是否利于产量形成。分析表明,千粒重与徐凤提出的克草粒数^[1]及Fischer的源限制指数^[2]有一致的关系,但更简便直观。结果指出,黄淮麦区品种源库相对平衡时千粒重为38~40g,可供该区小麦育种工作者参考。

参 考 文 献

- 1 庄巧生、王恒立.小麦育种理论与实践的进展.科学普及出版社,1987: 393—414
- 2 Fischer R A, Hille Risclamber D. Effects of environment and Cudtivar on Source—Limitation to grain weight in wheat. *Aust J Agric Res* 1978; 29: 443—458

INVESTIGATIONS INTO THE SOURCE-SINK SITUATION OF DIFFERENT WHEAT GENOTYPES

Yan Weikai

(*Department of Agronomy, Northwestern Agricultural Universtity*)

Abstract

A new method for evaluating source-sink situation of wheat genotypes was worked out on the basis of the principles of source-sink interactions. With this method, the source-sink situation of 20 different wheat genotypes were investigated. By defination, the source-sink index X , which describes the source-sink situation of a geneotype, should be from -1 to 1. The calculated X values of the commercial cultivars in the Huang-huai wheat producing area were from -0.3 to 0.3, thus, indicating that their sources and sinks are generally in balance. The X value had a good linear correlation with 1000-grain weight, from which we can roughly know the source-sink situation of a given genotype simply by determing its 1000-grain weight. 1000-grain weight of cultivars adaptable to the Huang-huai wheat producing area should be in the range of 38 to 40 grams.

Key words: wheat; source-sink relationship; source-sink index