

对离体叶片失水率作为小麦抗旱性指标的评价*

兰巨生

(河北省农林科学院, 石家庄 050051)

摘 要 对中国和加拿大合作的有关小麦叶片失水率的研究结果进行了分析, 用冬小麦抗旱性状遗传规律研究筛选出的典型材料, 分别在中国和加拿大的实验室进行离体叶片失水率测定, 结果表明, 同一测定者的不同重复间的重复性较高, 同一试材不同测定者之间重复性较差; 离体叶片失水率值与品种的旱地产量之间未发现有相关关系。因此, 将离体叶片失水率用作小麦抗旱性状选择指标目前条件尚不成熟。

关键词 小麦 离体叶片 失水率 抗旱性指标

离体叶片失水率能否作为小麦的抗旱性指标是加拿大农业部激流试验站与河北省农林科学院粮油作物研究所和旱作农业研究所合作的课题之一。中方先后派出 4 名研究人员赴加拿大进行访问和合作研究, 加方专家 John. M. Clarke 多次来华讲学和合作。作为项目管理人员, 作者曾将所主持的冬小麦抗旱性状遗传规律研究筛选出的 8 个典型品种请中方研究人员在中国和加拿大反复测定, 以期进一步明确该项指标应用于小麦育种的可能性。本研究分析了几年来追踪研究的结果。

1 材料和方法

1.1 供试材料

本研究所用的材料为冬小麦抗旱性状遗传规律研究筛选出的 8 个典型品种: 冀麦 26, 衡水 6404, 渭麦 5 号, 昌乐 5 号, 冀麦 6 号, 冀麦 7 号, 泰山 5 号, 冀麦 3 号。其抗旱指数(DI)值分别为 1.48, 1.35, 1.31, 1.18, 1.11, 1.08, 1.08 和 0.87。生产上冀麦 26 和衡水 6404 曾在限水条件下得到大面积推广, 而泰山 5 号和冀麦 3 号曾在水浇条件下较大面积推广, 在限水条件下未能推广。

1.2 离体叶片失水率的测定

同一组材料分别由本院粮油作物研究所马瑞昆于 1994 年和 1996 年在石家庄进行 4 次测

1996-08-08 收稿。

* 河北省自然科学基金资助项目。

定, 赵凤梧于 1996 年在加拿大激流试验站进行过 1 次测定。测定程序来自 Clarke 和 Mc-Caig^[1], 具体操作方法都按照 Clarke 实验室的操作程序进行。

1.3 叶片脱落酸(ABA)的测定

为了进一步探讨离体叶片失水率作为抗旱性指标时出现的问题, 由张玉宗和陈振玲在河北省农林农科学院谷子研究所同一组试材进行胁迫条件下叶片 ABA 含量的测定。测定方法用常规的液相色谱法。

1.4 统计方法

不同次间的测定结果应用 Spearman Rank Correlations 法对其进行分析; 同一测定者之不同重复间的测定结果应用 D. S. Falconer 提出的多次度量的重复力的概念和方法进行分析。重复力(r)的公式是: $r = \frac{Vg}{Vg + Ve}$, Vg 系组间方差, Ve 是误差方差。

2 结果与分析

2.1 离体叶片失水率(RWL)的测定

表 1 列出了 1994~1996 年 5 次测定的结果。前 4 次由马瑞昆在石家庄测定, 第 5 次由赵凤梧在加拿大测定。各次测定的日期分别为: A. 1994 年 4 月 24 日; B. 1994 年 5 月 6 日; C. 1996 年 5 月 6 日; D. 1996 年 5 月 15 日; E. 1996 年 1 月 20 日。表 2 中列出了各次的 Spearman 相关与分析结果。

表 1 8 个品种 RWL 值由小到大的顺序

品 种	测 定 日 期				
	A	B	C	D	E
冀麦 7 号	1	3	1	1	5
冀麦 3 号	2	2	3	2	3
冀麦 26 号	3	8	4	4	8
昌乐 5 号	4	4	6	6	4
渭麦 5 号	5	6	5	7	7
衡水 6404	6	1	8	8	1
冀麦 6 号	7	5	7	5	2
泰山 5 号	8	7	2	3	6

表 2 A、B、C、D、E 的 Spearman 相关分析结果

项目	A	B	C	D	E
A	1.0				
B	0.29	1.0			
C	0.45	-0.24	1.0		
D	0.50	-0.07	0.88**	1.0	
E	0.19	0.81*	-0.55	-0.24	1.0

* 相关显著; ** 相关极显著。

2.2 小麦叶片 ABA 测定结果

表 3 列出了 8 个品种的幼苗在干旱胁迫情况下 ABA 增加的顺序, 将 ABA 的胁迫增量的顺序与品种 DI 值大小顺序进行了对照。

2.3 对 J. M. Clarke 实验室 RWL 测定重复性的考察

Clarke 曾选出若干典型品种反复进行 RWL 测定。1988~1990 年测定结果发表于 Crop Science^[6]。1991 年同实验室 H. Wang 用同一程序进行测定, 结果发表在 Canadian Journal of Plant Science^[6]。Clarke 共测定 10 个品种, 1988 与 1989 年 RWL 相关 $r = 0.81$, 1988 与 1990 年 RWL 相关 $r = 0.71$, 1989 与 1990 年 RWL 相关 $r = 0.88$ 。H. Wang 于 1991 年测定 12 个品种, 其中 5 个典型品种与 Clarke 所测品种相同。表 4 列出了 Clarke 和 H. Wang 测定结果的对比。

表 3 干旱胁迫下小麦叶片 ABA 增量
顺序与品种 DI 值顺序的对照

品 种	ABA 增量顺序		抗旱指数 顺序
	1993 年 5 月	1993 年 8 月	
衡水 6404	1	1	2
昌乐 5 号	2	2	4
冀麦 26 号	3	3	1
冀麦 6 号	4	4	5
渭麦 5 号	5	5	3
冀麦 7 号	6	6	6
冀麦 3 号	7	8	8
泰山 5 号	8	7	7

表 4 J. M. Clarke 实验室 RWL 测定重复性的
一次对比(RWL 值由小到大排序)

品 种	J. M. Clarke			H. Wang
	1988	1989	1990	1991
Pelissier	1	3	3	3
Hercules	4	4	4	1
Fanfarron	2	2	1	4
DT 369	5	5	5	5
Kyle	3	1	2	2

用 Spearman Rank Correlations 测定, Clarke3 年测定结果之间有相关关系, 而 H. Wang 与 Clarke 测定结果之间未发现相关关系。

3 讨论

3.1 RWL 测定重复性问题

J. M. Clarke 和河北省农林科学院的实验室都存在同一测定者各年度重复性较好, 而不同测定者之间重复性较差的问题。表 1 中 C 和 D 的测定结果非常接近, 只是 B 与 A、C、D 的测定结果有较大差异。但是, 将 B 即 1994 年 5 月 6 日所做的 3 次重复进行重复力(r)测定, $r = Vg / (Vg + Ve) = 0.97$ 。因此单看一次测定, 准确性是很高的。但是, 在马瑞昆与赵凤梧的测定间, 不存在相似性。同样, 从表 4 看出, J. M. Clarke 3 年间对同一组材料测定的重复性较好, 但同实验室的 H. Wang 的测定不能重复 Clarke 的测定结果。文献追踪表明: (1)RWL 值随叶龄增大而减少; (2)植株生长环境影响 RWL 测定值, 例如, 雨水可能冲刷叶表皮腊质而增加 RWL 测定值; (3)叶片取样位置影响 RWL 测定值。J. M. Clarke 在分析他本人在 1988~1990 年测定结果的重复性较好时认为, 由于取样方法较好会使得 RWL 测定值差异变小。考察马瑞昆的分析结果, 1994 年 5 月 6 日 3 次重复处理间的重复性很好, 说明实验室测定 RWL 的技术体系是比较完善的。但在取样问题上仍需探索, 因为 8 个品种的方差分别是 0.076, 0.36, 0.83, 0.086, 0.99, 0.79, 0.71, 0.091, 最大方差与最小方差之比为 13 : 1。这种差异仅靠取样方法本身是难以缩小的, 只有靠增加样本数量才能减少取样误差, 但是, 现存的测定手段和程序很难容纳一个品种的多个样本。这个问题有待进一步研究。

3.2 RWL 值与小麦基因型旱地产量的关系

以前的研究(Bayles et al.(1937); Sandhu and Laude,(1958); Clarke and McCaig^[1]; Jara-dat and Konzak(1983); Clarke and Townley Smith T. F^[2]) 认为, 叶片持水力或较低的 RWL 值可能与小麦基因型的抗旱性有关, 从 1984 年, Clarke 和 Romagosa 等人进行了一项大规模的测定和试验, 从资源库选出了 50 个 RWL 值高的和 50 个 RWL 值低的硬粒小麦分别在加拿大和叙利亚种值, 结果表明, 50 个 RWL 值低的小麦, 其平均产量显著地高于 50 个 RWL 值高的小麦。从 1989 年他们发表的报告中看出, 50 个低 RWL 值的小麦多具有灰绿叶性状。在另

外的报告中如 Clarke 和 Smith 合作的研究中, 可以看出, Clarke 有一套典型品种进行 RWL 的研究。例如, 适应当地条件的品种 Pelissier 是作为一个 RWL 值低的材料使用的, Pelissier 曾作为父本与其它 8 个品种杂交, 产生了各世代的材料, 以亲子回归计算了遗传力。在 Clarke 1992 年的报告中, 我们看到了 Pelissier 各年度的产量性状, 这就有可能与该品种的 RWL 值进行对应分析。Clarke 1988 年, 1989 年和 1990 年 RWL 的测定中, Pelissier 在 10 个品种中 RWL 是较低的, 一次排名第 1, 两次排名第 3, 而品种 Wakooma 的 RWL 值一直较高。但是, 在 1981~1984 年产量评比中, 不论是在雨养条件下, 还是在灌溉加雨养条件下, Wakooma 的产量均比 Pelissier 高。在 Clarke 的 RWL 测定中, 叶片失水率较高的是 DT 369, 但未见其产量的报道。但是, 我们看到了它的姊妹系 DT 363 和 DT 367 的各年的产量。它的这两个姊妹系在测产的 16 个材料中, 平均产量几乎是最高。在马瑞昆的多次测定中, RWL 值与所测定的 8 个品种的 DT 值似乎恰恰相反。马瑞昆已经注意到 RWL 值与品种旱地产量相反的现象。如何理解 Clarke 50 个低 RWL 值与 50 个高 RWL 值共 100 个品种与产量性状存有相关关系, 而在品种筛选中经常又得不到同样结论呢? 一个可能的原因是与所测材料的遗传背景有关。如前所述, 50 个低 RWL 值的材料多具有灰绿叶性状, 50 个高 RWL 值的材料却不具有灰绿叶。1983 年 McIntosh R. A. 报道过 B 和 D 染色体组上存在几对等位基因控制着腊质和灰绿色性状。因此 50 个低 RWL 材料可能具有类似的遗传背景。但在品种测定中, 每个品种的遗传背景几乎是不同的, 因此将 RWL 值与产量进行对应研究时, 会出现各种各样的现象。育种工作者可能接受的选择指标必须与限水条件下产量的选择存在比较稳定的关系。目前, 不论从文献追踪中, 或是在我们自己的 RWL 的测定中还没有把握确立这种比较稳定的对应关系。

3.2 影响小麦叶片失水速率的机制

Clarke 曾多方合作探讨 RWL 与叶表皮腊质和气孔频率等性状的关系, 以期查明影响小麦叶片失水率的机制。1993 年, H · Wang 和 Clarke 报道了气孔频率 SF 与 RWL 无相关关系^[1]。在本文的表 3 中 ABA 测定结果也佐证了这个结论。ABA 的积累与气孔关闭有关, 但与 RWL 值无相关关系。因此, RWL 的生理机制有待进一步研究。在这种机制尚未查明之前, RWL 值很难作为小麦选种的一项指标加以应用。

3.3 需要进一步解决的问题

中国和加拿大的合作, 已将离体叶片失水率的研究推进了一步, 在实验材料的抽取方法上, 例如马瑞昆取整株材料, 取样时间和数量上都积累了不少经验。如要将 RWL 作为小麦抗旱法的选择指标, 必须解决一个问题, 即生理指标的遗传力必须高于产量的遗传力, 只有这样, 育种人员才有可能接受这个指标。提高遗传力有两个途径: 一个是加强资源研究, 加大研究材料的遗传方差; 一个是建立起缩小抽样误差的实验程序。

参 考 文 献

- 1 Clarke JM, McCaig TN. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Can J Plant Sci, 1982, 62: 571~578
- 2 Clarke JM, Smith TFT. Heritability and relationship of yield of excised-leaf water retention in durum wheat. Crop Science, 1986, 26, 289~292

- 3 Clarke JM . Phenological variability: Effect on determination of leaf water loss in wheat . Crop Science, 1992, 32, 1457 ~ 1459
- 4 Wang H, Clarke JM . Relationship of excised-leaf water loss and stomatal frequency in wheat . Can J Plant Sci, 1993, 73, 93 ~ 99

Evaluation of the Rate of Excised-leaf Water Loss Used as an Indicator of Drought Resistance in Wheat

Lan Jusheng

(Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051)

Abstract The results of China- Canada joint study on rate of water loss of wheat leaf were analysed. Rates of excised-leaf water loss of the typical materials selected from the study of drought resistance genetic pattern in winter wheat were tested in project laboratories in both China and Canada. The result showed that repeatability among different replications which were carried out by the same testers was high, while the same testing materials resulted in lower repeatability among different tester. Correlation between rate of excised-leaf water loss and crop yield on dryland was not found. Therefore, it was still premature to use the rate of excised-leaf water loss as an indicator for drought resistance selection in wheat.

Key words: Wheat; Rate of excised-leaf water loss; Drought resistance; Indicator