

小麦提型不育系和杂交种种子生活力遗传改良初探^①

李有春

(广东省湛江农业高等专科学校, 湛江 524088)

摘要 本试验共选用了4个提型不育系(A系)及其保持系(B系)、4个恢复系(R系)及其川7B/R 4份F₁代材料,用不同遗传背景的B、R系及川7B/R材料与A系杂交,种子成熟时收获干燥考种,度过休眠期后进行发芽试验。结果表明,父本对F₀种子千粒重存在胚乳直感现象;川3A、川4A与其它B系杂交,其F₀种子的千粒重、饱满度、发芽率和发芽势均有不同程度的提高;川4A×R和川6A×R的杂种种子千粒重多分别比川4A×川7B/R和川6A×川7B/R的高,但前种组合(A×R)的种子发芽势和发芽率远不如后一种组合(A×川7B/R)的种子,且前种组合的穗发芽率也较高。作者认为,利用A系与农艺性状相近、但遗传背景各异的B系杂交,或在R系中输入抗提型细胞质负影响的高种子生活力基因,是提高A系和杂交种种子生活力的值得注意的途径。

关键词 小麦, 提型A系和杂交种, 穗发芽率, 种子生活力, 遗传改良

The Genetic Improvement on Seed Viability of A-line and Hybrid in Wheat with *T. timopheevi* Cytoplasm

Li Youchun

(Zhanjiang Agricultural College, Zhanjiang, Guangdong 524088)

Abstract The objective of this paper is trying to grope for ways of improving seed viability of A-line and hybrid in wheat with *T. timopheevi* cytoplasm. Four A lines and their B lines, 4 restorers(R line) and 4 crosses of Chuan 7B/R were used. The combinations of A×B, A×R and A×Chuan 7B/R were made, and 1 000-grain weight(GW), rate of pre-harvest sprouting(RPHS), germinating energy(GE) and germination percentag(GP) of their F₀ seeds were investigated. The results showed that the GW, full weight, GE and GP of the seeds of Chuan 3A and 4A×other B lines were higher than those of Chuan 3A×3B and chuan 4A×4B; although the GW of Chuan 4A and 6A×R were heavier than those of Chuan 4A and 6A×Chuan 7B/R, the GE and GP of the latter crosses increased largely and their RPHSes were less. Therefore, it was considered as effective ways for improvement on seed viability, that A lines cross with other B lines having different genetic background but similar agronomic characters and that the gene(s) concerning high seed viability were transferred into restorers.

Key words Seed viability, Genetic improvement, A-line, Hybrid, *T. timopheevi*, Cytoplasm

提型细胞质对普通小麦最明显的负效应是使其种子皱缩,发芽率降低、穗发芽增多^(4,7,12-15,17)。这是由于提型细胞质提高了普通小麦发育籽粒中α-淀粉酶的活性^(7,12,15)和核质互作⁽¹⁵⁾的结果。同一核型的提质杂种比

^①本研究是作者在四川省农业科学院工作期间完成的,曾得到小麦杂优组各位老师的支持和帮助,谨致谢意!

普质杂种种子千粒重高 0.5—15.5 克⁽⁵⁾。尽管提型杂种 F_0 种子的粒重与 F_1 粒重无显著关系, 但提型胞质对种子饱满度及穗发芽和生活力的影响却不容忽视。Doig 等(1975)用 10 个 A 系与其相应 B 系作比较, 发现 10 个 A 系的发芽率变幅为 23—94%, 平均为 62.9%, 而 10 个 B 系的变幅为 92—100%, 平均为 97.2%⁽¹²⁾。范濂等(1978)也有类似结果。笔者在 1990—1993 年间, 测试了 182 个提型杂交种, 结果发现, 发芽率变幅为 19—93%, 达到 80% 以上的组合只有 38 个, 占总数的 20.9%。这些组合在田间的出苗不如常规小麦迅速整齐, 顶土力差, 造成出苗迟, 前期分蘖少, 后期有效穗不足而影响杂种优势充分发挥的情况时有发生。因此, 提高提型不育系和杂种种子生活力是当前提型杂种小麦应用于生产必须解决的问题。

有研究表明, 种子活力是可以遗传的, 且遗传力较高, 通过基因重组可以提高种子的活力^(2, 3, 6, 8—10), 并且, 有人还报道了杂交大麦 (McDaneil, 1968—1969) 和杂交玉米及谷子 (杨福愉等, 1978—1980) 也存在种子活力的杂种优势。作为单指潜在发芽力的种子生活力, 是种子活力的一部分, 也是受遗传控制的⁽⁶⁾。本试验用不同 B 系与同一 A 系杂交, A 系与 R 系及已输入抗 (或耐) 提型胞质负影响的高活力基因的 (川 7B/R) F_1 代材料杂交, 以期从遗传改良角度出发, 探讨提高 A 系和杂交种种子生活力的途径。

1 材 料 与 方 法

本试验选用了遗传背景不同的川 3A、川 4A、川 6A 和川 7A 4 个 A 系及其 B 系。其中, 川 7A 是引自意大利的一个材料 (Fartullo) 转育而成的, 其种子大小及其生活力受提型胞质的影响很小, 其 A 系及以它为母本配制的 F_0 种子不仅饱满, 发芽率也高。其余 3 个不育系种子均受提型胞质不同程度的负影响, 种子饱满度、发芽率等均有所降低。还选用了遗传背景各异的 R997、R3495、R3526、R3711 共 4 个 R 系及川 7B/R997、川 7B/R3495、川 7B/R3526 和川 7B/R3711 等 4 个 F_1 代恢复材料 (川 7B/R 是输入了川 7B 抗 (或耐) 提型胞质负影响基因的低代材料)。试验于 1992—1993 年度在四川省农业科学院农场一队砂壤地中进行。采取顺序排列, 每份材料种植 3 行, 行长 1 米, 单株种植, 株距 0.1 米。开花期用 4 个 B 系、4 个 R 系及 4 个川 7B/R 材料作父本, 分别与 4 个不育系授粉杂交, 每种组合做 3—5 穗。成熟时, 分组合收获脱粒, 干燥后, 考察种子千粒重、饱满度、穗发芽率等性状。常温下贮存。根据种子生活力单指潜在发芽力⁽⁶⁾、发芽率与生活力高度相关⁽¹⁾和发芽势能表示发芽率及其整齐度⁽²⁾的观点, 为消除休眠期的影响, 于 1993 年 11 月才在室内用发芽皿进行发芽试验, 观测各组合种子的发芽势和发芽率。

2 结 果 与 分 析

2.1 不育系种子及其生活力的遗传差异

2.1.1 B 系遗传背景对 A 系种子千粒重、饱满度及穗发芽率的影响

本试验用多个保持系与同一 A 系杂交, 所结种子的千粒重、饱满度、穗发芽率均有差异 (表 1)。其 B 系千粒重中等 (40—45 克) 的川 3A、川 4A 与其它 B 系杂交的种子千粒重、饱满度分别比川 3A×3B、川 4A×4B 的种子要高 (提高 3—13 克) 和饱满, 个别组合穗发芽率亦有所上升, 但还因 B 系的遗传背景不同而异 (表 1); B 系千粒重较高的川 6A、川 7A 与其它 B 系杂交的种子千粒重却分别比川 6A×6B、川 7A×7B 的低 (低 1.0—15.0 克)。穗发芽率则因相应 A 系的抗穗发芽力强弱而异。川 6A 与抗穗发芽力强的川 7B 杂交, 穗发芽率就下降 (下降 5.4 个百分点), 而与抗穗发芽力较弱的川 3B、川 4B 杂交, 穗发芽率分别提高了 15.4 和 6.5 个百分点。川 7A×川 4B、川 7A×川 6B 的穗发芽率也分别上升了 1.9 个百分点。

2.1.2 B 系遗传背景对 A 系后代 (F_0) 种子生活力的影响

从表 2 可见, 不同 B 系与同一 A 系杂交所结 F_0 种子的发芽势和发芽率均有较大差异。除川 6A 与其它 B 系杂交所结种子发芽力低于川 6A×6B, 川 7A×川 4B 低于川 7A×川 7B 外, 其余组合种子的发芽势和发芽率均有

较大提高, 例如川 3A 与川 4B、川 6B、川 7B 杂交的种子发芽势分别比川 3A×川 3B 增加 14.0、61 和 67.2 个百分点。发芽率的提高较发芽势的少, 增加最大的是川 4A×3B 和川 4A×6B, 均增加了 22.5 个百分点。川 6A 可能因本身的遗传背景及易受提型胞质负影响和对穗发芽率的抗性弱之故, 不易由这一途径改良其种子生活力。

表 1 不同 A×B 组合 F₀ 代种子的千粒重、饱满度和穗发芽率

组合	考种粒数	千粒重(g)		饱满度(级)	穗发芽率(%)
		平均值	差值(d)		
川 3A×3B	308	32.0		2	1.6
川 3A×4B	209	35.0	3.0	2	4.8
川 3A×6B	200	45.0	13.0	2—3	1.5
川 3A×7B	200	37.0	5.0	2	1.5
川 4A×4B	202	34.5		2—3	1.0
川 4A×3B	111	40.0	5.5	2	0.9
川 4A×6B	97	38.9	4.4	2	4.1
川 4A×7B	109	38.0	3.5	2	6.4
川 6A×6B	114	45.0		2	7.0
川 6A×3B	116	36.7	-9.3	2—3	22.4
川 6A×4B	126	37.5	-7.5	2—3	13.5
川 6A×7B	62	30.0	-15	2	1.6
川 7A×7B	178	40.0		1—2	0
川 7A×4B	206	30.0	-10	2—3	1.9
川 7A×6B	200	39.0	-1.0	2	5.0

注: 差值(d) = (iA×jB) - (iA×iB), i≠j.

表 2 不同 A×B 组合 F₀ 种子的发芽势和发芽率及其差异

组合	发芽势(%)		发芽率(%)	
	平均值	差值(d)	平均值	差值(d)
川 3A×3B	10.0		68.5	
川 3A×4B	24.0	14.0	60.0	-8.5
川 3A×6B	71.0	61.0	79.7	11.2
川 3A×7B	77.2	67.2	84.3	15.8
川 4A×4B	22.0		62.5	
川 4A×3B	44.0	22.0	85.0	22.5
川 4A×6B	45.0	23.0	85.0	22.5
川 4A×7B	24.0	2.0	64.0	1.5
川 6A×6B	29.0		77.0	
川 6A×4B	12.0	-17.0	35.0	42.0
川 6A×7B	28.0	-1.0	54.0	23.0
川 7A×7B	30.0		89.3	
川 7A×4B	22.0	-8.0	81.5	-7.8
川 7A×6B	64.0	34.0	90.0	0.7

注: 差值(d) = (iA×jB) - (iA×iB), i≠j.

2.2 R 系的遗传背景与提型杂种种子及其生活力的关系

2.2.1 R 系遗传背景对杂种种子千粒重、饱满度及穗发芽率的影响

本试验结果(表 3)表明, R 系遗传背景不同, 其杂种种子的千粒重等性状均有差异。川 4A 与 3 个不同的 R 系(R997、R3495、R3711) 组配, 千粒重相差 1—5.5 克, 饱满度和穗发芽率相差不大, 川 6A 与 R997、R3526、R3711 组配, F₀ 种子千粒重相差 0—1.7 克, 但其穗发芽率的差异较大(相差 28.2—39.3 个百分点)。

本试验中, 川 7B/R 是含有川 7B 抗提型胞质负影响的高活力基因的改良 F₁ 恢复材料。用它与 A 系配制杂种种子, 除个别组合外, 一般千粒重均比 A×R 的种子略低(表 3)。最明显的是川 4A×川 7B/R997 比川 4A

×R997千粒重降低了7.5克,其它A×川7B/R组合比A×R组合的种子千粒重降低了2—4.0克。至于穗发芽率,除川6A×川7B/R3711比川6A×R3711明显增高(增加14.8个百分点),川6A×川7B/R997比川6A×R997组合明显降低(下降42.0个百分点)外,其它组合的变化较小。这种父本的遗传差异对种子饱满度的影响不大。

2.2.2 A×R与A×川7B/R组合F₀种子生活力的变异

本试验结果(表4)表明,除川4A×川7B/R3495组合种子发芽势和发芽率均比川4A×R3495种子的降低外,其余以川7B/R为父本配制的杂种种子均有不同程度的提高,发芽势提高的幅度为0.8—28.0个百分点;发芽率提高的幅度为5.8—34.0个百分点(川6A×川7B/R3526除外)。其中,尤以川4A×川7B/R3711组合,其发芽势和发芽率分别比川4A×R3711提高了28.0和34.0个百分点,达到极显著水平。另外,川6A×川7B/R997的发芽势和发芽率、川6A×川7B/R3526的发芽势分别比川6A×R997和川6A×R3526的显著提高了一倍以上,这对于提型杂种小麦田间的迅速出苗是非常有利的。个别组合(如川6A×川7B/R3526)的发芽率没有提高,反而降低(与川6A×R3526相比),这是在运用这一改良手段时应特别注意的特殊现象。总的看来,将种子生活力高、抗提型细胞质负影响的基因输入R系,是提高提型杂种种子生活力的途径之一。

表3 A×R与A×川7B/R组合F₀种子千粒重、饱满度、穗发芽率及其差异

组合	考种粒数	千粒重		穗发芽率		饱满度(级)
		g	差值(d)	%	差值(d)	
川4A×R997	206	40.5		1.5		2
川4A×川7B/R997	162	33.0	7.5	1.9	-0.4	2
川4A×R3495	140	36.0		2.9		1—2
川4A×川7B/R3495	144	33.0	3.0	0	2.9	2
川4A×R3711	133	35.0		0		3
川4A×川7B/R3711	132	39.0	-4.0	0	0	1
川6A×R997	50	40.0		42.0		2—3
川6A×川7B/R997	160	38.0	2.0	0	42.0	2—3
川6A×R3526	182	40.0		2.7		2—3
川6A×川7B/R3524	122	36.0	4.0	2.7	0	2—3
川6A×R3711	80	38.3		13.8		2—3
川6A×川7B/R3711	112	36.3	2.0	28.6	-14.8	2—3

注: 差值 $d = (A \times R) - (A \times \text{川}7B/R)$ 。

表4 A×R与A×川7B/R组合F₀种子的发芽势、发芽率及其差异

组合	发芽势(GE, %)	发芽率(GP, %)	差值(d, %)	
			发芽势	发芽率
川4A×R997	17.0	67.5		
川4A×川7B/R997	20.0	73.3	-3.0	-5.8
川4A×R3495	28.0	76.0		
川4A×川7B/R3495	21.0	71.0	7.0	5.0
川4A×R3711	11.0	58.0		
川4A×川7B/R3711	39.0	92.0	-28.0**	-34.0**
川6A×R997	3.4	20.7		
川6A×川7B/R997	18.0	53.0	-14.6**	-32.3**
川6A×R3526	17.3	68.0		
川6A×川7B/R3524	34.0	63.0	-16.7**	5.0*
川6A×R3711	8.0	50.0		
川6A×川7B/R3711	8.8	58.8	-0.8	-8.8

注: $d = (A \times R) - (A \times \text{川}7B/R)$; *, ** : 分别表示在5%和1%水平上显著。

3 讨 论

3.1 很多提型不育系因受提型细胞质和穗发芽的影响, 种子活力较低^(4, 7, 12-16), 为制种和繁殖带来了诸多困难。提高提型不育系种子的生活力是当前降低提型杂种小麦生产成本的关键因素。本文用不含恢复基因且遗传背景各异的保持系与同一不育系(A)杂交, 其种子与 A 系和其同型保持系杂交的种子相比, 发现千粒重有所提高, 发芽力也有提高, 有的组合种子发芽势提高了 60 个百分点, 发芽率亦提高到 80% 以上, 种子的穗发芽率亦有所减少。这种种子生活力的提高可能是由于遗传背景不同的 A 和 B 系杂交, 产生了种子活力的杂种优势, 不仅掩盖了提型细胞质对普通小麦种子的不良影响, 还提高了不育系种子的生活力。因此, 在繁殖不育系时, 可采用农艺性状相近但遗传背景不同的其它保持系作为父本, 以提高不育系种子的生活力。也可采用姊妹交形式, 用遗传构成略有差异的不育系的姊妹保持系来授粉。本试验未作这方面的详细研究, 但这在杂交玉米等作物上已得到广泛应用, 在提型杂种小麦上能否利用, 还有待进一步研究。

3.2 提高提型杂种种子生活力是降低提型杂种小麦成本和促进杂种优势充分表现的重要措施之一。本试验通过将川 7B 具有的抗提型胞质负影响和高种子生活力的基因转入现用恢复系中, 用改良的恢复材料与 A 系组配, 与 A × R 相比, 虽然千粒重有所降低, 但穗发芽率却下降了, 且种子的生活力(发芽势和发芽率)均有较大幅度提高(表 4)。这再次证明了前人^(2, 3, 6, 8, 9, 11)关于种子活力(包括生活力)是可以遗传的, 通过基因重组可以提高种子活力的理论。因此, 通过改良恢复系, 是可以提高杂种种子生活力的。尽管本试验用的改良材料只是低代, 但改良效果已比较明显, 预计在加代纯合后, 其改良效果更为明显。再者, 该改良恢复材料对杂种种子千粒重的负影响也可能在加代纯合中通过选择予以消除。

3.3 本试验发现, 不同父本与同一母本杂交, 其当代种子的千粒重均有不同程度的差异。在此性状上, 似乎存在某种程度的胚乳直感现象。说明千粒重这样的数量性状也与某些质量性状类似, 会产生胚乳直感。由于千粒重大小主要由胚乳的发育状况决定, 在籽粒胚乳的发育过程中, 父本控制胚乳发育的基因可能得到某种程度的表达而使粒重发生变化。

参 考 文 献

- (1) 邓定辉, 陈芳园, 1984. 种子, 4: 18—20.
- (2) 牟致远, 宋连均, 1985. 种子, 4: 20—22.
- (3) 牟致远, 黄智玉, 1987. 种子, 2: 31—33.
- (4) 李有春, 1991. 种子, 6: 31—33.
- (5) 刘仲齐, 李有春, 1993. 西南农业学报, 6 (2): 26—31.
- (6) 周爱清, 罗顺著, 1990. 种子活力, 北京: 农业出版社, 1—8; 44—46.
- (7) 范 濂, 1981. 河南农学院学报, 2: 1—13.
- (8) 郑光华, 1982. 植物生理生化进展, 4: 154—179.
- (9) 徐本美, 顾增辉, 1985. 北京农业科学, 1: 8—12.
- (10) 本原均(颜炆译), 1982. 国外农学——麦类作物, 4: 4—10.
- (11) Perry D A, (徐本美译), 1984. 种子, 1: 73—77.
- (12) Doig R T, *et al*, 1975. Euphytica, 24: 229—232.
- (13) Koichiro Tsunewaki *et al*, 1983. Jpn. J. Genet., 58: 33—41.
- (14) Miller J F, *et al*, 1975. Crop Science, 15: 329—332.
- (15) Rai R K, 1978. Proc. 5th Int. Wheat Genetics Symposium, 1: 299—305.
- (16) Sage G C M, 1978. Adv. in Agronomy, 28: 267—299.

本文于 1994 年 7 月 11 日收到。