

人工合成小麦的颖壳硬度和穗发芽抗性关系研究

赵远玲^{1,2}, 孙连发², 陈立君², 杨淑萍²

(1. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院作物育种研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 人工合成小麦具有较强的抗病、抗逆等特点, 抗穗发芽是其中的重要性状。然而, 人工合成小麦的穗发芽抗性与其颖壳硬度的关系尚不清楚。本研究利用抗穗发芽、硬颖壳的人工合成小麦与正常颖壳硬度、穗发芽的普通小麦杂交构建的杂种 F₃ 代群体, 研究穗发芽与颖壳硬度之间的关系。研究结果表明: 在群体水平上人工合成小麦的穗发芽抗性与其硬颖壳没有明显的相关关系。进一步分析发现, 尽管群体中穗发芽抗性较强的株系中, 其抗性与硬颖壳有显著的相关关系, 但是, 仍有 40% 左右的株系表现为正常颖壳硬度却抗穗发芽。这一研究结论清楚地表明, 人工合成小麦穗发芽抗性是通过杂交转移到普通小麦中来的。这一结论对小麦抗穗发芽育种具有重要意义。

关键词: 人工合成小麦; 穗发芽; 颖壳硬度

中图分类号: S512 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2008)04-0022-04

Study on Relationship between Glume Hardness and Sprouting Resistance in Synthetic Hexaploidy Wheat

ZHAO Yuan-ling^{1,2}, SUN Lian-fa², CHEN Li-jun², YANG Shu-ping²

(1. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin 150030; 2. Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: Synthetic hexaploidy wheat has many good characters such as resistance to bio-abiostress. Resistance to preharvest sprout is one of these advantage characters. While the relationship between the resistance to preharvest sprout and its glume hardness has not been revealed in synthetic hexaploidy wheat. A synthetic hexaploidy wheat with resistant to preharvest sprout and hard glume was employed to cross with a common wheat line with character of susceptible to preharvest sprout and normal glume hardness and then built up the F₃ population, aiming at studying the relationship between the resistance to preharvest sprout and its glume hardness. The result showed that there was no significant correlation between preharvest sprout resistance and glume hardness of synthetic hexaploidy wheat in the whole population level. Further analysis revealed that around 40 percent of lines with normal glume hardness were resistant to preharvest sprout. Although the top 50 lead lines with resistance to preharvest sprout showed significant correlation between glume hardness and preharvest sprout resistance. The result implied that the resistance of preharvest sprouting in synthetic hexaploidy wheat could be transferred to common wheat by crossing. This conclusion was very important in wheat breeding for resistance to preharvest sprout with synthetic hexaploidy wheat.

Key words: synthetic hexaploidy wheat; preharvest sprouting; glume hardness

六倍体普通小麦 (*Triticum aestivum* L., AABBDD) 是由四倍体小麦 (AABB) 和粗山羊草 (*Aegilops tauschii*, DD) 天然杂交进化形成的。由于天然杂交的数量和地理位置的局限性, 使得六倍

体小麦的遗传基础相对狭窄^[1]。David 等指出: “在未来的几十年里, 杂交小麦和人工合成小麦可能会是提高小麦产量和品质的主要手段”^[2]。而近年来, 在小麦育种和小麦生产中, 由于严重的遗传侵蚀和长期单一使用几个骨干亲本为育种亲本材料, 全球小麦品种的遗传多样性出现降低趋势^[3]。创制人工合成小麦并将其利用于育种亲本, 对改良普通小麦品质和增强小麦抗逆性具有重要的意义。将粗山羊草与四倍体硬粒小麦杂交, 创建人工合成小麦, 然后

收稿日期: 2008-03-17
第一作者简介: 赵远玲(1977-), 女, 哈尔滨市人, 硕士, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: lizixin418@sina.com。
通讯作者: 孙连发(1963-), 男, 哈尔滨市人, 研究员, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: sunlianfa@yahoo.com.cn。

与普通小麦杂交,从而使普通小麦获得粗山羊草的有益基因。由于粗山羊草所具有的较强的抗病性(条锈、白粉等)、抗虫、抗穗发芽、抗热、抗旱、抗冻、耐盐和优质等特性在人工合成小麦中均可以表达^[4-8],利用人工合成小麦进行普通小麦遗传改良已经成为 CIMMYT 及许多国家小麦育种的重要途径。

抗穗发芽是人工合成小麦的重要性状,其抗性及抗源分布远优于普通小麦。穗发芽问题在世界很多个小麦产区都严重影响小麦生产,不仅降低了产量、品质,而且造成收获困难和种子活力下降。国内外研究者从休眠特性、籽粒中酶活性、环境条件及施肥种类等因素,以及抗穗发芽品种的遗传及品种选育等方面进行了研究,还从分子生物学的角度进行了探究。然而,由于影响穗发芽因素的复杂性,尚有许多问题有待探讨^[9]。

人工合成小麦的穗发芽抗性引起了国内外许多学者的重视,并试图将其抗性转移到普通小麦中来。但是,由于其抗性机制尚不清楚,在一定程度上影响了其育种应用。有学者认为其抗性机制是颖壳的机械作用,即颖壳硬度大,包裹籽粒紧实,雨水不易进入,但是也没有系统研究的报道。如果人工合成小麦突出的穗发芽抗性确是由颖壳硬度引起的,或者说人工合成小麦的穗发芽抗性与颖壳硬度紧密连锁,那么,它在育种上就几乎失去了利用价值,因此,明确人工合成小麦的穗发芽抗性机制十分重要。本研究利用硬颖壳、抗穗发芽的人工合成小麦与正常硬度颖壳、穗发芽的普通小麦杂交后代群体,研究颖壳硬度与穗发芽之间的关系,为小麦育种中有效利用人工合成小麦的穗发芽抗性提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以抗穗发芽、硬颖壳的人工合成小麦 GAN/A.SQ(408)为母本,以穗发芽、正常硬度颖壳的普通小麦品系品资 50098 为父本组配杂交组合,通过温室和田间的自交加代,在 F₂ 代中随机收获 223 个单株建立 F₃ 代群体。

1.2 方法

1.2.1 田间种植方法 将 F₂ 代收获的单株混合脱粒后,在田间穴播种植。行距 70 cm,穴距 30 cm,每穴 20 粒,3 次重复。

1.2.2 穗发芽抗性鉴定方法 以穗为单位调查开花期,并挂牌标记,每穴标记 5~10 穗,待花后 35~40 d^[10],结合外观成熟度取穗,麦穗取回后先在室内风干 5 d,以使各穗的含水量降至相对一致,再用于穗发芽试验。

(1)整穗直立喷雾诱导发芽实验 麦穗取回后,将每份材料分别装入不同的矿泉水瓶,用无菌水浸

泡,以排除颖壳浸出物的干扰,8 h 后取出,竖直插入塑料泡沫块上,穗间距离(每一束间距 10 cm)和穗层高度一致,以确保良好的通风,室温 24℃左右。以保持穗部湿润为准,第 1、2 天,每隔 1~2 h 喷一次无菌水,以后每天喷 3~5 次水即可。统计 1.5~7.5 d 发芽数(推迟 0.5 d,以使胚芽伸出颖壳),采用 D. Mares. 等的计算公式计算每穗发芽数、发芽率,发芽指数:

每穗发芽数=发芽总数/总穗数

发芽率(%): $PG = \frac{7 \text{ d 发芽累计粒数}}{\text{供试总粒数}} \times 100\%$

穗发芽指数: $GI = \frac{(\text{第 1 天发芽数} \times 7) + \dots + (\text{第 7 天发芽数} \times 1)}{7 / \text{供试总穗数}}$

粒发芽指数: $GI = \frac{(\text{第 1 天发芽数} \times 7) + \dots + (\text{第 7 天发芽数} \times 1)}{7 / \text{供试总粒数}}$

(2)籽粒发芽实验 将供试材料手工脱粒(以免机械脱粒损伤种皮甚至胚),在-20℃冰箱储存,以保持种子的休眠状态,待群体中所有材料都收回脱粒后,用于籽粒发芽实验。3 次重复,每次重复取 100 粒,均匀置于垫有 2 层滤纸并灭菌处理的培养皿中,用无菌水浸没以使子粒充分吸水,8 h 后除去多余水分,保持滤纸湿润。在避光恒温条件下(18~20℃)发芽^[11]。分别于 3 d、7 d 统计发芽数,用于计算发芽率。

(3)发芽鉴定标准 整穗发芽——可见胚芽伸出颖壳;籽粒发芽——可见胚芽、种子根和 2 个侧小根^[11]。

1.2.3 颖壳硬度鉴定方法 根据脱粒难易,将正常硬度颖壳的标准定义为,与本群体中感穗发芽普通小麦品种品资 50098 的颖壳硬度相同,标记为 1;硬颖壳标准定义为,与本群体中抗穗发芽的人工合成小麦 GAN/A.SQ(408)的颖壳硬度相同或颖壳硬度明显大于本群体中普通小麦亲本,标记为 2。

2 结果与分析

2.1 发芽参数之间的相关性

将表述穗发芽的不同参数之间的相关性进行分析(见表 1),结果表明,整穗发芽的四个参数之间呈极显著正相关,都能一致反映供试材料的穗发芽能力。但每穗发芽数和发芽率只能反映出 7 d 内种子发芽的总数。图 1 描述了整穗发芽试验的出芽情况。3 d 时大部分发芽率极低,7 d 时则大大提高,很明显发芽集中在后几天,说明这些品种在短期的阴雨环境下是可以抗穗发芽的,若只用 7 d 的发芽率表示则很难与某些前期就发芽的品种区别。图 2 描述了籽粒发芽试验的出芽情况,与整穗发芽试验反映的结果一致。发芽指数则考虑到种子发芽的先后程度,更能反映出品种发芽的敏感性。整穗发芽的四个参数分别与籽粒的发芽势、发芽率均达到极

显著相关,说明在籽粒内部存在穗发芽的抗性机制,颖壳的影响趋势与其是一致的,或者说颖壳对穗发

表 1 穗发芽相关参数间的相关分析

项目	整穗发芽参数			籽粒发芽参数		
	每穗芽数	发芽率	穗发芽指数	粒发芽指数	籽粒 3 d 发芽势	籽粒 7 d 发芽率
每穗芽数	1.000					
发芽率	0.973 **	1.000				
穗发芽指数	0.966 **	0.942 **	1.000			
粒发芽指数	0.936 **	0.963 **	0.975 **	1.000		
籽粒 3 d 发芽势	0.388 **	0.417 **	0.402 **	0.428 **	1.000	
籽粒 7 d 发芽率	0.344 **	0.363 **	0.332 **	0.351 **	0.728 **	1.000

注: **表示极显著相关。

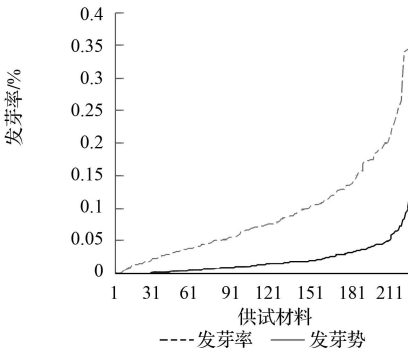


图 1 整穗发芽试验发芽率升累图

芽的结果影响不大。

2.2 颖壳硬度与穗发芽抗性之间的关系

由表 2 可见,颖壳硬度与整穗发芽四个参数的相关系数均呈负相关,即随着颖壳硬度的增大,发芽程度有降低的趋势,但都没有达到显著水平。即

表 2 颖壳硬度与各发芽参数的相关分析

项目	每穗芽数	发芽率	穗发芽指数	粒发芽指数	籽粒 3 d 发芽势	籽粒 7 d 发芽率
全部群体	-0.117	-0.132	-0.116	-0.132	-0.088	-0.071

表 3 颖壳硬度与各发芽参数的相关分析

项目	每穗芽数	发芽率	穗发芽指数	粒发芽指数	籽粒 3 d 发芽势	籽粒 7 d 发芽率
抗群	-0.386 **	-0.244	-0.290 *	-0.292 *	-0.067	0.060
中间部分	-0.030	0.005	-0.053	-0.055	-0.086	0.038
感群	0.043	0.003	-0.004	-0.050	-0.009	-0.058

负相关,与穗发芽指数和粒发芽指数均达到显著负相关。说明颖壳硬度大,颖壳的坚韧度、包裹籽粒的紧实度也强,的确能够起到防止雨水进入,降低籽粒发芽的作用。但颖壳硬度与群体的中间部分和感群部分相关都不显著。这也说明从群体范围看,颖壳硬度与穗发芽抗性并没有显著性关系。

以上观点通过表 4 的数据也可以得到印证,抗群中颖壳硬度正常的占 38%~42%,感群中硬颖壳的比例达到 38%~40%,可见并不是所有硬颖壳的穗子发芽率都低,正常硬度颖壳的穗子发芽率都高。

表 4 抗(感)群中正常硬度颖壳(硬)所占比例%

项目	每穗芽数	发芽率	穗发芽指数	粒发芽指数
抗群中正常硬度颖壳比例	42	38	38	38
感群中硬颖壳比例	38	38	40	40

通过以上分析,可见合成小麦中穗发芽抗性较

从整体看,颖壳硬度并没有显著影响穗发芽抗性。

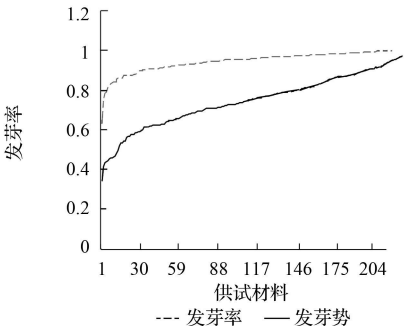


图 2 籽粒发芽试验发芽率升累图

根据群体大小,并结合发芽参数中抗、感亲本在群体中所处的位置,将群体分成抗群(群体中前 50 个)、中间、感群(群体中后 50 个)三段,分别与颖壳硬度作相关分析(见表 3),结果表明在整穗发芽试验中,抗群部分颖壳硬度与每穗发芽数达到极显著

强的品种与颖壳硬度大在小范围存在一定的相关性。但整体看来,颖壳硬度与穗发芽抗性并不存在显著相关。其主要抗性机制有待于进一步深入研究。

3 讨论

本研究比较了四个发芽参数,它们都能正确反映发芽情况。每穗发芽数和发芽率计数简便,能满足粗略统计要求,但只能反映 7 d 内种子发芽的总数,决定了它应用在科学研究中的缺欠。相比之下,发芽指数考虑到发芽速度,更精确。穗发芽指数和粒发芽指数的区别在于前者是用总穗数做分母,在繁重的整穗发芽试验中节省了时间,也避免了统计总粒数不准确造成的误差,所以,用穗发芽指数作为整穗发芽试验的参数是比较合理的。当然在总粒数

准确的前提下, 粒发芽指数是最精确的, 因此这个参数更适于在籽粒的发芽试验中应用。研究者可以根据试验需要和具体情况, 选用适合的参数。

人工合成小麦具有较强的抗病、抗虫和抗逆特性, 然而它同时也保留了颖壳硬度大这一原始性状, 在野生环境下可以防止鸟食和增加对病虫害的抗性, 有利于在恶劣条件下保存自己和增强适应性^[13], 但对于栽培品种在生产条件下则会造成脱粒困难, 是一个明显的不利性状。本研究结果表明, 从整个群体水平看, 颖壳硬度与穗发芽抗性没有必然联系。在群体里穗发芽抗性较强的前 50 个主株系中, 颖壳硬度与穗发芽抗性呈显著正相关, 说明在有人工合成小麦抗穗发芽基因存在的条件下, 硬颖壳的确能在一定程度上对穗发芽抗性起到促进作用, 而在没有抗穗发芽基因存在的情况下, 即使颖壳硬度大, 包裹籽粒紧实, 雨水不易进入, 但其发挥的抗穗发芽能力很小或可以忽略。人工合成小麦穗发芽抗性的机制还有待于进一步研究, 但至少通过本研究明确一点, 即硬颖壳对穗发芽不起主要作用。

参考文献:

[1] 陈锋, 夏先春, 王德森, 等. CIMMYT 人工合成小麦与普通小麦杂交后代籽粒硬度 puroindoline 基因等位变异检测[J]. 中国农业科学, 2006, 39(3): 440-447.

[2] David Hoisington, Mireilie Khairallah, Timothy Reeves, et al Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity [J]. Proc. Natl Acad. Sci USA, Colloquium Paper, 1999, 96: 5937-5943.

[3] 李俊, 魏会廷, 胡晓蓉, 等. 利用 SSR 分子标记技术揭示“硬粒小麦-节节麦”人工合成六倍体小麦的遗传差异[J]. 西南农业学报, 2007, 2(1): 305-312.

[4] Pena R J, villareal R L, Mujeeb-kazi. Quality characteristics and glutenin subunit composition of wheat lines derived from synthetic wheat and bread wheat[J]. Proceedings of the 6th International Gluten Workshop, 1996: 55-59.

[5] Pflger L A, DÖvidio R, Margiotta B et al. Characterization of high-and low- molecular weight glutenin subunits associated to the D genome of Aegilops tauschii in a collection of synthetic hexaploid wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2001, 103: 1293-1301.

[6] 杨武云, 颜济, 杨俊良, 等. 硬粒小麦-节节麦人工合成种, De-coy1/ Aegilops tauschii510 抗条锈性状(条中 30, 条中 31)的遗传分析[J]. 西南农学报, 1999, 38: 39-41.

[7] 张颢, 杨武云, 胡晓蓉, 等. 源于硬粒小麦-节节麦人工合成种的高产抗病小麦新品种川麦 42 主要农艺性状分析[J]. 西南农业学报, 2004, 17: 141-146.

[8] 兰秀锦, 郑有良, 刘登才, 等. 节节麦抗穗发芽基因的染色体定位及其抗性机理[J]. 中国农业科学, 2002, 35(1): 12-15.

[9] 刘晓冰, 张秋英, 王光华, 等. 春小麦颖壳中水溶性物质对成熟籽粒发芽的影响[J]. 麦类作物, 1999, 19(1): 47-48.

[10] 刘生祥, 宋晓华. 春小麦穗发芽抗性及其遗传研究[J]. 宁夏农林科技, 1997(2): 1-6.

[11] 肖世和, 闫长生, 张海萍, 等. 小麦穗发芽研究[M]. 北京: 中国农业技术出版社, 2004.

[12] Mares D, Mrva K, Cheong J, et al. A QTL located on chromosome 4A associated with dormancy in white- and red-grained wheats of diverse origin[J]. Theor Appl Genet, 2005, 111: 1124-1128.

[13] 任晓波, 兰秀锦, 汪加丽. 人工合成小麦穗部特异性性状的遗传分析[J]. 四川农业大学学报, 2006, 24(4): 375-380.

[14] 陈雪燕, 王亚娟, 雒景吾, 等. 陕西省小麦地方品种主要性状的遗传多样性研究[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(3): 456-460.

夏粮贮藏六法

眼下夏熟粮食丰收, 由于缺少保管知识, 加之夏季气温高、空气潮湿, 粮食容易生虫、霉变。为此, 这里介绍夏季家庭储粮六法。

1 缺氧保管法

缺氧保管须用塑料薄膜或其它密闭容器, 将粮食密闭起来, 使它与外界空气隔绝, 利用粮食自身的呼吸作用, 消耗氧气, 积累二氧化碳, 从而抑制虫霉。其方法是: 将晒干扬净的粮食盛入容器后, 立即用塑料薄膜覆盖粮面, 四周要埋入粮面以下 30~50 cm, 做到严实紧密, 保证不漏气。但留种粮食不宜用此法。

2 日光曝晒法

选择炎热的晴天, 先把晒场扫净、晒热, 然后将生虫粮薄摊在晒场上, 厚度 3~5 cm, 并经常翻动。晒粮温度要掌握在 45~52℃, 粮温在 48℃左右, 曝晒 4~6 h, 除小麦可趁热入室外, 其它粮食要待粮温下降到接近气温时再入室。用日光曝晒杀虫须注意大米、花生米忌用此法, 其它粮食、油料均可采用。

3 石灰法

将晒干扬净的粮食盛入容器, 选择质量好的块

状石灰, 用麻袋分装成 5 kg1 袋, 埋入粮堆内 30~50 cm 深, 每 m² 埋入 1 袋, 埋好后, 用塑料薄膜覆盖粮面, 四周压严, 埋入一个月后, 取出石灰。

4 防虫磷拌粮法

按每 20 g 防虫磷乳剂拌 0.5 kg 麦糠的比例, 先均匀地拌好“防虫磷麦糠药”, 晾干。将晒干扬净准备储存的粮食, 按 1:1000 的比例, 均匀地拌入“防虫磷麦糠药”, 立即贮存, 食用时吹净麦糠即可。

5 电石杀虫法

将生虫粮装入坛、罐、缸、桶或不漏的塑料袋内, 用盘、碗等盛适量湿沙, 放于粮食表面, 然后按 500 kg 粮食用 50 g 电石的比例, 将电石均匀地倒入湿沙上面, 立即用塑料薄膜扎紧或用报纸糊封 3 层, 5~10 d 后, 害虫即被全部杀死。

6 开水浸烫法

消灭绿豆等豆类害虫可采用此法。其方法是: 烧一锅开水, 保持沸腾, 将豆子用纱布包好或装入小竹篮内, 放入开水锅中浸烫半分钟, 立即取出薄摊晒干, 即取得杀虫效果。