

# 小麦种子活力及其与脱氢酶活性的相关性研究

薛刚, 张文明\*, 姚大年 (安徽农业大学农学院, 安徽合肥 230036)

**摘要** [目的] 研究不同贮藏方式对小麦种子活力的影响, 探讨小麦种子活力与脱氢酶活性的相关性, 为小麦种子活力的检验提供理论依据。[方法] 6 个小麦品种(系)的种子分别采用室温密闭和低温密闭贮藏 8 个月, 通过幼苗生长、模拟田间出苗率、电导率和脱氢酶活性测定等方法来测定贮藏前后小麦种子的活力, 并进行各活力指标间的相关分析。[结果] 不同品种(系)种子的耐藏性存在差异, 低温密闭贮藏有利于保持种子活力; 贮藏前后小麦种子的脱氢酶活性与活力指数、模拟田间出苗率均存在显著或极显著正相关, 与浸泡液电导率、绝对电导率、相对电导率均存在负相关。[结论] 脱氢酶活性可作为衡量小麦种子活力的较好指标之一。

**关键词** 小麦; 贮藏; 种子活力; 脱氢酶活性

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)09-03905-04

## Research on the Wheat Seed Viability and its Relevance with Dehydrogenase Activity

XUE Gang et al (Agricultural College, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

**Abstract** [Objective] The effect of the different storage methods on the viability of wheat seed was studied and the relationship between wheat seed vitality and dehydrogenase activity was explored in order to provide the theoretical basis of the test of wheat seed vigor. [Method] The seedling growth, germination rate simulated in the condition of field, conductivity and dehydrogenase activity of the seeds were assayed after 6 wheat varieties (lines) seeds were stored for 0 month or 8 months at room temperature or low-temperature, respectively, in order to determine wheat seeds vitality before and after storage and to analyze the correlation among the vitality indicators. [Results] There was the difference of storability among the different wheat variety(line) seeds. The low temperature storage had conducive to maintaining seed vigor. There were significant or highly significant positive correlations between the dehydrogenase activity and vigor index, germination rate of the wheat seeds before and after the storage and negative correlation between the dehydrogenase activity and conductivity of soaking solution, the absolute conductivity, relative conductivity. [Conclusion] The dehydrogenase activity may be one of better indicators as a measure of wheat seed of vitality.

**Key words** Wheat; Storage; Seed vigor; Dehydrogenase activity

种子活力是指充分成熟、充实饱满、色泽正常、健康无病虫害、完整无损伤、耐藏性好的非休眠种子, 在广泛环境条件下, 表现出抗逆性强, 发芽出苗快速整齐, 茁壮生长, 正常发育, 能长成健壮、整齐、正常幼苗和植株, 达到高产和优质的潜在能力<sup>[1]</sup>。小麦种子活力是小麦种子质量的一项重要指标, 它影响种子的发芽力、田间成苗率、生长状况以及最终产量。高活力的种子出苗整齐, 分蘖强, 抗逆性强, 生长健壮, 可以提高生物产量 10%<sup>[2]</sup>。低活力种子因“母弱则子病”而造成减产。目前, 关于小麦种子活力的研究报道较多, 但对小麦贮藏种子活力的研究报道较少。为此, 笔者选用 6 个小麦品种(系)种子为试验材料, 分别采用室温密闭和低温密闭两种方式贮藏, 探讨不同贮藏方式对小麦种子活力的影响, 并进行各项活力指标间的相关分析, 以探讨小麦种子活力与脱氢酶活性的相关性, 为小麦种子活力的检验提供理论依据。

## 1 材料与试验方法

**1.1 材料** 供试的 6 个小麦品种为郑麦 9023、皖麦 33、皖麦 44、皖麦 48、皖麦 52 和 W032(安农糯小麦 1 号), 种子水分分别为 10.6%、11.0%、10.8%、11.2%、11.0% 和 10.8%, 以上品种均在丰乐种业农科院种植, 于 2007 年 6 月收获。种子晒干后用塑料袋封装后装入铁皮罐内密闭, 分别于室温和冰箱低温(2~4℃)密闭贮藏 8 个月, 分别对贮藏前后小麦种子进行各项活力指标测定。

## 1.2 方法

**1.2.1 幼苗生长测定。**参照 GB/T 3543.4-1995 农作物种子检验规程, 采用纸卷法<sup>[3]</sup>进行发芽试验, 逐日记载发芽种子数, 第 4 天初次计数, 并测定正常幼苗(随机取 10 株/重复)芽

长、根长、苗鲜重、苗干重(103 ± 2, 烘 8 h), 第 8 天统计发芽率, 并计算发芽指数、平均发芽日数和活力指数。

$$GI = (G/D)$$

$$MIT = (G \times D)/G$$

$$VI = GI \times S$$

式中, GI 为发芽指数; MIT 为平均发芽日数; VI 为活力指数; D 为发芽日数; G 为 D 对应的每天发芽种子数; G 为发芽率; S 为幼苗干重(n g/株)。

**1.2.2 模拟田间出苗率测定。**取水分适宜的大田土壤用孔径为 2.0 mm 的筛子去除杂质, 然后放置培养盒内, 每试样随机数 100 粒净种子播于土壤中, 均匀覆土 1.5~2.0 cm, 3 次重复, 室温下第 10 天统计出苗率。

**1.2.3 电导率测定。**参照张文明等的方法<sup>[4]</sup>, 每试样随机数 100 粒净种子, 称重, 3 次重复。用双重蒸馏水冲洗 2 遍, 用滤纸吸干浮水, 将种子放入洁净的 250 ml 烧杯中, 加入 100 ml 双重蒸馏水, 于 20℃ 恒温条件下浸泡 24 h, 用 DDS-12A 型电导仪测定浸泡液电导率。再将种子及浸泡液在沸水浴中煮 10 min, 冷却后测定绝对电导率, 并计算相对电导率(相对电导率 = 浸泡液电导率/绝对电导率)。设双重蒸馏水作为空白对照。

**1.2.4 脱氢酶活性测定。**参考陶梅等的方法(TTC 定量法)测定<sup>[5]</sup>。小麦种子于 20℃ 恒温箱中发芽 48 h, 随机取萌动的种子 20 粒, 3 次重复, 将种胚剥下, 放入试管中, 加入 10 ml 浓度为 0.1% TTC 溶液, 于 38℃ 黑暗条件下染色 3 h, 到达反应时间后, 迅速倒出试管中的 TTC 溶液, 用蒸馏水将种胚冲洗数遍, 再用滤纸吸干表面水分。将染色胚放入具塞试管中, 准确加入 10 ml 浓度为 95% 乙醇, 盖上试管塞, 将试管置于 35℃ 恒温箱中浸提 24 h。到达预定浸提时间后, 将试管内的浸提液摇匀, 用分光光度计于 490 nm 下比色, 以光密度值(OD 值)的大小表示种子脱氢酶活性的高低。试验于 2007 年 7 月

基金项目 国家自然科学基金(30671301)资助。

作者简介 薛刚(1980-), 男, 安徽亳州人, 硕士研究生, 研究方向: 作物遗传育种。\* 通讯作者, E-mail: zhangwenming\_520@163.com。

收稿日期 2008-12-31

至2008年4月在安徽农业大学种子科学与工程实验室进行。试验数据采用DPS数据处理软件进行多重比较及相关分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同贮藏方式对小麦种子活力的影响** 从表1可以看出,与贮藏前的小麦种子(对照)相比,贮藏后小麦种子大多数活力指标均优于对照,其中根长、芽长明显高于对照,除郑麦9023的根长外,其他品种(系)差异均达到显著或极显著水平。发芽指数除郑麦9023、皖麦52和WM032室温密闭贮藏的以外,其余的均高于对照,差异达显著或极显著水平,低温密闭贮藏的均高于室温密闭贮藏的。活力指数除郑麦9023室温密闭贮藏的以外,其余的均高于对照,差异达显著或极显著水平,且低温密闭贮藏的高于室温密闭贮藏的。模拟田间出苗率贮藏后的均高于对照,除皖麦44外,其余品种(系)的差异均未达到显著水平。浸泡液电导率贮藏后的均低于

对照,除皖麦33外,其余的均达到显著或极显著水平,且低温密闭贮藏的均低于室温密闭贮藏的。脱氢酶活性贮藏后的郑麦9023、皖麦33和皖麦52与对照相比表现为降低,其余品种(系)表现为升高,且所有品种(系)低温密闭贮藏的均高于室温密闭贮藏的。郑麦9023室温密闭贮藏的发芽指数、活力指数和脱氢酶活性均低于对照,说明室温密闭条件不利于其贮藏。其余品种(系)无论是室温密闭贮藏还是低温密闭贮藏,活力均高于对照,说明这些品种(系)的种子耐藏性较好。所有品种(系)低温密闭贮藏的活力均高于室温密闭的,说明低温密闭贮藏有利于保持小麦种子的活力。小麦种子具有明显的后熟作用和较长的后熟期,处于后熟期的小麦种子表现为呼吸强度高,酶活性大、生理代谢旺盛等特点<sup>[6]</sup>。该试验中密闭贮藏8个月的小麦种子表现出较高的活力,可能是由于密闭贮藏促进了小麦种子后熟作用的完成。

表1 不同贮藏方式对小麦种子活力的影响

Table 1 Effects of differently storage methods on the vigor of wheat seeds

品种(系) Cultivar	贮藏方式 Storage method	芽长 cm Bud length	根长 cm Root length	苗鲜重 ng/株 Fresh seedling weight	苗干重 ng/株 Dry seedling weight	发芽势 % Germination potential	发芽率 % Germination rate	发芽指数 Germination index	平均发芽日数 Average germinating days	活力指数 Vigor index
郑麦9023	对照	1.07 bA	3.50 aA	31.23 aA	4.00 aA	91.67 bB	97.33 aA	29.42 bB	3.02 aA	117.90 aA
Zhengnai 9023	室温密闭	1.51 abA	4.03 aA	36.00 aA	3.87 aA	93.33 bAB	96.00 aA	28.77 bB	3.03 aA	111.20 aA
	低温密闭	1.63 aA	3.82 aA	38.63 aA	4.10 aA	95.67 aA	98.00 aA	32.50 aA	3.14 aA	124.80 aA
皖麦33	对照	3.69 cB	1.25 bB	28.70 bB	3.46 bA	95.00 aA	95.60 aA	30.90 aA	3.13 aA	106.83 aA
Wannai 33	室温密闭	4.47 bA	2.07 aA	40.30 aA	4.07 aA	93.33 aA	96.33 aA	30.93 aA	3.20 aA	112.93 aA
	低温密闭	4.82 aA	2.11 aA	36.13 aAB	3.97 abA	94.33 aA	97.00 aA	31.34 aA	3.24 aA	122.97 aA
皖麦44	对照	3.77 cB	1.10 bA	29.71 bA	3.42 aA	90.33 aA	92.67 aA	29.51 aA	3.20 aA	89.00 bA
Wannai 44	室温密闭	4.27 bAB	1.54 aA	33.47 aA	3.90 aA	89.00 aA	93.00 aA	29.83 aA	3.22 aA	116.20 aA
	低温密闭	4.83 aA	1.61 aA	34.27 aA	3.93 aA	91.00 aA	95.33 aA	30.06 aA	3.33 aA	118.17 aA
皖麦48	对照	3.88 bA	1.25 bB	28.63 bA	3.31 bA	89.00 aA	95.67 abA	28.43 bA	3.48 aA	97.97 bA
Wannai 48	室温密闭	3.92 bA	1.81 aA	34.43 aA	3.87 abA	88.67 aA	93.33 bA	29.07 abA	3.32 aA	101.56 abA
	低温密闭	4.24 aA	1.60 aAB	33.20 abA	4.00 aA	90.33 aA	96.67 Aa	29.62 aA	3.40 aA	118.37 aA
皖麦52	对照	3.47 bB	1.01 cB	27.96 bB	3.50 aA	87.00 aA	95.33 aA	28.10 aA	3.53 aA	89.54 bB
Wannai 52	室温密闭	4.37 aA	1.65 aA	33.80 aA	3.57 aA	86.00 aA	87.00 bA	27.40 aA	3.24 bB	97.53 bAB
	低温密闭	3.78 bAB	1.41 bA	34.33 aA	3.83 aA	88.67 aA	94.00 abA	28.83 aA	3.59 aA	109.20 aA
WM032	对照	3.10 cB	0.86 bB	24.28 bB	2.82 bA	82.67 bA	95.33 aA	26.03 bA	3.80 aA	79.73 bB
	室温密闭	3.48 bAB	1.44 aA	30.77 aAB	3.33 aA	87.00 abA	89.67 bB	25.87 bA	3.53 bB	86.17 bB
	低温密闭	3.85 aA	1.37 aA	33.23 aA	3.43 aA	92.67 aA	96.33 aA	27.50 aA	3.71 aAB	102.70 aA

品种(系) Cultivar	贮藏方式 Storage method	模拟田间出苗率 % Simulated field seedling occurrence rate	浸泡液电导率 $\mu\text{S}/(\text{cm}\cdot\text{g})$ Electrical conductivity of soaking solution	绝对电导率 $\mu\text{S}/(\text{cm}\cdot\text{g})$ Absolute electrical conductivity	相对电导率 % Relative electrical conductivity	脱氢酶活性 OD 值 OD value of dehydrogenase activity
郑麦9023	对照	92.00 aA	96.37 aA	192.37 aA	50.13 bB	0.371 aA
Zhengnai 9023	室温密闭	94.67 aA	88.30 bB	159.37 cC	55.40 aA	0.326 aA
	低温密闭	93.33 aA	87.60 bB	171.47 bB	51.10 bB	0.343 aA
皖麦33	对照	90.00 aA	103.33 aA	190.07 aA	54.63 aA	0.343 aA
Wannai 33	室温密闭	93.67 aA	93.07 aA	163.57 bA	56.93 aA	0.311 aA
	低温密闭	92.67 aA	94.33 aA	174.23 abA	53.93 aA	0.338 aA
皖麦44	对照	88.00 bA	108.33 aA	181.40 aA	59.70 aA	0.223 bA
Wannai 44	室温密闭	93.33 aA	95.63 bA	172.70 abA	55.53 aA	0.300 aA
	低温密闭	92.33 abA	95.90 bA	161.13 bA	59.60 aA	0.313 aA
皖麦48	对照	86.33 aA	119.27 aA	209.67 aA	57.60 aA	0.273 aA
Wannai 48	室温密闭	89.67 aA	101.03 bAB	186.37 aAB	54.20 aA	0.292 aA
	低温密闭	90.33 aA	97.07 bB	155.87 bB	62.27 aA	0.300 aA
皖麦52	对照	89.67 aA	131.80 aA	186.53 aA	70.53 aA	0.317 aA
Wannai 52	室温密闭	90.00 aA	115.03 bB	163.03 aA	70.77 aA	0.301 aA
	低温密闭	91.33 aA	97.93 cC	182.80 aA	53.57 bB	0.305 aA
WM032	对照	86.00 aA	136.37 aA	199.10 aA	68.23 aA	0.201 bB
	室温密闭	88.33 aA	126.63 bB	189.30 aA	66.90 aA	0.207 bB
	低温密闭	88.33 aA	124.70 bB	192.93 aA	64.67 aA	0.255 aA

**2.2** 贮藏前小麦种子脱氢酶活性与其余活力指标间的相关性 从表2 可以看出,贮藏前的小麦种子脱氢酶活性与苗鲜重、苗干重、发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、模拟田间出苗率均存在正相关,其中与苗干重、活力指数、模拟田间出苗率均呈极显著正相关,而与平均发芽日数、浸泡液电导率、绝对电导率、相对电导率均存在负相关,但未达到显著水平。

**2.3** 贮藏后小麦种子脱氢酶活性与其余活力指标间的相关性 从表3、4 可以看出,密闭贮藏后的小麦种子脱氢酶活性与苗鲜重、苗干重、发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、模拟田间出苗率均呈正相关,与平均发芽日数、浸泡液电导率、绝对电导率、相对电导率均呈负相关。其中室温密闭贮藏的小麦种子脱氢酶活性与苗干重、发芽指数、活力指数、模拟

表2 贮藏前小麦种子各项活力指标间的相关系数

Table 2 Correlation coefficient among different vigor indices of wheat seeds before storage

指标 Indices	苗鲜重 Fresh seedling weight	苗干重 Dry seedling weight	发芽势 Germination potential	发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	平均发芽日数 Average germinating days	活力指数 Vigor index	模拟田间出苗率 Simulated field seedling occurrence rate	浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	绝对电导率 Absolute electrical conductivity	相对电导率 Relative electrical conductivity
干重 Dry weight	0.92**										
发芽势 Germination potential	0.78*	0.68									
发芽率 Germination rate	0.14	0.40	0.13								
发芽指数 Germination index	0.78*	0.67	0.99**	0.00							
平均发芽日数 Average germinating days	-0.91**	-0.85*	-0.91**	-0.13	-0.91**						
活力指数 Vigor index	0.79*	0.85*	0.79*	0.64	0.71	-0.83*					
模拟田间出苗率 Simulated field seedling occurrence rate	0.70	0.89**	0.63	0.46	0.62	-0.77*	0.78*				
浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	-0.88**	-0.78*	-0.90**	-0.18	-0.87*	0.98**	-0.86*	-0.67			
绝对电导率 Absolute electrical conductivity	-0.78*	-0.75	-0.76*	0.12	-0.81*	0.90**	-0.57	-0.78*	0.81*		
相对电导率 Relative electrical conductivity	-0.75	-0.65	-0.80*	-0.37	-0.72	0.83*	-0.88**	-0.48	0.92**	0.53	
脱氢酶活性 Dehydrogenase activity	0.65	0.83*	0.68	0.69	0.62	-0.66	0.87*	0.88**	-0.60	-0.51	-0.54

表3 室温密闭贮藏8个月小麦种子各项活力指标间的相关系数

Table 3 Correlation coefficients among different vigorous indices of wheat seeds during 8 months of sealed storage at room temperature

指标 Indices	苗鲜重 Fresh seedling weight	苗干重 Dry seedling weight	发芽势 Germination potential	发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	平均发芽日数 Average germinating days	活力指数 Vigor index	模拟田间出苗率 Simulated field seedling occurrence rate	浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	绝对电导率 Absolute electrical conductivity	相对电导率 Relative electrical conductivity
干重 Dry weight	0.74										
发芽势 Germination potential	0.81*	0.70									
发芽率 Germination rate	0.70	0.63	0.94**								
发芽指数 Germination index	0.67	0.81*	0.90**	0.88**							
平均发芽日数 Average germinating days	-0.60	-0.85*	-0.79*	-0.68	-0.94**						
活力指数 Vigor index	0.54	0.92**	0.70	0.72	0.90**	-0.89**					
模拟田间出苗率 Simulated field seedling occurrence rate	0.61	0.87*	0.84*	0.76*	0.93**	-0.95**	0.92**				
浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	-0.60	-0.81*	-0.83*	-0.85*	-0.99**	0.91**	-0.94**	-0.90**			
绝对电导率 Absolute electrical conductivity	-0.54	-0.74	-0.52	-0.27	-0.64	0.85*	-0.61	-0.75	0.57		
相对电导率 Relative electrical conductivity	-0.40	-0.51	-0.70	-0.89**	-0.79*	0.57	-0.74	-0.63	0.85*	0.05	
脱氢酶活性 Dehydrogenase activity	0.42	0.77*	0.59	0.54	0.87*	-0.93**	0.87*	0.82*	-0.90**	-0.75	-0.58

田间出苗率均呈显著正相关,与平均发芽日数、浸泡液电导率呈极显著负相关;低温密闭贮藏的小麦种子脱氢酶活性与

发芽指数、活力指数、模拟田间出苗率呈极显著正相关,与平均发芽日数、浸泡液电导率呈极显著负相关。

表4 低温密闭贮藏8个月小麦种子各项活力指标间的相关系数

Table 4 Correlation coefficient among different vigorous indices of wheat seeds during 8 months of sealed storage at room temperature

指标 Indices	苗鲜重 Fresh seedling weight	苗干重 Dry seedling weight	发芽势 Germination potential	发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	平均发芽日数 Average germinating days	活力指数 Vigor index	模拟田间出苗率 Simulated field seeding occurrence rate	浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	绝对电导率 Absolute electrical conductivity	相对电导率 Relative electrical conductivity
干重 Dry weight	0.60										
发芽势 Germination potential	0.76*	0.20									
发芽率 Germination rate	0.58	0.33	0.87*								
发芽指数 Germination index	0.89**	0.86*	0.65	0.62							
平均发芽日数 Average germinating days	-0.78*	-0.89**	-0.59	-0.60	-0.98**						
活力指数 Vigor index	0.70	0.93**	0.50	0.58	0.95**	-0.99**					
模拟田间出苗率 Simulated field seeding occurrence rate	0.79*	0.85*	0.38	0.23	0.91**	-0.89**	0.86*				
浸泡液电导率 Electrical conductivity of soak solution	-0.64	-0.98**	-0.16	-0.20	-0.85*	0.86*	-0.88**	-0.92**			
绝对电导率 Absolute electrical conductivity	-0.05	-0.77*	0.11	-0.20	-0.47	0.62	-0.70	-0.45	0.66		
相对电导率 Relative electrical conductivity	-0.84*	-0.64	-0.34	-0.12	-0.74	0.62	-0.58	-0.84*	0.75	0.01	
脱氢酶活性 Dehydrogenase activity	0.84*	0.85*	0.46	0.33	0.94**	-0.90**	0.88**	0.98**	-0.91**	-0.39	-0.87*

### 3 结论与讨论

(1) 一般认为小麦种子在贮藏过程中,活力会逐渐降低<sup>[7]</sup>。但申春岭认为,小麦种子比较耐贮藏,在安全水范围内,贮藏时间在3年以内,对小麦种子活力的影响不大<sup>[8]</sup>。该试验结果与申春岭研究结果基本一致,并且由于小麦种子有后熟作用,试验贮藏后的小麦种子活力与贮藏前相比有所提高。

(2) 脱氢酶活性随种子衰老而降低,在种子生理代谢过程中脱氢酶受老化影响其活性下降,几乎与种子生活力的下降相平衡。程红焱等在测定榆树种子脱氢酶活性时,观测到伴随着种子的衰老,脱氢酶活性显著降低,并且下降的速率与发芽力的降低相一致<sup>[9]</sup>。幼苗生长测定是公认的测定种子活力的常用方法,特别是活力指数是能综合反应种子活力大小的重要指标,活力指数均与种子活力呈正相关。电导率一般情况下与种子活力呈负相关<sup>[10]</sup>。

(3) 试验中,贮藏前后小麦种子的脱氢酶活性均与活力指数呈显著或极显著正相关,与各项电导率均存在负相关,因此笔者认为,脱氢酶活性可作为衡量种子活力的较好指标之

一,这与张林等<sup>[11]</sup>的研究结果基本一致。

### 参考文献

- [1] 颜启传,胡伟民,宋文坚.种子活力测定的原理与方法[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [2] YAMANE Y, MUNZ B C, WARWICK S I, et al. Effects of light temperatures on the photosynthetic systems in spinach: oxygen evolving activities, fluorescence characteristics and the denaturation process[J]. Photosynth Res, 1998, 57: 51-59.
- [3] 倪安丽,张文明,王昌初.主要农作物种子纸卷法发芽试验初探[J].种子科技,1992(1):23-24.
- [4] 张文明,郑文寅,任冲,等.电导法测定大豆种子活力的初步研究[J].种子,2003(2):34-36.
- [5] 陶梅,辛萍萍.用种胚浸提法测定种子脱氢酶活性的探讨[J].种子科技,1993(5):28.
- [6] 李一生,邵宏清.小麦种子贮藏特性及技术要点[J].上海农业科技,2007(6):55.
- [7] 刘自刚,张雁,杨亚丽.小麦种子活力的研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(1):87.
- [8] 申春岭.不同贮藏年限对春小麦种子活力的影响分析[J].农业科技通讯,2008(2):43.
- [9] 程红焱,郑光华,景新明.超干处理提高榆树种子的耐藏性(简报)[J].植物生理学通讯,1992,28(5):340-342.
- [10] 张文明,倪安丽,王昌初.杂交水稻种子活力的研究[J].种子,1998(2):9.
- [11] 张林,张文明,姚大年,等.小麦烘干种子活力及其与脱氢酶活性的相关性研究[J].安徽农业科学,2008,36(5):1858-1860.