

不同成熟度小麦种子活力及其与生理性状的相关性研究

张自阳,朱俊华,程媛,赵新亮,李淦,茹振钢,刘明久*

(河南科技学院,河南新乡 453003)

摘要: 为探明小麦籽粒成熟过程中其活力及生理特性变化,分析种子活力与生理性状之间的关系,对开花后 5、10、15、20、25、30、35 d 的小麦籽粒活力及生理特性进行了研究。结果表明,随着籽粒成熟度的提高,小麦籽粒的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数逐步提高;开花后 5~25 d 的籽粒电导率呈连续下降趋势,25 d 后电导率稳定在较低水平;开花后 5~35 d 小麦籽粒中的可溶性蛋白质含量变化呈迅速增加—相对稳定—迅速增加—缓慢下降的趋势,可溶性糖含量呈迅速下降—平缓下降—迅速下降的趋势,过氧化物酶(POD)活性随成熟度的提高呈上升趋势。典型相关分析结果表明,发芽率、活力指数、电导率、可溶性糖含量可以作为种子活力与生理指标相关分析中的显著性指标。

关键词: 小麦;成熟度;种子活力;生理特性;典型相关分析

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)12-0006-04

Seed Vigor and Its Correlation with Physiological Characteristics of Different Maturity Wheat Seeds

ZHANG Zi-yang,ZHU Jun-hua,CHENG Yuan,ZHAO Xin-liang,LI Gan,
RU Zhen-gang,LIU Ming-jiu*

(Henan Institute of Science and Technology,Xinxiang 453003,China)

Abstract: The vitality and physiological characteristics of wheat seeds with different maturity, at 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 d after flowering, were studied in this paper. The purpose was to explore the changes of seed vigor and physiological characteristics, and their relationship during the seed maturation of wheat. The results showed that, with the increase of seed maturity, the germination rate, germination potential, sprouting index and vigor index of wheat seeds increased. During 5—25 d after flowering, the conductivity rate of seeds presented a downtrend, and after 25 days, the conductivity rate of seeds maintained at a low level. During 5—35 d after flowering, the content of soluble protein in wheat seeds presented the trend of rapid increase—gentle change—rapid increase—slow decrease, while the content of soluble sugar presented the trend of decreasing rapidly—changing gently—decreasing rapidly. The activity of peroxidase(POD) showed the trend of increase with the increase of seed maturity. The result of canonical correlation analysis indicated that the germination rate, vigor index, electrical conductivity and soluble sugar content could be used as the indicators of correlation analysis between the physiological indexes and seed vigor of wheat.

Key words: wheat; maturity; seed vigor; physiological characteristics; canonical correlation analysis

收稿日期:2014-06-11

基金项目:河南省科技攻关计划项目(122102110036);新乡市重点科技攻关项目(ZG12005);国家级大学生创新创业训练计划项目(201210467002);河南科技学院大学生创新训练项目(2013cx004)

作者简介:张自阳(1984-),男,河南舞钢人,实验师,硕士,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:lanfeng0615@163.com

* 通讯作者:刘明久(1966-),男,河南获嘉人,教授,主要从事种子学的教学与科研工作。

在农业生产中,成熟度是评价种子质量优劣的一项重要指标。种子的成熟度不仅影响其发芽力和整齐度,还进一步影响幼苗的健壮度、生育状况和品质。不同的作物种子发芽能力随着成熟度的增加而表现出不同的变化趋势^[1]。有研究表明,种子成熟度与种子活力关系紧密^[2-5]。种子活力是在种子发育和形成过程中形成的,探究种子活力形成的规律须从种子发育过程中进行剖析。因此,以开花后不同成熟度小麦种子为研究对象,探讨了不同成熟度小麦种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、电导率、可溶性蛋白质、可溶性糖、过氧化物酶的变化规律,旨在研究不同品种、不同成熟度小麦种子活力与生理特性的关系,为生产高活力小麦种子提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料百农矮抗 58、郑麦 9023、新麦 208、周麦 18 均由河南科技学院小麦研究中心提供。

1.2 试验设计

4 个品种于 2011 年 10 月 8 日种植于河南科技学院试验田,小区行长 8 m,宽 4 m,随机区组试验,重复 3 次。2012 年开花期选择植株大小一致且同日开放颖花的小穗进行标记。每个品种于开花后 5 d、10 d、15 d、20 d、25 d、30 d、35 d 分别收取一定数量籽粒,一部分保存于-70℃冰箱备用,另一部分自然风干测定籽粒发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、电导率、可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、过氧化物酶(POD)活性。

1.3 活力指标的测定

取 4 个小麦品种开花后不同时间的籽粒,按照国际种子检验规程^[6]进行种子室内发芽试验,将蒸馏水冲洗干净且已消毒的种子 100 粒,置于底部放有 2 层含饱和水分滤纸的标准发芽盒中,腹沟向下,种胚朝上,重复 4 次。将各处理种子放入 20℃人工气候箱内发芽,逐日统计正常发芽的种子数,4 d 计算发芽势,7 d 统计发芽率,7 d 后将幼苗取出,称量单株幼苗鲜质量,计算发芽指数、活力指数。

发芽势=发芽试验第 4 天发芽种子数/供试种子数×100%

发芽率=发芽试验第 7 天正常发芽种子数/供试种子数×100%

发芽指数(GI)=∑(Gt/Dt)

活力指数(VI)=GI×S

Gt 为每天发芽数,Dt 为与 Gt 相对应的天数,S

为发芽结束时单株幼苗鲜质量。

1.4 生理指标的测定

分别取开花授粉后 5 d、10 d、15 d、20 d、25 d、30 d、35 d 的种子,采用尹燕桦等^[7]的方法测定电导率,愈创木酚法测定种子 POD 活性^[8],考马斯亮蓝(G-250)法测定种子可溶性蛋白质含量^[8],蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同成熟度小麦种子活力比较

由表 1 可知,随着小麦籽粒成熟度的提高,种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数逐步提高。开花后 5 d 的籽粒不具有发芽能力,开花后 10 d 籽粒具备发芽能力。并且随着种子成熟度的增加,种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数呈上升趋势。

周麦 18、郑麦 9023、新麦 208 开花 15~35 d 的种子发芽率差异不显著,开花 20 d 后不同成熟度的种子发芽势差异不显著。百农矮抗 58 开花 20 d 以后不同成熟度的种子发芽率、发芽势差异不显著。

随着小麦籽粒成熟度的提高,4 个小麦品种的发芽指数、活力指数呈不断增大趋势。百农矮抗 58、周麦 18、新麦 208 发芽指数在开花 5 d 后开始增大,20 d 达到最大值,然后缓慢降低,再趋于平缓。百农矮抗 58、郑麦 9023、新麦 208 活力指数则随着成熟度的提高不断增大,花后 30~35 d 达到最大。

表 1 不同成熟度小麦种子活力测定结果

品种	开花后 时间/d	发芽率/ %	发芽势/ %	发芽 指数	活力 指数
百农矮抗 58	5	0c	0c	0d	0e
	10	61.00c	22.00c	13.883d	0.076e
	15	90.00b	66.50b	24.466c	0.545d
	20	99.25a	99.00a	45.458a	1.632b
	25	99.75a	98.00a	33.257b	1.335c
	30	99.50a	98.50a	32.787b	1.770a
	35	99.50a	97.25a	32.794b	1.793a
周麦 18	5	0b	0b	0c	0e
	10	60.00b	50.00 b	14.500c	0.095e
	15	94.50a	85.25a	28.808b	0.843d
	20	99.00a	97.00a	46.546a	2.004a
	25	99.50a	97.75a	30.933b	1.222c
	30	98.75a	98.00a	33.030b	1.901ab
	35	99.25a	98.75a	32.696b	1.816b
郑麦 9023	5	0b	0c	0c	0e
	10	58.00b	48.75c	16.083c	0.083e
	15	96.25a	78.75b	25.752b	0.771d
	20	99.25a	96.25a	29.736a	1.442b

续表 1 不同成熟度小麦种子活力测定结果

品种	开花后时间/d	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数
新麦 208	25	97.75a	95.00a	31.238a	1.072c
	30	98.00a	94.75a	32.325a	1.810a
	35	99.50a	97.50a	32.136a	1.768a
	5	0b	0c	0c	0d
	10	63.00b	45.75c	3.513c	0.089d
	15	92.75a	51.50b	26.980b	0.662c
	20	100a	99.00a	35.200a	1.573b
	25	97.00a	92.75a	30.880ab	1.463b
	30	99.25a	99.25a	33.021a	1.774a
	35	99.75a	98.50a	32.854a	1.750a

注:同列标相同字母表示同一品种不同处理同一指标差异不显著($\alpha=0.05$)。

2.2 不同成熟度小麦种子电导率比较

由图 1 可知,随着小麦籽粒成熟度的提高,4 个小麦品种种子电导率呈递减趋势。

从 4 个小麦品种种子电导率的动态变化来看,开花后 5~25 d 收获的小麦种子电导率呈迅速下降趋势,变化幅度为 $60.487 \sim 5.665 \mu\text{S}/(\text{cm} \cdot \text{g})$,开花后 25 d 电导率最低。花后 25、30、35 d 收获的种子电导率趋于稳定,保持在 $6.224 \sim 10.052 \mu\text{S}/(\text{cm} \cdot \text{g})$ 。

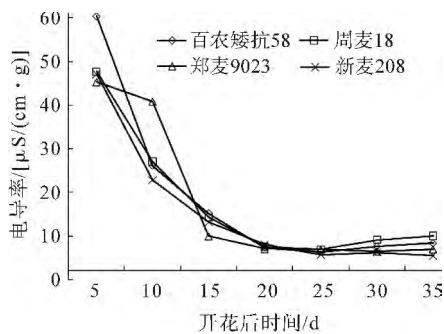


图 1 不同成熟度小麦种子电导率变化

2.3 不同成熟度小麦种子可溶性蛋白质含量比较

由图 2 可知,随着收获期的推迟,小麦籽粒中的可溶性蛋白质含量呈迅速增加—相对稳定—迅速增加—缓慢下降的趋势。

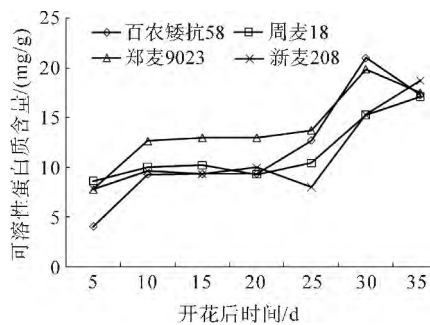


图 2 不同成熟度小麦种子可溶性蛋白质含量变化

4 个小麦品种,开花后 5~10 d 收获的小麦籽粒可溶性蛋白质含量迅速升高,花后 10~20 d 籽粒可溶性蛋白质含量稳定在 $9 \sim 13 \text{ mg/g}$ 。花后 25~30 d 百农矮抗 58、周麦 18、郑麦 9023 籽粒中可溶性蛋白质又迅速增加,随后呈下降趋势。新麦 208 开花后 25、30、35 d 收获的籽粒可溶性蛋白质含量一直处于上升趋势。

2.4 不同成熟度小麦种子可溶性糖含量比较

随着籽粒成熟度的提高,4 个小麦品种籽粒内可溶性糖含量均呈迅速下降—平缓下降—迅速下降的趋势。

百农矮抗 58、新麦 208 在花后 5~10 d 籽粒内可溶性糖含量迅速下降,周麦 18、郑麦 9023 花后 5~15 d 可溶性糖含量迅速下降,花后 15~25 d 4 个品种籽粒可溶性糖变化趋于平缓,之后可溶性糖含量迅速下降并维持在一个相对较低的水平。

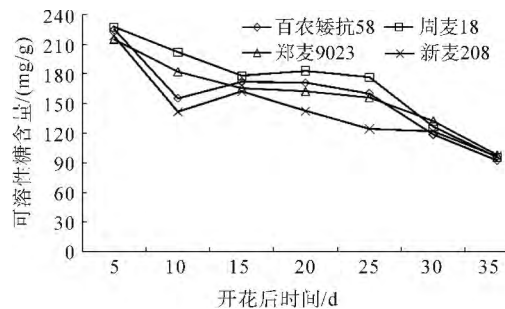


图 3 不同成熟度小麦种子可溶性糖含量变化

2.5 不同成熟度小麦种子 POD 活性比较

由图 4 可知,不同成熟度的小麦籽粒 POD 活性差异较大,且随着成熟度的增加 POD 活性呈递增趋势。

百农矮抗 58 开花后 5~10 d 的籽粒 POD 活性迅速升高,花后 10~25 d 增加平缓,且在花后 25 d 达到最大值,随后呈下降趋势。周麦 18 POD 活性在开花后的 5~25 d 呈持续增高趋势,花后 25~30 d 缓慢上升,30~35 d 迅速上升。郑麦 9023 开花后 5~25 d POD 活性呈持续增高趋势,25 d 后迅速升高。开花后 5~35 d 新麦 208 POD 活性一直呈上升趋势。

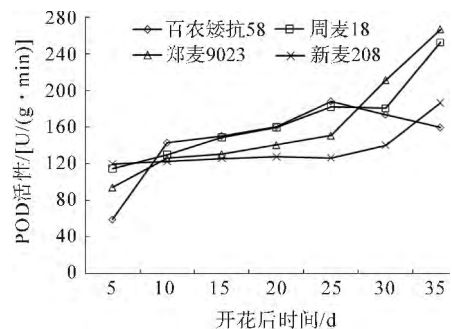


图 4 不同成熟度小麦种子 POD 活性变化

2.6 小麦种子活力指标与生理指标的典型相关分析

以与种子活力有关的 4 个指标发芽率(X_1)、发芽势(X_2)、发芽指数(X_3)、活力指数(X_4)为第 1 变量组,以可溶性糖含量(Y_1)、可溶性蛋白质含量(Y_2)、POD 活性(Y_3)、电导率(Y_4)为第 2 变量组,进行典型相关分析,得到 4 组典型变量(表 2)。

从表 2 可以看出,种子活力指标与生理指标的第 1 组典型变量的相关系数是 0.972 9**($P<0.01$),第 2 组典型变量的相关系数是 0.794 7*($P<0.05$)。因此可以取这 2 个典型变量来分析 2 类指标间的相关性。

表 2 小麦种子活力指标与生理指标的典型相关系数

典型变量组	典型相关系数	χ^2	df	P
第 1 组	0.972 9**	74.874	16	0.000
第 2 组	0.794 7*	19.599	9	0.021
第 3 组	0.277 8	2.007	4	0.734
第 4 组	0.201 2	0.640	1	0.442

从典型变量构成的线性表达式可以看出(表 3),第 1 对典型变量中发芽率、活力指数、电导率、可溶性糖的载荷量相对较大,说明发芽率、活力指数与电导率的关系密切,其中发芽率与电导率呈极显著负相关;第 2 对典型变量中活力指数与电导率、可溶性糖的载荷量相对较大,反映了活力指数与电导率、可溶性糖含量呈显著负相关。

表 3 小麦种子活力指标与生理指标前 2 对典型变量的构成

典型变量与相关系数	表达式
第 1 典型相关系数 r_1	$r_1=0.972\ 9^{**}$
第 1 典型变量(U_1, V_1)	$U_1=0.604\ 5X_1-0.165\ 2X_2-0.451\ 3X_3+0.635\ 3X_4$ $V_1=-0.312\ 0Y_1+0.190\ 4Y_2+0.307\ 1Y_3-0.888\ 6Y_4$
第 2 典型相关系数 r_2	$r_2=0.794\ 7^*$
第 2 典型变量(U_2, V_2)	$U_2=-0.215\ 4X_1-0.230\ 7X_2-0.490\ 0X_3+0.812\ 5X_4$ $V_2=-0.573\ 1Y_1+0.086\ 2Y_2+0.530\ 7Y_3-0.599\ 2Y_4$

3 结论与讨论

众多研究结果表明,种子活力与种子成熟度密切相关^[10-14]。本研究结果表明,随着种子成熟度的提高,小麦种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均呈现不断增大趋势。开花后 5~30 d 收获的籽粒发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数不断增大,开花后 30 d,小麦种子活力达到最大值,因此,小麦在

开花后 30 d 收获能保持最高的种子活力。

本试验结果表明,小麦开花后 15 d,发芽能力达到正常水平。方差分析结果表明,花后 15~35 d 的籽粒发芽率差异不显著(矮抗 58 除外),种子活力指数差异达到了显著水平。成熟度不同的种子发芽率相同,而幼苗长势显著不同,成熟度高的种子长势好于成熟度低的种子。因此,以发芽率来判断种子质量的优劣不可靠,用种子活力可以比较全面地反映种子质量的优劣。

典型相关分析结果表明,第 1 组典型变量的相关系数是 0.972 9**,第 2 组典型变量的相关系数是 0.794 7*。生理指标中的电导率与发芽指标中发芽率、活力指数分别呈极显著、显著负相关;可溶性糖含量与发芽指标中活力指数呈显著负相关。因此,发芽率、活力指数、电导率、可溶性糖含量可以作为种子活力与生理指标相关分析中的显著性指标。值得强调的是,该研究建立的种子活力指标与生理性状的关系仅是对 4 个品种进行研究所得的结果,要采用种子生理指标预测小麦种子活力还需要进一步广泛收集材料以确定结果的稳定性。

参考文献:

[1] 张桂莲,杨定照,张顺堂,等.不同成熟度对水稻种子萌发及其生理特性的影响[J].植物生理学报,2012,48(3):272-276.

[2] 王宁,陈富江.小麦成熟度与其种子活力关系的研究[J].河南农业科学,2000(4):5-7.

[3] 林振华.小麦种子成熟度与种子活力的关系[J].种子,1998(2):44-45.

[4] 张连科,徐志敏,王海潮.杂交水稻不同成熟度种子发芽能力研究初报[J].陕西农业科学,2002(4):5-6.

[5] 石海春,柯永培,傅体华,等.不同成熟度玉米种子活力的差异性研究[J].四川农业大学学报,2006,24(3):269-271.

[6] 国家技术监督局.农作物种子检验规程 GBFF3543.4-1995[S].北京:中国标准出版社,1995.

[7] 尹燕桦,董学会.种子学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2007:23-24.

[8] 刘子凡.种子学实验指南[M].北京:化学工业出版社,2011:35-39.

[9] 郝再彬,仓晶,徐仲.植物生理实验[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004:115-116.

[10] 郑晓鹰,顾增辉,徐本美,等.几种蔬菜种子活力试验[J].中国农业科学,1982(4):58-64.

[11] 张建成,王辉.不同成熟度花生种子发芽率及活力差异性研究[J].种子,2005,24(1):3-4.

[12] 王显国,韩建国,陈志红,等.新麦草种子成熟过程中活力变化的研究[J].草地学报,2000,8(8):306-311.

[13] 毛培胜,韩建国,浦心春,等.高羊茅种子成熟过程中的活力变化[J].中国草地,1997(2):36-41.

[14] Adam N M,McDonnald M B,Henderlong P R. The influence of seed position, planting and harvesting dates on soybean seed quality[J]. Seed Science and Technology,1989,17:143-152.