

文章编号: 1005-0906(2008)01-0086-05

水分对玉米种子萌发调控的研究

邢妍妍, 董树亭, 高荣岐

(山东农业大学农学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 通过观察不同生育时期玉米新鲜种子、胚、去皮新鲜种子以及干种子的发芽情况, 发现胚在 15–17DAP 便可萌发, 但鲜种子萌发率很低, 去除种皮可提高萌发率但萌发后生长缓慢。表明种子在发育初期便具备了萌发力, 胚乳和种皮限制了胚的萌发及幼苗生长。水分对种子萌发有一定影响, 种子发育进程中, 伴随种子含水量的减少, 鲜种子萌发率逐渐升高, 对具有脱水耐性的种子进行干燥, 可使种子正常发芽。试验发现延长发芽时间鲜种子也可以萌发并正常生长, 即种子不经干燥也可从发育状态转向萌发状态。因此, 干燥并不是种子萌发的必要条件, 只是加速了种子从发育状态向萌发状态的代谢。

关键词: 休眠; 含水量; 萌发率; 脱水耐性; 干燥

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Study on Effects of Water Content on Maize Seed Germination

XING Yan-yan, DONG Shu-ting, GAO Rong-qi

(Agronomy Department of Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: The germination of maize seed harvested were measured at different development stages, including fresh seed, embryo, seed minus coat and dry seed. Embryo germinated as young as 15–17DAP, but the germination of fresh seed was very low. Seed minus coat could germinate, but seedling grew slowly. The loss of water from seed tissues played some roles in germination. During seed development germination increased following the decline of water content, and dry seed which had acquired tolerance of desiccation germinated and grew normally. Fresh immature seed also can germinate, but that the expression of this germination capacity took longer than for dry seed. Drying was not a prerequisite for germination, but accelerated the transition from development to germination.

Key words: Dormancy; Water content; Germinating percentage; Tolerance of desiccation; Drying

玉米种子远在成熟之前就具有了发芽能力。但发育过程中收获的种子采收后立即做发芽试验, 规定时间内萌发率很低, 甚至不能萌发, 小麦、大豆、菜豆、蓖麻、木瓜等种子均存在类似现象。Rasyad^[1]、赵笃乐^[2]等将这一现象称为鲜种子的休眠, 而水分对鲜种子萌发具有调控作用。

关于种子发育过程中鲜种子的发芽情况已有大量报道, 但不同作物之间存在差异。任何发育阶段采收的向日葵鲜种子均不能萌发^[3], 而大豆^[4,5]、小麦^[6]、蓖麻^[7]等作物在发育过程中伴随种子含水量的减少,

新鲜种子的萌发率逐渐升高。小麦种子在花后 10 天收获的新鲜种子便有少量萌发, 生理成熟时收获的新鲜种子萌发率达最大值。但 Rasyad 通过试验发现小麦新鲜种子萌发力因品种不同而存在差异, 有些小麦品种发芽力的变化达最大值以后又有所降低, 到最后达最大, 呈“S”型变化; 大豆也存在类似情况。Mile 在试验中发现大豆种子当干物质积累到 60% 后鲜种子便可发芽, 但 Adams^[8]所用品种在相同时期收获的种子几乎不萌发。

成熟脱水是种子从发育过程向萌发过程转变的“开关”, 成熟脱水将终止发育过程并促进萌发能力^[9], 对未熟新鲜种子进行人工干燥同样可以促进未熟种子的萌发。花后 6 d 的小麦种子干燥后便可萌发, 且萌发率达 42%; 发育的蓖麻籽直到授粉后大约 50 ~ 55 d, 从果实分离的种子才能萌发。25DAP(授粉后天数)收获的蓖麻种子干燥后就能获得萌发能力, 但在

收稿日期: 2006-12-05; 修回日期: 2007-04-05

作者简介: 邢妍妍(1981-), 女, 在读硕士, 主要从事玉米种子生理研究。Tel: 0538-8242458 E-mail: piao425@163.com。

高荣岐为本文通讯作者。E-mail: gaorqi@sina.com

此之前收获的种子干燥后亦不能萌发。水分对种子萌发尤其是未熟鲜种子的萌发起重要作用。

本试验对种子发育进程、同一生育期收获种子干燥过程中水分、萌发率进行测定,明确玉米鲜种子萌发特性以及水分对玉米种子萌发的影响,指导未熟种子利用,对加速育种进程具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2006 年夏播种植自交系郑 958、昌 7-2、齐 319、3841 和鲁原 92,田间管理一致,选生长均匀一致的植株套袋后人工授粉,杂交组配郑单 958、泰玉 2 号和鲁单 50。分别于授粉后 10、13、15、17、20、25、30、35、40、45、50 d 取样,取样后部分种子立即剥取中部子粒,分别做剥取胚、去除种皮处理,鲜种子、离体胚、去种皮种子做发芽试验,剩余种子室温晾晒至干燥,其中 20、25、35DAP 收获的郑单 958 种子干燥过程中分次取样,试验均以中部子粒进行测定。

1.2 试验方法

1.2.1 种子鲜重、干重、水分含量的测定

取 100 粒鲜种子称重,然后在 80℃ 下烘 24 h 测干重,计算水分含量[分别以 $\text{gH}_2\text{O}/(\text{g} \cdot \text{FW})$ 、 $\text{gH}_2\text{O}/\text{seed}$ 为标准]。

鲜种子、干种子各取 50 粒,置砂床,离体胚、去除种皮种子各 25 粒,置纸床,3 次重复,在 25℃ 下发芽,分别于 7 d 统计萌发率,将胚根、胚芽均突破种皮,且胚根达种子(胚)长、胚芽达 1/2 种子(胚)长视为萌发;30DAP 以后收获的种子鲜种子发芽天数延长至 14 天后再次统计萌发率。

2 结果与分析

2.1 发育过程中玉米种子鲜重、干重、水分含量的变化

不同品种玉米子粒发育过程中鲜重干重、水分含量变化情况一致(图 1~4)。郑单 958 是大粒品种,同时期干重、鲜重、子粒中水分绝对含量均高于另外两品种,但水分含量百分数并无显著差异。种子鲜重随生育进程而增加,由于播种时间较晚,本试验取样只进行到 50DAP,除泰玉 2 号外其他两品种均未达到鲜重下降阶段,即只有泰玉 2 号进入了成熟干燥阶段。种子干重稳步上升,郑单 958、鲁单 50 干重到 50DAP 达最大值,泰玉 2 号成熟脱水以后鲜重下降,干重变化不大,即泰玉 2 号在 45DAP 左右达生理成熟。子粒中水分百分含量一直处于下降状态,

从 10DAP 时将近 90% 到 50DAP 下降至近 30%,而 3 个品种子粒中水分绝对含量均在 25DAP 达最大值而后下降,呈抛物线变化,其中泰玉 2 号 45~50DAP 处于成熟脱水期,水分急剧下降。

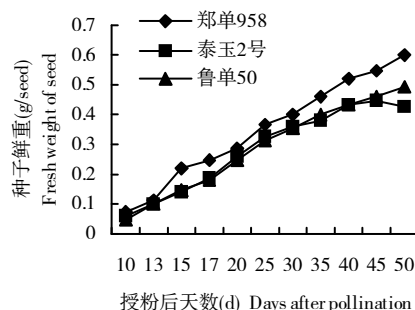


图 1 不同生育期玉米种子鲜重

Fig.1 Fresh weight of maize seeds during development

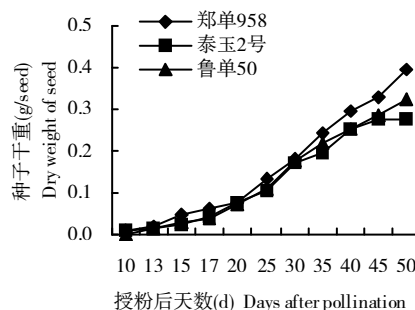


图 2 不同生育期玉米种子干重

Fig.2 Dry weight of maize seeds during development

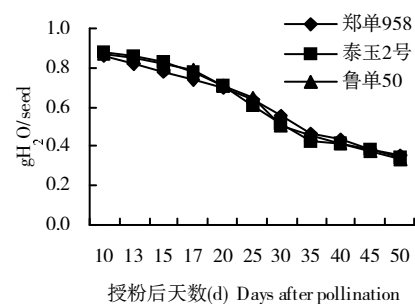


图 3 不同生育期种子水分含量

Fig.3 Water content of seeds during development

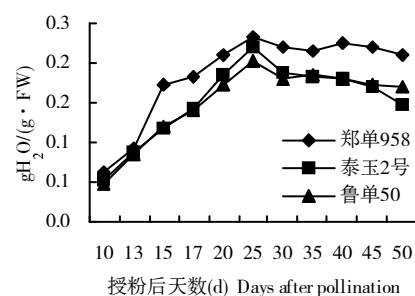


图 4 不同生育期玉米种子水分百分含量

Fig.4 Percent water content of seeds during development

2.2 玉米种子耐脱水能力的获得及发育进程中发芽力变化

玉米未熟新鲜种子萌发率极低，发育进程中鲜种子发芽力变化因品种不同存在差异。郑单 958、泰玉 2 号鲜种子休眠性强于鲁单 50，种子发育过程中前两者鲜种子萌发率基本呈逐渐升高趋势，最大值

分别为 26%和 37%。鲁单 50 萌发率相对较高,发育前期收获的新鲜种子萌发率较低,30DAP 收获的鲜种子萌发率达 57%,以后收获的新鲜种子萌发率下降，50DAP 收获的鲜种子萌发率最大值为 68%，呈“S”型变化。

表 1 不同生育期采收的玉米种子的萌发率

Table 1 Germination percentage for maize seeds harvested at various stages of seed development		%								
品种	Varieties	授粉后天数(d) Days after pollination								
		15	17	20	25	30	35	40	45	50
郑单 958	鲜种子	0	0	0	0	9	14	20	8	26
	离体胚	64	78	100	100	100	100	100	100	100
	去皮鲜种子	0	0	50	100	80	76	90	92	100
	干种子	1	74	100	100	100	100	100	98	100
泰玉 2 号	鲜种子	0	7	5	9	1	23	32	12	37
	离体胚	85	100	100	100	100	100	100	100	100
	去皮鲜种子	0	0	96	96	100	92	92	96	100
	干种子	58	74	87	94	94	99	89	99	100
鲁单 50	鲜种子	0	0	17	49	57	55	15	17	68
	离体胚	80	100	100	100	100	100	100	100	100
	去皮鲜种子	0	60	92	90	80	92	100	92	100
	干种子	3	68	76	99	88	00	94	100	100

干燥可以显著促进新鲜种子的萌发,15DAP 收获的泰玉 2 号种子干燥后萌发率已达到 58%，17DAP 收获的郑单 958、鲁单 50 种子干燥后萌发率也分别达 74%、60%，但 15DAP 之前收获的种子干燥后也不能萌发,说明种子尚未获得耐干燥的能力，15DAP 以后收获的种子经干燥可萌发。

将发芽时间延长至 14 d，鲜种子萌发率大幅度提高,30DAP 之后收获的鲜种子萌发率均在 70%以上，后期收获的鲜种子在 14 d 内几乎完全萌发(表 2)。

2.3 干燥过程中发芽力的变化

未熟种子收获后自然晾晒，随种子水分的降低萌发率逐渐升高,萌发率与种子水分含量呈负相关。

25DAP 收获的种子水分降低到 42.83%时萌发率已达 70%,但 35DAP 收获的鲜种子水分含量虽然只是略高 4%,但萌发率只有 14%,而后期收获的鲜种子水分低于此值但萌发率最高只有26%,远远低于70%。

表 2 不同生育期收获的玉米鲜种子 14 d 的萌发率

Table 2 Germination for fresh maize seeds harvested at different development stage after 14 days from planted in wet sand						%
品种名称	30 d	35 d	40 d	45 d	50 d	
Varieties						
郑单 958	72	76	84	80	90	
泰玉 2 号	84	90	96	96	98	
鲁单 50	84	90	92	88	99	

表 3 20、25、35DAP 收获的种子干燥过程中水分及发芽力变化

Table 3 Percentage moisture and germination changes during desiccation for maize seeds harvested at 20, 25, 30DAP						%
20DAP		25DAP		35DAP		
水分含量	萌发率	水分含量	萌发率	水分含量	萌发率	
Percent moisture	Germination	Percent moisture	Germination	Percent moisture	Germination	
69.58	0	63.97	0	46.78	14	
44.10	18	42.83	70	22.18	98	
21.51	92	16.51	99	12.70	100	
9.57	100	10.39	100			

2.4 离体种胚、去种皮鲜种子发芽力

离体种胚在 15DAP 就有大量萌发,萌发率最高达 85%(表 1),17~20DAP 便可完全萌发,说明种胚在 15~17DAP 便获得萌发能力,可见玉米种子在获得耐干燥能力之前便已获得萌发能力。去除鲜种子的种皮也可促进种子萌发,由于本试验采用纸床,17DAP 之前的种子含水量仍很高,去除种皮后做发芽试验均出现霉烂现象,不能萌发,之后收获的新鲜种子去除种皮萌发率多集中在 90%以上,后期达 100%。

3 结论与讨论

玉米新鲜种子伴随发育进程萌发率逐渐增加,与前人在小麦、大豆、蓖麻等作物上得出的结论一致,采收时期即生育期的长短影响鲜种子的萌发力。本试验中泰玉 2 号在 45DAP 达到生理成熟时,萌发率仍然很低,而小麦、大豆在生理成熟时鲜种子已经获得萌发力,可见,鲜种子萌发力情况因物种不同而存在差异。鲁单 50 鲜种子萌发力在发育进程中呈“S”型变化,有些小麦品种也有相同趋势,赵笃乐认为这种现象是因为种子成熟后期色素物质在种被细胞中沉积导致透气性差所致。White 认为玉米后期发芽力的下降是因为玉米发育过程中 GA 峰值早于 ABA 峰值,而此时正处于 GA 下降 ABA 上升的阶段,因此 GA 含量相对较少,不利于种子的萌发^[4]。

干燥可以促进玉米种子萌发。对鲜种子进行干燥,随水分的减少,萌发率升高,但不同生育期种子在相同水分水平萌发率差异显著。因此,水分含量不能作为种子萌发率的指示剂。15DAP 收获的种子干燥后便可萌发,说明干燥后获得发芽能力这一进程不需完成贮藏物质的积累;在此之前收获的种子即使干燥也不能萌发,此时种子尚未获得耐干燥的能力,干燥对鲜种子萌发的促进作用尽管不受干物质积累情况的限制但只有在种子获得耐脱水能力之后才能得以发挥。Miles 认为干物质的积累对种子萌发后幼苗的生长起重要作用,本试验只是对萌发率进行统计,对发芽率以及与幼苗生长情况有关的活力指数等指标并未涉及,有待进一步研究。伍贤进等认为玉米种子在 25~27DAP 获得耐干燥能力^[2],本试验结果表明玉米在 15~17DAP 便获得耐干燥能力,这种差异可能是因品种不同或干燥环境不同引起的。

成熟脱水使种子由发育状态转向萌发状态,其中包括发育蛋白的合成降低,与萌发有关的新蛋白

的合成以及内源激素水平的变化等。Lacriea 等认为干燥可以促使未熟种子提前成熟,即结束生长发育进程而转向为萌发以及幼苗生长做准备的状态。

离体胚在 15DAP 便可萌发,说明种子在获得耐脱水能力之前便具备了萌发能力,只是胚乳以及种皮限制了种子的萌发。鲜种子含水量高,水分不是限制萌发的因素,将鲜种子去除种皮萌发率显著提高,因此种皮的透气性是玉米鲜种子不能萌发的因素之一,很可能是种被组织限制了鲜种子的呼吸以及内部抑制物质的挥发。前期收获的新鲜种子去除种皮以后萌发率显著提高,但萌发后生长缓慢,在规定时间内不能成长为正常幼苗;而后期收获的新鲜种子去除种皮以后不仅萌发率提高,发芽率也已达较高水平,即萌发以后生长速度较快,发芽所需时间较短,从而推测萌发后幼苗的生长与干物质的积累状况有关。但前期收获的种子干燥后也可以正常发芽,只是苗较后期种子弱小,可见干物质的积累程度只是决定了幼苗最终达到的生长水平,即与活力有关,而不能决定萌发是否向幼苗生长转变,很可能是种子内部代谢合成了与幼苗生长有关的新物质。玉米鲜种子在国家标准规定的发芽天数内萌发率低,但并不表示鲜种子不具有萌发能力,将发芽时间延长至 14 d,萌发率大幅度提高,尤其是成熟后期的鲜种子 14 d 后几乎完全萌发,这一结果说明未熟玉米鲜种子可以萌发,只是萌发所需时间比较长,种子在发芽环境中也可以缓慢完成内部代谢的转变,将代谢由发育状态转向萌发状态。可见,干燥并不是鲜种子由发育转向萌发的必需条件,而只是加快了这一转变的进程。

玉米鲜种子休眠是一个复杂的现象,必须从休眠以及代谢两个方面考虑。胚在发育初期便已发育完全,获得萌发能力,所以种胚的发育不是休眠的限制因素;去除种皮可以促进萌发,萌发率显著提高,但发芽率仍很低,改善种皮透性促进呼吸以及抑制物质挥发可以提前使种子萌发,但不能达到同期干燥种子的萌发速率,因此鲜种子休眠不仅受呼吸以及抑制物质的影响,种子内部代谢也是重要的影响因素,对于萌发后转向幼苗生长尤其重要。

本试验只是对玉米鲜种子萌发力进行观察,并通过干燥、剥取离体胚以及去除种皮等手段促进种子萌发,从而推测鲜种子萌发力低的原因,对于干燥过程中以及发芽过程种子内部代谢的转变并未涉及,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Rasyad A, Vansanford D A, Tekrony D M. Changes in seed viability and vigour during wheat seed maturation[J]. Seed Science and technology, 1990, (18): 259–267.
- [2] 赵笃乐, 王志敏, 吴中波. 种子水分对冬小麦种子萌发与休眠调控的研究[J]. 种子, 1999(3): 18–20.
- [3] Bailly C, Leymarie J, Lehner A, et al. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying[J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55(396): 475–483.
- [4] Miles D F, TeKrony D M, Egli D B. Changes in viability, germination, and respiration of fresh harvested soybean seed during development[J]. Crop Science, 1998(28): 700–704.
- [5] Obendorf R L, Ashworth E N, Rytko G T. Influence of seed maturation on germination in soybean[J]. Crop Science, 1980, 20(4): 483–486.
- [6] Ibrahim A E, Tekrony D M, Egli D B, Vansanford D A. Water content and germination of immature wheat kernels[J]. Seed Science and Technology, 1992(20): 39–46.
- [7] Kermode A R, Bewley J D. The role of maturation drying in the transition from seed development to germination[J]. Journal of Experimental Botany, 1985(36): 1906–1915.
- [8] Adams C A, Fjerstad M C, Rinne R W. Characteristics of soybean seed maturation: Necessity for slow dehydration[J]. Crop Science, 1983(23): 265–267.
- [9] 宋松泉, 傅家瑞. 成熟脱水对种子发育和萌发的作用[J]. 植物学通报, 1998, 15(2): 23–32.
- [10] 赵笃乐. 冬小麦子粒发育过程中休眠性的变化[J]. 种子, 1999(3): 18–20.
- [11] White C N, Rivin C J. Gibberellins and seed development in maize. II. Gibberellin synthesis inhibition enhances abscisic acid signaling in cultured embryos[J]. Plant Physiology, 2000(122): 1089–1098.
- [12] 伍贤进, 宋松泉, 张素平, 傅家瑞. 玉米种子萌发能力和耐脱水能力的形成[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(2): 177–182.
- [13] Rosenberg L A, Rinne R W. Moisture loss as a prerequisite for seedling growth in soybean seeds[J]. Journal of Experimental Botany, 1986, 37(184): 1663–1674.

(责任编辑: 李万良)