

温度条件对不同类型玉米种子吸胀和萌动特性的影响

吴海燕, 崔彦宏, 王 强

(唐山广野食品集团有限公司, 河北 遵化 064200)

摘要: 本研究测定了不同温度条件对 4 种不同类型 32 个玉米品种种子吸水吸胀和萌动特性的影响。结果表明: 玉米种子在不同温度下吸水吸胀及萌动过程中种子含水量随时间的变化动态符合对数函数 $Y = a \ln(x) + b$ 变化曲线, 但不同温度下种子吸胀和萌动过程所需时间、种子含水量变化以及最大萌动率差异显著。相同温度下种子吸收液态水过程与种子百粒体积、原始含水量、皮层比例、胚比例、胚乳比例和胚比都具有一定的关系。

关键词: 温度; 玉米种子; 吸胀; 萌动

中图分类号: S13.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)增刊-0144-05

Effects of Temperature on Imbibitions and Protrusion Characteristic of Different Types Maize Seeds(*Zea mays* L.)

WU Haiyan, CUI Yanhong, WANG Qiang

(Tangshan Guangye Foods Group Corporation Ltd, Zunhua 064200, China)

Abstract The characteristics of imbibitions and protrusion of four different types maize seeds(32 hybrids in all) under different temperatures were determined. Results showed that dynamics of water contents in seeds fit to logarithm model $Y = a \ln(x) + b$ during the processes of imbibitions and protrusion under different temperatures. Significant differences were also observed among time, the changes of seed's water contents and the max protrusion rates. There is a relationship among the course of seeds' absorbing water and seeds' 100-kernel weight, 100-kernel volume, original water content, cortex dry weight proportion, embryonic dry weight proportion and the proportion of embryo proportion to endosperm proportion.

Key words: Temperature; Maize seed; Imbibitions; Protrusion

种子的萌发速度主要取决于吸水速度和温度, 而温度又影响种子的吸水速度, 在一定范围内, 种子获得最低发芽含水量的时间越短, 发芽越快^[1]。本研究以我国北方地区广泛种植的四种不同类型的 32 个玉米杂交种种子为材料, 通过室内恒温试验, 研究马齿型、半马齿型、半马齿偏硬粒型(以下简称半硬粒型)和硬粒型四种不同类型玉米杂交种种子在 15、30、40℃条件下种子吸胀和萌动情况, 找出适宜的萌发温度; 并通过方差分析和相关性分析, 比较不同类型品种间的物理特性、含水量和形态结构特点和差异, 明确玉米杂交种不同类型品种吸胀和萌动特性与种子物理特性、含水量和形态结构的相关性, 提高玉米种子的研究深度, 为生产实践提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料来源

选取四种不同类型华北地区广泛种植的玉米杂交品种各 8 个, 共 32 个供试品种。马齿型: 农单 5、登海 11、掖单 20、浚单 18、登海 9、冀丰 58、唐玉 10、平单 1; 半马齿型: 邯丰 08、鲁原单 14、邢抗 2、京垦 109、郑单 958、永玉 1、鲁单 981、鲁单 50; 半硬粒型: 登海 3、金海 5、西玉 3、宣巡 8、高农 901、衡单 11、京科 23、京科 108; 硬粒型: 唐抗 5、京单 951、宽城 10、中原单 32、金粳 3、沈单 10、沈单 16、青 98-1。

1.2 试验设计

1.2.1 种子百粒重测定 32 个参试玉米杂交种完整种子分别随机抽取 100 粒, 称重^[2,3], 重复 4 次, 算出每个玉米品种的平均百粒重量, 以种粒的重量来

代替种子的大小。

1.2.2 种子体积和比重的测定 用有精细刻度的50 mL量筒,内装 30 mL水,随机数取各玉米品种完整种子 50粒,称重,小心放入量筒中,观察水平面升高的刻度,即为该种子试样的体积,记录,求出比重^[4]:

种子比重 (g/mL)=种子重量 (g)/种子体积 (mL)

1.2.3 种子含水量的测定 采用高温快速法测定^[2]:从各供试品种中称取种子 20 g置于 3~10 cm浅盘内,放在 105℃烘箱中预烘 30 min后,取出室温下冷却,称重 (W₁)。然后从中称取试样 5 g重复 2次放在 130℃烘箱内烘干 40 min取出冷却,称重 (W₂)。计算种子含水量:

种子含水量 (%) = 100 - W₁ × W₂

1.2.4 种子各部分干质量比例测定 取各玉米品种完整种子 50粒,称重,用水浸泡 4 h后,分别将每粒种子的皮层、尖冠、胚和胚乳剥离,将各部分分别放于烘箱中 75℃烘干至恒质量,用分析天平称取各部分干质量,并计算出各部分干质量所占整粒种子干质量的百分比和胚比 (胚干质量与胚乳干质量的

比值)。

1.2.5 不同温度下种子的吸水吸胀能力测定^[5,6] 随机称取各玉米品种种子 20粒,浸泡在适量水中,放入恒温箱内进行吸胀,每隔 8 h称重 1次。称重方法:用滤纸吸干种子表面水分,称重。种子开始萌动后记录种子萌动数,直至种子萌动数不再改变为止。每个品种 3个重复,设 15 30 40℃ 3个不同温度处理。

2 结果与分析

2.1 不同类型玉米种子的物理特性、含水量和形态结构

由表 1可以看出不同供试玉米杂交种种子粒重大小不等,种子体积与粒重显著正相关,但个别品种粒重大的种子体积并不一定大。比重与种子粒重、体积之间为正、反比例关系,即种子粒重越大、体积越小,比重越大。其中马齿型品种粒重最大、体积最大、比重则最小,硬粒型品种粒重最小、体积最小,比重最大,半马齿型和半硬粒型品种相差不大,品种间互有穿插。

表 1 不同类型玉米种子的物理特性、含水量和形态结构特征
Tab 1 Physical property, water content and structure characteristic of different types maize seeds

类型 Type	百粒重 /g 100-kernel weight	百粒体积 /mL 100-kernel volume	比重 (g/mL) Specific gravity	种子含水量 /% Water content	尖冠比例 /% Crest proportion	皮层比例 /% Cortex proportion	胚比例 /% Embryo proportion	胚乳比例 /% Endosperm proportion	胚比 /% Proportion of embryo to endosperm
马齿型	30.495	26.175	1.173	8.568	1.50	4.74	10.39	83.36	12.48
半马齿型	30.346	25.125	1.184	8.369	1.51	5.38	9.73	83.38	11.68
半硬粒型	30.325	25.175	1.234	8.507	1.53	5.72	10.41	82.34	12.65
硬粒型	27.254	23.175	1.258	8.363	1.48	5.15	9.30	84.07	11.08
平均值	29.605	24.9	1.21	8.45	1.51	5.25	9.96	83.29	11.97
Se	0.34	0.29	0.04	0.14	0.11	0.16	0.17	0.21	0.20
CV/%	1.15	1.16	3.66	1.63	7.41	3.12	1.68	0.25	1.63

注:平均值、Se (CV%)为 32个品种的平均值、标准偏差和变异系数。下同。

其玉米种子贮藏的安全水分应为 12%~14%以下,种子水分不同,其生命活动的强度和特点也有明显差异。本试验的供试玉米种子经过高温晾晒,由表 1可以看出,供试种子的含水量相对较小,平均值为 8.45%。不同类型玉米品种种子含水量由大到小依次为:马齿型>半硬粒型>半马齿型>硬粒型。

玉米籽粒的形态在品种之间存在很大差异,本试验所用种子均为精选且极具本品种特征的穗中部饱满籽粒,籽粒颜色均为黄色系统。由表 1可以看出,半硬粒型品种尖冠、皮层干质量比例最大,胚干质量比例最大,胚乳干质量比例最小;硬粒型品种尖冠、胚干质量比例最小,胚乳所占种子干质量比例最大。马齿型品种皮层干质量比例最小,其他各部分比例马齿型和半马齿型品种居中。

胚比是胚干质量和胚乳干质量的比值,反映了种子胚的大小,也说明了种子营养物质在胚和胚乳中的分配情况,大胚利于种子发芽。由表 1可以看出,不同类型玉米品种种子的胚比的变化幅度不大,不同类型间比较,半硬粒型品种胚比相对最大,平均达到 12.65%;其次为马齿型、半马齿型品种;硬粒型品种胚比相对最小,平均仅为 11.05%。同一类型不同品种间的胚比差异较大,其中硬粒型品种的胚比差异最大,最大值 13.83% (宽城 10)与最小值 9.30% (沈单 16)相差 4.5%多。

2.2 不同温度下种子的吸水吸胀及萌动特点

由图 1可以看出,玉米种子在不同温度下吸水吸胀及萌动变化过程趋势一致,吸水动态符合对数函数 $y=a \ln(x)+b$ 变化曲线,但不同温度下种子

含水量变化大小不同。经回归分析,不同温度下种子含水量随时间变化的吸水动态拟合方程分别为:

15℃: $Y=5\,900\,5\ln(x)+10\,683\,7$
 $R^2=0\,989\,0^*$ (1)

30℃: $Y=5\,923\,3\ln(x)+14\,619\,9$
 $R^2=0\,998\,9^*$ (2)

40℃: $Y=5\,233\,0\ln(x)+18\,575\,2$
 $R^2=0\,970\,2^*$ (3)

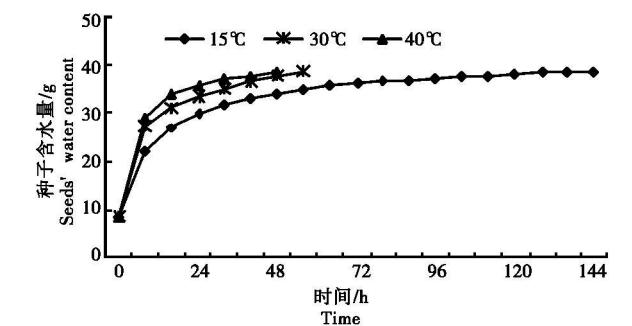


图 1 不同温度下玉米种子吸水吸胀及萌动过程种子含水量变化(品种平均)
Fig 1 The change average of maize seeds' water content in the course of imbibition and protrusion through absorbing water in different temperature conditions

由不同温度的动态拟合方程可以看出,在相同时间内,随着温度的增加种子吸水量增大,吸水量与温度显著正相关。在一定温度条件下,玉米种子在吸胀初期,吸水量急剧增加,但随着时间的延长,绝对吸水量逐渐减小,达到一定时间后,吸水达到饱和状态,种子含水量基本不变或变化很小,但种子内部的代谢开始加强转入萌动阶段。不同温度下种子吸胀及萌动过程种子含水量不同,吸水速度也不同,随着温度的升高种子吸水速度加快,吸水量也随之增大,但达到最大萌动率时种子含水量基本相同,平均为 38.41%。种子从开始萌动到发芽前并未迅速吸水,仍处于缓慢吸水阶段,直至发芽后由于胚根胚芽的生长才迅速吸水,可能是由于水分过多,抑制了种子的有氧呼吸,从而减少了种子的吸水。

表 2 不同温度下种子萌动过程所需时间、含水量及最大萌动率
Tab 2 The using time the seeds' water content and the maximum protrusion rate in the course of maize seeds' protrusion through absorbing water in different temperature conditions

类型 Type	15℃			30℃			40℃		
	时间/h Time	种子含水量/% Water content	最大萌动率/% The maximum protrusion rate	时间/h Time	种子含水量/% Water content	最大萌动率/% The maximum protrusion rate	时间/h Time	种子含水量/% Water content	最大萌动率/% The maximum protrusion rate
马齿型	66	2.49	33.0	30	4.79	69.3	29	4.38	35.5
半马齿型	58	2.40	52.7	28	4.69	71.7	29	4.58	44.4
半硬粒型	64	1.98	54.4	27	3.97	73.9	27	2.09	29.3
硬粒型	53	1.59	33.5	28	5.25	70.9	26	2.67	28.6
平均值	60.0	2.11	43.42	28.3	4.67	71.43	27.8	3.43	34.43
Se	0.66	0.17	0.83	0.42	0.23	0.63	0.36	0.25	0.75
CV/%	1.11	8.09	1.91	1.50	4.99	0.88	1.28	7.26	2.17

由图 2 可以看出,不同温度下种子从吸胀到萌动所需时间不同,萌动过程所需时间和最大萌动率差异也很大。低温延迟种子萌动,萌动过程所需时间较长,且萌动率也相应降低,15℃条件下种子平均吸水吸胀 64 h 后开始萌动,萌动过程需要 80 h 最高萌动率也较低,平均为 43.50%。30℃条件下种子吸水吸胀平均 16 h 后开始萌动,萌动过程需要 40 h 最高萌动率为 69.31%。40℃高温条件下,种子吸水吸胀平均 16 h 后开始萌动,萌动速度较快,萌动过程所需时间为 32 h 但萌动率显著下降,最高萌动率为 34.43%。由此可见,温度太高或太低都会影响种子吸水,降低种子的萌动率,不利于种子萌发,30℃为种子的适宜萌动温度。

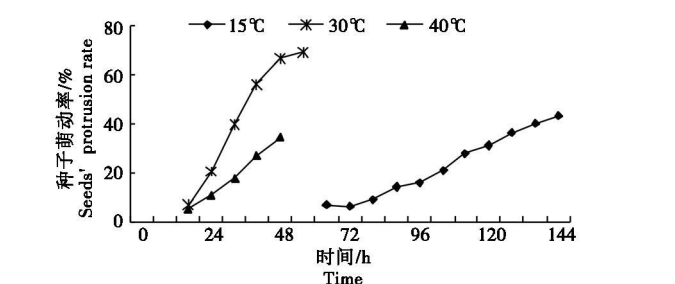


图 2 不同温度下玉米种子的萌动率(品种平均)
Fig 2 The Protrusion rate(average) of maize seeds in different temperature conditions

2.3 不同温度下种子吸胀和萌发过程所需时间、种子含水量变化以及最大萌动率

由表 2 可以看出,不同温度条件下比较,30℃和 40℃时种子萌动过程所需时间明显少于 15 30 和 40℃之间差异不大,说明随着温度的升高种子吸水速度加快,但温度过高并不能加快种子萌动。30℃条件下种子萌动过程吸水量的变化明显大于 15℃和 40℃时的变化,40℃时种子含水量变化又大于 15℃;30℃时种子最大萌动率明显高于 15℃和 40℃;15℃的最大萌动率总体上高于 40℃,说明与 15℃低温相比高温更不利于种子萌发。

通过试验数据还表明,不同类型间比较,马齿型品种萌动过程所需时间总体高于其他类型,主要是马齿型种子相对粒重和体积较大,胚乳所含淀粉较多所致。30℃条件下硬粒型品种萌动过程种子含水量变化明显大于其他类型,但在15℃和40℃时硬粒型和半硬粒型品种种子萌动含水量变化明显小于马齿型和半马齿型品种,说明在温度适宜条件下,粒重较小的种子吸水萌动较快。四种类型的平均最大萌动率在不同温度下高低不等,15℃时半硬粒型、半马齿型>硬粒型、马齿型;30℃时半硬粒型>半马齿型>硬粒型>马齿型,但不同类型间差异不是很大;40℃时半马齿型>马齿型>半硬粒型>硬粒型,不同类型间差异相对较大。

表 3 玉米种子吸胀和萌动过程与种子物理特性、含水量和形态结构的相关分析

Tab 3 Correlation analysis of imbibition and protrusion course with physical property water content and structure characteristic of maize seeds

	吸水吸胀过程 (30℃) Imbibition course		吸水萌动过程 (30℃) Protrusion course		
	时间 / h Time	含水量 / % Water content	时间 / h Time	含水量 / % Water content	萌动率 / %
百粒重 / g 100-kernel weight	0.173	0.184	0.256	-0.122	-0.166
百粒体积 / mL 100-kernel volume	-0.073	0.020	0.385*	-0.163	0.016
比重 / (g/mL) Specific gravity	-0.170	-0.275	0.116	0.027	-0.015
原始含水量 / % Water content	0.085	0.501**	-0.090	-0.057	-0.312
尖冠比例 / % Crest proportion	0.121	0.013	-0.025	-0.273	-0.113
皮层比例 / % Cortex proportion	0.174	0.040	-0.184	-0.361*	0.083
胚比例 / % Embryo proportion	0.095	0.016	-0.209	-0.113	0.428*
胚乳比例 / % Endosperm proportion	-0.197	-0.037	0.248	0.365*	-0.286
胚比 / % Proportion of embryo to endosperm	0.114	0.012	-0.224	-0.166	0.423*

注: *表示 0.05 水平显著; **表示 0.01 水平显著。
Note: *, Means the significant at 0.05 levels; **, Means the significant at 0.01 levels

3 讨论

由于品种的遗传特性和生长环境条件的影响,不同类型玉米种子的粒重、体积、比重等物理特性、种子含水量以及种子各部分干质量所占比例之间存在不同程度的差异,深入了解种子的物理特性,种子含水量及各部分比例对种子的加工、贮藏、生产具有一定的指导意义。

在一定温度条件下,玉米种子在吸胀初期,吸水量急剧增加,但随着时间的延长,吸水量逐渐减小,达到一定时间后,吸水达到饱和状态,种子含水量基本不变或变化很小,但种子内部的代谢开始加强转入萌动阶段。对本试验结果进行回归分析表明,玉米种子在不同温度下吸水吸胀及萌动变化过程符合 $y = a \ln(x) + b$ 对数函数变化曲线,但不同温度种子含水量变化大小不同,其种子含水量随时间变化的吸水动态拟合方程的 a 、 b 值也不同。

不同温度种子吸水和萌动过程所需时间不同,

2.4 30℃条件下玉米种子吸胀和萌动过程与种子物理特性、含水量和形态结构的相关性

不同类型玉米品种种子吸胀和萌动特性与种子的物理特性、种子的原始含水量和种子各部分所占比例具有一定的相关性。通过相关分析,由表3可以看出,吸水吸胀过程种子含水量变化与种子的原始含水量呈极显著正相关,吸水萌动过程所需时间与种子体积显著相关,即体积大的种子吸水较慢,萌动所需时间较长。吸水萌动过程种子含水量变化与皮层比例负相关,与胚乳比例正相关,即皮层愈厚、胚乳愈小的种子吸水愈慢,种子含水量变化愈小;反之则愈大。吸水过程的最大萌动率与种子胚比例和胚比正相关,即胚所占比例越大种子的萌动率越高。

但达到最大萌动率时种子含水量则基本相同,平均为38.41%。种子开始萌动到最大萌动率阶段并未迅速吸水,仍处于缓慢吸水阶段,直至发芽后由于胚根胚芽的生长才迅速吸水,这一结论与前人研究结果不同(S型曲线),可能是由于水分过多,抑制了种子的有氧呼吸,从而减少了种子的吸水量。

有研究表明,在种子萌发出苗各个阶段中,种子对水分的需求并非完全一致,存在水分需求的不同临界值^[7],多种作物种子萌发都存在水势阈值,低于这个阈值便不能萌发^[8-9],且幼芽生长阶段对水分最敏感^[10]。通过不同温度和不同类型间吸胀和萌动变化的比较,本研究结果认为:30℃时种子萌动所需时间较短,种子能够迅速吸水满足萌动所需水分,且萌动率也明显高于15℃和40℃,是种子萌动的最适宜温度,这一结果与前人研究结果相同。高温条件下种子的萌动率比低温条件下更低,说明高温比低温更不利于种子萌动,因此,玉米播种时应尽量早播,避免温度过高。

不同类型玉米品种种子吸胀和萌动特性与种子的物理特性、种子的原始含水量和种子各部分所占比例具有一定的相关性。吸水吸胀过程种子含水量变化与种子的原始含水量呈极显著正相关;吸水萌动过程所需时间与种子体积显著相关,种子含水量变化与皮层比例负相关,与胚乳比例正相关,最大萌动率与种子胚比例和胚比正相关。根据不同类型玉米种子的物理特性、种子含水量和形态结构不同,萌动所需水分也各不相同,播种时半硬粒型品种可适当少浇水,马齿型品种应适当多浇水,以保证种子种子顺利萌动发芽。

参考文献:

[1] 谢 皓. 玉米种子发芽与温度相关性的研究[J]. 种子, 1998(2): 14—16

[2] 张之玺. 种子检验学[M]. 河北农业大学, 1993

[3] 菲尔索娃. 种子检验 和研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1958

[4] 毕辛华, 戴心维. 种子学[M]. 北京: 农业出版社, 1993

[5] 郑丕尧. 作物生理学导论[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1990

[6] CrockerW, Barton L V. Physisiology of Seeds[M]. Chronica Botanica Co U S A. 1957.

[7] 苏 佩, 山 仑. 玉米种子萌发成苗不同阶段需水阈值的研究[J]. 西北植物学报, 1996 16(1): 34—37.

[8] Hadas A. Water uptake and gem ination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions[J]. JEXP Bot 1976(27): 480—489

[9] Owen P C. The relation of gem ination of wheat to water Potential[J]. JEXP Bot 1952(3): 188—203

[10] 山 仑, 郭礼坤. 逆境成苗生态生理研究: I 春播谷类作物成苗期间的抗旱性及需水条件[J]. 作物学报, 1984(4): 257.