温度、种衣剂浓度对6个谷子品种发芽率的影响及线性分析

李成璞　栾素荣　王冰嵩　刘　源　季志强　王奂仑　李嘉琪
（河北省承德市农林科学院，承德 067000）

摘要：为更好地指导谷子农业生产，防止白发病的发生，选择承德地区主栽的6个谷子品种为试验材料，温度设5个梯度15℃、20℃、25℃、30℃和35℃，种衣剂浓度设5个梯度0、1‰、3‰、5‰和7‰，均为3次重复，恒温培养箱连续培养7d，测量每个品种的根长、芽长及发芽率并对数据进行分析。结果表明，不同品种间最适发芽温度存在差异，最利于根、芽生长的温度为25℃，线性方程：发芽率（%）=71.721+2.147×芽长+1.869×品种，发芽后各影响因子对发芽率的响应芽长大于品种。种衣剂浓度为3‰时，发芽率不影响农业生产。

关键词：谷子；温度；种衣剂浓度；发芽率

谷子（*Setaria italica*（L.）Beauv.）属禾本科狗尾草属，古称稷、粟，亦称粱，是重要的杂粮作物之一[1]，具有抗旱耐瘠薄、节水、节肥、适应性广等特点[2]，在国内农业产业发展和结构调整中占有重要地位。

种子发芽是生长发育的起点，发芽率的好坏直接影响到谷子的产量[3]，所以探究不同品种与发芽温度之间的关系尤为重要。近年来，谷子白发病较为严重，因其为系统性侵染病害，从发芽到成熟陆续表现出多种不同症状，严重影响谷子产量，生产上常采用种子包衣的方法预防白发病的发生[4-6]。因此，在选择适宜发芽温度的同时进行种衣剂浓度与品种、发芽率之间关系的研究很有意义。

1　材料与方法

1.1　试验材料　以承德地区主栽的6个品种汾选3号、豫谷18、大金苗、金镶玉、承谷13号和冀谷41号为试验材料。

1.2　试验方法　温度处理　设置15℃、20℃、25℃、30℃、35℃共5个温度梯度，恒温培养箱中培养7d，自然光照。培养皿内径9cm，内铺两层滤纸，每皿放置净种100粒，每种处理设3次重复。

种衣剂浓度处理　将供试的6个谷子品种分别用0、1‰、3‰、5‰和7‰的金阿普隆种衣剂包衣，干燥后备用；培养皿内径9cm，内铺两层滤纸，每皿放置净种100粒，每种处理设3次重复。25℃恒温培养箱中培养7d，自然光照。

对不同处理随机取样进行根长、芽长测量，统计发芽率。

1.3　数据处理及统计分析　发芽率的计算参照秦爱丽等[7]的方法：发芽率（%）=（7d内正常发芽的种子数/供试种子总数）×100%。数据采用Excel 2010和SPSS 26.0进行数据统计、相关性和线性回归分析。

2　结果与分析

2.1　温度对6个谷子品种发芽率、根长及芽长的影响　由表1可知，汾选3号、豫谷18、大金苗和冀谷41号4个品种在25℃时的发芽率最高；金镶玉和承谷13号2个品种在30℃时的发芽率最高。由表2可知，25℃时6个品种的根长和芽长均最长，根长平均值为5.52cm，芽长平均值为5.40cm，说明25℃更适合根和芽的生长。

表1　不同温度下6个谷子品种的发芽率　（%）

温度（℃）	品种					
	汾选3号	豫谷18	大金苗	金镶玉	承谷13号	冀谷41号
15	67.3	88.0	80.3	62.7	86.3	83.7
20	72.3	89.0	84.3	81.3	91.0	87.3
25	90.1	96.3	91.0	86.3	96.7	91.7
30	80.7	94.0	90.7	92.0	98.0	89.7
35	63.0	86.0	89.7	71.3	93.3	88.3

基金项目：国家谷子高粱产业技术体系项目（CARS-06-13.5-B4）；饲草专用谷子品种筛选及试验示范（201802B15）

表 2　不同温度下 6 个谷子品种的根长和芽长　（cm）

温度（℃）	汾选 3 号		豫谷 18		大金苗		金镶玉		承谷 13 号		冀谷 41 号		平均值	
	根长	芽长	根长	芽长	根长	芽长	根长	芽长	根长	芽长	根长	芽长	根长	芽长
15	0.93	0.29	0.87	0.24	1.47	0.40	0.90	0.26	1.34	0.36	1.17	0.38	1.11	0.32
20	3.10	1.98	2.63	1.80	2.66	1.67	3.15	2.30	2.39	2.22	2.37	2.31	2.72	2.05
25	7.64	6.15	4.55	5.08	6.77	5.15	4.95	5.17	4.86	5.70	4.35	5.12	5.52	5.40
30	5.38	4.33	4.45	3.94	4.22	4.95	4.42	4.42	4.65	4.55	4.35	4.93	4.58	4.52
35	5.21	4.91	4.15	4.31	5.04	4.45	3.94	4.12	3.71	3.92	3.41	4.44	4.24	4.36

对发芽率、根长和芽长的数据进行相关性分析（表 3），结果表明：品种与发芽率、芽长呈正相关，与根长呈负相关，但相关性并不显著；温度与发芽率、根长和芽长均呈正相关，且与根长、芽长相关性极显著；发芽率与根长、芽长间呈正相关，且与芽长相关性显著；根长与芽长和温度呈正相关，且相关性极显著。

表 3　6 个品种不同影响因素之间的相关性分析

影响因素	品种	温度	发芽率	根长	芽长
品种	1	0	0.347	−0.202	0.007
温度	0	1	0.219	0.680**	0.789**
发芽率	0.347	0.219	1	0.360	0.439*
根长	−0.202	0.680**	0.360	1	0.927**
芽长	0.007	0.789**	0.439*	0.927**	1

** 代表相关性极显著，* 代表相关性显著，下同

2.2　线性回归分析　用 SPSS 26.0[8] 对与发芽率相关的因子（品种、发芽温度、根长、芽长）进行线性回归分析。得到线性回归方程：发芽率（%）= 71.721+2.147×芽长 +1.869×品种，表明发芽后芽长对发芽率的响应大于品种的响应，r 值为 71.721，温度可能与发芽率之间不是线性关系，有待进一步探究。

2.3　种衣剂浓度对不同品种发芽率的影响及方差分析　从图 1 中可知，种衣剂浓度大于 3‰后，不同品种的发芽率呈明显下降趋势，说明种衣剂浓度对种子发芽率有明显的影响。

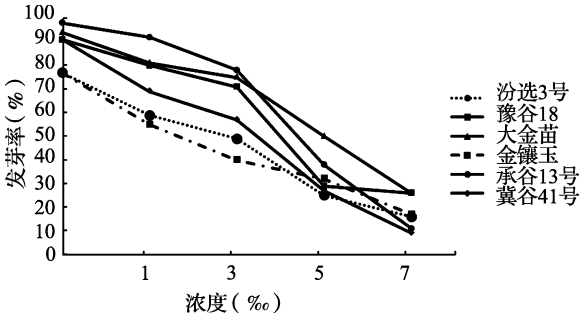

图 1　不同浓度种衣剂下 6 个谷子品种的发芽率

对 6 个品种进行不同浓度的种衣剂包衣后，25℃条件下，对发芽率及影响因素进行相关性分析（表 4），发芽率与种衣剂浓度间呈负相关，且相关性极显著；与品种间呈负相关，但相关性不显著。该结果与未包衣种子发芽率结果相反，可能是种子受到种衣剂包衣的影响，具体原因有待试验进一步考证。

表 4　25℃时 6 个品种不同浓度种衣剂与发芽率相关性分析

影响因素	种衣剂浓度	品种	发芽率
种衣剂浓度	1	0	−0.920**
品种	0	1	−0.031
发芽率	−0.920**	−0.031	1

进一步对不同浓度种衣剂处理的发芽率数据进行分析（表 5），不同浓度种衣剂处理 *P* 值小于 0.01，组间差异性极显著。说明不同的种衣剂浓度对发芽率的影响较明显，而品种对发芽率的影响较弱。

表 5　不同浓度种衣剂下 6 个谷子品种发芽率的方差分析

误差来源	平方和	自由度	均方	*F*	*P*
组间	12332.542	4	3083.136	20.835	0
组内	2367.708	16	147.982		
总计	14700.251	20			

通过邦佛伦尼法对不同种衣剂浓度间进行多重比较（表 6），因变量为发芽率，自变量为种衣剂浓度。将 I 列与 J 列进行比较，I–J 的值为对发芽率影响效果，负数表示发芽，正数表示抑制，且数值越大抑制效果越显著。当种衣剂浓度为 3‰时，0、1‰与 5‰、7‰对发芽率的影响恰好相反，种衣剂浓度小于 3‰时，I–J 的值均为负数；大于 3‰时，I–J 的值均为正数，说明种衣剂浓度 3‰是种子发芽的临界浓度，可以很好解释图 1 中种衣剂浓度大于 3‰后发芽率迅速下降的原因。

表 6　邦佛伦尼法的多重比较结果

因变量	25℃种衣剂浓度(‰)		平均值差值(I–J)	95% 置信区间	
	I	J		下限	上限
发芽率(%)	0	1	15.17	–5.44	35.77
		3	33.11*	12.51	53.72
		5	55.78*	35.17	76.39
		7	70.11*	49.51	90.72
	1	0	–15.17	–35.77	5.44
		3	17.94	–2.66	38.55
		5	40.61*	20.01	61.22
		7	54.95*	34.34	75.55
	3	0	–33.11*	–53.72	–12.51
		1	–17.94	–38.55	2.66
		5	22.67*	2.06	43.27
		7	37.00*	16.40	57.61
	5	0	–55.78*	–76.39	–35.17
		1	–40.61*	–61.22	–20.01
		3	–22.67*	–43.27	–2.06
		7	14.34	–6.27	34.94
	7	0	–70.12*	–90.72	–49.51
		1	–54.95*	–75.55	–34.34
		3	–37.00*	–57.61	–16.40
		5	–14.34	–34.94	6.27

3　结论与讨论

该试验汾选 3 号、豫谷 18、大金苗、冀谷 41 号 4 个品种在 25℃时的发芽率最高；金镶玉、承谷 13 号 2 个品种在 30℃时的发芽率最高；25℃时 6 个主栽品种的根长及芽长最大，说明 25℃时更适宜根与芽的生长。该结果与刘源等[9]的研究结果一致。不同品种间最适发芽温度因响应程度不同确实存在差异，李红英等[10]、王亚娟等[11]、张瑞栋等[12]的研究也得到相似的结论。

为防止病害发生，对种子进行包衣是最好的预防方式。种衣剂浓度在 3‰时，可保证发芽率在 50% 以上，保证正常农业生产。郑向阳[13]、朱利华等[14]、张家齐等[15]在使用不同种衣剂防病之前也做了相关试验，结果表明不同种衣剂、不同品种间存在不同的药效反应。种衣剂不同用量对不同种子萌发及生理特性也有一定的影响[16–19]，在使用种衣剂前要做好剂量试验。

参考文献

[1] 李顺国，刘斐，刘猛，刁现民. 新时期中国谷子产业发展技术需求与展望. 农学学报，2018，8（6）：96–100

[2] 吴海岩，刘焕新，杨志杰，李霄鹤，焦海，王长军，张国军. 谷子生产机械化现状及发展趋势分析. 农业技术与装备，2012（12）：14–17

[3] 陈茜午，杨文耀，刘锦川，高瑞晓. 不同温度下谷子、糜子种子耐湿性对发芽率的影响. 安徽农学通报，2018（9）：27–28

[4] 张大众，刘佳佳，屈洋，梁鸡保，张霞，韩雅利，冯佰利. 新型拌种剂对谷子生长及白发病发生的影响. 草业学报，2017，26（9）：141–147

[5] 李萍花. 不同浓度下 25% 甲霜霉威拌种对谷子白发病的田间防效. 陕西农业科学，2016，62（7）：24–25

[6] 刘灵芝. 谷子白发病的防治. 现代农业科技，2016（4）：123–124

[7] 秦爱丽，郭泉水，马凡强，简尊吉，郑祥坤. 温度、光照和水分对珍稀濒危树种崖柏种子萌发的影响. 种子，2020，39（2）：15–20

[8] 宋小园，朱仲元，刘艳伟，赵宏瑾. 通径分析在 SPSS 逐步线性回归中的实现. 干旱区研究，2016，33（1）：108–113

[9] 刘源，栾素荣，王冰嵩，李成璞. 不同温度对承德主栽谷子品种发芽率的影响. 农业科技通讯，2020（6）：111–112，322

[10] 李红英，田苗，马建军，向导，季芬，郭璇，李四清. 温度对棉花种子萌发及出苗的影响. 新疆农垦科技，2018（8）：11–13

[11] 王亚娟，贾维嘉，罗钰颖，王澍. 不同温度对芡欧鼠尾草种子发芽的影响. 黑龙江农业科学，2018（9）：105–107

[12] 张瑞栋，肖梦颖，徐晓雪，姜冰，邢艺凡，陈小飞，李邦，艾雪莹，周宇飞，黄瑞冬. 高粱种子对萌发温度的响应分析与耐低温萌发能力鉴定. 作物学报，2020，46（6）：889–901

[13] 郑向阳. 种衣剂 D2 对谷子生长的影响及对粒黑穗病的防治效果. 中国农村小康科技，2006（8）：20–21，31

[14] 朱利华，高志军，郭威虎，张更. 谷子种衣剂防治病虫害试验小结. 农业与技术，2014，34（8）：89，134

[15] 张家齐，闫海燕，张海建，石洁. 谷子种衣剂包衣方案的探讨. 山西农业科学，2018，46（1）：108–111

[16] 程晶. 不同种衣剂防治玉米丝黑穗病的药效试验. 青海农技推广，2019（2）：82–90

[17] 王奥霖，谭兆岩，王对平，陈华保，雍太文，龚国淑，杨文钰，常小丽. 20% 烯·戊·恶种衣剂研制及对大豆镰孢根腐病的防效. 植物保护，2019，45（3）：230–236

[18] 杨立帆，熊昭娣，许泽华，钱双，龚明强. 不同种衣剂对水稻种子发芽率及其产量构成因素的影响试验初报. 上海农业科技，2019（3）：129–130

[19] 李大忠，张前荣，刘建汀，温庆放. 种衣剂对苦瓜种子发芽及苗期的影响. 中国种业，2017（12）：47–48

（收稿日期：2020-09-01）