

两种新疆野生郁金香种子萌发特性的研究

焦芳^{1,2}, 刘倩^{1,2}, 孙国峰¹, 林秦文¹, 李晓东¹, 张金政¹

(1. 中国科学院植物研究所, 北方资源植物重点实验室北京植物园, 北京 100093; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:为探究打破野生郁金香种子休眠方法及其发芽的适宜温度条件,以 2011、2013 年采集的伊犁郁金香(*Tulipa iliensis*)以及 2013 年采集的新疆郁金香(*T. sinkiangensis*)种子为试验材料,研究了不同培养温度、不同浓度 GA₃ 处理以及不同层积时间处理对破除郁金香种子休眠和萌发的影响。结果表明:2 种野生郁金香种子存在不同程度的休眠现象,新疆郁金香种子休眠较浅,伊犁郁金香种子休眠程度较深,它们所需的发芽条件也不一致;不同年份采集的伊犁郁金香种子发芽情况差异显著,2011 年的优于 2013 年的。新疆郁金香和伊犁郁金香种子发芽的适宜温度为 10℃;GA₃ 和层积对 2 种野生郁金香种子的最终发芽率(Final Germination Percentage, FGP)和平均发芽时间(Mean Germination Time, MGT)均有显著影响,500、300、0 mg/L 分别是处理 2011、2013 年采集的伊犁郁金香种子和 2013 年采集的新疆郁金香种子较适宜的浓度;低温层积 21 d 可较好解除 2011、2013 年采集的伊犁郁金香种子休眠,而新疆郁金香不需层积处理即可使发芽率达到 95%。GA₃ 处理和层积处理没有明显累加效应,GA₃ 处理可替代低温层积作用。

关键词:野生郁金香;萌发;温度;GA₃;层积

中图分类号:S 682.2⁺63 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0055-06

郁金香属(*Tulipa* L.)植物属百合科(Liliaceae)多年生鳞茎花卉,该属植物花色艳丽、高贵典雅,是世界著名的四大切花植物之一,也是著名的地栽和盆栽观赏植物,被誉为“花卉王国中的皇后”^[1-2]。自 20 世纪 80 年代以来,我国从国外引进大量郁金香种球进行栽培展示。由于受气候条件、品种适应性和栽培技术等方面因素的限制,以及真菌性病害和病毒病的影响,导致全国各地栽培的郁金香普遍出现种球退化严重、更新鳞茎品质差以及观赏效果不佳等问题,致使需要连年消耗大量外汇进口国外种球。我国新疆地区有着丰富的野生郁金香资源(我国共有 15 种,其中新疆地区有 12 种^[3]),这些野生资源具有良好的观赏特性和对环境的适应性,经过引种驯化可作为培育优良郁金香品种的重要种质资源。在资源的引种驯化过程中,大量采挖野生种球会对野生郁金香的生境造成严重的破坏,因此利用种子繁殖野生郁金香种球是实现野生郁金香资源驯化的重要途径。

郁金香种子普遍存在休眠,如何打破野生郁金香

种子休眠并促进其在非原产地发芽就成为郁金香繁殖的重要科学问题。陈芳等^[3]和 Tang 等^[4]报道,低温是伊犁郁金香(*T. iliensis*)种子萌发的首要条件;低温和赤霉素的叠加作用对解除伊犁郁金香和塔城郁金香(*T. tarbagataica*)种子休眠均有显著效果^[2-3];刺破种子、改善芽床条件也有助于解除伊犁郁金香种子休眠^[1];Rouhi 等^[5]报道,低温层积处理 49 d 可有效打破土耳其郁金香(*T. kaufmanniana*)种子休眠,但 GA₃ 处理的效果不如低温层积;对于杂种郁金香,低温能帮助打破其种子休眠^[6],通过 GA₃ 处理可显著提高杂种郁金香种子的发芽率和发芽势,PEG 处理也有一定作用但效果不如 GA₃^[7]。

由于我国新疆分布的野生郁金香种类多,自然生长的环境千差万别,其种子的休眠程度也可能存在差异。该试验选择生长环境不同的新疆郁金香(*T. sinkiangensis*)和伊犁郁金香为试验材料,在借鉴前人研究的基础上,探讨 2 种野生郁金香种子的休眠萌发特性,以期为更好地发掘、利用和保存这些野生郁金香种质资源提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为伊犁郁金香(分别为 2011、2013 年夏季采收的野生种子)和新疆郁金香(2013 年夏季采集的野

第一作者简介:焦芳(1991-),女,湖南岳阳人,硕士研究生,研究方向为资源植物引种与驯化。E-mail:jiaofang13ucas@163.com

责任作者:张金政(1964-),男,北京人,副研究员,研究方向为资源植物引种驯化。E-mail:caohua@ibcas.ac.cn

基金项目:北京市科技资助项目(D131100000313002)。

收稿日期:2014-09-09

生种子)。试验所用种子在室温下保存 1 个月,自然风干后,用牛皮纸袋装好后置于-18℃冰箱内保存备用。

种子的形态特征、千粒重、采集时间和采集地的生境条件见表 1。

表 1

试验材料及来源

Table 1

Materials and their sources

种名 Species	采集时间 Collecting date /年-月	种子形态 Seed morphology	千粒重 Thousand seed weight/g	采集地生境条件 Habitat conditions
伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i>	2011 年 6 月	扁平,近三角形,长 0.5 cm,宽 0.1~0.4 cm; 种皮褐色,无光泽	3.7144	雅玛里克山,阴坡,海拔 986 m;山沟林地边缘;土壤深厚,湿润,肥沃,多腐殖质;伴生植物:球根老鹳草、糙草、欧夏至草、准噶尔鸢尾蒜、角果毛茛、全缘独行菜等
伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i>	2013 年 5 月	同上	4.1288	同上
新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i>	2013 年 5 月	扇形,深褐色,小而薄;先端偏斜,中间有条纹;边缘皱缩	4.7174	雅玛里克山,向阳开阔山坡,海拔 1 017 m;多砾石,土壤偏沙质,为碱性栗钙土和棕钙土光照与排水极好;伴生植物:准噶尔鸢尾蒜、抱茎独行菜、假狼紫草、引果芥、淫芋、鸭葱等

1.2 试验方法

1.2.1 种子吸水特性研究 参照吴正军等^[8]测定老鸦瓣种子吸水曲线的方法,测定试验用的 2 种野生郁金香种子的吸水曲线。用电子天平分别称取伊犁郁金香和新疆郁金香的种子 0.5000 g 于培养皿中,加入 3 倍于种子体积的蒸馏水,置于 25℃ 恒温培养箱中,每隔 2 h 取出种子,用吸水纸吸干种子表面水分,称重,然后继续放回培养皿中吸水,如此反复,直到前后 2 次测定值相差不超过 0.0125 g 为止,则认为达到了恒重。

1.2.2 种子发芽适宜温度研究 选取颗粒饱满,颜色正常的 2 种野生郁金香种子进行试验。设置温度梯度为 5、10、15、20℃,每个温度梯度 3 次重复,每重复 20 粒种子,分别置于放有双层滤纸的培养皿中^[9],盖好盖后用密封袋装好以防止水分丢失,然后分别放置在不同温度的培养箱中进行黑暗培养(恒温),30 d 后观察种子的发芽情况。

1.2.3 GA_3 处理 配置浓度为 1% 的 $KMnO_4$ 溶液 1 000 mL,分别对种子和细河沙消毒 3 min,然后用蒸馏水洗涤 3 遍,以防种子在培养的过程中出现霉变。配置 0(对照)、300、500、700 mg/L 的 GA_3 水溶液各 1 000 mL,将 2 种野生郁金香的种子分别浸入其中并避光,24 h 后用蒸馏水洗净残余 GA_3 溶液。每种种子的每个 GA_3 浓度梯度为 1 个处理,每个处理 3 次重复,每个重复 80~100 粒种子。

1.2.4 层积处理 消毒好的种子与约 3 倍体积的用 $KMnO_4$ 消毒好的细河沙(细河沙湿度以手握能成团但不滴水,触碰即散为度)混匀,用密封袋封好(防止水分丢失),放在(4±1)℃ 的培养箱中黑暗条件下分别层积 0(对照,室温)、14、21、28 d。

1.2.5 GA_3 和层积处理同时施加 用 GA_3 溶液处理过的种子,再分别进行层积处理,达到设定的时间后进行发芽试验。

1.2.6 发芽试验 GA_3 处理、层积处理或 GA_3 和层积

处理同时施加完成后,将种子放在双层滤纸上进行发芽培养^[9],将每个培养皿中铺上 2 张滤纸,均匀放置已经用设置的试验因素处理好的种子 20 粒,加入适量蒸馏水,盖好后装入密封袋,再置于上述发芽适宜温度研究中确定的适宜温度的恒温培养箱中黑暗培养 42 d(培养的天数根据种子的发芽情况而定),每隔 3 d 观察种子的萌发情况。当幼根长至 2 mm 时,即认为种子已萌发^[9]。种子的发芽情况用最终发芽率(Final Germination Percentage, FGP)和平均发芽时间(Mean Germination Time, MGT)2 个指标来衡量^[10-11]。平均发芽时间(MGT)用以下的公式计算^[11-12]。 $MGT = \frac{\sum f_i n_i}{N}$ 。式中: f_i : 发芽时间(0~42 d); n_i : 在第 f_i 天新发芽的种子数; N : 总发芽数。

1.3 数据分析

试验数据采用 SPSS Statistics 17.0 软件进行方差分析和 Duncan Test,用 Excel 和 SPSS 软件作图。

2 结果与分析

2.1 种子的吸水性研究

由图 1 可以看出,2013 年采集的新疆郁金香和伊犁郁金香种子在吸水的前 8 h 迅速吸水,在第 12 小时达到吸水平衡;2011 年采集的伊犁郁金香的种子也在前 8 h 迅速吸水,8~14 h 还有一个比缓慢的吸水期,直至 14 h

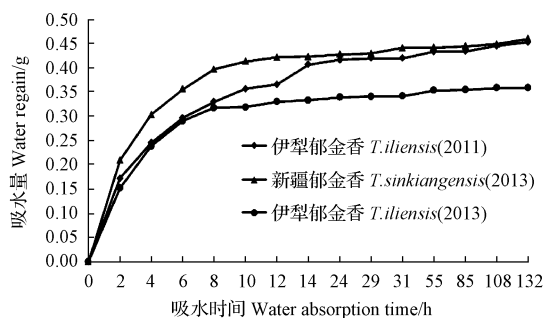


图 1 郁金香种子吸水曲线

Fig. 1 Water absorption curve of tulip seeds

达到吸水平衡,这可能是因为长时间的干藏使得种子本身含水量过低,对水分反应滞后,所以达到吸水平衡需要的时间也长。但从整体来看,试验材料的吸水特征没有显著差异,说明种子透水性良好,不存在吸水问题,吸水曲线均只有吸胀吸水期和吸水停滞期 2 个阶段,说明这些种子都存在一定程度的休眠^[13-14]。

2.2 种子发芽适宜温度研究

表 2 方差分析的结果表明,不同的发芽温度对种子的发芽率有显著影响,且温度对不同野生郁金香种子发芽情况的影响基本一致,随着发芽温度的升高,种子发芽率先升高后下降,在 10℃ 条件下种子发芽率显著高于 5、15、20℃,因此可以确定 10℃ 是新疆郁金香和伊犁郁金香种子发芽的适宜温度。

2.3 GA₃ 对种子发芽情况的影响

由表 3 可知,不同浓度 GA₃ 处理对种子的发芽情况有显著的影响。2011 年采集的伊犁郁金香种子,用 500 mg/L GA₃ 处理的最终发芽率显著高于其它浓度 GA₃ 处理,其发芽率比对照提高了 30 百分点,其平均发芽时间(23.00 d)比对照(30.75 d)缩短了 7.75 d,而用 300、700 mg/L GA₃ 处理的种子最终发芽率相比于对照没有显著提高,300 mg/L GA₃ 处理的平均发芽时间(19.50 d)显著短于其它浓度 GA₃ 处理,比对照(30.75 d)缩短了 11.25 d,所以 500 mg/L 是处理 2011 年采集的伊犁郁金香种子的较适宜的浓度;2013 年采集的伊犁郁金香

种子,用 300 mg/L GA₃ 处理的最终发芽率(35.50%)显著高于其它浓度 GA₃ 处理,而其平均发芽时间(34.50 d)显著短于 500 mg/L GA₃ 处理(38.30 d)和对照(35.20 d)的,700 mg/L GA₃ 处理发芽时间(32.00 d)虽然较短,但其发芽率(24.33%)比 300 mg/L GA₃ 处理(35.50%)的要小 11.17%,所以,300 mg/L 是处理 2013 年采集的伊犁郁金香种子的较适宜的浓度。GA₃ 处理对 2013 年采集的新疆郁金香种子的最终发芽率没有显著影响,但 300、500、700 mg/L GA₃ 处理会使其平均发芽时间较对照延长,因此新疆郁金香种子不需要 GA₃ 处理即可达到 95% 的发芽率。

表 2 不同温度条件下郁金香种子的发芽率

Table 2 Germination rate of tulips seeds under different temperatures

温度 Temperature /℃	发芽率 Germination rate/%		
	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
5	12.33b	10.00b	20.67c
10	40.00a	30.33a	95.00a
15	0c	0c	60.00b
20	0c	0c	0d

注:均值后面的字母不同表示不同温度条件下得到的发芽率做方差分析和 Duncan Test 说明存在显著差异($P<0.05$)。

Note: Different letters behind the mean values show that there were significant differences between values from different levels of temperature.

表 3 GA₃ 处理对种子发芽情况的影响

Table 3 Influence of GA₃ on germination of tulips seeds

水平 Levels /(mg·L ⁻¹)	最终发芽率 FGP/%			平均发芽时间 MGT/d		
	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
0	40.00b	20.00c	95.00a	30.75a	35.20c	17.00c
300	40.00b	35.50a	100.00a	19.50c	34.50b	19.00b
500	70.00a	23.50b	90.00a	23.00b	38.30a	21.70a
700	40.00b	24.33b	90.00a	31.00a	32.00c	17.70c

注:均值后面的字母不同表示不同浓度 GA₃ 处理得到的发芽率和平均发芽时间做方差分析和 Duncan Test 后存在显著差异($P<0.05$)。

Note: Different letters behind the mean values show that there were significant differences ($P<0.05$) under different levels of concentration of GA₃.

2.4 层积处理对种子发芽情况的影响

由表 4 可知,层积处理对野生郁金香种子发芽情况有显著影响。2011 年采集的伊犁郁金香种子,层积 14、21 d 可显著提高其最终发芽率,而层积 21、28 d 可显著

缩短其平均发芽时间,综合考虑 2 个指标,21 d 为其较适宜的层积处理时间;2013 年采集的伊犁郁金香种子,层积 14、21 d 可显著提高其最终发芽率,同时缩短其平均发芽时间,并且层积 21 d 效果更好于 14 d,所以 21 d

表 4 层积处理对种子发芽情况的影响

Table 4 Influence of stratification on germination of tulips seeds

水平 Levels /d	最终发芽率 FGP/%			平均发芽时间 MGT/d		
	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
0	40.00b	20.00c	95.00ab	30.75a	35.20ab	17.00b
14	55.00a	30.00b	100.00a	33.00a	31.95b	20.30b
21	53.33a	33.17a	93.33ab	24.37b	29.90b	20.20b
28	45.00ab	10.00d	76.67b	22.47b	40.00a	25.43a

同样为 2013 年采集的伊犁郁金香种子较适宜的层积时间;2013 年采集的新疆郁金香,层积 0、14、21 d 的最终发芽率之间没有显著差异,但层积 14 d 的最终发芽率要显著高于层积 28 d,而随着层积时间的延长,其平均发芽时间延长,层积 0、14、21 d 的平均发芽时间显著短于层积 28 d,所以新疆郁金香不需层积处理即可达到 95% 的发芽率,而且平均发芽时间也最短。

2.5 GA_3 和层积处理的相互作用

GA_3 和层积处理同时施加后,种子的发芽情况如表 5 所示,方差分析的结果如表 6 所示,从表 6 可以看出, GA_3 浓度和层积时间之间的相互作用只对 2011 年和 2013 年采集的伊犁郁金香种子的最终发芽率以及 2013 年采集的伊犁郁金香种子的平均发芽时间有显著影响。 GA_3 和层积处理的相互作用如图 2 所示,对 2011 年的

伊犁郁金香种子, GA_3 浓度为 300、700 mg/L 时,随着层积时间的延长,其发芽率都呈现先降低后升高的趋势,但变化幅度不一致, GA_3 浓度为 500 mg/L 时,发芽率先略有下降,然后下降加快;对 2013 年的伊犁郁金香种子, GA_3 的浓度为 500 mg/L 或 700 mg/L,其发芽率都随着层积时间的延长而降低, GA_3 浓度为 300 mg/L 时,其发芽率先降低后升高,在层积 4 周时达到最大, GA_3 的浓度为 300 mg/L 或 500 mg/L,其平均发芽时间都随着层积时间的延长而降低, GA_3 浓度为 700 mg/L 时,其平均发芽时间先降低后升高,在层积 28 d 时达到最大。从以上结果可以看出,虽然 GA_3 浓度和层积时间之间存在相互作用,但并不是累加效应,而且对于不同年份采集的种子作用效果也不一样。

表 5 GA_3 和层积处理同时施加对郁金香种子的发芽情况的影响

Table 5 Influence of GA_3 along with stratification on the germination of tulips seeds

处理 Treatment	最终发芽率 FGP/%			平均发芽时间 MGT/d		
	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
GA_3 (300)+ST(14)	40.00±0.00	18.33±2.89	90.00±13.23	32.1±4.87	38.4±4.18	21.9±1.61
GA_3 (300)+ST(21)	60.00±10.41	6.67±7.64	86.67±7.64	19.2±4.43	30.7±0.00	20.4±1.92
GA_3 (300)+ST(28)	51.67±15.28	21.67±7.64	68.33±15.00	21.7±1.10	16.3±1.15	26.4±2.86
GA_3 (500)+ST(14)	51.67±5.77	25.00±5.00	98.33±2.89	30.9±3.67	35.6±3.23	21.1±1.47
GA_3 (500)+ST(21)	50.00±13.23	21.67±12.58	86.67±2.89	18.9±1.70	26.0±7.11	20.0±1.27
GA_3 (500)+ST(28)	41.67±7.64	5.00±5.00	83.33±7.64	20.6±2.89	15.0±0.00	24.4±4.90
GA_3 (700)+ST(14)	8.33±5.77	16.67±2.89	83.33±10.41	29.3±3.71	36.7±6.81	20.8±1.08
GA_3 (700)+ST(21)	53.33±2.89	13.33±7.64	93.33±5.77	13.9±2.07	23.0±7.38	18.7±1.27
GA_3 (700)+ST(28)	48.33±2.89	5.00±5.00	71.67±5.77	20.1±0.49	39.0±4.24	23.6±2.35

注:括号里的数字表示因素处理的水平,“ST”为“Stratification Time”的缩写。

Note: Numbers in brackets are levels of each factor, ‘ST’ is short for ‘Stratification Time’.

表 6 GA_3 和层积处理相互作用方差分析

Table 6 Analysis of evaluation variance of interaction between concentrations of GA_3 and stratification time

方差来源 Source of variance	自由度 Degree of freedom	F_{FGP}			F_{MGT}		
		伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
GA_3 浓度×层积时间 GA_3 concentration× Stratification time	4	3.327 *	4.578 *	1.937 ns	0.320ns	7.300 **	0.214ns

注:ns、* 和 ** 分别表示无显著性差异、在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 的水平上差异显著。

Note: ns, * and ** show non-significant difference and significant difference at the $P<0.05$ and $P<0.01$ levels, respectively.

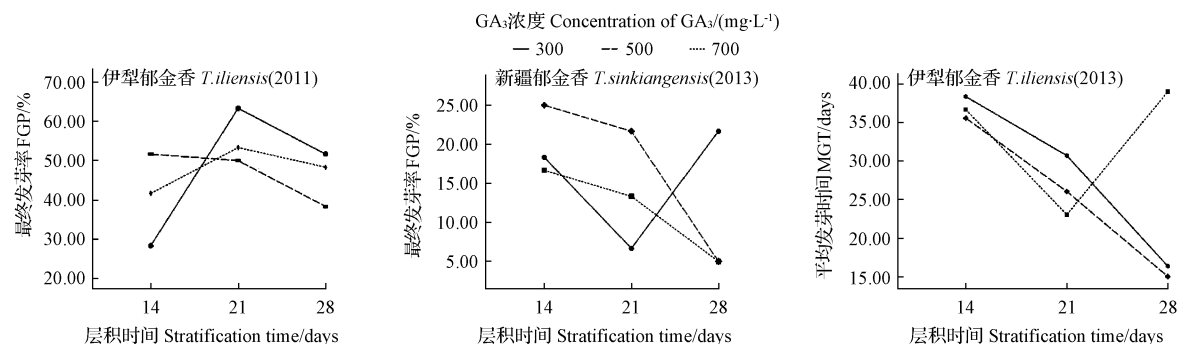


图 2 GA_3 和层积处理的相互作用对种子发芽情况的影响

Fig. 2 Influence of interaction between GA_3 and stratification on germination of tulips seeds

2.6 3种处理方式的比较

比较 GA₃ 和层积 2 个单因素处理及其同时施加 3 种处理方式对郁金香种子发芽情况的影响,由表 7 可知,2011 年采集的伊犁郁金香种子,3 种方法处理差异不显著,但是 GA₃ 处理操作简单,所以结合 2.3 的分析结果,选用 500 mg/L GA₃ 处理为较好的处理方式;2013 年采集的伊犁郁金香种子,用 GA₃ 处理发芽率高于其它处理,根据 2.3 分析结果,选用 300 mg/L GA₃ 处理为较好

表 7

不同处理方式对郁金香种子发芽情况的比较

Table 7

Germination comparison between different treatments

处理 Treatment	最终发芽率 FGP/%			平均发芽时间 MGT/d		
	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2011)	伊犁郁金香 <i>T. iliensis</i> (2013)	新疆郁金香 <i>T. sinkiangensis</i> (2013)
GA ₃	45.55a	26.00a	96.25a	25.88a	34.30a	18.44b
层积 Stratification	49.00a	21.48ab	83.70b	23.03a	33.41a	21.54a
GA ₃ ×层积 GA ₃ ×Stratification	47.41a	14.82b	90.00ab	26.75a	29.06a	22.20a

2.7 不同年份和不同种野生郁金香种子发芽情况的比较

从上述结果可以看出,不同年份(2011、2013 年)采集的伊犁郁金香种子在相同试验条件下,2011 年的发芽率明显高于 2013 年的,方差分析的结果也表明,采集年份对伊犁郁金香种子的发芽率有显著影响($F=107.130, P<0.01$);2013 年采集的新疆郁金香和伊犁郁金香种子在相同试验条件下,新疆郁金香种子发芽率要高,而且发芽时间也明显短于伊犁郁金香种子的,方差分析的结果也说明种对郁金香种子的发芽率和平均发芽时间有显著影响(F 值分别为 1 014.337 和 5.965, $P<0.01$),说明新疆郁金香种子休眠较伊犁郁金香种子浅。

3 讨论

休眠是植物度过多变和不可预测环境的一种适应机制^[15-16]。新疆野生的郁金香种子成熟于 6 月上旬,而后种子就遭遇干旱少雨、高光照的高温时期(新疆地区 7 月平均气温最高可达 25.1~26.1℃),种子迅速进入休眠状态,以躲避高温少雨的季节,从而保证物种的生存和延续;每年的 8—10 月份,新疆地区降雨量小于 17 mm,不利于种子萌发,种子继续处于休眠状态;从 11 月初至翌年 2 月中旬,一直处于冰雪覆盖状态,土壤表面水分不足,种子难以萌发;3 月份气温升高,积雪融化,种子才开始发芽,进而迅速生长,开花结果。因此,新疆野生郁金香种子的休眠是其对特定生存环境的适应机制。

该试验结果表明,培养温度对 2 种郁金香种子发芽的影响一致,10℃ 是种子发芽最适温度,温度被认为是控制种子休眠和发芽的关键性因素^[17-18],培养温度的升高对该试验所用郁金香种子发芽有明显抑制作用,这与 Tang 等^[4]的研究结果相似。GA₃ 是赤霉素家族中一种能打破种子休眠的常用激素,该试验中,GA₃ 也对打破种子的休眠起作用,但 2 种郁金香种子发芽的适宜浓度

的处理方式;2013 年采集新疆郁金香种子,用 GA₃ 处理发芽率显著高于其它处理,且平均发芽时间最短,故用 GA₃ 对其进行处理,而根据 2.3 的分析结果,GA₃ 浓度为 0 mg/L 是最适宜的浓度,所以,2013 年采集的新疆郁金香种子不做其它处理,直接在 10℃ 条件下进行发芽即可。从以上的分析中可以看出,GA₃ 处理可以代替层积处理。

存在差异;2011 年采集的伊犁郁金香种子,GA₃ 处理的适宜浓度为 500 mg/L;2013 年采集的伊犁郁金香,GA₃ 处理的适宜浓度为 300 mg/L,而 2013 年采集的新疆郁金香种子不需 GA₃ 处理发芽率就可达到 95%。Thomas 等^[19]也曾指出,GA₃ 对打破植物种子休眠促进发芽的作用取决于试验所用材料。层积是在潮湿的条件下孵化种子,助其打破休眠,并在低温条件下刺激种子越冬的一种手段^[10,20]。层积处理对该试验中野生郁金香种子的最终发芽率和平均发芽时间均有显著影响,但不同的试验材料适宜的层积时间不一样,2011、2013 年采集的伊犁郁金香种子层积 3 周较好,2013 年采集的新疆郁金香种子不需要层积发芽率也能达到 95%,只需在 10℃ 条件下进行发芽即可,说明新疆郁金香种子的休眠程度很浅。

该试验所用 2011 年采集的伊犁郁金香的种子发芽情况优于 2013 年采集的,可能的原因有:不同年份降雨量、气温等气候条件不一致,造成种子的发育程度和生理状态不一致,这可以从表 1 中种子的千粒重差异较大得到佐证;2011 年采集的种子经过长时间的低温层积,打破了种子的部分休眠,使得种子更容易发芽。同年(2013 年)采集的新疆郁金香种子的发芽情况在相同条件下明显优于伊犁郁金香种子的,说明二者休眠程度不一样。新疆郁金香休眠较浅,伊犁郁金香休眠较深,这可能与生境条件存在一定差异有关;这 2 种郁金香的生境海拔高度均为 1 000 m 左右,新疆郁金香生长在开阔向阳的山坡(光照充足,土壤排水良好),而伊犁郁金香生长在含腐殖质多的阴坡,平均气温低于新疆郁金香生境平均气温,从而使得其生境的土壤温度低于新疆郁金香生境的,造成其休眠程度更深。另外,郁金香种子发芽特性的不同还可能由于其遗传背景存在差异。而造成种子休眠的内在原因有很多,包括种胚外包被组织

的障碍、种胚未完全发育、种子未完全成熟、化学抑制物质的存在等^[21]。郁金香种子休眠的原因还有待进一步研究,以便探究郁金香种子发芽特性不一致的原因,寻找更好地打破郁金香种子休眠的方法。

参考文献

- [1] 张爱勤,景辉,殷蝉明,等. 郁金香种子种子休眠特性及发芽条件的研究[J]. 草业科学,2010,27(10):48-53.
- [2] 朱新霞,孙黎,乐锦华. 野生郁金香种子的室内萌发研究[J]. 种子,2001,24(11):63-64.
- [3] 陈芳,刘彤,周玲玲. 新疆野生郁金香种子生物学特性及种子发芽特性的研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2001,5(3):197-200.
- [4] Tang A J, Tian M H, Long C L. Seed dormancy and germination of three herbaceous perennial desert ephemerals from the Junggar Basin, China [J]. Seed Science Research,2009,19(3):183-189.
- [5] Rouhi H R, Karimi F A, Shahbodaghlo A R. Effects of sulfuric acid, stratification, phytohormone and potassium nitrate on dormancy breaking and germination of water lily tulip (*Tulipa kaufmanniana* Regel.) [J]. International Journal of Agriculture Science,2012(2):136-142.
- [6] Niimi Y. Histological observations on the initiation of the vegetative apex in tulip seeds cultured on low temperatures [J]. Scientia Horticulturae, 1980,13:161-171.
- [7] 杨宏光,谭莹莹,孙晓梅. 郁金香杂交种子催芽技术研究[J]. 山东林业科技,2009,17(1):17-19.
- [8] 吴正军,朱再标,郭巧生,等. 老鸦瓣种子生理及其萌发特性研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(5):575-579.
- [9] International Seed Testing Association(ISTA) Rules for Seed Testing [M]. Seed Science and Technology,1996.
- [10] Rouhi H R, Shakarami K, Tavakkol Afshari R. Seed treatments to overcome dormancy of waterlily tulip (*Tulipa kaufmanniana* Regel.) [J]. Australian Journal of Crop Science,2010,4(9):718-721.
- [11] Schelin M, Tigabu M, Eriksson I, et al. Effect of scarification, gibberellic acid and dry heat treatments on the germination of *Balanites egyptian* seed from the Sudanian savanna in Burkina Faso [J]. Seed Science and Technology, 2003,31(3):605-617.
- [12] Mavi K, Demir I, Matthew S. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions [J]. Seed Science and Technology,2010,38(1):14-25.
- [13] Bewley J D. Seed germination and dormancy [J]. Plant Cell,1997,9(7):1055-1066.
- [14] 李合生,夏凯,王学奎,等. 现代植物生理学 [M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2002:250-253.
- [15] Bulmer M G. Delayed germination of seeds: Cohen's model revisited [J]. Theoretical Population Biology,1984,26(3):367-377.
- [16] Tielborger K, Valleriani A. Can seeds predict their future? Germination strategies of density-regulated desert annuals [J]. OIKOS,2005,111(2):235-244.
- [17] Baskin C C, Baskin J M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region [J]. American Journal of Botany,1988,72(2):285-305.
- [18] Moot D J, Scott W R, Roy A M, et al. Base temperature and thermal time requirements for germination and emergence of temperate pasture species [J]. New Zealand Journal of Agricultural Research,2000,43(1):15-25.
- [19] Thomas S G, Rieu I, Steber C M. Gibberellin metabolism and signaling [J]. Vitamins and Hormones,2005,72:289-338.
- [20] Finkelstein R, Reeves W, Ariizumi T, et al. Molecular aspects of seed dormancy [J]. Annual Review of Plant Biology,2008,59:387-415.
- [21] 武维华,张蜀秋,袁明,等. 植物生理学 [M]. 2 版. 北京:科学出版社,2008:433-434.

Study on the Germination Traits of Two Kinds of Wild Tulip Seeds in Sinkiang

JIAO Fang^{1,2}, LIU Qian^{1,2}, SUN Guo-feng¹, LIN Qin-wen¹, LI Xiao-dong¹, ZHANG Jin-zheng¹

(1. Key Laboratory of Plant Resources and Beijing Botany Garden, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: To seek method of breaking seed dormancy of different kinds of wild tulips and appropriate temperature for germination to improve their germination quality outside their habitat, the influences of germination temperature, different concentrations of GA₃ and stratification time on the Final Germination Percentage (FGP) and Mean Germination Time (MGT) of *T. iliensis* (2011, 2013) and *T. sinkiangensis* (2013) were studied. The results showed that all these tulips seeds had dormancy, *T. sinkiangensis* had shallower dormancy than *T. iliensis* and their germination conditions were inconsistent, germination result of *T. iliensis* seeds collected in different years had remarkable differences, seeds gathered in 2011 was much better than that of 2013. The most suitable temperature for seeds of *T. sinkiangensis* and *T. iliensis* to germinate was 10°C. Different concentration of GA₃ and stratification time had significant influences on FGP and MGT values of different kinds of tulips seeds, 500 mg/L was the suitable concentration for *T. iliensis* seeds collected in 2013, 300 mg/L was the suitable concentration for *T. iliensis* seeds collected in 2013, *T. sinkiangensis* seeds needed no exogenous GA₃ to germinate; seeds of *T. iliensis* (2011, 2013) needed stratification of 21 days to break dormancy, *T. sinkiangensis* seeds need no stratification to reach the germination rate of 95%. In conclusion, GA₃ and stratification treatment had no additive effect on germination of tulip seeds were used and stratification treatment could be substituted by GA₃ treatment.

Keywords: wild tulip; germination; temperature; GA₃; stratification.