

温度对郁金香休眠鳞茎碳水化合物代谢及芽体发育的影响

张 静, 唐道城, 任柳霞, 马云吉

(青海大学 高原花卉研究中心, 青海 西宁 810016)

摘 要:以郁金香品种‘Golden Apeldoorn’和‘Red Impression’周径 8~10 cm 的鳞茎为试材, 研究了常温(10~18℃)、5℃、0℃和-12℃不同温度处理 0、4、8、12、13 周对郁金香鳞茎混合样的水分、可溶性糖、淀粉含量的影响, 并在实体显微镜下观察相应温度的芽体发育, 探讨温度处理对碳水化合物代谢和芽体发育的影响。结果表明:各温度处理鳞茎的总含水量和淀粉含量随处理时间的延长而降低, 可溶性糖含量增加, 各温度处理下的淀粉和可溶性糖含量变化呈显著或极显著负相关(‘Golden Apeldoorn’-12℃处理除外);由各温度处理下中心芽高度/鳞茎高度比值可知, 2 个品种的中心芽均在 8~12 周生长最快, 其中 0℃和 5℃处理下中心芽发育最快。‘Golden Apeldoorn’0℃处理 13 周后的出芽率最高, 达到 92%, ‘Red Impression’5℃处理 13 周后的出芽率最高, 达到 72%, 二者明显高于其它温度处理, 分别是 2 个品种切花促成栽培的最佳鳞茎处理温度。

关键词:郁金香; 休眠鳞茎; 温度处理; 碳水化合物代谢; 芽体发育

中图分类号:S 682.2⁺63 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0075-06

郁金香(*Tulipa gesneriana* L.)属百合科郁金香属多年生鳞茎类草本花卉, 原产地中海沿岸一带及中亚细亚、土耳其等地^[1], 是世界公认的名贵花卉, 具有很高的观赏价值。郁金香是典型的夏休眠球根花卉, 需要经过一段时间的低温才能打破休眠, 促进花茎发育和伸长。休眠过程中, 鳞茎的外部形态变化不大, 但生理活动和芽体发育变化显著^[2-3]。国外学者早在 20 世纪 60~70 年代就对郁金香鳞茎发育做了深入研究^[4], 我国对鳞茎低温贮藏的研究开始于 20 世纪末集中在 21 世纪初, 1999 年张克中等^[5]研究了 9℃低温及赤霉素 GA₃ 处理对郁金香促成开花的作用, 结果表明 GA₃ 浸泡+6 周低温湿藏对郁金香花茎伸长效果最好; 2003 年孙立攀等^[6]研究了 5℃低温处理对鳞茎繁育的影响, 表明低温处理鳞茎后种植叶片面积、更新球大小及单球重均显著优于常温对照; 可见低温处理对郁金香开花和新鳞茎发育均有重要意义, 为揭示这一生理原理, 2008 年孙燚等^[7]以不同含水量郁金香鳞茎为试验材料研究其 2℃低温贮藏过程中生理特性变化, 2010 年唐楠^[8]研究了不同温度贮藏过程中郁金香鳞茎生理代谢变化; 黄晓亮^[9]、毛洪玉

等^[2]、仲为伟等^[10]也相继做了相关研究。该试验在此基础上选用 2 个品种的鳞茎研究了不同温度处理不同时间段的鳞茎水分、可溶性糖、淀粉含量的变化及芽体发育, 以期通过鳞茎低温处理下碳水化合物代谢来揭示鳞茎休眠与温度的关系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试郁金香品种‘Golden Apeldoorn’和‘Red Impression’, 由 2012 年青海大学高原花卉研究中心在西宁自繁, 收获后选取鳞片抱合紧密、无病虫害、鳞茎盘无损伤, 周径为 8~10 cm 的鳞茎作为贮藏处理的试验材料。

1.2 试验方法

试验设-12℃-荷兰最低温(冰箱)、0℃-云南昆明最低温(冰箱)、5℃-郁金香促成栽培种球处理温度(种子储藏柜)、10~18℃-西宁夏季室内温度(常温, 室内)4 个温度处理水平, 处理时间设 0、4、8、12、13 周 5 个水平, 共 20 个处理, 每处理 35 粒种球(13 周的处理增加 50 粒用于田间出苗试验), 3 次重复。除贮藏处理前(0 周)各处理温度下的测定值相同之外, 后续温度处理测定值均不相同。各处理分别测定 2 个品种的水分含量、可溶性糖含量、淀粉含量, 同期在实体显微镜下测定各处理鳞茎的中心芽长度。完成 13 周温度处理后, 挑选 50 个无病害的鳞茎, 种植于 8~10℃日光温室中, 以根长大于 2 cm、数量多于 5 定义为生根, 幼芽出土大于 5 cm 定义为出芽, 进行处理鳞茎的生根和出芽观察。

第一作者简介:张静(1988-), 女, 四川合江人, 硕士研究生, 研究方向为园林植物栽培生理。E-mail: jingzhangyx@163.com.

责任作者:唐道城(1954-), 男, 四川南充人, 硕士, 教授, 博士生导师, 现主要从事花卉遗传育种及栽培生理等研究工作。E-mail: tangdaocheng6333@163.com.

收稿日期:2014-04-21

1.3 项目测定

按照试验设计的温度和时间,各处理取 10 个鳞茎在实体显微镜下测定中心芽长度与种球高度,然后将种球切碎,混合,称取 5 g 左右用于含水量测定,剩余部分用于测定淀粉和可溶性糖含量。总含水量测定采用称量法^[11];淀粉含量和可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[12];各温度处理 13 周以后,分别取 50 个鳞茎种植于日光温室中,8~20℃下进行生根、出苗观测。

1.4 数据分析

采用 Excel 2010 进行数据录入,作图;SPSS 17.0 进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 温度对郁金香休眠鳞茎含水量的影响

从图 1 可以看出,2 个品种的郁金香鳞茎在 4 个处

理中含水量随处理时间延长均呈现下降趋势,但品种与各处理间存在差异。‘Golden Apeldoorn’鳞茎含水量由处理前的 66.601%开始下降,到 13 周种植时 0℃处理含水量最低为 60.053%,其次是 5℃和常温分别为 60.781%和 61.313%,−12℃水分在 4 周以后几乎不再变化;在整个贮藏过程中,除−12℃处理,水分含量都以快-慢-快的趋势变化,即 0~4 周含水量下降较快,在 4~8 周相对持平,8~12(13)周含水量又一次迅速下降,其中以 0℃处理最为明显。‘Red Impression’鳞茎含水量由处理前的 66.395%开始下降,到 13 周种植时 5℃处理含水量最低为 60.451%,依次为常温、0℃和−12℃。在整个贮藏过程中,水分含量变化趋势 5、0℃和常温处理具有快-慢-快的变化规律,但三者 8~12 周时降低速度差异很大,−12℃处理几乎为匀速下降。

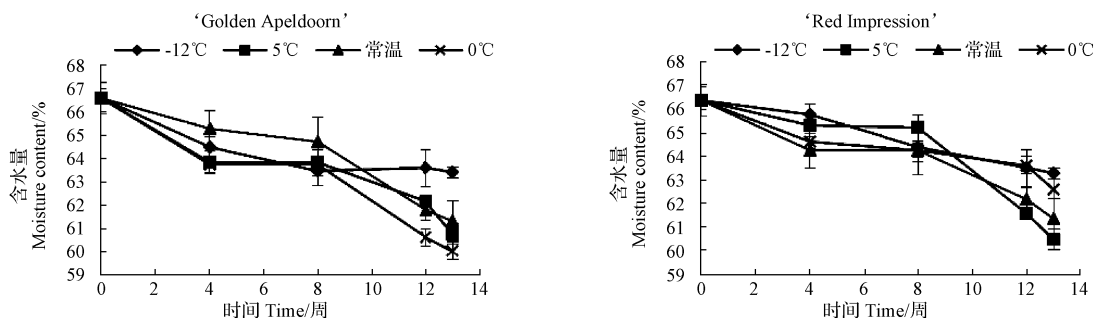


图 1 温度对郁金香休眠鳞茎含水量的影响

Fig. 1 Effect of temperature on moisture content of the tulip bulbs

从表 1(百分数转换为对应正正弦后进行方差分析)可以看出,同一时间不同温度处理间含水量存在差异,处理 4 周时‘Golden Apeldoorn’含水量均值由高到底依次为常温>−12℃>5℃>0℃,其中常温与 5℃和 0℃存在显著性差异($P<0.05$);8 周时虽然各处理含水量均有所下降,但没有表现出显著性差异;12 周时 0℃失水较快,含水量显著小于最大值的−12℃($P<0.05$);到 13

周趋势更明显,0℃含水量已极显著小于−12℃和常温处理($P<0.01$)。‘Red Impression’与‘Golden Apeldoorn’变化不尽相同,前 8 周各处理间没有表现出差异性,到 12 周,失水量均值由大到小依次为 5℃>常温>−12℃>0℃,其中 5℃显著大于−12℃和 0℃;种植时,−12℃失水最少,含水量显著大于常温($P<0.05$),极显著大于含水量最低的 5℃处理($P<0.01$)。

表 1 温度对郁金香鳞茎含水量变化的影响

Table 1 Effect of temperature change on moisture content of the tulip bulbs

品种 Variety	处理 Treatment	0 周 0 Week	4 周 4 Weeks	8 周 8 Weeks	12 周 12 Weeks	13 周 13 Weeks
‘Golden Apeldoorn’	−12℃	66.601±0.422Aa	64.501±0.224Aab	63.462±0.406Aa	63.591±0.534Aa	63.418±0.480Aa
	5℃	66.601±0.422Aa	63.852±0.197Ab	63.832±0.324Aa	62.187±0.136Aab	60.781±1.091ABab
	常温	66.601±0.422Aa	65.304±0.641Aa	64.720±0.153Aa	61.808±1.265Aab	61.313±0.708Aa
	0℃	66.601±0.422Aa	63.737±0.210Ab	63.761±1.058Aa	60.620±0.847Ab	60.053±0.263Bb
‘Red Impression’	−12℃	66.395±0.67Aa	65.784±0.450Aa	64.378±0.604Aa	63.493±0.777Aa	63.273±0.232Aa
	5℃	66.395±0.67Aa	65.323±0.744Aa	65.215±1.048Aa	61.552±0.473Ab	60.451±0.882Bb
	常温	66.395±0.67Aa	64.246±0.495Aa	64.240±0.552Aa	62.188±0.23Aab	61.331±0.427ABb
	0℃	66.395±0.67Aa	64.641±0.332Aa	64.247±0.298Aa	63.630±0.364Aa	62.609±0.416ABab

注:表格中数据均为平均数±标准误。同列数据(2 个品种,不同小写字母后缀,差异显著($P<0.05$);不同大写字母后缀,差异极显著($P<0.01$);下同。

Note: Data are expressed as “x ± SE”. Within the row, values with different lowercase letters were significant difference ($P<0.05$); with different uppercase letters were extremely significant difference ($P<0.01$); the same below.

2.2 鳞茎碳水化合物含量变化

2.2.1 鳞茎可溶性总糖含量变化

从图 2 鳞茎可溶性

总糖含量贮藏过程中的变化可以看出,可溶性糖含量随处理延长均呈现上升趋势,‘Golden Apeldoorn’0~8 周

处理和‘Red Impression’0~8周处理可溶性糖含量增长都比较缓慢。在8周以后增长速度加快,但‘Golden Apeldoorn’-12℃可溶性糖含量变化不明显。由表2可溶性糖含量变化可知,‘Golden Apeldoorn’处理4周可溶性糖含量-12℃>常温>5℃(0℃)($P<0.01$);8~12周-12℃处理较其它3个处理含量低($P<0.01$);13周种植时0℃(5℃)>常温>-12℃($P<0.01$)。‘Red

Impression’处理4周可溶性糖含量5℃较其它3个处理高($P<0.05$),并且极显著高于常温和-12℃处理($P<0.01$);8周时0℃极显著高于其它3个处理($P<0.01$),含量最低的-12℃处理显著低于0、5℃和常温处理($P<0.05$);12~13周-12℃均极显著低于其它处理($P<0.01$),到13周时含量最高的5℃处理显著高于常温和-12℃处理($P<0.05$)。

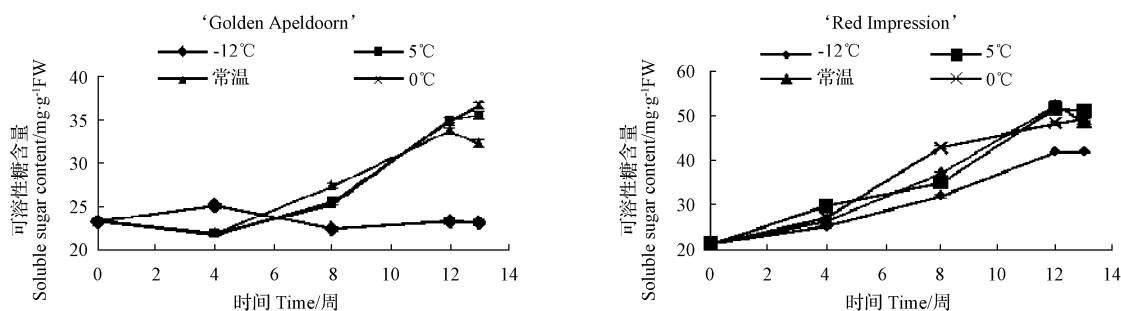


图2 温度对郁金香休眠鳞茎可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of temperature on soluble sugar content of the tulip bulbs

表2

温度对郁金香鳞茎碳水化合物含量变化的影响

Table 2

Effect of temperature change of carbohydrate content of the tulip bulbs

指标 Index	品种 Variety	处理 Treatment	0周 0 Week	4周 4 Weeks	8周 8 Weeks	12周 12 Weeks	13周 13 Weeks
可溶性糖含量 Soluble sugar content /mg·g ⁻¹ FW	‘Golden Apeldoorn’	-12℃	23.248±0.176Aa	25.051±0.264Aa	22.357±0.223Bb	23.255±0.299Bb	23.096±0.355Dd
		5℃	23.248±0.176Aa	24.816±0.238Cc	25.237±0.136Aa	35.028±0.409Aa	35.581±0.465Aa
		常温	23.248±0.176Aa	24.906±0.240Bb	27.375±0.257Aa	33.776±0.381Aa	32.278±0.465Cc
		0℃	23.248±0.176Aa	24.768±0.434Cc	25.546±0.410Aa	34.843±0.438Aa	36.722±0.296Aa
	‘Red Impression’	-12℃	21.290±0.109Aa	25.067±0.186Bb	31.975±0.350CDc	41.873±0.137Bb	41.881±0.062Bc
		5℃	21.290±0.109Aa	29.681±0.589Aa	34.978±0.271BCb	51.671±0.292Aa	51.053±0.510Aa
		常温	21.290±0.109Aa	26.300±0.083Bb	37.008±0.359Bb	52.203±1.243Aa	48.766±0.130Ab
		0℃	21.290±0.109Aa	27.072±0.237ABb	42.908±0.468Aa	48.304±0.400Aa	49.308±0.291Aab
淀粉含量 Starch content /mg·g ⁻¹ FW	‘Golden Apeldoorn’	-12℃	13.520±0.167Aa	12.460±0.267Aa	11.534±0.935Aa	11.481±0.700Aa	11.288±0.876Aa
		5℃	13.520±0.167Aa	10.854±0.500Bb	9.812±0.371Bb	4.728±0.246Bc	5.041±0.257Bb
		常温	13.520±0.167Aa	12.539±0.276Aa	9.564±0.948Bb	4.431±0.134Bc	5.235±0.319Bb
		0℃	13.520±0.167Aa	12.432±0.176Aa	10.299±0.549ABab	6.431±0.382Bb	6.391±0.307Bb
	‘Red Impression’	-12℃	14.280±0.147Aa	12.993±0.233Aa	12.085±0.195Aa	9.255±0.257Aa	9.226±0.235Aa
		5℃	14.280±0.147Aa	9.579±0.401Bb	8.273±0.413Bb	6.726±0.404BCc	6.363±0.164Bb
		常温	14.280±0.147Aa	10.248±0.236Bb	6.641±0.197Cc	5.532±0.399Cd	5.898±0.253Bb
		0℃	14.280±0.147Aa	9.976±0.165Bb	9.712±0.486Bb	7.351±0.200Bb	6.600±0.336Bb

2.2.2 鳞茎淀粉含量变化 从图3可以看出,2个品种鳞茎鳞片的淀粉含量均随着冷藏时间的延长呈现出明显的下降趋势,其中-12℃处理淀粉含量降低速度最慢,其它3个处理略有差异,但整体趋势较一致,‘Golden Apeldoorn’淀粉含量由贮藏前的13.520 mg/g FW经13周处理后降低到5 mg/g FW左右,常温和5℃处理在8~12周降低速度较快,而0℃处理则在4~8周变化速度最快。‘Red Impression’淀粉含量由贮藏前的14.280 mg/g FW降低到6.000 mg/g FW左右,其变化趋势均较缓慢。由表2淀粉含量变化可知,‘Golden Apeldoorn’各处理中,在4周时5℃极显著小于常温、-12℃和0℃;8周时5℃和常温淀粉降低量最大,

-12℃含量降低量最小($P<0.01$);12~13周各处理淀粉含量继续降低,其中-12℃降低缓慢,极显著大于其它处理($P<0.01$),5℃降低最多,含量最低,均值最小。‘Red Impression’各处理从4周开始,-12℃处理就极显著高于其它处理($P<0.01$),8周常温处理含量最低($P<0.01$),13周时-12℃处理极显著高于其它处理。

2.2.3 可溶性糖含量与淀粉含量的相关性分析

‘Golden Apeldoorn’和‘Red Impression’2个品种在不同温度下的可溶性糖含量和淀粉含量之间的相关性见表3。‘Golden Apeldoorn’在4个温度处理中,5℃表现出了显著的负相关($P<0.05$),常温和0℃处理为极显著负相关($P<0.01$);‘Red Impression’中,-12℃表现为极显著

负相关($P<0.01$),5、0℃和常温表现为显著负相关($P<0.05$)。即除‘Golden Apeldoorn’-12℃处理外,2个品

种的整体趋势为可溶性糖含量增加,淀粉含量减少,呈现显著负相关。

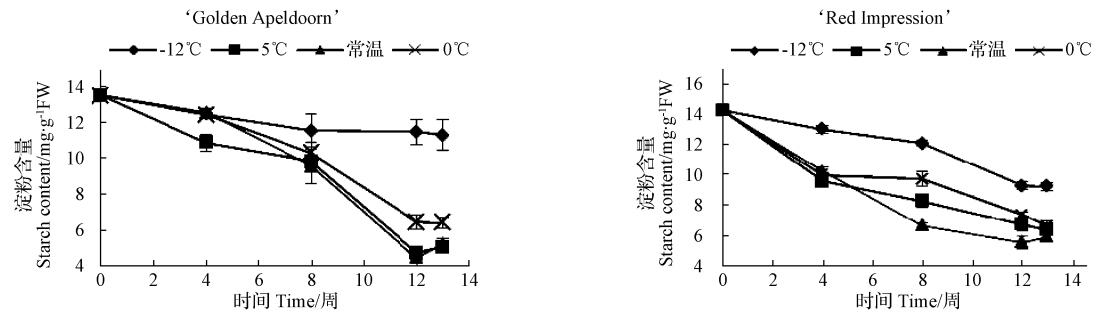


图3 温度对郁金香休眠鳞茎淀粉含量的影响
Fig.3 Effect of temperature on starch content of the tulip bulbs

表3 可溶性糖含量与淀粉含量相关性

Table 3 The correlation between the soluble sugar content and starch content

处理 Treatment		‘Golden Apeldoorn’		‘Red Impression’	
		可溶性糖含量 Soluble sugar content	淀粉含量 Starch content	可溶性糖含量 Soluble sugar content	淀粉含量 Starch content
-12℃	可溶性糖含量 Soluble sugar content	1	+0.351	1	-0.993 **
	淀粉含量 Starch content	1		1	
0℃	可溶性糖含量 Soluble sugar content	1	-0.965 **	1	-0.902 *
	淀粉含量 Starch content	1		1	
5℃	可溶性糖含量 Soluble sugar content	1	-0.941 *	1	-0.915 *
	淀粉含量 Starch content	1		1	
常温 Room temperature	可溶性糖含量 Soluble sugar content	1	-0.984 **	1	-0.920 *
	淀粉含量 Starch content	1		1	

注:表中“+”表示正相关,“-”表示负相关,“*”表示显著,“**”表示极显著。
Note: In this chart, “+” mean positive correlation, “-” mean negative correlation, “*” mean significant, “**” mean extremely significant.

2.3 芽体发育状况

2.3.1 贮藏期中心芽发育状况 从表4可以看出, -12℃处理因为中心芽一直未能正常发育,所以从4周开始2个品种的比值均极显著小于其它处理($P<0.01$), ‘Golden Apeldoorn’4~8周5℃处理极显著大于0℃和常温($P<0.01$),12周3个处理不存在显著性差异($P<0.05$),13周种植时,均值0℃>5℃>常温>-12℃,其中0℃极显著大于常温、-12℃处理($P<0.01$),

但与5℃显著性差异不明显; ‘Red Impression’4周处理除-12℃的处理不存在显著性差异,8周后5℃极显著大于0℃($P<0.01$),显著大于常温($P<0.05$),12周时3个处理又不存在显著性差异,13周种植时球高比均值依次为5℃>0℃>常温>-12℃,其中5、0℃不存在显著性差异,它们均与常温和-12℃处理存在极显著差异($P<0.01$),同时常温处理与-12℃处理也存在极显著差异($P<0.01$)。

表4 鳞茎处理期间球高比(中心芽高度/鳞茎高度)

Table 4 The ratio of center bud height to bulb height

品种 Variety	处理 Treatment	0周 0 Week	4周 4 Weeks	8周 8 Weeks	12周 12 Weeks	13周 13 Weeks
‘Golden Apeldoorn’	-12℃		0.032±0.003Cc	0.031±0.002Cc	0.032±0.002Bb	0.031±0.003Cc
	0℃	0.031±0.0022	0.358±0.038Bb	0.505±0.014Bb	1.041±0.115Aa	1.117±0.044Aa
	5℃		0.444±0.035Aa	0.611±0.028Aa	0.980±0.048Aa	1.059±0.089ABa
	常温		0.381±0.031Bb	0.527±0.024Bb	0.954±0.051Aa	0.980±0.030Bb
‘Red Impression’	-12℃		0.026±0.001Bb	0.025±0.002Cc	0.026±0.001Bb	0.025±0.001Cc
	0℃	0.026±0.0020	0.254±0.016Aa	0.477±0.012Bb	0.860±0.034 Aa	0.928±0.041Aa
	5℃		0.252±0.010Aa	0.505±0.019Aa	0.875±0.046Aa	1.050±0.097Aa
	常温		0.239±0.009Aa	0.496±0.013ABb	0.866±0.078Aa	0.889±0.065 Bb

2.3.2 鳞茎出芽状况 经处理的种球于2013年8月26日种植于阳光温室中,进行温室常规管理,记录生根时间、出芽时间及出芽率。表5结果表明,0℃处理的‘Golden Apeldoorn’生根、出芽时间明显较其它处理短,出芽率也明显高于其它处理,达到了92%, -12℃种球种植时有冻坏变软现象,种植后无生根发芽现象,4周后挖出,种球有腐烂现象,可能是遭到了低温冻害,鳞茎死亡。‘Red Impression’各处理中,5℃生根、出芽时间短,出芽率也明显高于其它处理,为72%, -12℃的表现与‘Golden Apeldoorn’-12℃处理相似,也未能生根出芽。2个品种常温处理均未生根,出芽也较少,可能是感受低温鳞茎休眠未解除。

表5 鳞茎出芽状况

Table 5 The condition of bulb budding

品种 Variety	处理 Treatment	生根时间 Rooting time/d	出芽时间 Budding time/d	出芽率 Budding rate/%
‘Golden Apeldoorn’	-12℃	—	—	—
	0℃	8	14	92
	5℃	11	20	40
	常温	—	29	6
‘Red Impression’	-12℃	—	—	—
	0℃	18	26	48
	5℃	8	12	72
	常温	—	25	4

3 讨论与结论

4个不同温度处理过程中,水分含量均下降,下降趋势为快-慢-快,这与孙焱^[7]、唐楠等^[13]、黄晓亮^[9]的研究结果一致。其主要原因可能是前期低温处理的适应过程使得鳞茎的生理活动活跃,因而失水速度快,中期由于鳞茎还处于休眠阶段,生理活动较弱,含水量下降较慢,8周以后0、5℃低温处理休眠被逐渐打破,生理活动再次活跃,含水量下降加快,各温度处理间表现出差异性。

碳水化合物变化中,可溶性糖是鳞茎休眠和芽体发育过程中最重要的能源供给物质,整个过程中可溶性糖含量稳定增加,2个品种可溶性糖在8~12周增长速率较0~8周快,没有出现明显波峰,这与唐楠^[9]、毛洪玉等^[2]在8周前后出现波峰不一致,可能是中心芽发育阶段不同造成的,也可能是波峰在短时间完成,4周1次的测定未能测出波峰。淀粉是郁金香主要的能量贮藏物质,整个处理过程中,淀粉含量均在减少,说明整个过程均在消耗能量,同时结合可溶性糖含量增加,可能是低温处理出现了低温糖化现象^[7]。在可溶性糖与淀粉的相关性分析中,除‘Golden Apeldoorn’-12℃处理外,其

它处理均为负相关,可溶性糖增加而淀粉含量降低,部分处理表现出了显著甚至极显著差异,表明整个过程中淀粉在向可溶性糖转化。

汪晓谦^[14]对低温处理前期郁金香花芽分化做了切片研究,但花芽分化后低温处理过程中心芽生长速度研究较少,该研究表明,除-12℃处理外,其它处理芽体均能发育生长,但各温度生长速度不尽相同,处理后地栽表现品种间也存在明显差异,说明温度处理对郁金香出芽至关重要。

试验结果表明,常温、5、0℃和-12℃4个处理中,-12℃的恒低温处理方式使郁金香鳞茎遭到了冻害,芽体不能正常发育,0、5℃和常温处理生理活动明显,均能使芽体发育伸长,其中以0℃和5℃生命活动和芽体发育规律性最强,常温处理未能使鳞茎完全解除休眠。‘Golden Apeldoorn’在0℃时出芽率最高,最适贮藏温度为0℃;‘Red Impression’则在5℃表现出最好出芽率,最适贮藏温度为5℃;所以0℃和5℃分别是2个品种切花促成栽培的最佳鳞茎处理温度。

参考文献

- [1] Wilford R. Tulips: Species and Hybrids for the Gardener[M]. Timber Press, 2006.
- [2] 毛洪玉, 宁国龙, 刘迪. 冷藏对郁金香鳞茎可溶性糖和蛋白质的影响[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(1): 88-93.
- [3] 王蕾, 汤庚国, 刘彤, 等. 球根花卉花期调控的研究进展[J]. 南京林业大学学报, 2004, 28(1): 66-70.
- [4] 夏宜平, 杨玉爱, 杨肖娥, 等. 郁金香更新鳞茎发育的碳同化物积累与内源激素变化研究[J]. 园艺学报, 2005, 32(2): 278-283.
- [5] 张克中, 赵祥云, 王树栋, 等. 低温及赤霉素 GA₃ 处理对郁金香促成开花的作用[J]. 北京农学院学报, 1999, 14(3): 21-24.
- [6] 孙立攀, 史益敏, 陶懿伟. 冷藏对郁金香种球复壮的影响[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(4): 308-401.
- [7] 孙焱. 影响郁金香种球低温贮藏关键问题的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [8] 唐楠. 郁金香休眠期间鳞茎生理生化指标变化研究[D]. 西宁: 青海大学, 2010.
- [9] 黄晓亮. 郁金香不同等级种球繁殖性能及低温贮藏过程中生理变化研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [10] 仲为伟, 朱珺, 王玲, 等. 冷处理对郁金香球茎繁育的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(5): 2016-2017.
- [11] 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 植物生理学实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [12] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [13] 唐楠, 张霞, 唐道城. 不同温度处理对郁金香鳞茎中水分及干物质的影响[J]. 青海大学学报, 2009, 27(6): 65-68.
- [14] 汪晓谦. 郁金香花芽分化的形态发育及其生理生化研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.

Effect of Temperature on Carbohydrate Metabolism and Bud Development of Dormant Bulbs in Tulip

ZHANG Jing, TANG Dao-cheng, REN Liu-xia, MA Yun-ji

(Plateau Flower Research Center, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

光强对珍稀濒危植物毛果木莲幼苗生长和叶绿素含量的影响

张光飞¹, 杨波¹, 苏文华¹, 楚永兴², 周睿¹, 欧阳志勤³

(1. 云南大学 生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091; 2. 云南省红河州林业科学研究所, 云南 蒙自 661100; 3. 云南省环境科学研究院, 云南 昆明 650034)

摘要:以珍稀濒危植物毛果木莲幼苗为试材,在100%(RI 100%)、35%(RI 35%)、7.5%(RI 7.5%)3种不同光强下,测定并分析了株高、基茎、叶长、叶宽、比叶面积、平均叶面积和叶绿素、类胡萝卜素的含量以及类胡萝卜素/叶绿素(Car/Chl)的值。结果表明:随着光强的增加,毛果木莲幼苗基茎增加,而株高、叶长、叶宽、比叶面积和平均叶面积随光强的增加而减少;毛果木莲幼苗的总叶绿素和类胡萝卜素含量随着光强的增加而显著降低,而叶绿素 a/b 和类胡萝卜素/叶绿素(Car/Chl)随光强的增加而增大。

关键词:毛果木莲;生长光强;比叶面积;色素含量

中图分类号:Q 948.112 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0080-03

毛果木莲(*Manglietia ventii*)属木兰科(Magnoliaceae)木莲属(*Manglietia*)常绿乔木,为我国特

有珍稀濒危植物,已被列为国家Ⅱ级重点保护野生植物,现仅分布于云南省屏边、河口、金平等县。由于天然更新困难,加之过度砍伐、生境破坏而致濒危。现有资源量已极少,按世界自然保护联盟(IUCN)地方濒危等级标准评价属于“极危种(CR)”,为云南特有物种,是木兰型(Magnolia-type)植物中较原始的种类,又是稀有树种,对研究古植物区系及木兰科分类系统和演化有一定的科研学术价值^[1]。

光是重要的生态因子,很大程度上植物适应光环境变化的能力决定了它的分布模式和物种丰度^[2]。当植物叶片吸收的光能不能完全用于光合作用时,过量的光能会引起植物光化学效率的降低,发生光合作用的光抑

第一作者简介:张光飞(1966-),男,云南宣威人,硕士,副教授,现主要从事资源植物学和生理生态学等研究工作。E-mail:gfzhang@ynu.edu.cn.

责任作者:欧阳志勤(1965-),女,云南昆明人,硕士,研究员,现主要从事珍稀濒危植物保护生物学与生态环境保护等研究工作。E-mail:oyzq48@yahoo.com.cn.

基金项目:云南省应用基础研究计划资助项目(2011FZ250);国家水体污染控制与治理科技重大专项资助项目(2012ZX07101-003-04-04)。

收稿日期:2014-05-19

Abstract: Taking 8~10 cm bulbs of two different tulip varieties ('Golden Apeldoorn' and 'Red Impression') as test materials, the effect of room temperature(10~18°C), 5°C, 0°C, -12°C for 0, 4, 8, 12, 13 weeks temperature treatments on the changes of moisture, soluble sugar and starch content were studied, meanwhile the bud development in each temperature under microscope was observed to discuss the effect of temperature on carbohydrate metabolism and bud development. The results showed that, with the increase of treatment time in each temperature, the moisture content and starch content in bulb decreased and soluble sugar increased, and there was a significant negative correlation between the changes of starch and soluble sugar in each temperature(except the treatment of -12°C in 'Golden Apeldoorn'); the center bulb of both varieties grew most rapidly in 8~12 weeks by the ratio of center bud height to bulb height in each temperature treatment, especially in the degree of 0°C and 5°C. The budding rate of 'Golden Apeldoorn' was as high as 92% under 13 weeks of treatment in 0°C, and 'Red Impression' was as high as 72% under 13 weeks of treatment in 5°C, both were significantly higher than other treatments, 0°C, 5°C were the best treatment temperature in forcing culture of cut for this two varieties separately.

Keywords: tulip; dormant bulb; temperature treatment; carbohydrate metabolism; bud development