

李颖慧,孙墨可,李建波,等. 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(7):161-165.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.07.030

干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生长的影响

李颖慧,孙墨可,李建波,李井云,张 啸,王 鑫,马凤华,王云超,刘 娜

(吉林省白城市农业科学院,吉林白城 137000)

摘要:根据旱害分级的标准计算 12 个籽用西瓜品种的旱害指数,并根据旱害指数挑选出林籽一号(H17)、黑丰一号(H28)、科奥红大片(R12)和红秀 3 号(R06)4 个抗旱能力不一致的籽用西瓜品种进行进一步的抗旱性评价。通过盆栽控水进行干旱胁迫处理(0、2、4、6、8 d),结果表明,随着干旱胁迫程度的加重,不同品种间叶片出现萎蔫、变黄、褐化的程度不同,从外部形态的变化上可以看出,红秀 3 号(R06)受害程度最严重,抗旱能力最差,而林籽一号(H17)叶片受害程度较轻,黑丰一号(H28)次之,科奥红大片(R12)受干旱损害程度也较重。根据株高、根长、鲜质量、干质量、根冠比可知,林籽一号(H17)和黑丰一号(H28)对于干旱的适应能力较强,而科奥红大片(R12)和红秀 3 号(R06)的抗旱能力较弱。

关键词:籽用西瓜;旱害指数;干旱胁迫;幼苗生长;形态指标;抗旱性

中图分类号: S651.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)07-0161-05

籽用西瓜(*Citrullus lanatus* var. *megalaspermus* Lin et Chao),别称打瓜,是葫芦科(Cucurbitaceae)西瓜属(*Citrullus*)西瓜种普通西瓜亚种的一个变种,为一年生草本植物^[1]。通常以种子作为主要产品器官,籽用西瓜营养价值丰富,有极高的药用价值和保健功能^[2]。根据《本草纲目》记载,籽用西瓜性味甘,入心肝胃内,有降心脾胃热、止消渴等功效^[3]。随着近年来全球气候的变暖和自然旱害的不断发生,西瓜属作物产业的可持续发展受到了制约和冲击,干旱已成为影响植物正常生长发育和产量的主要非生物胁迫之一^[4],是制约籽用西瓜产量和品质的一个重要因素,严重影响了籽用西瓜的产量和大规模推广栽培范围。水分不足对植物的生长发育、生理生化过程和作物的产量都有很大的影响^[5]。汪耀富等研究发现,在干旱胁迫下烤烟叶片相对含水量下降,叶片水势降低,蒸腾强度减弱,表明烤烟对干旱反应敏感^[6]。井大炜等研究了 4 种干旱处理对 I-107 欧美杨树幼苗生长和活性氧代

谢的影响,结果表明,在中度和重度干旱胁迫下,杨树幼苗的光合速率显著下降,抗氧化酶系统遭受到明显破坏^[7]。裴斌等研究了在半干旱黄土丘陵区,土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合特性的影响,结果显示,当沙棘遭受到重度干旱胁迫时,其叶片的光系统 II(PS II)主要是由于非气孔限制的原因而受到损伤^[8]。

金善宝指出,一个品种在特定地区的抗旱性表现主要是由自身的生理抗性和结构特性以及生长发育进程的节奏与农业气候因素变化相配合的程度决定的^[9]。植物的抗旱性表现为植物在干旱胁迫下的生存能力^[10]。Kuylenstierna 等认为,植物抗旱特性的衡量和评价主要从植物形态、生长发育、产量指标、生理生化及分子生物学 4 个方面进行,并提出了各种能鉴定植物抗旱性的鉴定指标,使植物抗旱性评价更加细致化^[11]。干旱对作物的影响广泛,在生理生化方面干旱胁迫时,影响着作物的光合作用、呼吸作用及营养的吸收运输等各种生理过程。不同品种在抗旱性方面存在着一定的差异性^[12-13]。本研究通过试验从吉林省白城市农业科学院现存的 12 个籽用西瓜品种中筛选出 4 个抗旱性不同的籽用西瓜品种,进行苗期盆栽控水试验,研究干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生长发育的影响,旨在为今后开展籽用西瓜的科学育种研究提供理论依据。

收稿日期:2019-03-11

基金项目:吉林省科技扶贫项目(编号:20160417009CB);吉林省重大科技攻关项目(编号:20190301051NY);白城市科技发展计划(编号:2018024 号)。

作者简介:李颖慧(1984—),女,吉林白城人,硕士,助理研究员,主要从事作物种质资源研究。E-mail:liyinhui0325@163.com。

通信作者:李建波,研究员,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:lj3333305@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料来源及类型详见表 1。

表 1 供试材料名称、来源及类型

编号	品种名称	代号	种子大小	种子颜色	品种来源
1	新林籽三号	H19	小	黑色	甘肃省
2	林籽一号	H17	小	黑色	甘肃省
3	红秀 2 号	R05	大	红色	甘肃省
4	红秀 3 号	R06	大	红色	甘肃省
5	科奥红大片	R12	大	红色	甘肃省
6	科奥红小片	R13	小	红色	甘肃省
7	黑丰一号	H28	大	黑色	内蒙古农业大学
8	益民小红片	R15	小	红色	内蒙古农业大学
9	本地凿	H33	小	黑色	吉林省通榆县
10	靖远大板	H29	大	黑色	甘肃省
11	沙地金宝	H32	小	黑色	吉林省白城市
12	黄瓢红小片	R16	小	红色	甘肃省

1.2 试验方法

1.2.1 籽用西瓜幼苗的栽培与处理 连续 2 年进行品种筛选试验。试验在吉林省白城市农业科学院日光温室中进行,主要通过旱害指数的比较,从 12 个籽用西瓜品种中筛选出了 4 个籽用西瓜品种,包括林籽一号(H17)、黑丰一号(H28)2 个黑籽瓜品种和科奥红大片(R12)、红秀 3 号(R06)2 个红籽瓜品种。本试验在 4 个籽用西瓜品种中选取籽粒饱满的种子,采用 2% 次氯酸钠消毒 10 min,55 ℃ 温汤浸种催芽 20 min 后,于 25 ℃ 黑暗条件下催芽 24 ~ 36 h,待 80% 种子露白后,挑选芽长一致的种子,单粒播种于塑料花盆(上口径为 12 cm,下口径为

7 cm,高为 9 cm,底部有 1 个直径为 1 cm 大小的排水孔)中。供试土壤为风干的商业育苗基质,每盆称取相同质量的土壤 300 g,轻拍盆身使土壤紧实度保持一致。在育苗期间白天气温控制在 23 ~ 25 ℃ 之间,夜间气温控制在 16 ~ 18 ℃ 之间,进行正常水分管理。待幼苗长至 2 ~ 4 张真叶时,每盆选留长势均匀一致的幼苗,分别干旱处理 0、2、4、6、8 d,其中将处理 0 d 的幼苗作为对照(CK),其他处理设为 T2、T4、T6、T8,于实验室条件下测定幼苗叶片的各项生理指标,包括株高、根长、生物量等。

1.2.2 旱害指数的测定 观察并记录 12 个籽用西瓜品种供试植株在受到干旱胁迫时叶片形态的变化,根据旱害症状可将植株受害程度分为 5 个级别(图 1),分级标准具体如下:0 级为正常生长,叶片主脉平展,叶色正常,叶尖和叶缘不向内反卷,无叶柄向下弯曲的叶片;1 级为轻度萎蔫,表现为叶片主脉向下弯曲,无黄化、褐化叶片;2 级为中度萎蔫,表现为叶片主脉向下弯曲,叶尖、叶缘向内反卷,有叶片黄化迹象,但无褐化及焦枯叶片出现;3 级为重度萎蔫,表现为叶片主脉向下弯曲,叶柄向下弯曲,植株有真叶出现黄化失色现象,甚至有 1 ~ 2 张真叶褐化;4 级为极度萎蔫,表现为大量叶片黄化脱落,至少有 3 张真叶褐化焦枯,严重时整株枯死^[14]。逐日观察植株旱害情况,共观察 8 d。然后按以下公式计算 12 个籽用西瓜品种的旱害指数:

旱害指数 = $(0S_0 + 1S_1 + 2S_2 + 3S_3 + 4S_4) / \text{总株数}$ 。
式中: S 表示相应旱害级别的株数。用平均旱害指数作为评价标准,平均旱害指数越小,表示抗旱性越强,反之抗旱性越弱。



图 1 籽用西瓜幼苗 0 ~ 4 级的旱害症状

1.2.3 形态指标的测定 分别在“1.2.1”节的 5 个处理中随机选取 5 株幼苗,将地上部与地下部分开,清洗并擦干表面水分,用直尺测定株高、根长,并称取地上部和地下部鲜质量、干质量。测定完各处理植株的株高、根长后,于烘箱中 105 ℃ 杀青

15 min,80 ℃ 烘干至恒质量后,计算根冠比。每份材料设 3 次重复。

1.2.4 数据统计分析 对 2 年试验数据的平均值进行统计学分析,参考相关指标^[15],应用 SPSS 17.0 进行相关分析,并应用 Excel 2007 作图。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下 12 个籽用西瓜品种的旱害症状和旱害指数

在正常浇水条件下,籽用西瓜植株幼苗叶片比较平展,微微下垂,生长正常。经过干旱处理后,植株最先表现为子叶向下弯曲,部分叶片发黄,真叶因失水导致主脉下垂。短时间的干旱胁迫引起的幼苗旱害症状较轻,不会引起叶片变黄、褐化及枯萎,随着干旱胁迫时间的延长,所有植株都出现不同程度的旱害症状。由于土壤水分的不断蒸发,植株不断失水,出现少量叶片脱落,叶尖、叶缘黄化,有叶片焦枯现象,极少数植株出现叶片大面积焦枯甚至脱落现象。参加试验的 12 个籽用西瓜品种对干旱胁迫的耐受程度存在着一定的差异性(表 2)。经干旱处理后,品种间最早在 3 d 后出现旱害症状,此时沙地金宝(H32)、红秀 3 号(R06)、黄瓢红小片(R16)、科奥红大片(R12)的植株出现了轻微的旱害症状。干旱胁迫 5 d 后,红秀 3 号(R06)和红秀 2 号(R05)旱害症状明显,叶片萎蔫较严重,大于 60% 的植株均发生中度萎蔫症状。随着胁迫程度的加剧,在干旱胁迫 7 d 后,随着失水程度的加重,所有植株均出现了不同程度的旱害症状。在全程干旱胁迫处理过程中,林籽一号(H17)、黑丰一号

(H28)和新林籽三号(H19)出现旱害症状较晚,且旱害程度较轻,仅有少数叶片卷缩,叶缘黄化,总体上表现出较好的耐旱性,而红秀 3 号(R06)、科奥红大片(R12)和靖远大板(H29)的植株出现了较严重的旱害症状,从干旱胁迫 8 d 后开始陆续出现叶片卷缩、黄化和个别植株叶片脱落的现象,表现为对干旱胁迫较敏感,耐旱能力差。

根据旱害分级标准所得到的旱害指数能够真实地反映植株对干旱胁迫的耐受能力。由表 2 可见,籽用西瓜幼苗在干旱胁迫初期旱害指数不高,说明植株对轻度干旱胁迫具有一定的耐受能力,随着胁迫时间的延长,旱害指数呈增长趋势,根据旱害指数平均值的大小,12 个籽用西瓜品种的抗旱性排序为林籽一号(H17) > 黑丰一号(H28) > 新林籽三号(H19) > 益民红小片(R15) > 科奥红小片(R13) > 本地凿(H33) > 黄瓢红小片(R16) > 沙地金宝(H32) > 红秀 2 号(R05) > 靖远大板(H29) > 科奥红大片(R12) > 红秀 3 号(R06)。通过旱害指数的比较,从 12 个籽用西瓜品种中筛选出 4 个籽用西瓜品种,包括 2 个耐旱性较强的黑籽瓜品种林籽一号(H17)、黑丰一号(H28)和 2 个耐旱能力较弱的红籽瓜品种科奥红大片(R12)、红秀 3 号(R06),进行后续的形态观测。

表 2 干旱胁迫下 12 个籽用西瓜品种的旱害指数和抗旱性排序

品种	旱害指数							抗旱性排序
	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	8 d	平均值	
林籽一号	0.00	0.00	0.06	0.33	0.62	1.15	0.36	1
黑丰一号	0.00	0.05	0.28	0.43	0.87	1.56	0.53	2
新林籽三号	0.00	0.00	0.26	1.02	1.32	1.36	0.66	3
益民红小片	0.00	0.06	0.29	0.80	1.32	1.57	0.67	4
科奥红小片	0.00	0.11	0.23	0.96	1.51	1.74	0.76	5
本地凿	0.00	0.00	0.22	0.98	1.86	2.23	0.88	6
黄瓢红小片	0.05	0.08	0.36	1.48	1.95	2.36	1.04	7
沙地金宝	0.03	0.12	0.35	1.26	2.06	2.58	1.07	8
红秀 2 号	0.00	0.00	0.60	1.34	2.42	2.62	1.16	9
靖远大板	0.00	0.00	0.29	1.42	2.61	2.89	1.20	10
科奥红大片	0.06	0.08	0.35	1.47	2.67	2.96	1.27	11
红秀 3 号	0.04	0.12	0.68	1.60	2.79	3.12	1.39	12

2.2 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗株高的影响

由表 3 可见,在干旱胁迫前,林籽一号(H17)幼苗的株高较其他 3 个品种高,这与该品种自身品种特性有关,林籽一号株型相对较大。干旱胁迫 4 d 后,各个品种的株高下降明显,林籽一号、黑丰一

号、科奥红大片、红秀 3 号分别比 CK 下降 6.45%、7.69%、5.16% 和 9.65%。由此说明干旱胁迫降低了 4 种籽用西瓜幼苗的株高,其中红秀 3 号(R06)降低幅度最大,且干旱胁迫时间越长,对植株株高增长的抑制程度越重。

表 3 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗株高的影响

处理	株高 (cm)			
	林籽一号	黑丰一号	科奥红大片	红秀 3 号
CK	22.00a	20.02b	19.37c	18.23d
T2	21.30a	19.00b	18.74c	17.26d
T4	20.58a	18.48b	18.37c	16.47d
T6	19.62a	17.62b	16.54c	15.78d
T8	19.28a	17.28b	16.35c	15.11d

注:同行不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 4 同。

2.3 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗根长的影响

由表 4 可见,在干旱胁迫处理前,各籽用西瓜品种幼苗根长无显著差异。各品种随着干旱时间的延长根长呈下降趋势,说明干旱抑制了籽用西瓜根系的伸长,但与对株高生长的抑制程度相比,干旱对根系伸长的抑制程度较小。

2.4 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生物量积累

由表 5 可见,受干旱胁迫后的植株,地上部和地下部鲜质量均有所下降,表明随着干旱胁迫程度加重,籽用西瓜根系的水分损失程度增大。不同籽用西瓜幼苗的生长受到胁迫影响的程度不同,说明个体之间的抗旱性不同。4 个籽用西瓜品种在遭遇干旱胁迫时,地上部和地下部干质量随着胁迫时间的

延长,呈缓慢下降的趋势。当植株遭遇干旱胁迫时,一般会通过提高自身的根冠比来适应逆境环境,林籽一号(H17)和黑丰一号(H28)的根冠比总体随着胁迫程度的加重而增大,表明对干旱的适应能力增强,而科奥红大片(R12)和红秀 3 号(R06)的根冠比则总体上有所下降,说明抗旱能力弱于前 2 个品种。

表 4 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗根长的影响

处理	根长 (cm)			
	林籽一号	黑丰一号	科奥红大片	红秀 3 号
CK	17.32a	16.38a	16.47a	16.54a
T2	15.28a	14.25a	13.62ab	13.22b
T4	14.15a	12.13ab	11.24b	11.12b
T6	12.21a	11.30ab	10.32b	9.48c
T8	10.37a	9.82ab	9.56b	8.44c

3 讨论与结论

3.1 旱害指数与不同籽用西瓜幼苗的耐旱性

作物在遭受干旱胁迫时的产量和减产百分率常被作为抗旱性鉴定的一项重要指标,已被用于棉花、玉米、大豆等作物的抗旱性鉴定^[16]。旱害指数

表 5 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生物量积累

处理	品种	鲜质量(g)		干质量(g)		根冠比	总鲜质量(g)	总干质量(g)
		地上部	地下部	地上部	地下部			
CK	H17	9.38a	3.98a	3.15a	0.38a	0.08a	13.36b	3.53b
	H28	9.64a	3.64a	3.08a	0.39a	0.09a	13.28b	3.47b
	R12	8.34b	3.44a	3.27a	0.37a	0.07a	25.06a	6.71a
	R06	8.12b	3.38a	3.25a	0.33a	0.08a	11.5b	3.58b
T2	H17	9.24b	3.65a	2.98a	0.32a	0.10a	12.89a	3.28a
	H28	9.48a	3.47a	2.86a	0.33a	0.11a	12.95a	3.19a
	R12	8.04b	3.21ab	2.94a	0.31a	0.10a	11.25a	3.25a
	R06	8.08b	3.13b	2.89a	0.28a	0.09a	11.21a	3.17a
T4	H17	8.84a	3.24a	2.42a	0.27a	0.11a	12.08a	2.69a
	H28	9.16a	3.14a	2.56a	0.26a	0.11a	12.30a	2.82a
	R12	7.88b	3.04a	2.72a	0.23a	0.08a	10.92a	2.95a
	R06	7.98b	2.87b	2.61a	0.20a	0.08a	10.85a	2.81a
T6	H17	7.42b	2.86a	1.74a	0.19a	0.11a	10.28ab	1.93a
	H28	8.52a	2.74a	1.52b	0.17a	0.12a	11.26a	1.69b
	R12	7.04b	2.35b	1.78a	0.14ab	0.07b	9.39b	1.92a
	R06	6.44c	2.13b	1.65a	0.13b	0.07b	8.57b	1.78b
T8	H17	6.12ab	1.74a	0.99b	0.12a	0.12a	7.86b	1.11a
	H28	7.28a	1.68ab	0.85b	0.10a	0.13a	8.96a	0.95b
	R12	5.82b	1.43b	1.05ab	0.07b	0.06b	7.25b	1.12a
	R06	4.92b	1.14c	1.12a	0.04b	0.04b	6.06b	1.16a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

可以比较直观地反映干旱胁迫对幼苗叶片的伤害程度,通常用来鉴定不同品种间的耐旱性差异。本研究中的筛选试验就是根据旱害分级的标准计算 12 个籽用西瓜品种的旱害指数,可以看出,不同籽用西瓜幼苗对轻度干旱胁迫均有一定的耐旱能力,随着干旱胁迫时间的延长,旱害指数不断增大,品种间旱害能力出现一定的差异。根据旱害指数排列顺序,本研究选择了 2 个排名最前面的黑籽瓜品种和排名最后面的 2 个红籽瓜品种进行后续的试验。植物的抗性差异不仅表现在生理过程中,在外部形态上也存在差别。本研究发现,随着干旱胁迫程度的加重,品种间叶片出现萎蔫、变黄、褐化的程度不同,从外部形态上观察,红秀 3 号(R06)受害最严重,抗旱能力最差,而林籽一号(H17)叶片受害程度较轻,黑丰一号(H28)次之,科奥红大片(R12)受干旱损害程度也较重。因此,旱害指数已成为鉴定植物抗旱性最直观有效的指标。

3.2 干旱胁迫对籽用西瓜幼苗生长和干物质积累的影响

当植物遭受到水分亏缺的威胁后,生长会受到抑制,这是干旱胁迫带给植物最直观的伤害形式。当植物严重缺水时会造成体内生理生化代谢发生紊乱,如果持续缺水,最终会导致植物死亡^[17]。植物受到干旱胁迫时最直观的反应就是外部形态上的变化,干旱通常会导致植物水分亏缺,延缓或破坏植物的正常生长^[18],使叶片生长受到抑制,进而影响植株的正常发育^[19]。本研究中,当籽用西瓜幼苗遭遇干旱胁迫时,最直观的变化是叶片向下卷曲、发黄,随着干旱胁迫程度的加重,叶片慢慢坏死脱落,导致整株倒伏。植物在遭受干旱胁迫时外观形态上的变化直接反映植株的受害程度,可作为评价植物抗旱性强弱的直接参考。本试验中随着干旱胁迫持续时间的延长,不同籽用西瓜幼苗的株高、根长、地上部鲜质量、地下部鲜质量、地上部干质量、地下部干质量总体降低,而抗旱品种会通过增加根冠比来提高抗旱性。在 4 个籽用西瓜品种中,通过形态指标的观察可看出,林籽一号(H17)的抗旱能力最强,红秀 3 号(R06)的抗旱能力最弱,科奥红大片(R12)和黑丰一号(H28)居中。从结果上看,黑籽瓜的抗旱性要强于红籽瓜,这可能与籽用西瓜的起源地有关^[20]。形态指标的测定只能初步判定不同品种的抗旱性,关于 4 个不同籽用西瓜品种的抗旱性在后续的试验中会作进一步深入探讨,

而干旱胁迫对植株株高、根长、根冠比等外部形态特征的影响可以作为每年籽用西瓜栽培生产中品种选择的依据。

参考文献:

- [1]王旭辉,王 卉,山其米克,等. 我国籽瓜的开发现状与研究进展[J]. 北方园艺,2018(6):149-153.
- [2]陈菁菁,许 勇,张建农,等. 我国籽用西瓜生产与研究进展[J]. 中国蔬菜,2015(12):12-18.
- [3]唐先兵,赵恢武,林忠平. 植物耐旱基因工程研究进展[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2002,23(3):47-51.
- [4]王惠珍,陆国弟,陈红刚,等. 干旱胁迫对成药期党参生理特性的影响[J]. 中国中医药信息杂志,2018(3):72-76.
- [5]Lawson T, Oxborough K, Morison J I L, et al. The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO₂, O₂, light and water stress in a range of species are similar[J]. Journal of Experimental Botany, 2003, 54(388):1743-1752.
- [6]汪耀富,阎栓年,王廷晓,等. 干旱胁迫下烤烟叶片水分代谢研究[J]. 河南农业大学学报,1994,28(1):50-54,78.
- [7]井大炜,邢尚军,杜振宇,等. 干旱胁迫对杨树幼苗生长、光合特性及活性氧代谢的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(7):1809-1816.
- [8]裴 斌,张光灿,张淑勇,等. 土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合作用和抗氧化酶活性的影响[J]. 生态学报,2013,33(5):1386-1396.
- [9]金善宝. 中国小麦学[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [10]栗雨勤,刘 毅,张文英,等. 冬小麦抗旱高产品种鉴定方法的研究[J]. 沈阳农业大学学报,1999,30(6):581-585.
- [11]Kuylensstierna J L, Björklund G, Najlis P. Future sustainable water use challenges and constraints[J]. Journal of Soil and Water Conservation,1997(3):151-156.
- [12]周冀衡,王彦亭,余佳斌. 不同基因型烤烟对氮肥形态的适应和在水分胁迫下抗旱性影响的研究[J]. 种子,1999(2):9-12.
- [13]Nguyen H T, Babu R C, Blum A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations[J]. Crop Science,1997,37(5):1426-1434.
- [14]莫言玲,郑俊鸾,杨瑞平,等. 不同西瓜基因型对干旱胁迫的生理响应及其抗旱性评价[J]. 应用生态学报,2016,27(6):1942-1952.
- [15]户连荣,郎南军,郑 科. 植物抗旱性研究进展及发展趋势[J]. 安徽农业科学,2008,36(7):2652-2654.
- [16]魏良明,贾了然,胡学安,等. 玉米抗旱性生理生化研究进展[J]. 干旱地区农业研究,1997(4):68-73.
- [17]高 宁,高辉远,石定燧,等. 16 种(品种)寒地型草坪草抗旱性及评定方法初探[J]. 八一农学院学报,1995,18(1):68-72.
- [18]范苏鲁,苑兆和,冯立娟,等. 干旱胁迫对大丽花生理生化指标的影响[J]. 应用生态学报,2011,22(3):651-657.
- [19]赵多勇,李应彪,翟金兰,等. 籽瓜系列产品的开发现状与存在问题[J]. 北方园艺,2008(4):100-102.
- [20]何金明,赵清岩. 内蒙古地区籽用西瓜种子大小与其商品性状的关系[J]. 内蒙古农牧学院学报,1998,19(3):58-62.