

肉苁蓉蒴果与种子发育研究

郑雷 吴艳 崔旭盛 翟志席 郭玉海*

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

摘要 以肉苁蓉蒴果和种子为试验材料,研究了肉苁蓉蒴果和种子的发育。结果表明:1)肉苁蓉从开花到蒴果开裂所需时间为35 d。肉苁蓉蒴果和种子颜色在发育过程中经历了白色、褐色和黑色的转变,当肉苁蓉蒴果由褐色变为黑色时即花后30 d左右为肉苁蓉种子的适宜采收期。2)肉苁蓉蒴果长度、宽度、鲜重和干重在花后25 d时均达到最大值,分别为17.48 mm、12.33 mm、1.620 g和0.295 g,并且肉苁蓉蒴果发育可分为体积增大期、内部充实期和成熟期3个时期。3)肉苁蓉种子长度和宽度在花后25 d时达到最大值,分别为1.22和0.77 mm,每蒴果种子鲜重在花后20 d达到最大值,为0.768 g;每蒴果种子干重在花后35 d时达到最大值,为0.206 g。4)肉苁蓉种子千粒重和饱满度均在花后35 d达到最大,而<0.5 mm种子所占比例则在花后35 d时最小,分别为0.086 7 g、85.99%和10.23%。种子萌发率在花后30 d达到最大值,为53.3%。

关键词 肉苁蓉;蒴果;种子;发育

中图分类号 Q 945; S 56

文章编号 1007-4333(2013)03-0068-05

文献标志码 A

Study on the capsule and seed development of *Cistanche deserticola*

ZHENG Lei, WU Yan, CUI Xu-sheng, ZHAI Zhi-xi, GUO Yu-hai*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract Field sampling surveys and laboratory studies were applied to study the capsule and seed development of *Cistanche deserticola*. The results showed: 1) The time from flowering to capsule dehiscence of *C. deserticola* was 35 d. The color of the capsule and seed experienced a white, brown and black change, when the color of the capsule changed from brown to black (30 d after flowering) was the appropriate harvest period of *C. deserticola* seeds. 2) 30 days after flowering, the length, width, fresh weight and dry weight per capsule of *C. deserticola* reached the maximum, with value of 17.48 mm, 12.33 mm, 1.620 g and 0.295 g respectively. The capsule development of *C. deserticola* can be divided into three periods, the volume increasing stage, internal filling stage and the stable stage. 3) 25 days after flowering, the seed length and width of *C. deserticola* reached the maximum, 1.22 and 0.77 mm. 30 days after flowering, the fresh seed weight per capsule reached 0.768 g whereas at day 35 after flowering, the dry seed weight per capsule reached the maximum 0.206 g. 4) 35 days after flowering, both the 1000-grain weight and seed plumpness reached the maximum while the proportion of small seeds (<0.5 mm) decreased the minimum, with value of 0.086 7 g, 85.99% and 10.23%, respectively. At day 35 after flowering, the seed germination rate reached the maximum 53.3%.

Key words *Cistanche deserticola*; capsule; seed; development

种子是植物器官的延存,也是农业生产中最基本和不可替代的生产资料。种子萌发是植物启动生活史的第一步也是关键的一步。种子萌发不仅与

光、温、水、气等外界环境条件密切相关更受种子质量的影响。种子质量主要在种子发育过程中形成,而种子发育不仅是保证种子质量的基础同时也是确

收稿日期:2012-10-15

基金项目:科技部农业科技成果转化资金项目(2011GB23600014);国家公益性行业(农业)科研专项(200903001-2-3)

第一作者:郑雷,硕士研究生,E-mail:zhenglei19870922@163.com

通讯作者:郭玉海,教授,博士生导师,主要从事中草药栽培研究,E-mail:yhguo@cau.edu.cn

定种子采收的前提,适宜的采收期能够采收到质量好、萌发率高的种子。种子发育是植物个体发育的最初阶段,它的可塑性最强,对外界环境条件非常敏感。这一阶段发育的好坏,直接关系到种子本身的活力水平、播种品质,也影响到下一代的生长发育^[1]。因此研究种子的发育是保证种子质量的前提同时对于确定种子的采收期具有重要意义。

濒危药用植物肉苁蓉(*Cistanche deserticola*)为列当科(Orobanchaceae)肉苁蓉属(*Cistanche*)多年生全寄生药用植物,具补肾阳、益精血,润肠通便之功效^[2],是补肾壮阳类处方中使用频度最高的补益药物之一。近年来,随着人们保健意识的增强和肉苁蓉药理药效的深入研究^[3-6],野生资源已不能满足日益增长的市场需求。为了解决需求与资源减少的矛盾,已开展了肉苁蓉的人工种植研究^[7-8],但由于肉苁蓉特殊的寄生生物学特性,种子存在萌发率低,萌发不整齐等关键问题。为了提高肉苁蓉种子萌发率和促使种子萌发整齐,在肉苁蓉种子萌发条件、休眠特性和打破休眠方面前人已做多项研究^[9-12],并取得了一定成效,但关于肉苁蓉蒴果和种子的发育及其对种子质量的影响尚未见报道。本研究以肉苁蓉蒴果和种子为研究材料,旨在明确肉苁蓉蒴果和种子的发育及其对种子质量的影响,为肉苁蓉良种繁育和确定适宜采收期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

列当科(Orobanchaceae)肉苁蓉属(*Cistanche*)肉苁蓉(*C. deserticola*)蒴果和种子,于2011年5—7月采收于内蒙古磴口县肉苁蓉基地,采收后保存于通风透光的种子袋内室温储存。

1.2 试验处理和试验设计

对照(CK):花后15 d肉苁蓉蒴果和种子

处理1:花后20 d肉苁蓉蒴果和种子

处理2:花后25 d肉苁蓉蒴果和种子

处理3:花后30 d肉苁蓉蒴果和种子

处理4:花后35 d肉苁蓉蒴果和种子

本试验采用随机试验设计,每处理15株,试验重复3次进行。具体方法为:随机选择15株肉苁蓉植株,挂牌标记同天开放的肉苁蓉花朵,从开花后15 d起,每隔5 d在每株花序中部取2个蒴果共30个蒴果进行观察和测定。

1.3 试验时间和地点

试验于2011年5—7月在内蒙古磴口肉苁蓉基地进行。试验地年平均气温7.6℃,极端最低气温-34.2℃,极端最高气温38.2℃,无霜期145 d。年均日照时数为3 289.5 h,≥10℃的积温3 222.2℃,年降雨量为135.8 mm,年蒸发量3 620 mm。

1.4 测定指标和方法

蒴果和种子长宽度测定:采用卡尺测量法。蒴果和种子鲜重、干重、千粒重测定:采用称量法。种子分级:采用筛选法^[14]。

种子饱满度测定:随机选取种子100粒,用蒸馏水浸泡24 h后于载玻片上压出种胚,凡有胚的种子为饱满种子。重复3次。

种子萌发率测定:种子经表面消毒后,随机取100粒种子均匀置于已经消毒的内衬2层滤纸的培养皿中并加入10 mg/L 氟啶酮5 mL,封口后将培养皿置于25℃恒温培养箱中,30 d后检查种子萌发率。重复3次。

1.5 数据处理

数据采用Excel 2007和DPS 7.05软件进行数据处理及统计分析。

2 结果与分析

2.1 肉苁蓉蒴果和种子发育的形态变化

从肉苁蓉蒴果和种子发育的形态变化(表1)可见,在花后15~20 d蒴果为白色,花后20~30 d蒴

表1 肉苁蓉蒴果和种子发育的形态变化

Table 1 Morphological changes during the capsule and seed development of *C. deserticola*

取样时间 Sampling time	蒴果发育特征 Capsule development characteristics	种子发育特征 Seed development characteristics
花后15 d	蒴果白色,花柱开始萎焉	种子白色聚成团状
花后20 d	蒴果白色,花柱全部萎焉	种子呈淡黄色,开始分散开
花后25 d	蒴果开始变为褐色	种子淡黄色且有少部分种子变为褐色
花后30 d	蒴果变为褐色并变软	种子部分为褐色部分为黑色
花后35 d	蒴果黑色并裂开	种子呈黑色并具有光泽

果为褐色,花后 35 d 时蒴果为黑色并开始裂开。从花后 15~20 d 种子颜色从白色变为淡黄色,从花后 20~30 d 种子颜色由淡黄色逐渐变为褐色和黑色,花后 35 d 时种子呈黑色并具有光泽。

2.2 肉苁蓉蒴果发育

从蒴果长度、宽度、鲜重、干重和含水率变化(表 2)可见,蒴果长度、宽度、鲜重、干重和蒴果含水率均随着发育时间延长呈现先增加后减少趋势。在花后

表 2 肉苁蓉蒴果长宽、宽度、鲜重、干重及含水率变化

Table 2 Capsule length, width, fresh weight, dry weight and moisture content changes of *C. deserticola*

取样时间 Sampling time	蒴果长度/mm Capsule length	蒴果宽度/mm Capsule width	每蒴果鲜重/g Fresh weight	每蒴果干重/g Dry weight	蒴果含水率/% Water content
花后 15 d	15.84 c	11.49 bc	1.364 b	0.255 b	81.30 a
花后 20 d	16.78 b	12.19 ab	1.467 ab	0.270 ab	81.60 a
花后 25 d	17.48 a	12.33 a	1.620 a	0.295 a	81.79 a
花后 30 d	16.99 ab	11.78 abc	1.311 b	0.270 ab	79.41 a
花后 35 d	15.12 d	11.04 c	0.655 c	0.265 ab	58.02 b

注:表中每列数字后不同小写字母表示差异达到显著水平($P < 0.05$),下同。

Note: values followed by the different letters in each column are significantly at 0.05 level from each other. The same as follows.

25 d 时蒴果长度、宽度和每蒴果鲜干重均达到最大值,分别为 17.48 mm、12.33 mm、1.620 g 和 0.295 g,与对照相比,分别增加了 10.35%、7.31%、18.77% 和 15.67%,存在显著差异($P < 0.05$)。蒴果长度、宽度和每蒴果鲜干重,均在花后 25~35 d 间逐渐减少,花后 35 d 时蒴果长度、宽度、每蒴果鲜干重分别为 15.12 mm、11.04 mm、0.655 g 和 0.265 g。蒴果含水率在花后 15~30 d 间变化不显著,花后 35 d 时蒴果含水率为 58.02%,与对照相比下降 23.28%,差异显著($P < 0.05$)。

2.3 肉苁蓉蒴果发育时期划分

由每蒴果和每蒴果种子干重变化(图 1)可见,肉苁蓉每蒴果干重随着发育时间的延长呈现先增加后降低的趋势。肉苁蓉每蒴果干重在花后 25 d 时达到最大为 0.295 g,与对照相比增加了 15.69% ($P < 0.05$),而在花后 25~35 d 间逐渐减少 ($P > 0.05$)。肉苁蓉每蒴果种子干重则随着发育时间的延长而逐渐增加,在花后 35 d 时达到最大为 0.206 g,与对照相比增加了 101.96% ($P < 0.05$)。

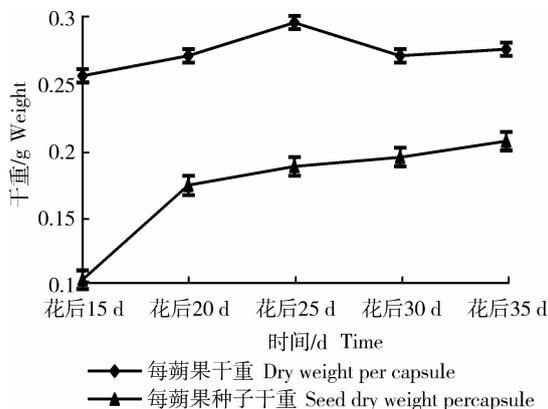


图 1 肉苁蓉每蒴果干重和每蒴果种子干重变化

Fig. 1 Dry weight per capsule and seed dry weight per capsule of *C. deserticola*

种子的发育一般可分为体积膨大、干物质充实和种子成熟 3 个阶段^[1]。根据肉苁蓉每蒴果干重和每蒴果种子干重变化可将苁蓉蒴果发育分为以下 3 个时期(表 3),体积增大期、内部充实期和成熟稳定期 3 个阶段。在体积增大期,伴随着养分和水分的快速吸收,蒴果体积快速增大,水分含量迅速增加,

表 3 肉苁蓉蒴果发育时期及特征

Table 3 Capsule developmental stages and characteristics of *C. deserticola* capsules

发育时期 Developmental stages	特征 Characteristics	时间 Time
体积增大期	肉苁蓉蒴果和种子的长宽度逐渐增加	开花到花后 25 d
内部充实期	肉苁蓉蒴果干重减少而种子干重继续增加	花后 25~30 d
成熟期	肉苁蓉蒴果干重基本稳定	花后 30~35 d

蒴果干物质也同时增加。在内部充实期,肉苁蓉蒴果进入失水收缩阶段,蒴果干重减少而种子干重继续增加。在成熟期,肉苁蓉蒴果干重基本稳定。

2.4 肉苁蓉种子发育

种子长度、宽度和每蒴果种子鲜重,随发育时间延长呈现先增加后减少趋势,每蒴果种子干重随着发育时间延长而逐渐增加,而种子含水率则逐渐减少(表 4)。种子长度和宽度在花后 25 d 时达到最大,分别为 1.22 和 0.77 mm,分别比对照增加了 29.79%和 42.59%($P<0.05$)。种子长度在花后

25~35 d 间逐渐变小,种子宽度在花后 35 d 时为 0.65 mm,与对照相比增加了 20.37%($P<0.05$)。肉苁蓉每蒴果种子鲜重在花后 20 d 达到最大为 0.768 g,与对照相比增加了 27.37%($P<0.05$)。每蒴果种子鲜重从花后 20~35 d 间逐渐减少,花后 35 d 时为 0.528 g。每蒴果种子干重在花后 35 d 时达到最大为 0.206 g,与对照相比增加了 101.96%($P<0.05$)。肉苁蓉种子含水率从花后 15 d 时的 83.86% 降到蒴果刚开裂时(花后 35 d)的 60.98%,降幅为 22.98%($P<0.05$)。

表 4 肉苁蓉种子长宽度、鲜干重及含水量变化

Table 4 Seeds length,width,fresh weight,dry weight and moisture content changes of *C. deserticola*

取样时间 Sampling time	种子长度/mm Seeds length	种子宽度/mm Seeds width	每蒴果种子鲜重/g Fresh weight	每蒴果种子干重/g Dry weight	种子含水率/% Water content
花后 15 d	0.94 a	0.54 c	0.632 bc	0.102 c	83.86 a
花后 20 d	1.12 b	0.62 b	0.805 a	0.173 b	78.51 b
花后 25 d	1.22 b	0.77 a	0.768 ab	0.187 ab	75.65 c
花后 30 d	1.13 b	0.67 b	0.756 ab	0.194 ab	74.34 c
花后 35 d	1.13 b	0.65 b	0.528 c	0.206 a	60.98 d

2.5 不同发育时期对肉苁蓉种子质量的影响

种子千粒重、饱满度和萌发率是种子质量的重要指标。从不同发育时期肉苁蓉种子质量性状指标测定(表 5)可见,随着种子发育时间的延长,肉苁蓉种子千粒重和种子饱满度逐渐增加且均在花后 35 d 达到最大值,分别为 0.086 7 g 和 85.99%,分别比对照增加 73.4%和 60.38%($P<0.05$)。种子萌发率则随着种子发育时间的延长呈现先增加后减小的趋势,在花后 30 d 达到最大值为 53.3%,比对照增加 43.3%($P<0.05$)。

2.6 不同发育时期对肉苁蓉种子粒径分布的影响

从不同发育时期肉苁蓉种子粒径分布可见(表 6),随着发育时间的延长,种子粒径 <0.5 mm 的肉苁蓉种子所占比例逐渐减少,在蒴果开裂时(花后 35 d)为 10.23%,比对照减少了 13.64%。0.5~0.7 mm 和 >0.7 mm 的肉苁蓉种子随着发育时间的延长所占比例逐渐增加,均在花后 35 d 达到最大,分别为 57.03%和 32.74%,比对照增加 8.00%和 5.77%。

表 5 不同发育时期肉苁蓉种子质量性状指标测定

Table 5 Quality traits of *C. deserticola* seeds at different developmental stages

取样时间 Sampling time	千粒重/g 1 000-grain weight	种子饱满度/% Seed plumpness	萌发率/% Seed germination
花后 15 d	0.050 0 d	25.61 d	10.0 c
花后 20 d	0.073 3 c	66.40 c	12.0 c
花后 25 d	0.077 5 bc	70.16 bc	32.7 b
花后 30 d	0.081 0 ab	76.00 b	53.3 a
花后 35 d	0.086 7 a	85.99 a	33.3 b

表 6 不同发育时期肉苁蓉种子粒径分布

Table 6 Size distribution of *C. deserticola* seeds at different developmental stages

取样时间 Sampling time	种子粒径 Seed size		
	<0.5 mm	0.5~0.7 mm	>0.7 mm
花后 15 d	23.87%	49.03%	26.97%
花后 20 d	20.98%	52.81%	29.13%
花后 25 d	17.03%	53.21%	29.08%
花后 30 d	12.68%	55.35%	31.05%
花后 35 d	10.23%	57.03%	32.74%

3 结论与讨论

肉苁蓉种子具有深休眠特性,种子成熟的种胚为球形原胚,无胚根、胚芽及子叶的分化^[15],在自然环境下,要经过2个冬季种胚才能完成后熟过程。2~5℃低温层积处理,可在3个月内完成种胚的形态后熟,使种子胚率(种胚长度/种子长度)由24.1%增长到63.4%左右,从而提高萌发率^[16]。肉苁蓉种子质量问题受遗传因素和光温水等外界环境条件等多个因素影响。已有研究表明,肉苁蓉授粉方式^[17]、肉苁蓉种子生长部位^[13-14]和花序长度^[18]等都影响肉苁蓉种子质量。

蒴果和种子发育是肉苁蓉生殖生长中最关键的环节,直接制约着肉苁蓉种子质量的优劣。本研究结果表明:随着发育时间的延长,蒴果和种子颜色经历了从白色、褐色最后变为黑色的过程。这一点与闫妍等的研究相似^[19]。当肉苁蓉蒴果由褐色变为黑色时即花后30d左右时蒴果会开裂,此前应对肉苁蓉种子进行收获以避免蒴果开裂造成种子损失。蒴果长度、宽度、鲜干重在花后25d时均达到最大值,分别为17.48mm、12.33mm、1.620g和0.295g,即蒴果在花后25d后停止膨大并开始进入失水收缩阶段。这一点与张秀荣等在芝麻蒴果发育研究上的结论相似^[20]。同时,本研究首次明确了寄生植物肉苁蓉种子发育的过程,为寄生植物良种繁育提供了必要的理论支撑。肉苁蓉种子长度和宽度在花后25d时达到最大值,分别为1.22和0.77mm,每蒴果种子鲜重在花后20d达到最大值,为0.768g,每蒴果种子干重在花后35d时达到最大值,为0.206g。种子千粒重、饱满度均在花后35d达到最大,而<0.5mm种子所占比例则在花后35d时最小,分别为0.0867g、85.99%和10.23%。种子萌发率则在花后30d达到最大值,为53.3%,之后萌发率降低,可能是因为蒴果裂开使种子暴露于高温干燥的环境中加深了肉苁蓉种子的休眠。

肉苁蓉蒴果和种子发育除与遗传因素有关外,同时受自然条件和栽培措施等影响,今后有必要继续进行专题研究。

参 考 文 献

- [1] 颜启传. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 2010版一部. 北京: 中国医药科技出版社, 2010
- [3] Geng X C, Tian X F, Tu P F, et al. Neuroprotective effects of echinacoside in the mouse MPTP model of Parkinson's disease [J]. Eur J Pharm, 2007, 564: 66-74
- [4] Wen J H, Tai H F, Xu M, et al. Echinacoside elicits endothelium-dependent relaxation in rat aortic rings via an NO-cGMP pathway[J]. Planta Med, 2009, 75: 1400-1404
- [5] Jia Y M, Guan Q N, Guo Y H, et al. Reduction of inflammatory hyperplasia in the intestine in colon cancer-prone mice by water-extract of *Cistanche deserticola* [J]. Phytother Res, 2012, 26(6): 812-819
- [6] Jia Y M, Guan Q N, Guo Y H, et al. Echinacoside stimulates cell proliferation and prevents cell apoptosis by up-regulation of transforming growth factor-beta 1 expression in intestinal epithelial MODE-K cells[J]. J Pharm Sci, 2012, 118: 99-108
- [7] 杨太新, 王华磊, 王长林, 等. 华北平原管花肉苁蓉引种试验研究[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1): 27-29
- [8] 杨太新, 王华磊, 王长林, 等. 管花肉苁蓉田间接种技术的研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(7): 488-490
- [9] 乔学义, 王华磊, 郭玉海. 肉苁蓉种子发芽条件研究[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(18): 1848-1850
- [10] 牛东玲, 宋玉霞, 郭生虎, 等. 肉苁蓉种子休眠与萌发特性的初步研究[J]. 种子, 2006, 25(2): 17-21
- [11] 王华磊, 郭玉海, 翟志席, 等. 氟啶酮对管花肉苁蓉种子萌发影响的研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(19): 1638-1639
- [12] 盛晋华, 翟志席, 郭玉海. 荒漠肉苁蓉种子萌发与吸器形成的形态学研究[J]. 中草药, 2004, 35(9): 1047-1049
- [13] 雒树青, 张雄杰, 盛晋华. 不同授粉方式和花序不同部位肉苁蓉种子质量的比较研究[J]. 科技导报, 2008, 26(14): 88-92
- [14] 闫妍, 郭玉海. 管花肉苁蓉花序不同部位种子质量与有效积温的关系[J]. 中国农学通报, 2009, 25(9): 70-73
- [15] 马虹, 屠骊珠. 肉苁蓉胚胎学研究: II. 胚和胚乳的发育[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1997, 28(2): 219-221
- [16] 盛晋华, 张雄杰, 刘宏义, 等. 层积对肉苁蓉种子后熟作用的研究[J]. 中国种业, 2006(3): 23-24
- [17] 陈君, 刘同宁, 程惠珍, 等. 肉苁蓉传粉特性研究[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(6): 504-506
- [18] 崔旭盛, 郑雷, 郭玉海, 等. 肉苁蓉花序长度与种子产量和质量的关系研究[J]. 中国种业, 2011(5): 54-55
- [19] 闫妍. 管花肉苁蓉蒴果和种子发育研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2010
- [20] 张秀荣, 孙建, 霍磊, 等. 芝麻蒴果及种子的生长发育特性[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(3): 291-296