

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2012.06.018

宁夏枸杞果实与种子形态发育初探

郑国琦^{1,2}, 张磊¹, 王俊¹, 胡正海^{2*}

(1. 宁夏大学 生命科学学院, 银川 750021; 2. 西北大学 生命科学学院, 西安 710069)

摘要: 研究了宁夏枸杞不同发育时期果实和种子形态的变化特征及种子内胚的变化。结果表明: 宁夏枸杞果实的生长发育曲线为花后 8 d 以前为其第一次快速生长期, 花后 8~24 d 为缓慢生长期, 花后 24~34 d 是第二次快速生长期, 属于典型的双“S”型。宁夏枸杞种子的生长曲线既不属于单“S”型, 也不属于双“S”型, 表现为果实的第一次快速生长期同时也是种子的快速生长期, 但种子完成的生长比例快于果实完成的生长比例, 此期种子内的胚乳生长快; 当果实进入缓慢生长期, 种子也表现出缓慢生长的特性, 且种子长度和宽度的增加速率均显著低于果实第一次快速生长期种子的生长速率, 此期种子主要进行胚的分化; 在果实的第二次快速生长期, 果实体积和重量迅速增加, 而种子的长度和宽度增加很少, 此期种子内仅胚进一步增大, 从而反映出宁夏枸杞果实的发育与种子发育有一定的相关性。

关键词: 宁夏枸杞; 果实; 种子; 胚; 形态发育

中图分类号: Q944.59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2012)06-0810-06

The morphology development of fruit and seed in *Lycium barbarum*

ZHENG Guo-Qi^{1,2}, ZHANG Lei¹, WANG Jun¹, HU Zheng-Hai^{2*}

(1. College of Life Sciences, Ningxia University, Yinchuan 750021; 2. College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract: The morphology development of fruit and seed, and the change of seed endoderm of *Lycium barbarum* in different developmental stages were studied. The results showed that the fruit growth curve of *Lycium barbarum* belongs to the double “S” curve. Its growth can be divided into three stages: the first rapid stage spanned 8 days after blossom; slow growth stage (8—24 days after blossom); the second rapid growth stage (24—34 days after blossom). While the seed growth curve of *L. barbarum* was not only single “S” curve, but also double “S” curve. The first rapid stage of fruit was also the first rapid stage of the seed, but the ratio of seed growth increasing was more than that of fruit, and the increasing of endosperm in seed was notable. During the slow growth stage of fruit, the increasing ratio of length and width were lower than those of seed in the first rapid stage, and embryo differentiation was taken place in seed during this period. During the second rapid growth stage of fruit, the volume and weight of fruit significantly increased, on the contrary, the length and width were almost not increasing, only embryo gradually grew up. The results indicated that there was an relativity between the morphology development of fruits and seeds in *L. barbarum*.

Key words: *L. barbarum*; fruit; seed; embryo; morphology development

收稿日期: 2012-04-19 修回日期: 2012-06-22

基金项目: 国家自然科学基金(81160517); 国家科技支撑计划项目(2009BAI07B02-1)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(81160517); the National Science and Technology Support Program(2009BAI07B02-01)]

作者简介: 郑国琦(1977-), 男, 博士, 副教授, 主要从事植物学的教研工作, (E-mail)zhengguoqi1977@163.com。

* 通讯作者: 胡正海, 男, 教授, 从事结构植物学教学和研究, (E-mail)zhenghaihu@sina.com。

宁夏枸杞 (*Lycium barbarum*), 隶属于茄科 (Solanaceae) 枸杞属 (*Lycium*), 为多年生灌木, 以干燥果实入药, 主要的药用成分为枸杞多糖和总糖 (国家药典委员会, 2010)。由于果实是宁夏枸杞主要的药用部位和有效药用成分的贮藏器官, 因此, 果实的大小及果实内主要药用成分的含量成为中药枸杞子质量评价的主要指标。因此, 研究宁夏枸杞果实及其内部种子的发育规律, 探讨果实和种子发育的相关性, 对于进一步阐明枸杞果实内同化产物的代谢、调控和积累具有重要意义。

果实发育对种子的发育往往具有很强的依赖性 (樊卫国等, 2004); 对枸杞果实形态发育规律的研究主要集中在果实发育时期的划分 (李文钊等, 1979; 冯美等, 2005; 叶力勤, 2009)、果实形态的变化、种子胚乳和胚的发育 (李文钊等, 1979) 等方面, 而且这些研究工作基本上是分别进行的, 未将果皮形态发育与种子的形态发育紧密结合起来进行系统研究, 对宁夏枸杞果实发育时期的划分也主要从农业生产角度出发, 不能全面地反映枸杞果实发育的规律。本研究通过对不同发育时期枸杞果皮外部形态特征、种子形态特征及种子内胚的形态发育过程的观察, 探讨果皮的形态发育与种子发育的相关性, 为进一步研究果实结构发育和有效成分积累以及提高果实的品质提供一定的理论基础和科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

采自栽培于宁夏农林科学院枸杞育种基地的宁夏枸杞 6 年生宁杞 1 号品种活植株。2009 年 5~7 月中旬, 对果实进行取样观察。实验采取定点定株的方法, 第一天选取 20 株枸杞于 5 月 23 日用红色毛线标记同一天开放的花朵 (花瓣紫色, 花药白色, 坚挺未开裂), 共标记 5 000 朵; 第二天开始采集果实, 直至果实成熟为止, 其中花后 2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26、28、30、32 和 34 d 采摘的果实一部分用 FAA (70% 酒精配制) 固定液固定, 一部分果实用于果皮和种子形态指标的测定, 并通过连续观察花、子房、果实、种子的外部形态特征, 对枸杞的果实和种子发育过程进行阶段划分。

1.2 观察内容及测定方法

1.2.1 不同发育时期果实生长指标的测定及果实颜色变化的观察 (1) 果实单粒重量的测定: 用千分之

一的电子天平测定果实鲜重; (2) 果实横纵径的测量: 采用 0.1% 的游标卡尺测定果实横纵径; (3) 果实体积的测定: 采用排水法进行体积的测定; (4) 果实外部形态特征观察拍照: 用 Olympus SZH10 数码体视解剖镜观察拍照。

1.2.2 不同发育时期种子形态特征的观察 (1) 不同发育时期种子横径和纵径的测量, 用显微测微尺测量; (2) 种子外部形态特征观察拍照: 用 Olympus SZH10 数码体视解剖镜观察拍照。

1.2.3 不同发育时期种子胚形态特征的观察 在对果实和种子外部形态特征观察的基础上, 根据果实生长发育规律, 选择果实花后 8、24 和 34 d 的果实内种子, 用双面刀片将其种皮剖开, 对内部胚的形态结构观察拍照。

1.3 数据统计

数据均采用 SAS8.0 和 Excel 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 果实的形态发育

2.1.1 果实个体的变化 宁夏枸杞果实从开花到果实成熟大约需要 34 d, 通过对果实的纵径和横径进行测量发现, 果实的发育可明显划分为 3 个阶段: (1) 第一个快速生长期 (花后 2~8 d); (2) 缓慢生长期 (花后 8~24 d); (3) 第二个快速生长期 (花后 24~34 d)。果实横径由于其基部、中间和顶端三部分的发育不均匀, 分别对这三个部位进行了测量 (图 1)。

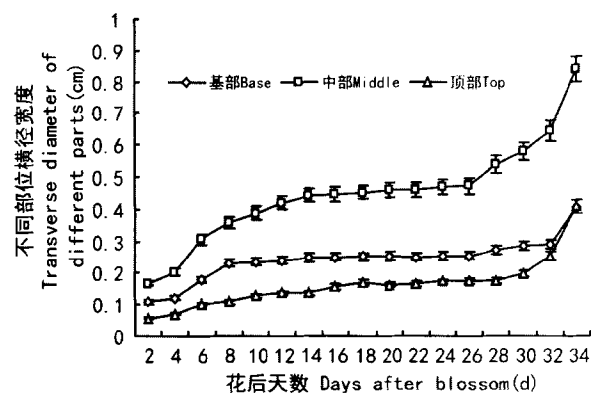


图 1 宁夏枸杞果实不同发育时期不同部位的横径变化
Fig. 1 Change of the fruit transverse diameter of *Lycium barbarum* in the different developmental stages

从图 1 看出, 在第一个快速生长期, 果实以中部横径增长最快, 平均日增长量为 $0.32 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$, 净

增量占成熟时果实中部横径的 42.65%；基部平均日增长量为 $0.20 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实基部横径的 57.04%。顶端横径增加幅度最小，平均日增长量为 $0.086 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实横径的 26.65%。在缓慢生长期，果实以中部横径增长最快，平均日增长量为 $0.079 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实中部横径的 13.20%。顶端平均日增长量为 $0.046 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实顶部横径

的 15.79%；基部横径增加幅度最小，平均日增长量为 $0.016 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实横径的 5.49%。在第二次快速生长期，果实仍是以中部横径增长最快，平均日增长量为 $0.46 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实中部横径的 44.15%；顶端平均日增长量为 $0.29 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实顶端横径的 57.56%；基部横径增加幅度最小，平均日增长量为 $0.19 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实横径的 37.47%。

表 1 宁夏枸杞果实不同发育时期不同部位的横径的生长速率

Table 1 Growth rate of the fruit transverse diameter of *L. barbarum* in the different developmental stages

不同部位 Different parts	第一次快速生长期 The first rapid stage		缓慢生长期 Slow growth stage		第二次快速生长期 The second rapid growth stage	
	平均日增长量 Average growth (mm · d ⁻¹)	占成熟横径比例 Accounting for mature fruit transverse diameter ratio (%)	平均日增长量 Average growth (mm · d ⁻¹)	占成熟横径比例 Accounting for mature fruit transverse diameter ratio (%)	平均日增长量 Average growth (mm · d ⁻¹)	占成熟横径比例 Accounting for mature fruit transverse diameter ratio (%)
果实基部 Fruit base	0.20	57.04	0.016	5.49	0.19	37.47
果实中间 Fruit middle	0.32	42.65	0.079	13.20	0.46	44.15
果实顶端 Fruit top	0.086	26.65	0.046	15.79	0.29	57.56

由图 2 可知果实纵径的变化与横径的变化规律基本相同。第一次快速生长期，果实纵径平均日增长量为 $1.14 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实纵径的 44.52%，纵径生长显著大于横径。在缓慢生长期，纵径平均日增长量为 $0.32 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时的 21.55%。在第二次快速生长期，纵径平均日增长量为 $0.89 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时的 33.93%。

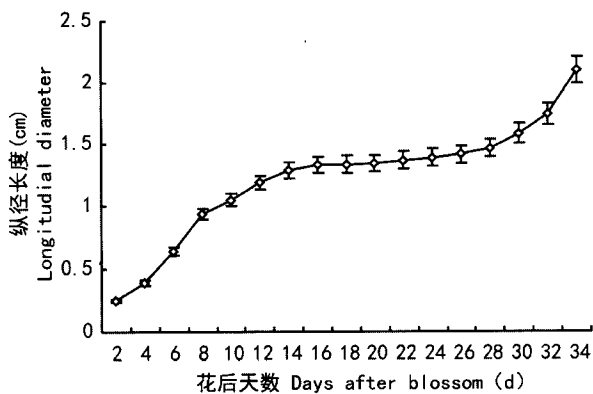


图 2 宁夏枸杞果实不同发育时期不同部位的纵径变化
Fig. 2 Change of the fruit longitudinal diameter of *L. barbarum* in the different developmental stages

从图 3 看出，第一次快速生长期，果实纵径/横径的比值随果实花后天数的延长，比值逐渐增大，由开花时的 1.48 增加到花后 8 d 的 2.61；在缓慢生长期，果实纵径/横径的比值由花后 10 d 的 2.71 增加到花后 24 d 的 2.99，增加幅度缓慢；第二次快速生

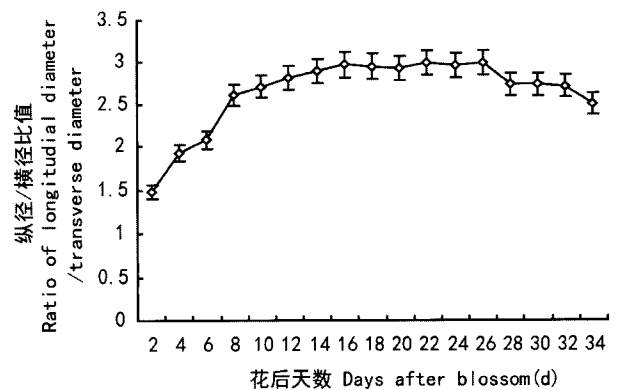


图 3 宁夏枸杞果实不同发育时期纵径/横径比值变化
Fig. 3 Change of the fruit ratio of *L. barbarum* longitudinal diameter/transverse diameter in the different developmental stages

长期，果实纵径/横径的比值开始逐渐下降，由花后 26 d 的 2.96 逐渐下降到花后 34 d 的 2.50。

2.1.2 果实不同发育期单粒重量和体积的变化 对宁夏枸杞不同发育时期果实单粒鲜重的测定结果表明，在第一次快速生长期，果实迅速增大，平均日增长量为 $0.12 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实单粒鲜重的 10.60%；在缓慢生长期，果实鲜重平均日增量为 $0.061 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实单粒鲜重的 12.22%；在第二次快速生长期，果实重量急剧增加，平均日增量为 $0.67 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ ，净增量占成熟时果实单粒鲜重的 77.18%，说明第二次快速生长期是果

实鲜重增长的主要时期(图 4)。

宁夏枸杞果实体积的变化与果实鲜重的变化相似(图 5), 在第一次快速生长期, 平均日增加量为 $0.019 \text{ cm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 净增加量占成熟时果实体积的 14.29%; 在缓慢生长期, 平均日增加量为 $0.010 \text{ cm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 净增加量占成熟时果实体积的 17.26%; 在第二次快速生长期, 果实体积平均日增加量为 $0.072 \text{ cm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 净增加量占成熟时果实总体积的 68.45%, 说明果实体积的增长也是在第二次快速生长期完成的。

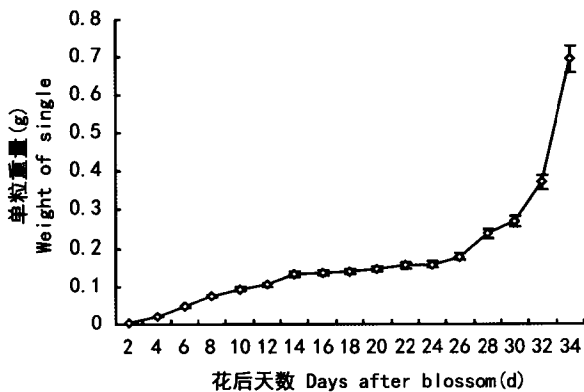


图 4 宁夏枸杞果实不同发育时期重量的变化
Fig. 4 Change of the fruit weight of *L. barbarum* in the different developmental stages

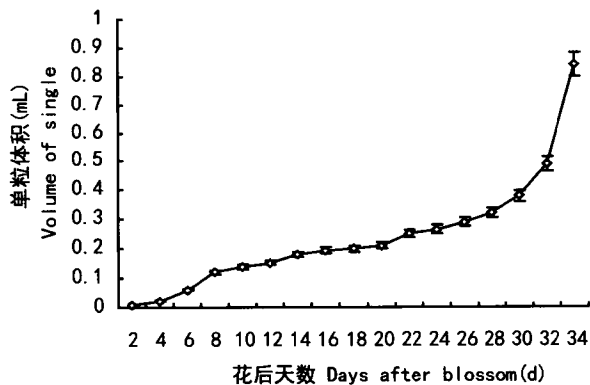


图 5 宁夏枸杞单粒果实不同发育时期体积的变化
Fig. 5 Change of the fruit volume of *L. barbarum* in the different developmental stages

2.1.3 果实不同发育时期外部形态的变化 宁夏枸杞果实不同发育时期外部形态也有变化(图版 I), 果实发育可以划分为 3 个阶段:(1)第一次快速生长期, 从开花到花冠凋落约 5 d, 此时子房发育为果实, 包被在花萼内, 果实呈绿白色, 其体积逐渐生长至果实尖端露出花萼;(2)缓慢生长期, 果实尖端露出花

萼, 子房由绿白色变为绿色, 在花后 14 d 时, 果实叶绿素含量达到最高, 之后逐渐下降, 随发育天数的延长, 果实纵径继续伸长, 横径逐渐缓慢增加;(3)第二次快速生长期, 果实继续生长发育, 果实颜色由黄绿色→黄红色→红色, 成熟时果实鲜红和明亮, 果实的鲜重和体积在发育后期急剧增加。

2.2 种子发育期形态的变化

2.2.1 种子不同发育期大小的变化 由图 6 和图 7 看出, 种子的长度和宽度的增长与其果实横径和纵径的增长规律表现出不同的变化趋势, 即种子在花后 10 d 前, 宽度和长度迅速增加, 日平均增加量分别为 $126.45 \mu\text{m}$ 和 $101.43 \mu\text{m}$, 占种子成熟时的总长度和宽度的 83.12% 和 82.63%。花后 10~28 d, 种子长度和宽度增加缓慢, 日平均增加量分别为 $9.62 \mu\text{m}$ 和 $12.35 \mu\text{m}$, 占种子成熟时种子总长度和宽度的 13.88% 和 14.27%。花后 28~34 d, 是果实重量和体积急剧增大的时期, 此时的种子在外形上变化不大, 种子宽度和长度的日平均增加量分别为 $6.21 \mu\text{m}$ 和 $8.05 \mu\text{m}$, 占种子成熟时种子总长度和宽度的 2.99% 和 3.10%, 种子的长度和宽度在 30 d 后基本不增加。

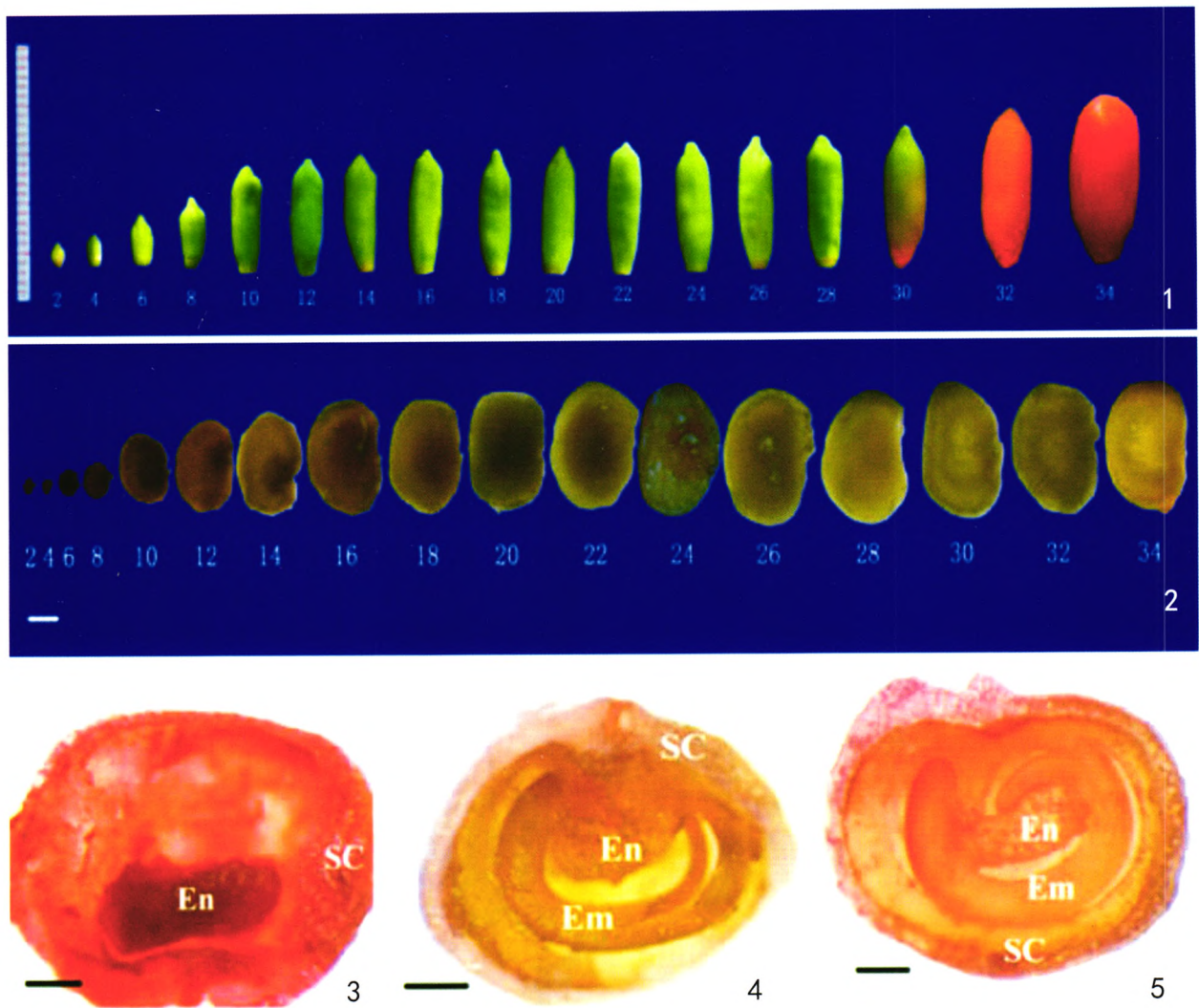
2.2.2 种子的外部形态 宁夏枸杞成熟种子为倒卵状肾形, 种子表面具有隆起的网纹, 腹侧肾形凹入处可见明显的种脐, 种子宽度大于长度, 种皮由早期的白色逐渐转变为成熟期的黄褐色, 千粒重为 1.0 g (图版 I : 2)。

2.2.3 种子不同发育期胚外部形态特征 据果实和种子的发育规律, 对果实花后 10、24 和 34 d 的种子中胚和胚乳进行解剖观察(图版 I : 3-5), 发现果实花后 10 d, 种子白色, 种皮不致密, 胚乳充实, 种子内的胚被胚乳包裹, 呈团块状, 尚处于原胚阶段。花后 24 d 时, 胚已发育, 出现胚根、胚轴、胚芽和子叶的分化, 其胚乳体积逐渐缩小, 位于弧形的胚内方; 果实花后 34 d, 即果实成熟时, 胚的各部分结构完整清晰, 此时胚体积进一步增大, 而胚乳体积进一步缩小, 被弯曲的胚包围(图版 I : 5)。

3 结论与讨论

3.1 果实发育规律

果实生长发育曲线是以果实纵横径、体积、鲜重或干重为基础所作的生长累加曲线(曲泽洲等, 1964)。不同种类的果实, 其生长发育曲线类型不尽



图版 I 不同发育时期宁夏枸杞果实、种子和胚外部形态变化 1. 果实外部形态变化; 2. 种子外部形态变化, bar=600 μm ; 3. 宁夏枸杞果实花后 10 d 胚和胚乳的变化, bar=9.0 μm ; 4. 宁夏枸杞果实花后 24 d 胚和胚乳的变化, bar=10.0 μm ; 5. 宁夏枸杞果实花后 34 d 胚和胚乳的变化, bar=8.0 μm . Em. 胚; En. 胚乳; SC. 种皮。

Plate I The pattern of fruits, seeds and embryo of *L. barbarum* in different developmental stages 1. External feature of fruit; 2. External feature of seed, bar=600 μm ; 3. External feature of embryo and endosperm 10 days after blossom, bar=9 μm ; 4. External feature of embryo and endosperm 24 days after blossom, bar=10 μm ; 5. External feature of embryo and endosperm 34 days after blossom, bar=8 μm . Em. embryo; En. endosperm; SC. seed coat.

相同,但大体可分为两种,即单“S”型曲线和双“S”型曲线。我们对宁夏枸杞果实不同发育时期横径、纵径、果实单粒重量和体积的测量结果表明:枸杞果实的生长发育曲线属于典型的双“S”型,这与冯美等(2005)的研究结果相一致,即果实花后 8 天以前为其第一次快速生长期,花后 8~24 d 为缓慢生长期,而花后的 24~34 d 是第二次快速生长期。

果实形态建成过程中,在果实发育初期常进行旺盛的细胞分裂,主要是细胞数目的增加,以后的生长过程中主要以细胞体积增大为主。果实细胞的分裂和体积的增大还表现出极性分布,生长方向的改

变,从而使果实纵径与横径的比值发生变化。据报道,在梨的一个品种中,长度与直径的比值,开花时是 1.1;14 d 后是 2.7;而开花后 133 d 的成熟果实是 1.31。辣椒(*Capsicum annuum*)一个品种的果实,也表现出长度与直径比值的不断变化,开花时是 1.3,33 d 成熟时为 2.2,而且这种伸长,在果实基部最为迅速(胡正海,2010)。宁夏枸杞果实基部,中部和顶端的横径生长速率的发育明显不同步,表现出果实中部横径的增加最大,其次为基部,顶端增加幅度最小,呈现出果实中部的优先生长特性。枸杞果实长度与直径的比值变化规律也表现出与梨和辣椒

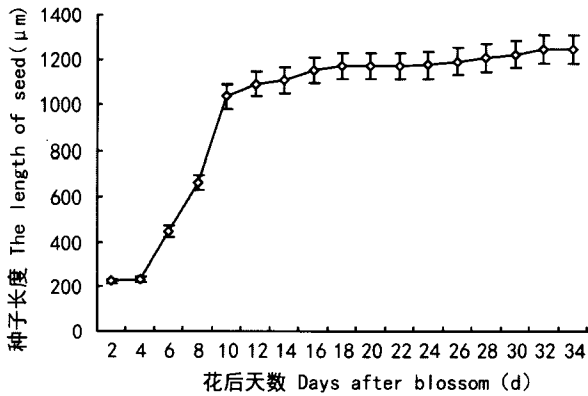


图 6 宁夏枸杞种子不同发育时期长度的变化

Fig. 6 Change of the seed length of *L. barbarum* in the different developmental stages

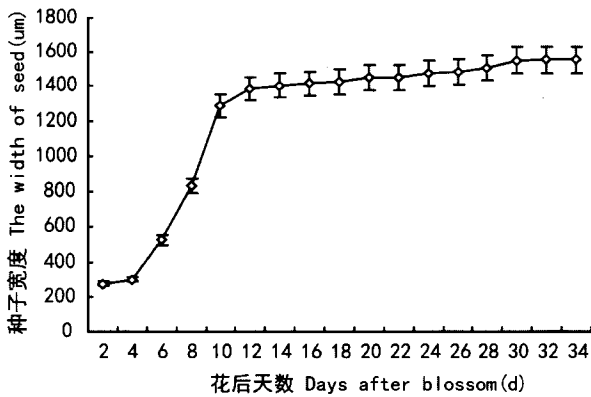


图 7 宁夏枸杞种子不同发育时期宽度的变化

Fig. 7 Change of the seed width of *L. barbarum* in the different developmental stages

相同的规律,由开花时的 1.48 增加到花后 8 d 的 2.61,进而到花后 24 d 的 2.99,最后又下降到花后 34 d 的 2.50。

3.2 种子发育规律

植物的果实和种子可能有不同类型的生长曲线。如菜豆中整个果实具有简单的“S”状生长曲线,而种子则呈一双重的“S”形生长曲线。本文对宁夏枸杞种子的宽度和长度的测定结果表明:其种子的生长曲线既不属于单“S”型,也不属于双“S”型,其特征为果实的第一次快速生长期同样也是种子的快速生长期,但种子此时期的发育天数比果实此期的发育天数长,之后果实进入缓慢生长期,种子此时也表现出缓慢生长的特性,种子长度和宽度的增加速率均显著低于果实第一次快速生长期种子的生长速率。在果实的第二次快速生长期,果实体积和重量迅速增加,但此时期种子的长度和宽度增加

很少甚至后期基本不增加。结合种子内胚的形态发育,笔者认为,果实第一次快速生长期,伴随着果实纵横径和体积的迅速增加,种子的长度和宽度也迅速增加,并在花后 10 d,其长度和宽度分别达到果实成熟时种子总长度和宽度的 83.12% 和 82.63%,这可能是子房内胚珠受精后到果实第一次快速生长末期,此时的种子内胚还处于原胚的分化阶段(李文钊等,1979),包裹在胚乳中(图版 I:3),种子的生长主要以种皮的增大和胚乳发育为主。因此,果实第一次快速生长期果实体积的增大是为种子外部形态的增大做准备。在果实缓慢生长期,种子也进入到一个缓慢生长的阶段,此期种子宽度和长度缓慢增加,至果实缓慢生长末期,种子长度和宽度的增加量分别占种子成熟时种子总长度和宽度的 13.88% 和 14.27%,种皮生长变缓,此时期种子中的胚则进一步分化,在缓慢生长末期已形成一个子叶胚(图版 I:4),说明此期果实的生长重心是其种子中子叶幼胚的分化形成,因而果实的生长速率变缓,这与许雪峰等(1995)对玫瑰香葡萄果实发育特征的研究结果一致。在果实的第二次快速生长期,果实的纵横径、体积和重量迅速增加,而此时种子在外部形态上变化不大,长度和宽度随果实发育天数的延长,略有增加,但在花后 30 d 后基本不增加,此时种子中的胚则进一步进行细胞分裂并逐渐长大,形成一个成熟的弯胚(图版 I:5)。因此,此时果实的发育重心已由前期的子叶幼胚的分化转移到果实纵横径和体积的迅速增大上,表现为第二次快速生长期,果实横、纵径和体积的净增量分别占成熟时果实横径的 44.15%、纵径的 33.93% 和体积的 68.45%。

以上研究只是通过对宁夏枸杞果实和种子不同发育期的外部形态特征及其相关性进行了初步探讨,尚未涉及果实和种子内生理生化物质的变化,而果实的生长发育受许多内部和外部因素的控制,种子内激素的刺激等都将影响果实的发育(刘丙花等,2008;肖家欣等,2007)。因此,尚需从生理生化的角度进一步研究果实和种子发育的相关性,为果实和种子发育的调控提供更全面的信息。

参考文献:


- 国家药典委员会. 2010. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社:232-233
 胡正海. 2010. 植物解剖学[M]. 北京:高等教育出版社:274-296
 Fan WG(樊卫国), An HM(安华明), Liu GQ(刘国琴), et al. (下转第 839 页 Continue on page 839)

- tween the minute structure and the lodging resistance of rice stems[J]. *Coll Surf*, **35**(3-4):155-158
- Ishimaru K, Togawa E, Ookawa T, *et al.* 2008. New target for rice lodging resistance and its effect in a typhoon[J]. *Planta*, **227**(3):601-609
- Kaack K, Schwarz KU, Brander PE. 2003. Variation in morphology, anatomy and chemistry of stems of *Miscanthus* genotypes differing in mechanical properties[J]. *Indust Crops Prod*, **17**(2):131-142
- Kashiwagi T, Ishimaru K. 2004. Identification and functional analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice[J]. *Plant Physiol*, **134**(2):676-683
- Peng SZ(彭世彰), Zhang ZL(张正良), Pang GB(庞桂斌). 2009. Mechanical evaluation and cause analysis of rice-stem lodging resistance under controlled irrigation in cold region(控制灌溉条件下寒区水稻茎秆抗倒伏力学评价及成因分析)[J]. *Transac Chin Soc Agric Engin* (农业工程学报), **25**(1):6-10
- Sherratt MJ, Baldock C, Haston JL, *et al.* 2003. Fibrillin microfibrils are stiff reinforcing fibers in compliant tissues[J]. *J Mol Biol*, **332**(1):183-193
- Wang J, Zhu JX, Lin QQ, *et al.* 2006. Effects of stem structure and cell wall components on bending strength in wheat[J]. *Chin Sci Bull*, **51**(7):815-823
- Wang Y(王勇), Li QQ(李晴祺), Li ZH(李朝恒), *et al.* 1998. Studies on the culm quality and anatomy of wheat varieties (小麦品种茎秆的质量及解剖学研究)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), **24**(4):452-458
- Xu ZJ(徐正进), Chen WF(陈温福), Zhang LB(张龙步), *et al.* 1996. Differences and inheritance of neck vascular bundles between different rice types (水稻穗颈维管束性状的类型间差异及其遗传的研究)[J]. *Acta Agron Sin*(作物学报), **22**(2):167-172
- Yang HJ(杨惠杰), Yang RC(杨仁崔), Li YZ(李义珍), *et al.* 2000. Relationship between culm traits and lodging resistance of rice cultivars (水稻茎秆性状与抗倒伏性的关系)[J]. *Fujian J Agric Sci*(福建农业学报), **15**(2):1-7
- Yang YH(杨艳华), Zhu Z(朱镇), Zhang YD(张亚东), *et al.* 2011. A study on stalk morphological traits, the constitution of plant height and their relationships with lodging resistance (不同水稻品种(系)抗倒伏能力与茎秆形态性状的关系)[J]. *Jiangsu J Agric Sci*(江苏农业学报), **27**(2):231-235
- Zhang MC(张明聪), Liu YY(刘元英), Luo SG(罗盛国), *et al.* 2010. Effects of integrated nutrient management on lodging resistance of rice in cold area (养分管理对寒地水稻抗倒伏能力的影响)[J]. *Sci Agric Sin*(中国农业科学), **43**(21):4536-4542
- Zhang XJ(张喜娟), Li HJ(李红娟), Li WJ(李伟娟), *et al.* 2009. The lodging resistance of erect panicle japonica rice in northern China (北方直立穗型粳稻抗倒伏性的研究)[J]. *Sci Agric Sin*(中国农业科学), **42**(7):2305-2313

(上接第 815 页 Continue from page 815)

2004. Changes of endogenous hormones contents in fruit, seeds and their effects on the fruit development of *Rosa roxburghi* (刺梨果实与种子内源激素含量变化及其与果实发育的关系)[J]. *Sci Agric Sin*(中国农业科学), **37**(5):728-733
- Feng M(冯美), Zhang N(张宁), Song CB(宋长冰). 2005. The study on the fruit growth development of *Lycium barbarum* (宁夏枸杞果实生长发育初探)[J]. *Seed*(种子), **24**(10):63-65
- Li WD(李文钊), Wang XL(王锡林), Luo YF(罗蕴芳). 1979. The preliminary observation of blossom and fruit morphological development of fruit of *Lycium barbarum* (宁夏枸杞开花结果形态发育的初步观察)[J]. *Ningxia J Agric & Fore Sci Technol* (宁夏农林科技), **6**:32-35
- Liu BH(刘丙花), Jiang YM(姜远茂), Peng FT(彭福田), *et al.* 2008. Dynamic changes of endogenous hormone contents in the pulp and seeds of sweet cherry fruit during growth and development(甜樱桃红灯果实发育过程中果肉及种子内源激素含量变化动态)[J]. *J Fruit Sci*(果树学报), **25**(4):593-596
- Qu ZZ(曲泽洲), Wang YH(王永惠), Zhou JG(周吉桂), *et al.* 1964. The relationship between fruit development and cell division and growth of jujubes(枣果实发育与细胞分裂和增长的关系)[J]. *J Agric Univ Hebei*(河北农业大学学报), **3**(1):1-15
- Xiao JQ(肖家欣), Peng SA(彭抒昂). 2007. Study on changes in concentrations of four endogenous hormones in different fruit positions during citrus fruit growth and development(柑橘果实生长发育过程中果实不同部位的4种内源激素含量变化的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **27**(5):775-779
- Xu XF(许雪峰), Luo GG(罗光国), Peng YB(彭宜本). 1995. Dynamics and characteristics of berry growth and development of grape(*Vitis vinifera* cv. Muscat Hamburg)(玫瑰香葡萄浆果生长发育动态及其变化特点)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **22**(4):318-322
- Ye LQ(叶力勤). 2009. The development period and characteristic observation of fruit of *Lycium barbarum* (枸杞果实发育时期及特性观察)[J]. *Ningxia J Agric & Fore Sci Technol* (宁夏农林科技), (2):18-19

宁夏枸杞果实与种子形态发育初探

作者: [郑国琦](#), [张磊](#), [王俊](#), [胡正海](#), [ZHENG Guo-Qi](#), [ZHANG Lei](#), [WANG Jun](#), [HU Zheng-Hai](#)
作者单位: [郑国琦, ZHENG Guo-Qi \(宁夏大学生命科学学院, 银川750021; 西北大学生命科学学院, 西安710069\)](#), [张磊, 王俊, ZHANG Lei, WANG Jun \(宁夏大学生命科学学院, 银川, 750021\)](#), [胡正海, HU Zheng-Hai \(西北大学生命科学学院, 西安, 710069\)](#)
刊名: [广西植物](#) 
英文刊名: [Guihaia](#)
年, 卷(期): 2012, 32(6)
被引用次数: 1次

参考文献(10条)

1. [国家药典委员会](#) [中华人民共和国药典\(一部\)](#) 2010
2. [胡正海](#) [植物解剖学](#) 2010
3. [樊卫国](#), [安华明](#), [刘国琴](#), [何嵩涛](#), [刘进平](#) [刺梨果实与种子内源激素含量变化及其与果实发育的关系](#)[期刊论文]-[中国农业科学](#) 2004(5)
4. [宁夏枸杞果实生长发育初探](#)[期刊论文]-[种子](#) 2005(10)
5. [李文钿](#); [王锡林](#); [罗蕴芳](#) [宁夏枸杞开花结果形态发育的初步观察](#) 1979
6. [刘丙花](#), [姜远茂](#), [彭福田](#), [赵凤霞](#), [王海云](#), [赵林](#) [甜樱桃红灯果实发育过程中果肉及种子内源激素含量变化动态](#)[期刊论文]-[果树学报](#) 2008(4)
7. [曲泽洲](#); [王永惠](#); [周吉桂](#) [枣果实发育与细胞分裂和增长的关系](#) 1964(01)
8. [肖家欣](#), [彭抒昂](#) [柑橘果实生长发育过程中果实不同部位的4种内源激素含量变化的研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2007(5)
9. [许雪峰](#); [罗光国](#); [彭宜本](#) [玫瑰香葡萄浆果生长发育动态及其变化特点](#) 1995(04)
10. [叶力勤](#) [枸杞果实发育时期及特性观察](#)[期刊论文]-[宁夏农林科技](#) 2009(2)

引证文献(1条)

1. [郑国琦](#), [刘根红](#), [张磊](#), [杨淑娟](#), [杨涓](#), [胡正海](#) [宁夏枸杞果实发育过程中淀粉代谢和质体超微结构研究](#)[期刊论文]-[西北植物学报](#) 2014(09)

引用本文格式: [郑国琦](#). [张磊](#). [王俊](#). [胡正海](#). [ZHENG Guo-Qi](#). [ZHANG Lei](#). [WANG Jun](#). [HU Zheng-Hai](#) [宁夏枸杞果实与种子形态发育初探](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2012(6)