

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2013.01.023

戴国礼,秦垦,曹有龙,等. 黑果枸杞的花部结构及繁育系统特征[J]. 广西植物,2013,33(1):126-132

Dai GL, Qin K, Cao YL, et al. Characteristics of floral dynamic and breeding system of *Lycium ruthenicum*[J]. *Guihaia*, 2013, 33(1): 126-132

## 黑果枸杞的花部结构及繁育系统特征

戴国礼<sup>1</sup>, 秦 垦<sup>1\*</sup>, 曹有龙<sup>1</sup>, 焦恩宁<sup>1</sup>, 张 波<sup>2</sup>

(1. 国家枸杞工程技术研究中心, 银川 750004; 2. 宁夏大学 生命科学学院, 银川 750002)

**摘 要:** 以宁夏、青海野生分布的黑果枸杞硬枝扦插苗为试验材料, 对其开花动态与花部形态特征进行观察, 并运用 TTC 法、联苯胺-过氧化氢法、P/O、OCI 和套袋试验等方法针对黑果枸杞花部结构及繁育系统进行研究。结果表明: 黑果枸杞 5~9 月开花, 单花持续期 2~3 d; 黑果枸杞花粉活力在花药开裂时处于最强的状态, 达到 93.02%, 15d 后, 为 2.97%; 开花当日黑果枸杞柱头都具有可授性, 在散粉后 0~36 h 内, 为传粉受精的最佳时间; 杂交指数 OCI 为 3 或 4, P/O(花粉量与胚珠比)为 8 750~10 652, 结合坐果率判断黑果枸杞不存在无融合生殖现象, 部分自交亲和, 繁育系统属于异交, 需要传粉者。黑果枸杞的繁育系统以异交为主, 但其仍保留着一定的自交花部综合特征。

**关键词:** 黑果枸杞; 花部特征; 繁育系统

中图分类号: Q945.6 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2013)01-0126-07

## Characteristics of floral dynamic and breeding system of *Lycium ruthenicum*

DAI Guo-Li<sup>1</sup>, QIN Ken<sup>1\*</sup>, CAO You-Long<sup>1</sup>,  
JIAO En-Ning<sup>1</sup>, ZHANG Bo<sup>2</sup>

(1. National Chinese Wolfberry Engineering and Technology Research Center, Yinchuan 750004, China;

2. College of Life Sciences, Ningxia University, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** Field investigation was performed on the floral syndrome, pollination characteristics and breeding system of *Lycium ruthenicum* by continuous observations and analyzing data of out-crossing index, pollen-ovule ratio, fruit-set ratio and seed-set ratio. The results were as follows: under natural conditions, the flowering stage of populations was about 120 days from May to September, the life span of a single flower was about 2-3 days. The results showed that pollen viability of *L. ruthenicum* was more than 93.2% during the period after flowering. Pollen viability decreased 2.97% after the 15th day, stigma receptivity was in the strongest condition on the first and second day after blooming, and then decreased after the third day. It showed that the breeding system was out-crossing, part self-compatibility, when comparing the results of pollination experiments with the results of out-crossing index and pollen-ovule ratio. Hand pollinations improved reproductive success, suggesting that sexual reproduction may be influenced by pollen limitation and less pollinators in nature.

**Key words:** *Lycium ruthenicum*; floral dynamic; breeding system

繁育系统是影响后代遗传组成的所有性特征, 自交亲和程度和交配系统。植物繁育系统已成为一个包括花的综合特征、花各器官的寿命、花开放样式、一个以“生殖”为核心, 探讨物种多样性发生历史、维持

\* 收稿日期: 2012-06-14 修回日期: 2012-09-25

基金项目: 宁夏回族自治区自然科学基金(NZ1181); 宁夏农林科学院自主研发项目

作者简介: 戴国礼(1984-), 男, 青海格尔木人, 助理研究员, 主要从事枸杞遗传育种及分子生物学研究, (E-mail) dgl2006swfc@163.com。

\* 通讯作者: 秦垦, 副研究员, 主要从事枸杞遗传育种研究工作, (E-mail) qinken7@163.com。

机理和保护策略为最终目的的综合交叉研究。清晰界定物种的繁育特征有助于从确保生殖的角度, 指导野生资源的收集和人工栽培品种的驯化选育。

黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum*) 系茄科 (Solanaceae) 枸杞属 (*Lycium*) 植物, 分布于山西北部、宁夏、甘肃、青海、新疆、西藏等省 (匡可任等, 1978)。国内外对黑果枸杞的研究主要集中在以下 5 个方面: 组织的解剖结构、营养成分和微量元素、组织培养、多糖的提取、色素 (花色苷) 提取及药理药效的研究 (章英才等, 2004)。秦垦等 (2009) 对宁夏枸杞的繁育系统作了初步研究, 但针对黑果枸杞繁育系统

的研究还未见报道, 本研究通过对其开花动态与花部形态特征的观察、花粉活力与柱头可授性检测、花粉-胚珠比估算、杂交指数的估算以及套袋试验等方法, 揭示其繁育系统特征, 为黑果枸杞的选种、育种及人工驯化提供科学依据。

## 1 材料

研究地址位于宁夏农林科学院枸杞种质资源圃 (38°38'49" N, 106°09'10" E), 海拔 1 114 m; 材料为青海、宁夏等分布区的野生黑果枸杞, 经国家枸杞工

表 1 试材的名称和来源

Table 1 Cultivars and origins of chewing cane materials

编号 No.	分布区域 Distribution area	海拔 Elevation	采集地 Locality	土壤类型 Soil type	共生植物 Symbiotic plants
1	36°45'60" N, 96°39'21" E	2 872 m	青海诺木洪	沙壤	黄果枸杞、芦苇、毛红柳
2	36°45'92" N, 96°47'24" E	2 852 m	青海诺木洪	沙壤	黄果枸杞、芦苇、毛红柳
3	36°41'45" N, 95°02'48" E	2 803 m	青海格尔木河西农场	灰棕漠土, 盐土	芦苇、毛红柳、白刺
4	36°45'56" N, 94°90'72" E	2 867 m	青海格尔木东村	灰棕漠土, 盐土	芦苇、毛红柳、白刺、罗布麻
5	38°40'24" N, 106°37'58" E	1 583 m	宁夏掌政	灌淤土	芦苇
6	38°39'10" N, 106°56'46" E	1 060 m	宁夏平罗	草甸盐土	芦苇

程技术研究中心秦垦副研究员鉴定为黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum*), 通过硬枝扦插于 2010 年 5 月定植于枸杞种质资源圃内, 采集地如表 1。

## 2 研究方法

### 2.1 开花动态与花部形态特征的观察

用塑料挂牌随机标记处于松蕾期不同产区的黑果枸杞花朵 15 朵, 以肉眼观察其花部性状、开花动态及在时间上的差异确定其单花持续期。

### 2.2 花粉活力检测

花粉活力检测采用 TTC 法 (即氯化三苯基四氮唑 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chofide 染色法) (胡适宜, 1982)。取 0.05 g TTC 溶解在 10 mL 磷酸缓冲液中, 然后放入棕色瓶中, 置于暗处或 4 °C 冰箱中待用。取各参试材料的花朵使其自然散粉, 取散粉后不同时间的花粉于载玻片上, 滴加含有 0.5% TTC 溶液 1~2 滴, 用解剖针搅拌均匀, 迅速盖上盖玻片; 将制片放置 35 °C 恒温箱中 20 min, 然后在显微镜下观察, 有活力的花粉被染成红色, 没有活力的不被染色。每个材料观察 3~5 个制片, 每片任选 5 个视野, 统计全部花粉中染成红色的花粉所占比例, 即花粉的活力。以上方法在进行测定时设置 80 °C,

2 h 和 50% 酒精杀死的花粉作为对照。

### 2.3 柱头可授性检测

依据 Dafni (1992) 的方法, 用联苯胺-过氧化氢法测定柱头可授性。在盛花期, 标记已经现蕾的各品种花 15 朵, 分别在不同时期取材, 将其柱头浸入凹面载片中含有联苯胺-过氧化氢反应液 (1% 联苯胺: 3% 过氧化氢: 水 = 4: 11: 22) 的凹陷处, 染料可与花粉管内胼胝质结合, 若柱头具可授性, 则柱头周围的反应液呈现紫黑色并有气泡出现。

### 2.4 单花花粉量与胚珠比 (Pollen-ovule ratio P/O) 的估算

随机取刚开放而花药尚未开裂的花朵倒插入 1.5 mL 离心管中, 待自然散粉后用手指轻弹离心管, 使花粉全部落入离心管底部, 滴加 0.5% 醋酸洋红溶液, 定容至 1 mL, 摇匀后用 0~50  $\mu$ L 移液枪取 5  $\mu$ L 于血球计数板上, 在显微镜下统计其花粉粒数目。重复 5 次, 计算出单个花朵的平均花粉粒数, 接着用解剖针剥开子房, 在解剖镜下记录胚珠数目。每朵花的 P/O 比用该花的花粉总量除以胚珠数目得到。依据 Cruden (1977) 的划分标准: P/O 为 18.1~39.0 时, 繁育系统为专性自交 (Obligate autogamy); P/O 为 31.9~396.0 时, 繁育系统为兼性自交 (Facultative autogamy); P/O 为 244.7~

2588.0时,繁育系统为兼性异交(Facultative xenogamy);P/O为2108.0~195525.0时,繁育系统为专性异交(Obligate xenogamy)。

### 2.5 杂交指数(Outcrossing index,OCI)的估算

OCI由三个花部特征决定,计算方法如下:①单花或头状花序直径分成4个等级:0~1mm计为0;1~2mm计为1;2~6mm计为2;>6mm计为3。②花药开裂和柱头可授性在时间上可能不一致:雌蕊同熟和雌蕊先熟计为0,雄蕊先熟计为1。③柱头和花药在空间上的相对位置:假如柱头和花药在同一个水平位置,二者间有可能接触计为0;假如二者在空间上存在隔离,不能接触,计为1。累计分值:OCI=0时,为闭花受精型(Cleistogamy);OCI=1时,为专性自交型;OCI=2时,为兼性自交型,有一定异交可能;OCI=3时,为兼性异交型,自交亲和,但假如雌雄异熟则趋向于雌蕊先熟,这类型的植物常产生蜜汁,部分种需要传粉者;OCI=4时,为异交型(Xenogamy),部分自交亲和,异交,多数种需要传粉者(刘林德,2002)。

### 2.6 套袋实验

为检测繁育系统类型,试验地点实施如下处理:(1)不套袋,不去雄,自由传粉,用于检测自然条件下的传粉情况;(2)开花前套袋,不去雄,检测是否自交;(3)同株异花授粉,去雄,套袋,同株异花之间人工授粉,检测是否受精结实;(4)人工异株异花授粉,去雄,套袋,用不同植株的花粉进行异花授粉,检测是否杂交亲和;(5)去雄,套袋,检测是否有无融合生殖;每组处理15朵花(处理3为30朵花)进行标记,套袋10d后将纸袋剪开检查坐果率,35d后收集果实,对种子含量进行计数。计算公式如下:坐果率=回收红熟果总数/套袋花蕾数 $\times$ 100%;相对亲和指数=平均每果自交种子数/平均每果胚珠数 $\times$ 100%。

## 3 结果与分析

### 3.1 黑果枸杞的生境

主要对分布于海拔从1060~2872m的宁夏、青海的黑果枸杞野生群落进行调查,发现群落分布如下特征:(1)由于黑果枸杞叶片肉质,茎、根系庞大,能充分利用土壤中和地下水,以适应荒漠气候的干旱生境。因此,在年降水量不足50mm、空气相对湿度仅为5%~30%、年蒸发量超过降水量百倍以上青海格尔木(图1:A)的荒漠地区仍能生长发

育。(2)黑果枸杞虽然耐旱,但在排水条件好、土壤水肥条件充足的青海诺木洪,生长发育得更好,株高可达1~2m(图1:B);但其不耐水渍,在水渍条件下易死亡,如(图1:C),共生的芦苇、毛红柳没有死亡。(3)黑果枸杞耐盐碱性很强。在格尔木地区土壤全盐量达12~16%的盐化荒漠上仍能生长(图1:D);在诺木洪地区,30cm土层以下具有20~30cm坚硬盐结核的荒漠盐土上,可形成大面积的黑果枸杞灌丛(图1:E)。(4)黑果枸杞具有良好的抗风沙性能,颇耐沙埋。在1m高左右固定沙丘,被沙埋的茎枝能生出不定根,长出新枝或新株(图1:F)。(5)黑果枸杞喜生于荒漠草原、草原化荒漠和荒漠地区的盐湖、盐池、盐沼和河流、沟渠的外围或两侧高地。也常生长于半固定沙丘的下部或覆沙的丘间低地、路旁、田埂等处(图1:G)。(6)常呈单优群落,伴生种主要有芦苇、毛红柳、白刺、罗布麻。群落总盖度一般为20%~40%,是荒漠地区(土壤类型从灰棕漠土,沙盐土和盐土)的重要植被(图1:C,H)。

### 3.2 开花动态与花部形态特征的观察

3.2.1 花部形态特征的观察 黑果枸杞花4~7朵生于短枝上,瑾紫色,花梗细瘦,花萼狭钟状,不规则2~4浅裂,裂片膜质,边缘有稀疏缘毛;花冠漏斗状,浅紫色,平均单花直径为10.09mm,筒部向檐部稍扩大,5浅裂,裂片距圆状卵形,平均萼筒长8.05mm,无缘毛,耳片不明显;雄蕊5~6,平均花丝长4.62mm(花冠口到花丝顶部距离),平均花药长2.02mm,稍伸出花冠,花丝着生于花冠筒中部,花丝离基部稍上处有疏绒毛,同样在花冠内壁等高处亦有稀疏绒毛;花柱与雄蕊近等长,平均花柱长4.58mm(花丝及花柱长度为花冠口到花药及柱头顶部距离),子房2室多胚珠。

3.2.2 开花动态的观察 黑果枸杞5~9月开花,群体花期约70d,群体盛花期约40d,自然野生条件下,单花持续期2~3d,白天晚间都有花朵绽放(图2)。早晨8:00进行观察,9:00点花冠开始松动,10:00花冠开始开放,花冠绽放后1~2h,花药开裂散粉;同时发现有部分花朵1~2花丝先伸长并首先散出花粉;其余3雄蕊滞后1~2h,于开花3~4h内花冠伸展,花药全部开裂,5~6h后,花冠颜色由瑾紫色慢慢变淡,同时花柱颜色由青绿色变为黄绿色,24h后,花冠颜色由董色变为白色,花瓣基部分泌物质;48h后,花药药壁变为褐色,柱头逐渐失去光泽,绿色变为褐色,花冠开始萎蔫(表3)。

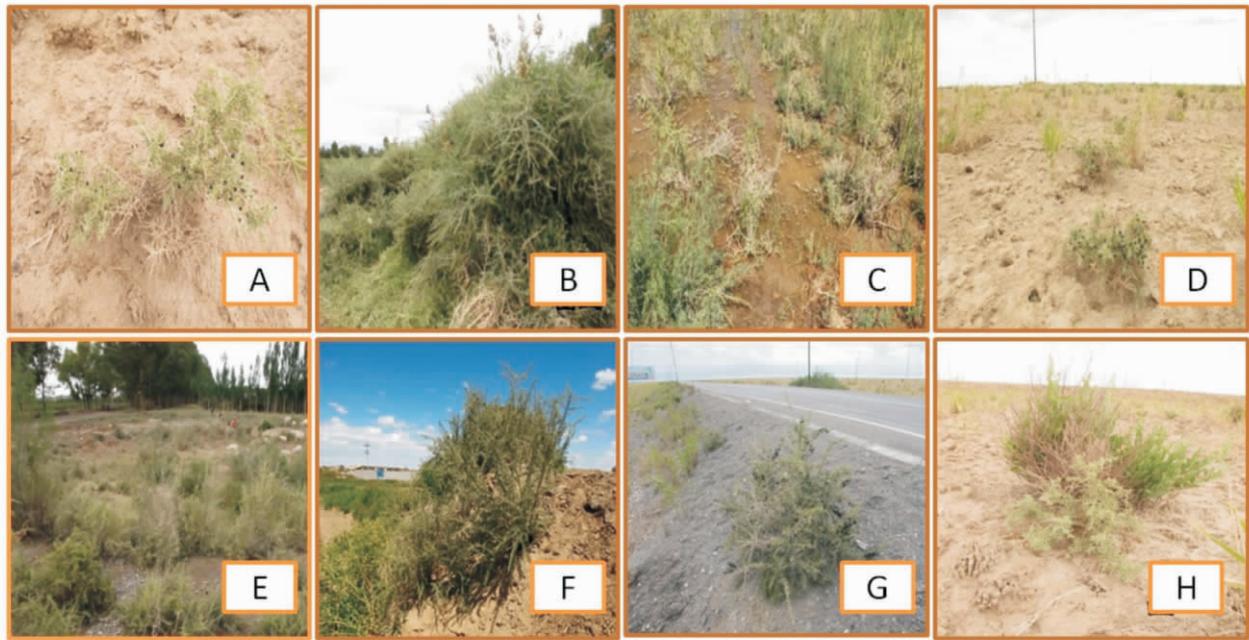


图 1 黑果枸杞野生群落调查  
Fig. 1 Community investigation of *Lycium ruthenicum*

表 2 黑果枸杞花形态特征  
Table 2 Floral morphology of *Lycium ruthenicum*

观测项目 Items of observation	观测结果 Results of observation
花瓣发育状态 Petal development	颜色变化 形状变化
雄蕊发育状态 Stamen development	颜色变化 形状变化 空间位置 花药与柱头的空间距离 花药开裂方式
花柱和柱头的发育状态 Style and stigma development	颜色变化 形状变化 颜色变化 空间位置 花柱长短
花瓣、雄蕊和雌蕊枯萎顺序 Flower organs wilting order	花瓣-雄蕊-雌蕊
气味 Odor	有, 特殊香味
分泌物 Secretions	有

3.3 花粉活力检测

黑果枸杞花粉活力与对照“宁杞 1 号”花粉活力没有明显的差异, 在花药开裂时花粉活力处于最强的状态, 达到 93.02%, 此后随着时间推移花粉活力逐渐下降, 15 d 时为 2.97%。可见, 室温条件下花粉活力的丧失比较缓慢, 为黑果枸杞的正常传粉受精提供了基础。

3.4 柱头可授性

依据 Dafni(1992)的方法, 在开花当日黑果枸杞柱头都具有可授性, 在散粉后 0~36 h 内, 雌蕊花柱

柱头具有可授性, 观察显示柱头表面具有大量气泡, 且周围反应液也有大量气泡, 这一时期为传粉受精的最佳时间。在雄蕊花药成熟前, 雌蕊花柱柱头就已经具有了可授性, 证明了花药散粉与柱头可授时间存在间隔, 且雌蕊先熟。

3.5 单花花粉量与胚珠比 (Pollen-ovule ratio, P/O) 的估算

经过检测, 黑果枸杞的花粉量与宁夏枸杞的花粉量差异不大, 花粉量约为 245 000, 每花胚珠数目为 23~32, 胚珠数量平均为 26 个。花粉量与胚珠

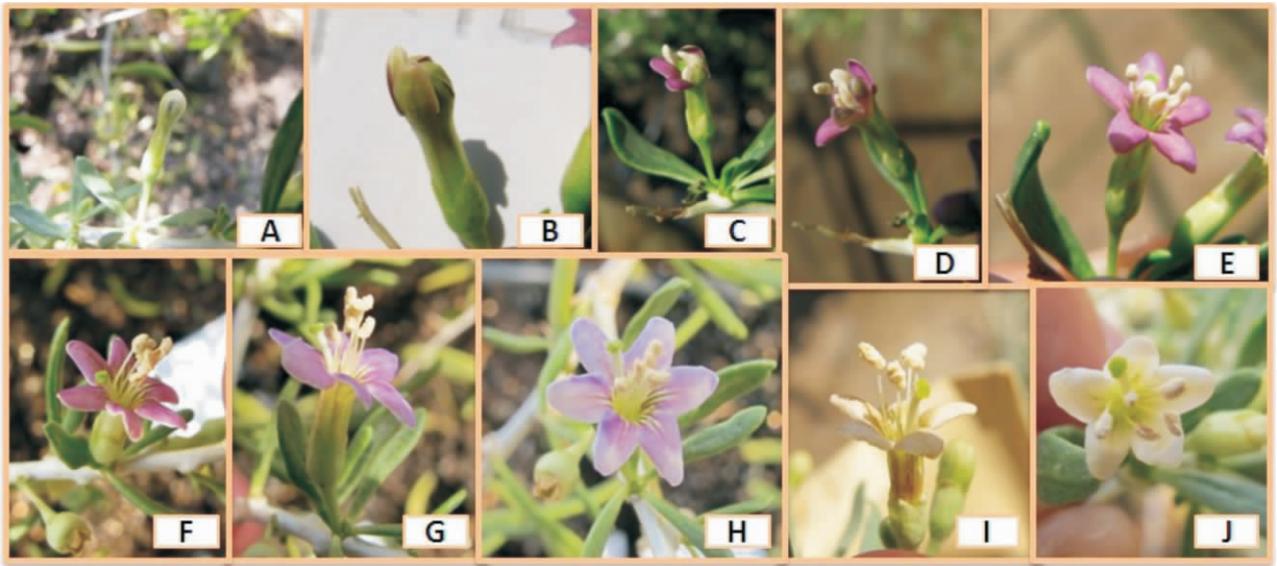


图 2 黑果枸杞开花动态观察

Fig. 2 Floral morphological characteristics observed during flowering of *Lycium ruthenicum*

A: 开花当日 8:00; B: 开花当日 9:00, 花冠松动; C: 开花当日 10:00, 花冠打开, 花药开始伸展; D: 开花当日 11:00, 花冠未完全打开, 花药逐次开裂; E: 开花当日 12:00, 花冠完全打开, 2 枚花药先开裂; F: 开花当日 13:00, 5 枚花药开裂; G: 开花当日 15:00, 花冠开始褪色; H: 开花当日 18:00, 花冠颜色明显减淡, 花柱头, 开始出现褐色; I: 开花后 24 h, 花冠白色; J: 开花后 48 h, 花药药壁变为褐色, 柱头逐渐失去光泽。

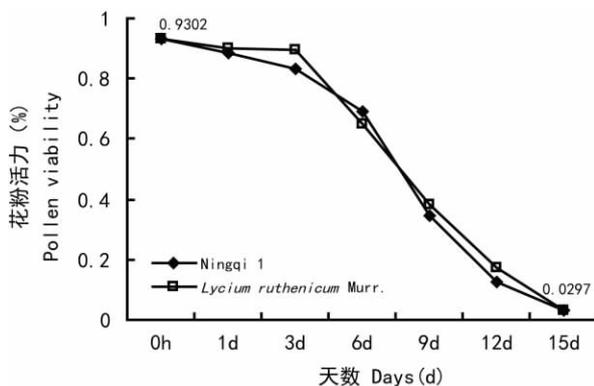


图 3 室温下黑果枸杞花粉活力

Fig. 3 Results of pollen viability test of *Lycium ruthenicum*

比 P/O 为 8 750~10 652, 主要集中在 9 000 左右, 依据 Cruden(1977) 的划分标准确定枸杞的繁育系统为专性异交类型(Obligate xenogamy)。

### 3.6 杂交指数(Outcrossing index, OCI)的估算

根据 OCI 的估算标准, 如表 6: ①黑果枸杞的单花直径为 10.09 mm, 黑果枸杞的单花直径应记为 3; ②由花药开裂和柱头可授性存在时间隔离, 且属于雌蕊先熟, 故花药散粉与柱头可授时间间隔应计为 0; ③本研究中, 发现枸杞花药的开裂方式存在逐

次开裂的现象, 五枚花药中, 先有 1~2 枚花药先开裂, 此时应不存在空间隔离; 随后其他花药陆续开裂, 开始散粉, 当全部花药开裂散粉时, 花药与花柱的空间距离及相对位置不再发生变化, 此时应存在空间隔离。由于花药和花柱的生长, 使其相对位置及空间距离产生了变化, 故本研究中花药与花柱的空间隔离应记为 0 或 1。综上, 黑果枸杞的杂交指数累计分值为 3 或 4, 故黑果枸杞繁育系统类型应记为兼性异交型或异交型。

### 3.7 套袋实验

套袋和人工授粉等实验结果(表 4)表明黑果枸杞不存在无融合生殖现象, 不同授粉方式的坐果率和每果含饱满种子数有一定差异。黑果枸杞的胚珠数量平均 26 个, 与宁夏枸杞的胚珠数量 40.7 个有明显差距(秦垦等, 2009)。黑果枸杞同株同花自交, 相对亲和指数为 0, 为高度自交不亲和; 同株异花交的相对亲和指数 > 5%, 为自交亲和。同时与焦恩宁等(2010)对宁夏枸杞自交亲和性的研究结果相对照, 笔者认为黑果枸杞应存在部分自交亲和现象。从生殖生物学角度看, 黑果枸杞有良好的种内杂交亲和水平, 鉴于柱头与花药空间隔离远没有自交不亲和这种彻底的生育隔离形式有效, 因此套袋试验表明, 黑果枸杞的繁育系统为异交型, 且需要传粉媒介。

表 3 黑果枸杞柱头可授性检测  
Table 3 Test of stigma receptivity of *Lycium ruthenicum*

时间 Time	宁杞 1 号 CK Ningqi 1 CK	1 号 No. 1	2 号 No. 2	3 号 No. 3	4 号 No. 4	5 号 No. 5	6 号 No. 6	柱头可授性 Stigma receptivity
散粉前 Time before shedding								
12~6 h	+	+	+	+	+	+	+	+
6~0 h	++	++	++	++	++	++	++	++
散粉后 Time after shedding								
0~12 h	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
12~24 h	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
24~36 h	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
36~48 h	++	++	++	++	++	++	++	++
48~60 h	++	++	++	++	++	++	++	++
60~72 h	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+
72 h 以后	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+

"-"表示柱头不具有可授性,柱头表面没有气泡;"+"表示柱头具有可授性,柱头表面具有少量气泡;"++"表示柱头具有可授性,柱头表面具有大量气泡;"+++表示柱头具有可授性,柱头表面具有大量气泡,且周围反应液也有大量气泡;"-/+表示有的柱头具有可授性,有的不具可授性。

表 4 各参试材料套袋试验结实率统计 (%)  
Table 4 Test results of emasculation of *Lycium ruthenicum*

处理 Treatment	试材采集地 Locality of test materials	套袋数目 No. of bagged	回收纸带数 No. of recycling bagged	结实数目 No. of fruit	坐果率 Fruit set (%)	平均每个果 实结籽量 Seeds per fruit	相对亲和指数 Relative compatibility index
处理 1	青海诺木洪	15	13	5	38.5	8.4	32.3
Treatment 1	青海格尔木	15	15	6	40	7.9	30.38
	宁夏	15	12	5	41.7	8	30.76
处理 2	青海诺木洪	15	15	0	0	0	0
Treatment 2	青海格尔木	15	14	0	0	0	0
	宁夏	15	13	0	0	0	0
处理 3	青海诺木洪	30	25	16	64	9.8	37.7
Treatment 3	青海格尔木	30	26	17	65.4	10.3	39.6
	宁夏	30	23	14	60.9	9.6	36.9
处理 4	青海诺木洪	15	15	13	86.7	23.9	91.9
Treatment 4	青海格尔木	15	14	12	85.7	23.6	90.7
	宁夏	15	14	12	85.7	24.3	92.3
处理 5	青海诺木洪	15	15	0	0	0	0
Treatment 5	青海格尔木	15	14	0	0	0	0
	宁夏	15	13	0	0	0	0

注:处理 1:不套袋,不去雄,自由传粉;处理 2:开花前套袋,不去雄;处理 3:同株异花授粉,去雄,套袋,同株异花之间人工授粉;处理 4:人工异株异花授粉,去雄,套袋,用不同植株的花粉进行异花授粉;处理 5:去雄,套袋,检测是否有无融合生殖。

## 4 结论与讨论

### 4.1 黑果枸杞的繁育系统

黑果枸杞作为枸杞属分布较广的资源植物,其繁育系统类型的研究关键点在于如何界定其亲和指数。秦垦等(2009)在界定宁夏枸杞自交亲和水平时使用了相对亲和指数 5%的这一参数,但同时强调了枸杞的自交亲和性必须与生产实践相适宜,不能简单地照搬其他园艺植物的通论。由 OCI、P/O、套袋试验 3 种方法检测到的黑果枸杞繁育系统结果

基本一致,据此判定黑果枸杞的繁育系统属于异交。同时黑果枸杞存在部分自交亲和现象,这与杨利平等(1998)对 10 种百合属植物的研究类似。

### 4.2 黑果枸杞花的结构对繁育系统的影响

从不同来源花粉处理结果中,发现自花授粉处理的结实率明显地低于异株异花授粉处理,存在一定的近交衰退,而自花授粉的平均结籽率和单果平均种子数与异株异花授粉处理之间的统计分析结果差异显著,证实黑果枸杞自然条件下的有性繁育系统受到花粉限制和缺少传粉昆虫的影响(黄双全等,2000)。对于黑果枸杞而言,其雄蕊在开花前靠柱

头,具有共同进化的花部结构;花药在散粉时 1~2 花丝先伸长并首先散出花粉;其余 3 雄蕊滞后 1~2 h 开裂散粉,这就延长了花药散粉的时间,提高了花柱授粉的概率,这种花器官的主观行为实现了生殖保障、克服传粉媒介的短缺、有利于野生黑果枸杞种群的局部适应以及后代能够直接获得其优良性状。

#### 4.3 黑果枸杞的生殖补偿机制

为了生存的需要,生物往往发展出一整套必要的生殖补偿机制,保证物种繁衍的顺利进行(关文灵等,2009)。黑果枸杞是有性繁殖和无性繁殖并存的植物,黑果枸杞自然分布在高寒、高盐的荒漠化和半荒漠化地区,虫媒昆虫种类少,因此黑果枸杞的有性生殖容易受到传粉者的影响。黑果枸杞根具有无性繁殖的功能,作为一种生殖补偿机制,在有性繁殖受阻的情况下,以根蘖为主的克隆生殖,可以保持其种群繁衍的能力。

#### 参考文献:

- 胡适宜. 1982. 被子植物胚胎学[M]. 北京:人民教育出版社, 51-58
- 匡可任,路安民. 1978. 中国植物志(茄科)[M]. 北京:科学出版社,67(1):8-18
- 张天真. 2003. 作物育种学总论[M]. 北京:中国农业出版社, 25-39

- Cruden RW. 1977. Pollen-ovule ratio: a conservative indicator of breeding systems in flowering plant[J]. *Evolution*, **35**:1-6
- Dafni A. 1992. Pollination Ecology[M]. New York:Oxford Univac Press:59-89
- Guan WL(关文灵), Li YF(李叶芳), Chen X(陈贤), et al. 2009. Flower structure and biological characteristics of flowering and pollination in *Iris japonica*(蝴蝶花花器结构和开花授粉生物学特性)[J]. *Acta Horti Sin*(园艺学报), **36**(10):1485-1490
- Huang SQ(黄双全), Guo YH(郭友好). 2000. Progresses on pollination biology(传粉生物学的研究进展)[J]. *Chin Sci Bull*(科学通报), **45**(3):225-237
- Jiao EN(焦恩宁), Li YX(李云祥), Qin K(秦垦), et al. 2010. Analysis on self-compatibility of *Lycium barbarum* in Ningxia(宁夏枸杞自交亲和性分析)[J]. *Acta Agric Boreal-Occident Sin*(西北农业学报), **19**(4):115-119
- Qin K(秦垦), Wang B(王兵), Jiao EN(焦恩宁), et al. 2009. Preliminary study on the breeding system of *Lycium barbarum*(宁夏枸杞繁育系统初步研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **29**(5):587-291
- Yang LP(杨利平), Zhang XF(张敦方), Gao YK(高亦科). 1998. Study on pollination biology in 10 species of *Lilium*(十种百合属植物的传粉生物学)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), **18**(1):63-67
- Zhang YC(章英才), Zhang JN(张晋宁). 2004. Studies on morphological structure characteristics of leaves of *Lycium ruthenicum* in two salinity environments(两种盐浓度环境中的黑果枸杞叶的形态结构特征研究)[J]. *J Ningxia Univ*(宁夏大学学报), **25**(4):365-367

(上接第 135 页 Continue from page 135)

- [M]. 农业考古, (4):281-282
- 林博夫,杨世忠. 1983. 中药 W、T、T、C 治疗胃癌获显效[J]. *广西中医药*, **6**(4):48
- 赵耀先. 1984. 对《中药 W、T、T、C 治疗胃癌获显效》译文的几点意见[J]. *广西中医药*, **7**(1):53
- Cao HQ(操海群), Yue YD(岳永德), Huang RM(花日茂), et al. 2000. Advance in research and development of botanical pesticides(植物源农药研究进展)[J]. *J Anhui Agric Univ*(安徽农业大学学报), **27**(1):40-44
- Dubey NK, Shukla R, Kumar A, et al. 2010. Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture[J]. *Curr Sci*, **98**(4):479-480
- Guo LF(郭伦发), Liu M(刘铭), He JY(何金祥), et al. 2004. The field complex techniques of the prevention and control of *Neohendecasis* sp. (茉莉花蕾螟的田间综合防治技术)[J]. *Guihaia*(广西植物), **24**(6):574-577
- Jiang MS(江茂生), Xu WY(许文耀). 2007. Inhibition activities of the extract from the plant of *Artemisia argyi* against 13 kinds of phytopathogenic fungi(艾蒿提取物对 13 种植物病原菌的抑制作用)[J]. *J Fujian Agric & Fore Univ: Nat Sci Edit*(福建农林大学学报·自然科学版), **36**(4):352-356
- Jiang YH(姜艳华), Jiang XH(樊晓晖), Jiang H(姜华). 2009. Ex- traction of *Wisteria sinensis*' active constituent and its inhibitory effect on fungi and bacteria(紫藤活性成分的提取与抑菌作用初探)[J]. *J Henan Agric Sci*(河南农业科学), (3):60-62
- Luo C(罗充), Li YX(理艳霞), Zhang W(张伟), et al. 2005. Study on effect of plant on plant leaves control of bacteria(19 种园林植物组织杀菌作用的研究)[J]. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), **33**(5):810-811
- Qi Y(齐岩), Wang XJ(王相晶), Xiang WS(向文胜), et al. 2010. Global biopesticide market status and prospects(全球生物农药的市场现状及前景展望)[J]. *World Pestic*(世界农药), **32**(5):33-34
- Rakesh K, Shamshad A, Satendra K. 2012. Impact of botanical pesticides for the management of *Antigastra catalaunalis* Dup. in *Sesamum indicum* L. [J]. *Mol Entomol*, **3**(1):1-3
- Zhao H(招衡). 2010. Biopesticides, its future research and applications(生物农药及其未来研究和应用)[J]. *World Pesticides*(世界农药), **32**(2):6-24
- Zheng YY(郑玉艳). 2011. Antifungal activity of *Sophora flavescens* ait extracts against capsicum blight(苦参有效成分对辣椒枯萎菌的抑菌活性)[J]. *Northern Horti*(北方园艺), (22): 124-125