

甘肃盐池湾斑头雁繁殖期觅食地选择研究

罗宏德, 万丽霞, 马映荣, 贾阳阳, 樊花荣 (西北师范大学生命科学学院, 甘肃兰州 730070)

摘要 2019年4—6月,在甘肃盐池湾国家级自然保护区采用定点观察法和样方法对斑头雁繁殖期觅食地选择进行了研究。共测定了64个觅食利用样方和60个对照样方的8个生态因子。结果表明,斑头雁繁殖期倾向于在草甸、河岸和浅水沼泽泥滩中觅食,对盐碱地和滩地有回避性。通过Mann-Whitney检验发现距明水面距离、距放牧区距离、植被物种丰富度3个因子在斑头雁觅食样方与对照样方之间的差异达到极显著水平($P<0.01$),植被高度和植被盖度2个因子也达到显著水平($P<0.05$)。主成分分析表明,食物和安全因子是斑头雁繁殖期觅食地选择的主要因素,此外干扰因子和水体因子对其觅食地选择也有一定影响。

关键词 斑头雁;样方法;繁殖期;觅食地;主成分分析

中图分类号 Q958 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)16-0102-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.027



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Selection of Foraging Sites in the Breeding Period of the *Anser indicus* in Yanchi Bay of Gansu Province

LUO Hong-de, WAN Li-xia, MA Ying-rong et al (College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract From April to June of 2019, the selection of foraging sites in the breeding period of *Anser indicus* was studied in the Yanchiwan National Nature Reserve in Gansu Province by using fixed-point observation methods and sample plot methods. A total of 8 ecological factors were determined for 64 foraging use samples and 60 control samples. The results showed that the breeding period of the bar-headed geese tended to forage in meadows, river banks and shallow water swamp mudflats, and it was evasive to saline-alkali land and beach land. Through the Mann-Whitney test, it was found that the distance from the clear water surface, the distance from the grazing area, and the species richness of the vegetation reached a very significant level in the difference between the food sample plot and the control sample plot ($P<0.01$). Two factors of vegetation height and vegetation coverage, also reached significant levels ($P<0.05$). Principal component analysis showed that food and safety factors were the main factors for the selection of foraging sites in the breeding period of bar-headed geese. In addition, interference factors and water body factors also had an effect on the choice of foraging sites.

Key words *Anser indicus*; Sample plot method; Breeding period; Foraging sites; Principal component analysis

斑头雁(*Anser indicus*)隶属雁形目鸭科鸭属,是体型略小的雁,无亚种分化^[1]。主要繁殖于蒙古及中国的青海、西藏、新疆、甘肃等地以及印度北部的沼泽及高原湖泊,在中国云南、贵州、西藏南部及印度、缅甸、孟加拉国等地越冬^[2]。目前,国内外对斑头雁的研究主要集中在适应缺氧环境的生理机制^[3-5]、种群特征^[6-7]、繁殖生态^[8-12]、种内巢寄生^[13]、迁徙路线^[14-15]、越冬行为^[16]和食性^[17]等方面。但对斑头雁觅食地选择研究较少,仅见对斑头雁越冬觅食地选择研究^[18-19]。繁殖期是决定鸟类种群数量动态的关键时刻,鸟类在这一时期对觅食栖息地的利用尤为重要^[20]。笔者于2019年4—6月以甘肃盐池湾国家级自然保护区为研究区域,对保护区内斑头雁繁殖期觅食地选择进行了调查,旨在为斑头雁的保护和科学管理提供基础资料。

1 研究区概况

甘肃盐池湾国家级自然保护区(以下简称保护区)地处甘肃省肃北蒙古族自治县东南部,党河、榆林河、疏勒河的上游,位于95°21′~97°10′E,38°26′~39°52′N。保护区东西最长约152 km,南北最宽约150 km,总面积达136万hm²。自北而南有四座大山,即大雪山、疏勒南山、野马南山和党河南山,最高海拔5483 m,最低海拔2600 m。保护区属于高寒干旱气候^[21],其自然环境错综复杂,生态系统多种多样,比如冰川冻土生态系统、高山草甸生态系统、高山草原生态系

统、温带草原生态系统和湿地生态系统等^[22]。

保护区内湿地主要由沼泽构成,按照其植被特征,可将沼泽植被分为芦苇沼泽群系、细叶眼子菜群系、丛生苔草沼泽群系^[23]。丛生苔草(*Carex caespititia*)沼泽群系包括丛生苔草、小灯芯草(*Juncus bufonius*),伴生种有海乳草(*Glaux maritima*)等。芦苇沼泽群系伴生种有水烛(*Typha angustifolia*)、沼针蔺(*Eleocharis phragmieus*)等。细叶眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)是一种沉水植物,属于典型的水生植物。该群系中伴生种种类缺乏,群落较为单一。

2 研究方法

2.1 利用样方的设定 根据保护区内繁殖斑头雁的实际分布,采用定点法和样方法对斑头雁繁殖期觅食地进行了调查。在保护区内的3个固定繁殖样点,分别用20~40倍双筒望远镜(SWAROVSKI)和20~60倍单筒望远镜(Carl Zeiss)搜寻斑头雁的繁殖对,观察其觅食活动,同时参照地面标识物并结合行为特征(如驱赶行为和换孵行为等)来确定其觅食地生境类型和觅食范围,再通过激光测距仪以及双筒望远镜确认觅食区域的确切地面位置,待斑头雁觅食飞走后,进入觅食地,并用GPS定位。参照前人对白枕鹤^[24]和东方白鹳^[25-26]的研究以及实际情况,在确定的觅食区域内随机选取一点,设置1 m×1 m样方1个,在该点东、南、西、北4个方向5~10 m处分别设1 m×1 m样方1个,测量每个样方内的植被高度(vegetation height)、植被密度(vegetation density)、植被盖度(vegetation coverage)、水深(depth of water)、距明水面距离(distance to water)、距放牧区距离(distance to grazing area)、距小路距离(distance to the trail)、植被物种丰富度(veg-

基金项目 生态环境部甘肃肃北县鸟类监测项目(2018NNU62)。
作者简介 罗宏德(1993—),男,甘肃民勤人,硕士研究生,研究方向:斑头雁繁殖生态。
收稿日期 2020-02-12

etation species richness)等生境变量,取其平均值表征利用样方的生境特征,并记录样方内植被类型。生境变量测量的具体方法如下:①植被类型。可分为草甸、盐碱地、河岸、沼泽泥滩地、滩地。②植被高度(cm)。测量样方内植被平均自然高度。③植被密度(株/m²)。在样方4角选取4个0.25 m×0.25 m的小样方,计数其中每种植物的数量,再以4个小样方中所有植物的总株数除以4个小样方的总面积,以反映样方中的植被密度。④植被盖度。以样方内所有植物的投影面积占样方面积的百分比,分为4个等级(0~25%、26%~50%、51%~75%、76%~100%),分别赋值1、2、3、4。⑤水深(cm)。测量样方内东、南、西、北、中5个不同方位的水深,取平均值。⑥距明水面距离(m)。样方到最近一个面积大于25 m²明水面的直线距离,使用红外测距仪(SWAROVSKILaser8x30)测量。⑦距放牧区距离(m)。样方到最近放牧区的直线距离,使用红外测距仪测量。⑧距小路距离(m)。样方到最近小路的直线距离,使用红外测距仪测量。⑨植被物种丰富度(种)。即样方内植物物种总数。

2.2 对照样方的设定 为了保证对照样方的随机性,参照张洪海等^[27]、腾丽微等^[28]的研究方法,将研究区分为182个面积相等或相近的区域,使对照样方覆盖整个研究区。如果在对照样方内有斑头雁觅食,那么将该样方剔除。在对照样方内测量并记录与利用样方相同的生境变量。

2.3 数据分析 利用卡方检验分析斑头雁觅食区与对照区在非数值型生态因子的利用上是否存在差异,再对觅食地样方与对照样方进行差异性分析。在对数值型变量进行分析

前,对所有数据进行Kolmogorov-Smirnov test 检验是否符合正态分布。对符合正态分布的数据进行t检验,对不符合正态分布的数据使用Mann-Whitney U法检验。对斑头雁觅食地生境样方的8个生境因子的数据进行主成分分析(principal component analysis),提取特征值为1的主成分,基于相关矩阵,并进行最大方差旋转,以确定在斑头雁觅食地选择上起主要作用的生境因子。所有数据分析和检验均使用SPSS 20.0统计软件进行。

3 结果与分析

3.1 繁殖期觅食栖息地类型 繁殖期共观察到觅食斑头雁322只,共建立64个觅食利用样方和60个对照样方。在研究区域的5种栖息地类型中,斑头雁对觅食地类型有着明显选择性($\chi^2=26.03, df=4, P<0.01$),倾向于选择草甸、河岸和沼泽泥滩地作为觅食地,其中草甸比例最高(47.83%),其次河岸(31.68%),沼泽泥滩地较少(16.46%),回避盐碱地和滩地(仅4.03%)。

3.2 利用样方与对照样方比较 利用单个样本的Kolmogorov-Smirnov Test 检验觅食生境变量,结果均不符合正态分布,故均采用Mann-Whitney U-检验。通过对斑头雁觅食地利用样方和对照样方各生境因子进行差异性分析表明,距明水面距离、距放牧区距离、植被物种丰富度这3个指标存在极显著差异($P<0.01$),植被高度、植被盖度2个指标存在显著性差异($P<0.05$),说明斑头雁偏好植被高度和植被盖度较低、距明水面距离较近、距放牧区距离较远和植被物种丰富度较高的觅食地(表1)。

表1 斑头雁觅食地样方与对照样方的特征比较

Table 1 The characteristics comparison of the foraging sites sample plot of *Anser indicus* and the control sample plot

变量 Variables	$\bar{x}\pm SE$		Z 值 Z value	P 值 P value
	利用样方(n=64) Use plot	对照样方(n=60) Control plot		
植被高度 Vegetation height	5.66±0.15	8.07±0.22	-2.856	0.046*
植被密度 Vegetation density	125.14±5.35	145.66±4.14	-0.260	0.795
植被盖度 Vegetation coverage	2.55±0.20	2.85±0.22	-2.566	0.010*
水深 Water depth	2.59±0.21	4.32±0.41	-1.913	0.053
距明水面距离 Distance from water surface	19.52±1.62	46.71±3.84	-6.907	<0.010**
距放牧区距离 Distance from grazing area	120.08±7.38	55.89±2.50	-5.846	<0.010**
距小路距离 Distance from trail	153.58±7.46	111.95±6.91	-0.044	0.986
植被物种丰富度 Vegetation species' richness	2.87±0.16	1.75±0.18	-4.127	<0.010**

3.3 觅食地生境因子的主成分分析 通过对代表觅食地生境特征的8个生境因子进行主成分分析,并进行最大方差法旋转,结果表明前4个主成分的特征值均大于1,其累积贡献率达到88.733%,说明这4个主成分基本包括了8个生境因子的大部分信息,能够反映影响斑头雁觅食地生境选择的主要因素,因此提取这4个主成分并计算其相应的特征向量。

从表2可以看出,第一主成分主要包括植被物种丰富度和植被密度,可被视为食物因子;第二主成分包括植被盖度和植被高度,这2个生境因子除了反映觅食地食物量之外,还与觅食地的隐蔽性与安全性有关,可被视为食物及安全因

子;第三主成分包括距放牧区距离和距最近小路距离,反映斑头雁觅食区域的干扰因素和强度,可被视为干扰因子;第四主成分包括水深和距明水面距离,反映觅食地周边水域条件,可被视为水体因子。由此可见,斑头雁在繁殖期觅食地选择时,食物和安全因素对其影响最大,其次是距干扰源距离和觅食地周边水体条件。

4 讨论

繁殖季节是动物生存繁衍的关键时期。适宜的觅食地不仅促进动物的繁殖成功率,而且影响其种群的适合度^[29-30],因此繁殖期的觅食地选择对于动物生存至关重要。

其中,植被特征影响着生境中食物资源 and 安全性,进而对动物觅食地选择起决定性的作用^[31]。该研究也发现,由植被物种丰富度、植被密度、植被高度、植被盖度构成的食物和安全因子对于斑头雁繁殖季的觅食地选择最为重要。斑头雁觅食地的植被平均高度为 5.66 cm,植被盖度为 50%~75%,均显著小于对照样方,较矮的植被高度和合适的植被盖度能够在保证充足食物的同时,为斑头雁提供视野开阔的觅食场所,使其在觅食过程中能够提前发现并逃离天敌的捕食。因此,适宜的植被结构能够影响食物资源 and 安全性,是影响斑头雁繁殖期觅食地选择的首要因素。这与杨延峰等^[18]对贵州草海斑头雁越冬觅食地选择研究结果略有不同,主要因为越冬期相比繁殖期植被缺乏,觅食地周围植被未能对觅食中斑头雁形成有效遮挡,其次,越冬觅食地主要选择草甸和农田,受到的人为干扰较为严重,所以越冬期斑头雁将干扰因子作为首选因子。

表 2 斑头雁觅食地利用参数特征向量旋转后的因子载荷矩阵及特征值
Table 2 Factor load matrix and eigenvalues after rotation of parameter eigenvectors in the foraging sites sample plot of *A.indicus*

变量 Variables	主成分 Principal component			
	1	2	3	4
植被高度 Vegetation height	-0.016	0.904	-0.042	0.102
植被密度 Vegetation density	0.938	-0.100	0.019	0.121
植被盖度 Vegetation coverage	0.015	0.913	0.158	-0.133
水深 Water depth	0.087	-0.127	0.355	0.864
距明水面距离 Distance from water surface	0.117	0.095	-0.285	0.884
距放牧区距离 Distance from grazing area	-0.101	-0.100	0.917	-0.159
距小路距离 Distance from trail	0.134	0.338	0.846	0.246
植被物种丰富度 Vegetation species richness	0.947	0.101	-0.019	0.059
特征值 Eigenvalues	2.204	1.974	1.590	1.331
贡献率 Contribution rate	27.555	24.669	19.877	16.632
累计贡献率 Cumulative contribution rate	27.555	52.224	72.101	88.733

大量研究表明,干扰对鸟类的觅食地选择有重要影响^[32-33]。以往研究表明,丹顶鹤^[34]、白枕鹤^[24,35]、东方白鹤^[36]等多种湿地鸟类的觅食地选择都倾向于选择远离干扰。本研究发现,盐池湾斑头雁繁殖期偏好选择在离小路和放牧区域较远的地方觅食,这与杨延峰等^[18]对斑头雁越冬觅食地选择研究一致。盐池湾存在一定的放牧现象,放养的牲畜和牧犬都可能会对繁殖期的斑头雁及其卵和幼鸟产生威胁。因此,斑头雁在选择觅食地时倾向于远离放牧区域和道路,从而尽可能降低干扰带来的消极影响。

水源是野生动物生境选择的三要素之一^[24]。该研究发现,对斑头雁而言,较近的水体条件不仅可以满足其觅食需求,而且可以在发现敌害时为其提供就近避难场所。此外,斑头雁繁殖期所选择的觅食地距明水面距离较近且沼泽泥滩地水位较浅。一方面,斑头雁低头觅食时,警戒性较差,较近的明水面可满足其安全需求;另一方面,沼泽泥滩地的水深不足 5 cm,通常不超过植被高度(5.66 cm),利于斑头雁发

现和获取湿地中的食物。

5 结论与建议

5.1 结论 觅食质量直接影响斑头雁繁殖期的孵卵和育雏。因此,斑头雁繁殖期觅食地保护至关重要。该研究针对盐池湾斑头雁觅食地选择研究结果提出相应的保护建议,主要包括:①研究发现,斑头雁在觅食中回避一些放牧区域,倾向于选择离牧区较远的地方觅食。②在繁殖后期,斑头雁雏鸟破壳后,发现有牧犬追逐斑头雁并取食幼鸟的现象。③研究表明,斑头雁偏好选择植物多样性高的觅食地。

5.2 建议

(1) 建议加大管理力度,合理有效地控制放牧面积,减小放牧强度。

(2) 建议对当地牧民进行宣传教育,适当减少栖息地内牧犬数量并且改变其放养的现状。

(3) 建议注意湿地内的植被结构,维持多样性格局。

参考文献

- [1] 毛兰文,耿宇卓,黄桂林,等.黑龙江大兴安岭发现斑头雁(*Anser indicus*) [J]. 野生动物学报, 2014, 35(1): 118.
- [2] Bird Life International. Species factsheet: *Anser indicus* [EB/OL]. (2012-05-07) [2019-08-25]. <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=379>.
- [3] 方文娟,华子干,梁宇和,等.空间和地面条件下斑头雁血红蛋白晶体生长母液的共振拉曼光谱研究[J]. 光散射学报, 2004, 16(2): 107-109.
- [4] LEE S Y, SCOTT G R, MILSOM W K. Have wing morphology or flight kinematics evolved for extreme high altitude migration in the bar-headed goose? [J]. Comparative biochemistry and physiology, Part C: Toxicology and pharmacology, 2008, 148(4): 324-331.
- [5] BUTLER P J. High fliers: The physiology of bar-headed geese [J]. Comparative biochemistry and physiology, Part A: Molecular and integrative physiology, 2010, 156(3): 325-329.
- [6] 宋延龄, BISHOP M A, 仓曲卓玛. 西藏雅鲁藏布江中游地区斑头雁越冬种群数量和分布[J]. 动物学杂志, 1994, 29(2): 27-30.
- [7] PRINS H H T, VAN WIEREN S E. Number, population structure and habitat use of bar-headed geese *Anser indicus* in Ladakh (India) during the brood-rearing period [J]. Acta zoologica sinica, 2004, 50(5): 738-744.
- [8] 洗耀华. 青海湖地区斑头雁繁殖习性的初步观察[J]. 动物学杂志, 1964, 6(1): 12-14.
- [9] 王侠. 斑头雁繁殖习性的观察[J]. 野生动物, 1981(3): 29-31.
- [10] LAMPRECHT J. Female reproductive strategies in bar-headed geese (*Anser indicus*): Why are geese monogamous? [J]. Behavioral ecology and sociobiology, 1987, 21: 297-305.
- [11] SCHNEIDER J M, LAMPRECHT J. The importance of biparental care in a precocial, monogamous bird, the bar-headed goose (*Anser indicus*) [J]. Behavioral ecology and sociobiology, 1990, 27(6): 415-419.
- [12] 马鸣, 才代. 天山巴音布鲁克斑头雁巢的聚集分布及其繁殖生态[J]. 应用生态学报, 1997, 8(3): 287-290.
- [13] WEIGMANN C, LAMPRECHT J. Intraspecific nest parasitism in bar-headed geese, *Anser indicus* [J]. Animal behaviour, 1991, 41(4): 677-688.
- [14] JAVED S, TAKEKAWA J Y, DOUGLAS D C, et al. Tracking the spring migration of a bar-headed goose (*Anser indicus*) across the Himalaya with satellite telemetry [J]. Global environmental research, 2000, 4(2): 195-205.
- [15] ZHANG G G, LIU D P, HOU Y Q, et al. Migration routes and stop-over sites determined with satellite tracking of bar-headed Geese *Anser indicus* breeding at Qinghai Lake, China [J]. Waterbirds, 2011, 34(1): 112-116.
- [16] 刘宁, 李德品. 拉市海越冬末期斑头雁行为的初步研究[J]. 西部林业科学, 2004, 33(4): 69-74, 89.
- [17] 李凤山, 聂丹, 叶长虹. 贵州草海斑头雁的冬季食性分析[J]. 动物学杂志, 1998, 33(4): 29-33.
- [18] 杨延峰, 张国钢, 陆军, 等. 贵州草海斑头雁越冬觅食地选择[J]. 林业科学, 2013, 49(8): 176-180.
- [19] 阎良辰, 胡明宇, 孟凡荣, 等. 云南拉市海越冬斑头雁觅食地生境选择研究[J]. 现代农业科技, 2014(10): 262-263, 273.

种子储藏 50 d 时,3 个储藏条件间萌发率无显著差异,均在 67%~70%;储藏时间为 100 d 时,室内储藏和-20 °C 储藏种子萌发率达到最高 100%,显著高于 4 °C 储藏的 78.67%;储藏时间为 200 d 时,室内储藏种子萌发率(84.67%)显著高于 4 °C 储藏(64%)和-20 °C 储藏(66%)(图 2)。

2.2.3 种子萌发速率。3 个储藏条件的种子,在储藏 50 d 时的萌发速率均比未储藏显著降低;随着储藏时间增加到 100 d,萌发速率均显著升高;但随着储藏时间达 200 d,室内储藏种子的萌发速率继续加快,而 4 °C 和-20 °C 储藏又显著降低(图 2)。

种子储藏 50 d 时,3 个储藏条件间的萌发速率差异显著;储藏时间为 100 和 200 d 时,室内储藏种子萌发速率均显著高于 4 °C 和-20 °C 储藏(图 2)。

3 结论与讨论

光对种子萌发的影响既有生理过程,也反映出信号传递和基因表达过程^[8],对种子萌发特性具有重要影响^[9]。该研究发现,在有光条件下蓝花野苘蒿种子萌发率可达 69% 以上,而在黑暗条件下达 30% 以下。这与菊科入侵植物,如薇甘菊、薇甘菊、紫茎泽兰、飞机草等种子对光需求有些相似,都属于需光发芽种^[9-10]。这可能是种子对环境长期适应的结果。蓝花野苘蒿的种子较小、量大,可以通过风传播,传播后主要散布在基质表面,能够吸收光能、快速萌发。这更有利于在种间竞争中获得优势,有利于其入侵成功。

种子的休眠水平受到环境条件的影响^[11],这种影响又随着种子成熟度和储藏条件而发生变化^[12-14]。种子储藏对种子活力、打破种子休眠有一定的帮助。该研究发现室温储藏种子萌发率逐渐上升,100 d 达到最高 100%,200 d 也能保持在 84% 以上,说明蓝花野苘蒿种子可能存在后熟作用;4 °C 低温储藏可维持种子的休眠水平,而-20 °C 冷冻储藏也有利于打破种子的休眠,但随着-20 °C 储藏时间变长,又有部分种子进入了休眠状态。室温储藏种子随着储藏时间的增加萌发速率有显著升高的趋势,可能室温储藏种子随着储

藏时间的增加,内源激素水平显著提高,对其种子萌发速率会有促进作用^[15],但蓝花野苘蒿种子内源激素的变化情况,还要做进一步研究。

总体来看,蓝花野苘蒿种子属于需光发芽种,且在不同储藏条件、储藏时间下均能有 64% 以上的萌发率。说明能够适应蓝花野苘蒿生长的地区是比较广的,为其大面积的入侵提供了可能。

参考文献

- [1] 陈又生.蓝花野苘蒿,中国菊科一新记录归化种[J].热带亚热带植物学报,2010,18(1):47-48.
- [2] BARRETT S C H. Crop mimicry in weeds[J]. Economic botany, 1983, 37(3):255-282.
- [3] 罗娅婷,邱其伟,崔现亮.光质及种子大小对普洱地区 14 种植物种子萌发的影响[J].广西植物,2019,39(7):959-966.
- [4] 申建红,曾波,施美芬,等.储藏方式和时间对三峡水库消落区一年生植物种子萌发的影响[J].生态学报,2010,30(23):6571-6580.
- [5] 崔现亮,罗娅婷,苏志龙,等.光照对不同海拔的南川绣线菊和锥花小檗种子萌发的影响[J].生态学杂志,2015,34(3):642-647.
- [6] LIU K, BASKIN J M, BASKIN C C, et al. Effect of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grassland of the eastern Tibet Plateau and implications for climate change[J]. American journal of botany, 2011, 98(1):12-19.
- [7] 杜国祯,马锦荣.十五种野生草本植物种子在不同温度下萌发能力的研究[J].草业学报,1994,3(1):18-24.
- [8] 张敏,朱教君,闫巧玲.光对种子萌发的影响机理研究进展[J].植物生态学报,2012,36(8):899-908.
- [9] 许慧男,王文杰,于兴洋,等.菊科几种入侵和非入侵植物种子需光发芽特性差异[J].生态学报,2010,30(13):3433-3440.
- [10] 王伯荪,王勇军,廖文波,等.外来杂草薇甘菊的入侵生态及其治理[M].北京:科学出版社,2004:50-51.
- [11] SATYANTI A, GUJA L K, NICOTRA A B. Temperature variability drives within-species variation in germination strategy and establishment characteristics of an alpine herb[J]. Oecologia, 2019, 189(2):407-419.
- [12] GIMÉNEZ-BENAVIDES L, MILLA R. Comparative germination ecology of two altitudinal vicariant *Saxifraga* species endemic to the north of Spain[J]. Plant biology, 2013, 15:593-600.
- [13] NÉE G, XIANG Y, SOPPE W J. The release of dormancy, a wake-up call for seeds to germinate[J]. Current opinion in plant biology, 2017, 35:8-14.
- [14] 管丽,黄维,陆俊杏,等.不同成熟度牡丹种子在不同温度贮藏后的萌发及脂肪酸组成研究[J].安徽农业科学,2019,47(8):42-45,48.
- [15] 赵迪,卜海燕,王素玉,等.不同海拔露蕊乌头种子内源激素和萌发随储藏条件和时间的变化[J].生态学杂志,2019,38(12):3651-3659.

(上接第 104 页)

- [20] 闫永峰,朱杰,翟兴礼,等.高山雪鸡繁殖期觅食和警戒行为的性别差异[J].动物学杂志,2007,42(6):48-52.
- [21] WANG Y M, YANG J C, DOU Y J. Resources dynamic of *Grus nigricollis* and migratory birds of Danghe Wetland[J]. Journal of gansu forestry science and technology, 2011, 36(3):29-31.
- [22] BAO L D, SE Y J. Breeding ecology of the Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) in Yanchiwan Natural Reserve[J]. Animal husbandry and feed science, 2009, 30(10):192.
- [23] 孙立新.盐池湾国家级自然保护区鸟类群落保护研究[D].兰州:西北师范大学,2014.
- [24] 吴庆明,邹红菲.扎龙湿地白枕鹤孵化期觅食生境选择[J].应用生态学报,2009,20(7):1716-1722.
- [25] 王丽,李梦莎,冯红明.内蒙古图牧吉秋季东方白鹤的觅食生境[J].东北林业大学学报,2007,35(8):52-53,57.
- [26] 刘志鹏.洪河自然保护区东方白鹤不同季节觅食生境比较研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.
- [27] 张洪海,马建章.紫貂冬季生境的偏好[J].动物学研究,1999,20(5):355-359.
- [28] 滕丽微,刘振生,张恩迪,等.黑龙江省三江自然保护区狍对冬季栖息地的选择[J].动物学研究,2006,27(4):403-410.
- [29] MIGUET P, GAUCHEREL C, BRETAGNOLLE V. Breeding habitat selection of Skylarks varies with crop heterogeneity, time and spatial scale, and reveals spatial and temporal crop complementation[J]. Ecological modelling, 2013, 266:10-18.
- [30] MONSARRAT S, BENHAMOU S, SARRAZIN F, et al. How predictability of feeding patches affects home range and foraging habitat selection in aavian social scavengers? [J]. PLoS One, 2013, 8(1):1-11.
- [31] 王征,张旭晖.野生动物觅食地选择的研究进展[J].生态学杂志,2014,33(11):3150-3156.
- [32] 于文阁,朱宝光.洪河自然保护区丹顶鹤秋季觅食生境特征[J].东北林业大学学报,2008,36(10):36-37.
- [33] 李宏群,廉振民,陈存根.陕西黄龙山自然保护区冬季褐马鸡取食生境的选择[J].西北师范大学学报(自然科学版),2010,46(3):94-98.
- [34] 邹红菲,吴庆明,史蓉红.扎龙湿地恢复初期丹顶鹤孵化期觅食生境选择[J].东北林业大学学报,2007,35(7):55-56,58.
- [35] 徐景海,赵国辉,李晓民.黑龙江七星河春季白枕鹤觅食生境初步研究[J].国土与自然资源研究,2013(1):91-93.
- [36] 段玉宝,田秀华,马建章,等.黄河三角洲东方白鹤繁殖期觅食栖息地的利用[J].生态学报,2015,35(8):2628-2634.