

辽东栎幼苗的生长规律研究

王娟婷, 王乃江

(西北农林科技大学 林学院, 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以辽东栎天然次生林的辽东栎种子为研究对象, 采用完全随机区组设计, 进行容器育苗, 研究了辽东栎幼苗生长阶段的生物学特性及生长规律, 以期为黄土高原辽东栎天然次生林的天然更新机制提供科学依据。结果表明: 辽东栎幼苗的出苗率呈倒“J”型曲线, 即“快-慢”的增长趋势, 4月28日至6月28日是辽东栎幼苗出苗的主要时期; 在辽东栎幼苗高生长过程中, 播种后40~80 d(5月18日至6月28日)高生长最快(2.57 cm), 在此期间幼苗苗高生长量分别为年苗高生长总量的24.83%和19.18%, 表明在黄土高原地区春末夏初(5月18日至6月28日)为辽东栎幼苗全年中地上部高生长的最快时期, 其高生长总体上符合“S”型生长发育规律; 辽东栎幼苗的地上生物量、地下生物量和总生物量的生长基本一致, 均符合“慢-快-慢”的生长规律, 呈“S”型曲线增长; 根冠比播种后20 d最大, 为 1.93 ± 0.16 , 之后减小, 播种后120~180 d, 基本稳定, 在此期间的根冠比分别为 1.28 ± 0.21 、 1.30 ± 0.25 、 1.33 ± 0.20 、 1.33 ± 0.18 。辽东栎幼苗生物量在不同部位的分配比例为地下根部分>地上茎叶部分。

关键词:辽东栎; 苗期; 生物学特性; 生物量; 生长规律

中图分类号:S 889+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)08-0064-05

辽东栎(*Quercus liaotungensis* Koidz)属壳斗科栎属落叶乔木^[1], 喜光、耐旱、耐瘠薄, 是我国黄土高原森林的

第一作者简介:王娟婷(1987-), 女, 陕西西安人, 硕士研究生, 现主要从事干旱区森林培育的理论和技术等研究工作。E-mail: Wang_Juan_ting@126.com.

责任作者:王乃江(1966-), 男, 陕西岐山人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事干旱区森林培育的理论与技术与植被恢复及天然林恢复等教学与科研工作。E-mail: wang7082261@163.com.

基金项目:国家科技部“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD22B030203); 西北农林科技大学基本科研业务专项资金资助项目(ZDXM2012-10)。

收稿日期:2013-12-12

主要建群树种和优势树种^[2]。在植物的生活史中, 幼苗阶段被认为是植物最脆弱的阶段, 各方面的环境因子, 包括水分、光照、温度等非生物因子的差异, 以及动物捕食、病菌侵染、邻近植物体影响等生物因子, 均会对幼苗的萌发、生存与生长状况造成影响^[3-4]。同时, 幼苗阶段也是植物生活史中最重要的阶段, 特别是建群种和优势种^[5]。因此, 研究辽东栎幼苗生长阶段的生物学特性及幼苗发育规律对深入研究其幼苗建立中受外界环境的影响有重要意义。

目前, 关于辽东栎种子及幼苗的研究主要集中在种子雨和土壤种子库^[6-8]、动物对种子的取食、搬运和贮

Study on Affecting Factors to Seed Germination of Wild *Iris clarkei* in Tibet

SANG Li-qun¹, LIU Su-lan²

(1. Agriculture and Animal Husbandry College, Tibet University, Linzhi, Tibet 860000; 2. Changsha Vegetable Research Institute, Changsha, Hunan 410003)

Abstract: Taking the seeds of wild *Iris clarkei* as test material, the effect of different germination conditions on the germination rate of seed of *Iris clarkei* were studied. The results showed that submergence temperature affected seed germination; dark environment, submergence in KMnO_4 solution or exposure to IBA were conducive to seed germination; the prime temperature was 22°C and fluctuation in temperature did not affect seed germination. In combination of these factors, and suggested that collected seeds were subjected to cold stress, then submerged to $45\sim 65^\circ\text{C}$ KMnO_4 solution or exposed to IBA at April or May of next year, finally placed in a dark environment of 22°C to promote germination.

Key words: Tibet; wild *Iris clarkei*; affecting factors; seed germination

藏^[9-11]、光照对幼苗生长的影响^[12-13]、种子萌发及幼苗对环境的适应性^[14-17]等方面,而关于系统研究辽东栎幼苗的生物学特性和生长规律方面的研究较少。为此,现以陕西省宝鸡市麟游县林业技术推广站辽东栎天然次生林的辽东栎种子为研究对象,采用完全随机区组设计进行容器育苗,针对辽东栎实生更新困难的现状,研究辽东栎幼苗生长阶段的生物学特性及生长规律,以期为黄土高原辽东栎天然次生林的天然更新机制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕西省杨陵区西北农林科技大学林学院苗圃试验基地,北纬 34°36′、东经 108°72′,属于暖温带大陆性季风气候,四季冷热干湿分明,气候温和,光、热、水资源丰富,年均温为 10.7~13.7℃,最热月均温 24~27℃,全年≥10℃积温为 3 400~4 600℃,年降水量 500~700 mm,有效生长期降水量为 152~191 mm,无霜期 184~216 d,全年日照 1 900~2 500 h。

1.2 试验材料

供试辽东栎种子采自陕西省宝鸡市麟游县林业技术推广站的辽东栎天然次生林,采种时间为 2012 年 10 月 20 日,采收的种子使用沙藏法保存,备用。

1.3 试验方法

2013 年 4 月 8 日采用容器育苗法于苗圃地播种。将营养基质与田间土以 1:1 的比例混合均匀,装入带孔容器内,备用;用杀虫剂(乐果)对种子进行灭虫后,选取饱满且完好的种子播种于容器内,每盆播种 8 粒种子,表面覆土约 1 cm 厚;播种后,按 3 行×15 列将育苗容器平稳置于苗床内,进行全面灌溉。

定期观察幼苗出土和生长发育情况,以 2 片子叶出土定义为出苗^[18]。待出苗后,每隔 20 d 测定幼苗出苗率及幼苗生长量。按照随机区组法取样,每次取 3 盆幼苗。将幼苗连盆带回实验室,每盆随机选 3 株幼苗测定其苗高、叶片数、叶面积、主根长、根表面积、根体积、地上部分鲜重、地下部分鲜重等生长指标。

1.4 项目测定

自有幼苗出土开始,每隔 20 d 观测一次出苗情况并记录出苗数;幼苗苗高(地面到顶端分生组织的距离)和主根长用游标卡尺测量(精确到 0.02 mm);用 Epson Perfection 4990 Photo 根系扫描仪测定幼苗根表面积、根体积和叶面积(取其顶芽下方的第 2 片叶)。用电子天平分别称量幼苗地上部分和地下部分鲜重(精确到 0.001 g)。出苗率(%)=出苗数/播种数×100%;根冠

比=地下部分鲜重/地上部分鲜重。

1.5 数据分析

试验数据的统计分析均在 SPSS 19.0 中用比较均值的方法计算播种后不同观测时间幼苗的出苗率、生长指标及生物量,以平均值±标准偏差表示;运用 Origin 8.0 对幼苗出苗率及幼苗各生长指标进行绘图。

2 结果与分析

2.1 辽东栎幼苗的出苗率研究

由图 1 可知,辽东栎幼苗的出苗率随时间的延长呈倒“J”型增长趋势。播种后 20 d(4 月 28 日),幼苗的出苗率达到(30.50±3.76)%;播种后 20~80 d(4 月 28 日至 6 月 28 日)出苗率快速增长,幼苗出苗率分别占总出苗率的 34.24%、42.10%、60.82%、75.78%;之后幼苗的出苗率增长减慢,至播种后 160~180 d(9 月 18 日至 10 月 8 日),出苗率基本稳定,为(87.22±5.30)%~(89.07±5.10)%。

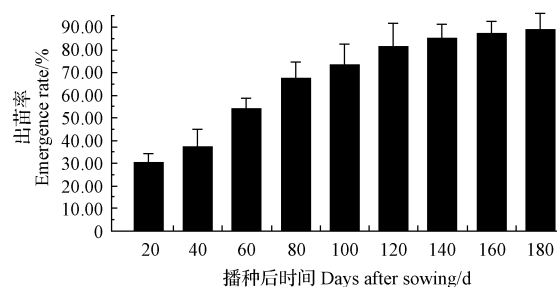


图 1 辽东栎幼苗出苗率

Fig. 1 Emergence rate of *Quercus liaotungensis* seedlings

2.2 辽东栎幼苗生长特性指标研究

由图 2 可知,自出苗后,辽东栎幼苗的高生长随时间的延长不断增加。播种后 20~40 d(4 月 28 日至 5 月 18 日)幼苗高生长缓慢(0.70 cm),播种后 40~80 d(5 月 18 日至 6 月 28 日)高生长速率最快(2.57 cm),为播种后 20~40 d 高生长的 3.67 倍,之后高生长速率减慢,播种后 160~180 d,苗高基本稳定,为(9.54±0.36)~(9.76±0.42)cm,进入高生长停滞期;幼苗的主根长度在播种后 20~40 d,主根伸长速率缓慢(1.44 cm),播种后 40~60 d 主根伸长速率急剧加快(4.71 cm),为播种后 20~40 d 的 3.27 倍,之后主根伸长速率减缓,播种后 160~180 d,主根长度基本稳定,为(33.54±2.56)~(34.09±2.42)cm,主根伸长的曲线总体呈“S”型;根表面积在播种后 20~60 d(4 月 28 日至 6 月 8 日)生长速率较慢(1.52 cm²),播种后 60~80 d 的根表面积快速增长(5.15 cm²),之后

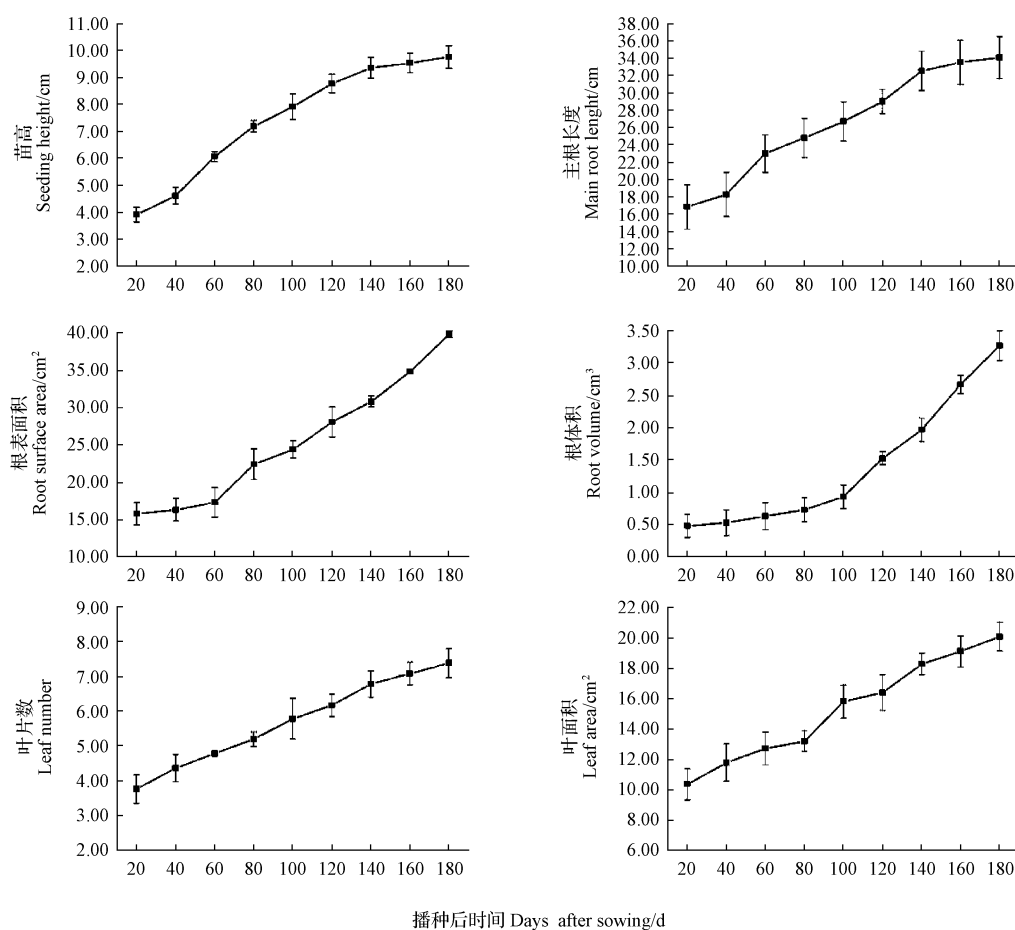


图2 辽东栎幼苗生长特性指标

Fig. 2 Growth characteristics of *Quercus liaotungensis* seedlings

根表面积不断增大,播种后 180 d 根表面积为 $(39.82 \pm 0.43) \text{ cm}^2$;根体积在播种后 20~80 d(4 月 28 日至 8 月 8 日)生长速率较慢,之后快速增长,播种后 180 d 根体积为 $(3.27 \pm 0.23) \text{ cm}^3$,总的来说,辽东栎幼苗根体积生长规律为“慢-快”;幼苗叶片数在播种后 20~180 d 以基本恒定的速率增加 $(3.76 \pm 0.41) \sim (7.38 \pm 0.42)$ 片,即幼苗叶片数与播种时间呈线性关系;叶面积在播种后 20~180 d,以较稳定的增长率生长,仅播种后 80~100 d 叶面积快速增加,播种后 180 d 叶面积为 $(20.08 \pm 0.95) \text{ cm}^2$ 。

2.3 辽东栎幼苗生物量分配规律研究

由图 3 可知,辽东栎幼苗的地上生物量、地下生物量和总生物量随时间的延长不断增加。地上生物量在播种后 20~40 d 生长缓慢,播种后 40~120 d(5 月 18 日至 8 月 8 日)快速增长,之后增长速率减慢,播种后 160~180 d 基本稳定,为 $(7.41 \pm 0.61) \sim (7.53 \pm 0.52) \text{ g}$;地下生物量在播种后 20~40 d 生长缓慢,播种后 40~60 d(5 月 18 日至 6 月 8 日)快速增加,之后增长速率减慢,播种后 160~180 d 基本稳定,为 $(9.89 \pm 0.43) \sim (10.02 \pm 0.43) \text{ g}$;

总生物量在播种后 20~40 d 生长缓慢,播种后 40~60 d 快速增加,之后增长速率减慢,播种后 160~180 d 基本稳定,为 $(17.30 \pm 1.04) \sim (17.55 \pm 0.95) \text{ g}$;根冠比在播种后 20 d 最大,为 1.93 ± 0.16 ,之后减小,播种后 120~180 d,幼苗根冠比基本稳定,分别为 1.28 ± 0.21 、 1.30 ± 0.25 、 1.33 ± 0.20 、 1.33 ± 0.18 ,表明此期间辽东栎幼苗地下部分与地上部分生物量之比基本不变。

3 结论与讨论

该试验结果表明,从辽东栎幼苗年生长发育规律来看,全年中幼苗苗高的生长速生期为 5 月 18 日至 6 月 28 日,在此期间,苗高生长量分别占全年高生长量的 24.83% 和 19.18%,主根长度生长的速生期为 5 月 18 日至 6 月 8 日,其主根长生长量占全年主根长生长量的 27.35%。因此,辽东栎幼苗生长最旺盛的时期为春末夏初。辽东栎幼苗苗高生长量为 $(9.76 \pm 0.42) \text{ cm}$,主根长度为 $(34.09 \pm 2.42) \text{ cm}$,其地下部主根长是地上部苗高的 3.49 倍,说明自然生长的辽东栎幼苗苗高生长十分缓慢,属于慢生树种,而地下部主根可以下扎很深而且生

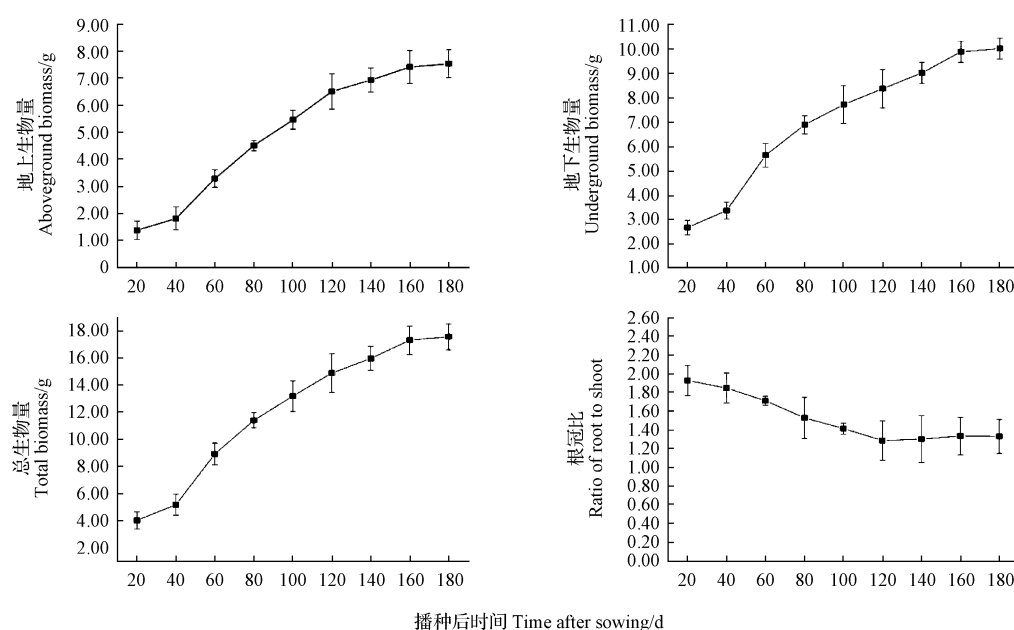


图3 辽东栎幼苗生物量

Fig. 3 Biomass of *Quercus liaotungensis* seedlings

长迅速^[19]。辽东栎种子几乎没有休眠期,成熟种子散落于森林地表后能立即萌发,而且子叶中的大部分营养物质被转移至幼苗的主根,但胚芽在种子萌发过程中并不与胚根同步伸长,而是在翌年春季转暖后才开始伸长形成幼苗。幼苗可通过吸收转移子叶中贮藏的营养物质发育出完善的根系,以有效地抵御干旱胁迫并确保受损后生长的恢复^[20]。当辽东栎种子萌发之后,为了维持肥大子叶的水分平衡,适当的水分胁迫则可能又对主根的伸长生长有促进作用。所以在幼苗生长阶段,主根快速深扎于土壤中,为幼苗的正常生长提供充足的水分,为幼苗日后的抗逆和生长发育奠定了较好的基础^[21]。辽东栎幼苗根表面积和根体积的生长规律为“慢-快”,二者的总生长量分别为 $(39.82 \pm 0.43) \text{ cm}^2$ 和 $(3.27 \pm 0.23) \text{ cm}^3$ 。幼苗叶片数和叶面积的生长呈线性增长,二者的总生长量分别为 (7.38 ± 0.42) 、 $(20.08 \pm 0.95) \text{ cm}^2$ 。总体来说,辽东栎幼苗的高生长和主根生长符合“慢-快-慢”的规律,二者的生长曲线均呈“S”型。因此,在苗木培育管理中,于春末夏初幼苗速生期及时灌溉和追肥,可为苗木生长提供充足的水分营养,有利于优质壮苗的培育,为辽东栎林实生幼苗库的建立提供依据。

该研究结果表明,地上生物量、地下生物量和总生物量的生长曲线呈“S”型。根冠比生长规律为播种后 20 d 最大 (1.93 ± 0.16) ,之后减小,播种后 120~180 d,幼苗根冠比基本稳定,在辽东栎幼苗生长阶段,根冠比总是大于 1,即幼苗地下部分生物量总是大于地上部分生物

量,说明辽东栎幼苗的根系发达且生长迅速,即使在轻微的干旱胁迫下,也能向幼苗地上部分提供水分,保证幼苗的正常生长。Saldana-Acosta 等^[22]对 9 种栎属植物幼苗生物量在各器官的分配状况研究表明,不同种生物量在各器官的分配比例不同。该研究表明,辽东栎一年生幼苗总生物量为 $(17.55 \pm 0.95) \text{ g}$,地下部分生物量约占总生物量的 57.09%,地上部分占总生物量的 42.91%,因此,辽东栎幼苗生物量在不同部位中分配比例为地下部分>地上部分,与厉月桥等^[19]的研究结果一致。

参考文献

- [1] 郑万钧. 中国树木志[M]. 2 卷. 北京:中国林业出版社,1985:2341-2342.
- [2] 中国森林编辑委员会. 中国森林(阔叶林)[M]. 3 卷. 北京:中国林业出版社,2000:1168-1176.
- [3] Grubb P J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche[J]. Biological Reviews, 1977, 52(1): 107-145.
- [4] Silvertown J. Ecological stability: a test case[J]. The American Naturalist, 1987, 130(5): 807-810.
- [5] 刘宗杰. 北京东灵山辽东栎林乔木优势种幼苗库的研究[D]. 长春:东北师范大学,2010.
- [6] 孙书存,陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 215-221.
- [7] 王巍,马克平,刘灿然. 北京东灵山落叶阔叶林中辽东栎种子雨[J]. 植物学报(英文版), 2000, 42(2): 195-202.
- [8] 陈智平,王辉,袁宏波. 子午岭辽东栎林土壤种子库及种子命运研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(1): 7-12.
- [9] 路纪琪,张知彬. 灌丛高度对啮齿动物贮藏和扩散辽东栎坚果的影响

- 响[J]. 动物学报, 2005, 51(2): 195-204.
- [10] 王巍, 马克平, 高贤明. 东灵山地区脊椎动物对辽东栎坚果捕食的时空格局[J]. 植物学报, 2000, 42(3): 289-293.
- [11] 马杰, 李庆芬, 孙儒泳, 等. 啮齿动物和鸟类对东灵山地区辽东栎种子丢失的影响[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 107-110.
- [12] 蔺琛, 马钦彦, 韩海荣, 等. 山西太岳山辽东栎的光合特性[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 376-381.
- [13] 韩海荣, 贺顺钦, 张学培. 辽东栎苗木早期生长与光的关系[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(4): 97-100.
- [14] 张文辉, 孙海芹, 赵则海, 等. 北京东灵山辽东栎林优势植物水分适应特性[J]. 植物生态学报, 2001, 25(4): 438-443.
- [15] 王海珍, 韩蕊莲, 梁宗锁, 等. 土壤干旱对辽东栎、大叶细裂槭幼苗生长及水分利用的影响[J]. 林业科学, 2004, 40(22): 439-446.
- [16] 蒋高明, 黄银晓. 北京山区辽东栎林土壤释放 CO₂ 的模拟实验研究[J]. 生态学报, 2001, 17(5): 476-481.
- [17] 白宏兵, 吴发启, 程伟. 辽东栎幼苗光合生理生态特性对施氮响应的初步研究[J]. 草地学报, 2013, 21(1): 100-108.
- [18] 刘炳响, 王志刚, 杨敏生, 等. 模拟盐胁迫对白榆种子发芽、出苗及幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(5): 39-46.
- [19] 厉月桥, 吴志庄, 李刚, 等. 蒙古栎与辽东栎幼苗生长规律与生物量特征[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(21): 12927-12930.
- [20] 闫兴富, 周立彪, 张靠稳, 等. 不同密度下辽东栎幼苗子叶丢失及其对幼苗存活和生长的影响[J]. 植物生态学报, 2012, 36(8): 831-840.
- [21] 高贤明, 杜晓军, 王中磊. 北京东灵山两种生境条件下辽东栎幼苗补充与建立的比较[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 404-411.
- [22] Saldana-Acosta, Meave A J A, Snchez-Velsquez L R, et al. Seedling biomass allocation and vital rates of cloud forest tree species: Responses to light in shade house conditions[J]. Forest Ecology and Management, 2009, 258(7): 1650-1659.

Research on Seedling Growth Law of *Quercus Liaotungensis* Koidz

WANG Juan-ting, WANG Nai-jiang

(Key Laboratory of Environment and Ecology Western China, Ministry of Education, College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking seeds of *Quercus liaotungensis* Koidz of natural secondary forest as research objects, using completely randomized block design method of container seedling, the biological characteristics and growth laws of *Quercus liaotungensis* Koidz at seedling growth stage were studied, in order to provide the basis for natural regeneration of *Quercus liaotungensis* Koidz on the Loess Plateau. The results showed that the growth pattern of *Quercus liaotungensis* Koidz seedling emergence rate was resupinate 'J' type curve, namely 'fast-slow' growth trend, April 28th to June 28th was the main period of *Quercus liaotungensis* Koidz seedling emergence. In the growth process of *Quercus liaotungensis* Koidz seedling, 40~80 days after sowing (May 18th~June 28th) the fastest growth period (2.57 cm), seedlings of high growth rate was respectively 24.83% and 19.18% of the total annual seedling growth during this period, which suggested that late spring to early summer (May 18th~June 28th) to *Quercus liaotungensis* Koidz seedling high aboveground growth was the fastest period of annual seedling growth on the Loess Plateau, the high growth law of *Quercus liaotungensis* Koidz seedling generally conformed to the growth and development law of model 'S'. The growth law on aboveground biomass, underground biomass and total biomass of *Quercus liaotungensis* Koidz seedlings conformed to 'slow-fast-slow', which was 'S' type curve. Root-shoot ratio got the biggest level when 20 days after sowing 1.93 ± 0.16 , then decreased, and basically stable when 120~180 days after sowing, the root-shoot ratios were respectively 1.28 ± 0.21 , 1.30 ± 0.25 , 1.33 ± 0.20 , 1.33 ± 0.18 during this period. The distribution ratio of underground biomass on *Quercus liaotungensis* Koidz seedling was higher than aboveground.

Key words: *Quercus liaotungensis* Koidz; seedling stage; biological characteristics; biomass; growth law