

扁桃实生苗年生长动态的研究

王琳¹, 杨玉洁¹, 陈加利¹, 周正立^{1,2}

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:以4个扁桃品种为试材,采用 Logistic 曲线对其实生苗高与地径生长过程进行拟合,其拟合相关系数均达 0.990 0 以上,并估测了速生期的 2 个拐点及其长度。结果表明:扁桃实生苗高、径生长均符合“S”型曲线,年生长可划分为生长初期、速生期、硬化期 3 个时期。“莎车一号”、“莎车五号”、“莎车九号”、“莎车十八号”4 个品种扁桃的地径生长速生期起始时间比苗高生长早 12、14、16、12 d;地径生长结束时间分别比苗高生长晚 2、4、3 d;“莎车九号”的径生长结束时间分别比苗高生长早 3 d;4 个品种扁桃的地径生长持续时间均比苗高生长长 14、18、13、15 d。不同扁桃品种苗高、地径连日生长量曲线均为双峰型。其中,苗高生长高峰分别出现在 5 月中旬和 7 月中旬,而地径生长高峰分别出现在 7 月上旬和 8 月上旬。

关键词:扁桃;生长发育;苗高;地径

中图分类号:S 662.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0001-05

扁桃(*Amygdalus communis* L.)属蔷薇科落叶乔木,又名巴旦木、美国大杏仁,是世界著名的干果和油料树种之一^[1]。起源于中亚细亚,约有 6 000 年的栽培历史,大面积栽培始于 19 世纪后期。目前扁桃的引种栽培遍及美国、西班牙、希腊、意大利、土耳其等 32 个国家和地区^[2]。我国扁桃的种植已有 1 300 年的历史,主要分布在新疆维吾尔自治区,青海、宁夏、甘肃、陕西、河北、山东等省也有少量引种栽培。目前,在新疆扁桃的分布和产区主要位于南疆喀什地区与和田地区,栽培面积约 10 000 hm²^[3-6]。新疆自治区党委和政府把发展扁桃生产作为新疆南部广大贫困地区脱贫致富的支柱产业和继棉花产业之后的后备产业。扁桃属速生树种,且耐寒、耐旱、根系发达、萌芽力强,在西班牙、意大利等西欧国家广泛用于荒山造林,是荒漠草原区重要的景观植物和水土保持植物。其仁香脆可口、营养丰富,具有极高的食用及药用价值。由此可知扁桃是集生态、经济、社会效益于一体,发展生态农业,改善生态环境的首选树种,市场前景广阔。

目前关于扁桃品种选择^[7]、扁桃的自交不亲和^[8-9]、

组织培养^[10-11]、授粉生物学及分子生物学^[12-15]、栽培技术与抗寒性^[16-18]等方面的研究很多,但关于扁桃苗木生长发育规律的研究尚鲜见报道。目前,采用数学模型模拟植物生物量形成规律的应用已成为生态系统研究中一种重要的分析方法和手段。用数学方程表示生物产量动态不但可以预测生物量,而且便于对生长过程进行分析,揭示植物生物量形成的内在规律及其与环境的关系。大量研究表明,Logistic 曲线可用于描述植物的生长周期、产量预估、养分分配、叶片生长、干物质积累、果实、种群生长动态等^[19-21],故采用 Logistic 曲线对扁桃实生苗年生长发育规律进行拟合,对扁桃实生苗年生长动态进行分析,确定对扁桃年生长量的形成具有重要作用的速生期时间及长度,以期对扁桃苗木培育及生产经营管理和早期选择提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于塔里木大学园艺试验站(东经 81°17',北纬 40°32'),海拔 1 015 m,年平均降雨量不足 50 mm,年均蒸发量 2 110.5 mm,全年无霜期 200 d 左右,年均总辐射 9 733 MJ/m²,年日照时数 2 650~3 100 h,≥10℃的积温为 3 800~4 700℃,试验地土壤为粘壤土,肥力中等偏上,土壤有机质含量为 7.797 8 g/kg,碱解氮为 33.57 mg/kg,速效磷为 18.71 mg/kg,速效钾为 107.28 mg/kg,总盐含量为 0.02%,整个生长期灌 3 次水,时间分别为 5 月 22 日、7 月 4 日、8 月 7 日。

1.2 试验材料

供试的不同品种扁桃“莎车一号”、“莎车五号”、“莎

第一作者简介:王琳(1969-),女,硕士,副教授,现主要从事林木种质资源等研究工作。E-mail:wlzkytd@163.com.

责任作者:周正立(1970-),男,硕士,副教授,现主要从事荒漠植被恢复和保护等研究工作。E-mail:zzlkytd@163.com.

基金项目:国家科技支撑资助项目(2014BAC14B02-2);塔里木大学校长基金资助项目(TDZKSS201216)。

收稿日期:2015-06-04

车九号”、“莎车十八号”种子于 2012 年 1 月 7 日从喀什莎车县引入,种子千粒重分别为 1 296.03、1 284.47、1 258.47、2 316.8 g。各品种代码见表 1。

表 1 扁桃不同品种代码

Table 1 The code of *Amygdalus communis* L. with different almond varieties

品种	“莎车一号”	“莎车五号”	“莎车九号”	“莎车十八号”
Variety	‘Shache No. 1’	‘Shache No. 5’	‘Shache No. 9’	‘Shache No. 18’
代码 Code	SC-1	SC-5	SC-9	SC-18

1.3 试验方法

于 2012 年 1 月 9 日将种子与湿沙按 1 : 3 的比例充分混合,介质含水量 60%~80%,置于地窖中低温层积催芽。于 2012 年 4 月 5 日在植物科学学院园艺试验站采用点播法进行播种。各品种采用完全随机区组排列,每个品种播种 10 行,行距 30~40 cm。4 月 18 日苗木显行。

1.4 项目测定

苗木显行后于 2012 年 5 月 3 日起测,每个小区随机抽取苗木 30 株,测定苗高和地径,并挂牌标记,之后每隔 15 d 测定 1 次苗高和地径,直至 10 月 30 日,共计 13 次调查,历时 181 d。

1.5 数据分析

Logistic 方程能较好地拟合植物的生长过程^[22]。其

表 2 扁桃不同品种“S”型曲线拟合苗高(H)、地径(D)生长量参数

Table 2 Increment parameter of seedling height (H) and ground diameter(D) of *Amygdalus communis* L. with different almond varieties by ‘S’ curve fitting

品种代码	项目	K	a	b	相关系数	F 值
Variety code	Item				Correlation coefficient	The value of F
SC-1	H	130.020 5	2.609 0	0.032 247	0.998 9	2 256.825 0 **
	D	16.674 8	2.094 1	0.275 490	0.996 6	736.600 0 **
SC-5	H	100.024 9	2.590 6	0.037 335	0.996 7	742.874 6 **
	D	14.110 3	1.895 6	0.029 499	0.997 2	891.239 9 **
SC-9	H	112.908 9	2.398 9	0.033 243	0.997 2	874.797 6 **
	D	13.114 3	1.788 6	0.028 579	0.998 5	1 610.530 6 **
SC-18	H	119.132 2	2.574 4	0.032 071	0.996 1	642.913 1 **
	D	16.878 6	2.035 1	0.026 993	0.998 0	1 236.300 3 **

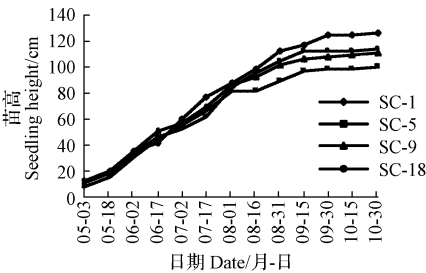


图 1 不同品种扁桃苗高总生长曲线
Fig. 1 Growth curve on total increment of seedling height of *Amygdalus communis* L. with different varieties

表达式如下: $y=\frac{k}{1+e^{-bx}}$,式中 y 为苗高或地径累积生长量, x 为生长时间, k 为生长极限, a 、 b 为待定参数。将上式两边对 x 求一阶导数可得连日生长量随时间变化的方程;求二阶导数可得连日生长量的变化速率曲线方程;令其等于 0,可求得连日生长量最大时的值,即速生点,其表达式为: $x=a/b$;求三阶导数,并令其等于 0,可求得连日生长量变化速率最快的 2 个点: x_1 和 x_2 ,其中, $x_1=\frac{1}{b} \cdot [a-\ln(2+\sqrt{3})]$ 、 $x_2=\frac{1}{b} \cdot [a-\ln(2-\sqrt{3})]$,即

由萌动到速生和由速生转入缓慢生长的分界点,为速生期。数据统计及图表制作用 Microsoft Excel,结果分析用 DPS 统计软件处理。

2 结果与分析

2.1 不同品种扁桃苗期生长动态

2.1.1 不同品种扁桃苗期生长曲线 用 Logistic 曲线对不同品种扁桃的苗高、地径年生长进行拟合,由表 2 可以看出,其相关系数均达 0.990 0 以上,经方差检验,均达到了极显著水平。由于该模型是建立在试验观测数据基础上,模型结构简单,待定系数少,因此特别适于预测植物的各个生理生长阶段^[23]。由图 1、2 可以看出,不同品种扁桃的苗高、地径生长均符合“S”型曲线,其年生长可划分为生长初期、速生期与硬化期 3 个时期。

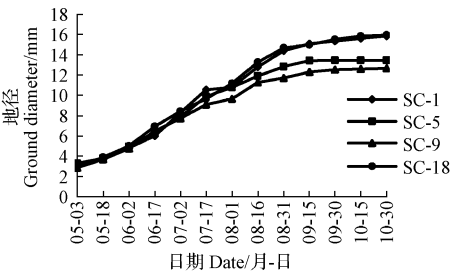


图 2 不同品种扁桃地径总生长曲线
Fig. 2 Growth curve on total increment of ground diameter of *Amygdalus communis* L. with different varieties

2.1.2 不同品种扁桃生长阶段划分 各品种苗高、地径生长速生期的起始时间见表 3。4 个品种扁桃的苗高、地径生长分别在 5 月中下旬基本都开始进入速生期,速生期持续时间约为 71~97 d,SC-1、SC-5、SC-9、SC-18 的地径生长比苗高生长都分别提前了 12、14、16、12 d。从速生期结束时间来看,SC-1、SC-5、SC-18 的地径生长速生期结束时间分别比苗高生长晚 2、4、3 d,而 SC-9 的地径生长速生期结束时间比苗高生长早 3 d。从速生期持续时间来看,4 个品种扁桃地径生长持续时间均长于苗

高生长,分别为 13、18、13、15 d。将不同品种扁桃苗高、地径速生期起始时间及结束时间分别带入 Logistic 拟合方程,可计算得出苗高、地径生长初期、速生期及硬化期定期生长量及速生期生长量占总生长量的百分比(表 4)。其中不同品种速生期苗高、地径的生长量分别占苗高、地径总生长量的 58%以上,由此可见,速生期是苗木生长的关键时期,其苗高及地径的生长量占全年总生长量的一半以上。

表 3 扁桃不同品种速生点与速生期

Table 3 Fast-growing point and fast-growing period of *Amygdalus communis* L. with different varieties

品种 Variety	项目 Item	速生点 Fast-growing point				速生期 The fast-growing period		持续天数 Duration in days/d
		x/d	日期/月-日	x_1/d	x_2/d	起点/月-日	终点/月-日	
SC-1	苗高	80	07-06	40	122	05-27	08-17	82
	地径	76	07-02	28	123	05-15	08-18	95
SC-5	苗高	69	06-27	34	105	05-21	07-31	71
	地径	64	06-22	20	109	05-07	08-04	89
SC-9	苗高	72	06-30	33	112	05-20	08-07	79
	地径	62	06-20	17	109	05-04	08-04	92
SC-18	苗高	80	07-08	39	121	05-26	08-16	82
	地径	75	07-03	27	124	05-14	08-19	97

注: x 为速生点, x_1 即由萌发到快速生长的分界点, x_2 即由速生转入缓慢生长的分界点。

Note: x is fast-growing point, x_1 is dividing point of budding to fast growing, x_2 is dividing point of fast growing to slow growing.

表 4 不同品种扁桃在不同生长时期的定期生长量

Table 4 Different varieties of *Amygdalus communis* L. growth in different growth stages

品种 Variety	项目 Item	定期生长量 Periodic increment				速生期生长量占总生长百分比 Percentage of fast-growing stage account for total growth/%
		生长初期 Initial growth period	速生期 The fast-growing period	硬化期 Hardening period	总生长量 The total growth	
SC-1	苗高/cm	27.43	75.29	22.34	125.06	60.20
	地径/mm	3.51	9.66	2.63	15.80	61.13
SC-5	苗高/cm	21.07	58.03	19.40	98.50	58.91
	地径/mm	3.01	8.13	2.54	13.67	59.43
SC-9	苗高/cm	24.15	65.04	20.77	109.96	59.15
	地径/mm	2.80	7.56	2.32	12.68	59.61
SC-18	苗高/cm	25.04	68.70	20.86	114.60	59.95
	地径/mm	3.60	9.70	2.66	15.96	60.80

2.2 不同品种苗期生长差异分析

由表 5 可以看出,在生长初期、速生期、硬化期的苗高、地径定期生长量(半月),SC-1、SC-5、SC-9、SC-18 间差异显著性表现各不相同。不同品种苗高生长初期,SC-1 与 SC-9、SC-18 间生长量在 5%显著性水平上差异不显著,而 SC-1、SC-18 与 SC-5 间苗高生长量达差异极显著水平;不同品种地径生长初期,SC-9、SC-18 与 SC-1、SC-5 间

生长量在 5%显著性水平上有显著差异;而 SC-1、SC-5 间及 SC-9、SC-18 间生长量在 5%显著性水平上无显著差异。不同品种苗高生长速生期,各品种间生长量无显著差异,而不同品种地径生长速生期,SC-1、SC-18 间生长量差异不显著,而与其它 2 个品种间生长量达极显著差异水平。在硬化期,4 个扁桃品种 SC-1、SC-5、SC-9、SC-18 的苗高、地径生长量差异均不显著。

表 5 不同品种扁桃苗期生长量

Table 5 Growth of *Amygdalus communis* L. with different varieties in seedling stage

品种 Variety	生长初期 Initial growth period		速生期 The fast-growing period		硬化期 Hardening period	
	苗高 Seedling height/cm	地径 Ground diameter/mm	苗高 Seedling height/cm	地径 Ground diameter/mm	苗高 Seedling height/cm	地径 Ground diameter/mm
SC-1	10.843 3 aA	0.465 8 bA	12.642 3 aA	1.468 7 aA	4.568 8 aA	0.523 0 aA
SC-5	8.842 8 bB	0.487 3 bA	12.723 0 aA	1.263 9 bB	6.966 5 aA	0.486 1 aA
SC-9	10.096 7 abAB	0.816 7 aA	12.391 6 aA	1.124 6 cB	3.864 1 aA	0.466 3 aA
SC-18	10.778 3 aA	0.896 0 aA	12.417 0 aA	1.506 3 aA	3.371 5 aA	0.395 2 aA

注:小写字母表 5%显著性水平,大写字母表示 1%显著性水平。

Note:Lowercase letters show the difference between the 5% significance level,uppercase letters show the difference between the 1% significance level.

2.3 不同品种扁桃苗期苗高和地径连日与平均生长量

不同扁桃品种苗高、地径连日生长量曲线均为双峰型,由图3、4可以看出,不同扁桃品种苗高生长高峰分别出现在5月中旬(5月18日)和7月中旬(7月17日),而地径生长高峰滞后于苗高生长高峰,分别出现在7月上旬(7月2日)和8月上旬(8月1日)。从苗高、地径停止生长时间来看,苗高、地径生长均在10月下旬(10月30日)停止生长。在一年的生长变化过程中苗高、地径日平均生长量曲线稍有不同(图5、6),苗高平均生长量曲线在6月中旬(6月17日)和8月上旬(8月1日)有一个小的上升,其后呈递减趋势;而地径平均生长量曲线一直呈递减趋势,这也符合幼苗期苗木高生长迅速的特点。

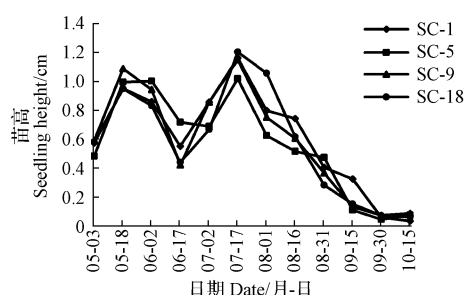


图3 不同品种扁桃苗高连日生长量曲线

Fig. 3 Growth curve on average increment of seedling height of *Amygdalus communis* L. with different varieties

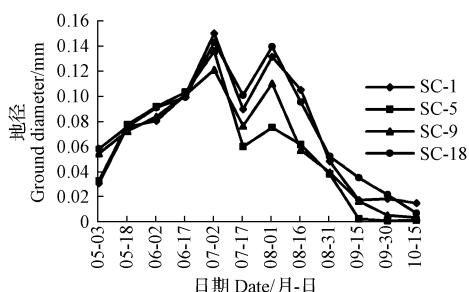


图4 不同品种扁桃地径连日生长量曲线

Fig. 4 Growth curve on average increment of ground diameter of *Amygdalus communis* L. with different varieties

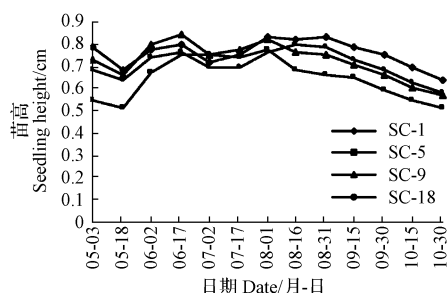


图5 不同品种扁桃苗高平均生长曲线

Fig. 5 Growth curve on current annual increment of seedling height of *Amygdalus communis* L. with different varieties

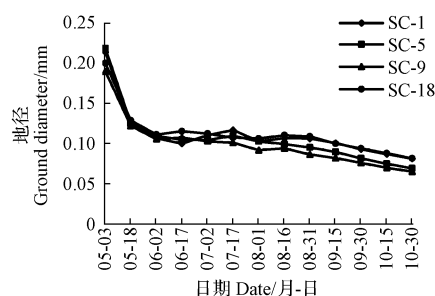


图6 不同品种扁桃地径平均生长曲线

Fig. 6 Growth curve on current annual increment of ground diameter of *Amygdalus communis* L. with different varieties

3 结论

用 Logistic 方程对不同品种扁桃苗高、地径生长过程进行拟合,拟合苗高、地径生长量的相关系数均达到 0.990 0,苗高、地径生长均符合“S”型曲线,表现为“慢-快-慢”的生长规律^[24-26]。并可将扁桃实生苗的高、径年生长划分为生长初期、速生期、硬化期 3 个时期。

不同品种扁桃的苗高、地径生长在速生期均呈双峰型,其中苗高生长峰值出现时间都在 5 月中旬和 7 月中旬,而地径生长峰值出现时间都在 7 月上旬和 8 月上旬,滞后于苗高生长峰值。4 个品种扁桃的苗高、地径生长分别在 5 月中下旬基本都开始进入速生期,速生期持续时间约为 71~97 d,且不同品种扁桃的地径生长速生期起始时间均早于苗高生长,地径生长的速生期结束时间 SC-1、SC-5、SC-18 的分别比苗高生长晚 2、4、3 d,而 SC-9 的地径生长的速生期结束时间比苗高生长早 3 d,4 个品种扁桃的地径生长持续时间均比苗高生长长 14、18、13、15 d。

在生长初期、速生期、硬化期的苗高、地径定期生长量(半月),SC-1、SC-5、SC-9、SC-18 间差异显著性表现各不相同,其中不同品种速生期苗高、地径的生长量分别占苗高、地径总生长量的 58% 以上,并且苗高及地径速生期生长速率表现为 SC-1>SC-18>SC-9>SC-5。在一个生长期,树种速生点出现的时间以及速生期的持续时间,是衡量各树种能否充分适应环境的主要指标。

参考文献

- [1] 王森,谢碧霞,杜红岩,等.我国扁桃产业的发展[J].经济林研究,2006,24(3):75-79.
- [2] 郭春会,梅立新,张檀.美国扁桃栽培现状及发展特点[J].西北林学院学报,2003,18(4):67-69.
- [3] 李疆,胡芳名,李文胜,等.扁桃的栽培及研究概况[J].果树学报,2002,19(5):346-350.
- [4] 王慧强,王建中,吴迪,等.世界扁桃贸易和消费现状[J].经济林研究,2005,23(4):95-98.
- [5] 袁琳,克热木·伊力.浅谈新疆扁桃的生产现状与产业发展[J].经济林研究,2003,21(4):155-156.
- [6] 李疆,李文胜,成建红,等.新疆扁桃生产的现状及发展对策[J].经济林研究,1998,16(3):58-59.

- [7] 张文越,史作安,张玉贞,等.扁桃引种及良种筛选试验[J].经济林研究,2011,29(1):77-84.
- [8] 姜俊卿,冯建荣,曹晓艳.南疆扁桃品种自交不亲和 S-RNase 基因型鉴定[J].新疆农业科学,2011,48(7):1177-1182.
- [9] 高启明.新疆栽培扁桃自交不亲和性的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2011.
- [10] 姜俊卿,冯建荣,张大海,等.正交设计南疆扁桃品种芽组培离体增殖研究[J].新疆农业科学,2010,47(8):1497-1500.
- [11] ASHRAF M F, AZIZ M A, KADIR M A. Factors influencing *in vitro* establishment and multiplication stages of peach[J]. Acta Horticulture, 1995, 409:191-196.
- [12] 陆婷,谭敦炎,李疆,等.扁桃花粉的发生及发育[J].果树学报,2004,21(4):334-337.
- [13] 吴玉霞,何天明,何峰江,等.扁桃授粉生物学和 S 基因多样型研究初报[J].新疆农业大学学报,2008,31(3):36-38.
- [14] 郭长奎,罗淑萍,何天明,等.扁桃 SFB 基因的克隆及其生物信息学分析[J].果树学报,2009,26(2):170-175.
- [15] 李疆.新疆扁桃结实率低的生理与分子机制[J].经济林研究,2011,29(2):1-7.
- [16] 龚鹏,杨波,辛玉宝,等.扁桃不同树形光合特性及产量的比较研究[J].新疆农业科学,2008,45(3):479-483.
- [17] 魏钰,郭春会,张国庆,等.我国几个扁桃种抗寒性的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(6):99-106.
- [18] 钟海霞,陆婷,刘立强,等.新疆野扁桃与栽培扁桃花原基解剖结构观察[J].经济林研究,2013(3):107-111.
- [19] 张彩琴,杨持.内蒙古典型草原生长季内不同植物生长动态的模拟[J].生态学报,2007,27(9):3618-3629.
- [20] 徐回林,陈金印,辜青青,等.基于 Logistic 模型研究南丰蜜橘(*Citrus reticulata* Blanco)果实的生长动态[J].江西农业大学学报,2010,32(6):1131-1135.
- [21] 乔嘉,朱金城,赵娇,等.基于 Logistic 模型的玉米干物质积累过程对产量影响研究[J].中国农业大学学报,2011,16(5):32-38.
- [22] 张连翔,黄丽华,李杰.林木胸径与材积的关系-Logistic 衍生模型[J].东北林业大学学报,2001,29(2):99-101.
- [23] 于军,周正立,陈加利.白刺苗木年生长发育规律的研究[J].西北林学院学报,2009,24(4):85-88.
- [24] 秦光华,江岳忠,马玲,等.欧美杨新无性系苗期年生长模型的研究[J].内蒙古林业科技,2003,19(2):40-43.
- [25] 向志民,何敏.几种杨树生长进程动态分析[J].西北林学院学报,1994,9(2):82-86.

Study on Seedlings Annual Growth Dynamics of *Amygdalus communis* L.

WANG Lin¹, YANG Yujie¹, CHEN Jiali¹, ZHOU Zhengli^{1,2}

(1. College of Plant Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. Xinjiang Production and Construction Corps, Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract: Taking 4 kinds of *Amygdalus communis* L. as test materials, used the Logistic curve to fit different varieties of almond seedling height and ground diameter growth process, the fitting correlation coefficient of more than 0.990 0, and estimated the fast-growing period, two turning point and its length. The results showed that *Amygdalus communis* L. seedling height and ground diameter growth both in line with the 'S' type curve, years of growth could be divided into initial stage and fast-growing stage, hardening stage three times; SC-1, SC-5, SC-9, SC-18, four varieties of *Amygdalus communis* L. diameter growth fast growth period starting time earlier than the seedling height growth of 12 d, 14 d, 12 d, 16 d; SC-1, SC-5, diameter growth over time compared with the seedling height growth of late 2 d, 4 d, 3 d; SC-9 diameter growth over time compared with the seedling height growth as early as 3 d; Four varieties of *Amygdalus communis* L. diameter growth duration was longer than seedling height growth 14 d, 18 d, 13 d, 15 d; Different almond varieties seedling height, ground diameter growth curves were bimodal type. Among them, seedling height growth peaks appeared in mid May and mid July, the diameter growth peaks appeared in early July and early August.

Keywords: *Amygdalus communis* L.; growth and development; seedling height; ground diameter

欢迎订阅 2016 年《中国果树》

《中国果树》是农业部主管、中国农业科学院果树研究所主办的技术类期刊,是中国科技核心期刊、全国中文核心期刊。曾荣获第二届国家期刊奖提名奖、农业部优秀科技期刊奖、全国优秀农业期刊一等奖等多项奖励。主要报道我国果树科研新成果、新技术、新优品种,交流果树生产先进经验,普及果树科学技术知识,提供国外果树科技信息等。双月刊,单月 10 日出版,每期定价 6.00 元,全年 6 期共 36.00 元,全国各地邮局均可订阅,邮发代号:8—106。也可直接汇款至编辑部订阅,免收邮费,如需挂号,每期另加 3 元;订 10 套以上挂号邮寄,免收挂号费。

地址:辽宁省兴城市兴海南街 98 号中国农业科学院果树研究所《中国果树》编辑部 邮编:125199

电话:(0429)3598131 3598276

电子信箱:zggsbjb@vip.163.com(编辑部)、zgsgsgb@126.com(广告部)

传真:(0429)3598132

网址:www.zggsbjb.com