

甘草播种苗年生长动态的研究

孙志蓉¹, 王文全¹, 翟明普², 张锐锋³(1. 北京中医药大学中药学院, 北京 100102; 2. 北京林业大学资源与环境学院, 北京 100083;
3. 北京奇源益德药物研究所, 北京 100076)

摘要:目的 研究甘草1年生播种苗苗高、地径的生长动态变化及生物量分配模式。方法 播种后动态测定甘草播种苗地上和地下部分的生长量和生物量。结果 甘草整个生长期可划分为4个阶段,即出苗期、生长初期、速生期和生长后期,苗高和地径速生期的生长量分别占年生长量的63.3%和50.2%。根的生物量增长速率明显高于叶和茎的增长速率,7月20日~9月20日是甘草播种苗生物量积累较快的时期。甘草播种苗根、茎、叶的生物量分配比例为49.02:17.75:33.23,地下部分与地上部分生物量之比(R/T)为0.96。苗高与地下部分生物量和总生物量的相关系数分别要大于地径与两者的相关系数。结论 苗高、地径的生长动态符合S型生长曲线,可用Logistic方程拟合。苗高、地径与地下部分生物量和总生物量呈线性相关。

关键词:甘草;播种苗;苗高;地径;生物量

中图分类号:R282.2

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2006)11-1711-05

Growth dynamics of annual seedlings of *Glycyrrhiza uralensis*SUN Zhi-rong¹, WANG Wen-quan¹, ZHAI Ming-pu², ZHANG Rui-feng³

(1. College of Chinese Materia Medica, Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100102, China;

2. College of Resource and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. Beijing QiyuanYide Institute of Drug Research, Beijing 100076, China)

Abstract: Objective To study the growth rhythm of height, diameter at ground and the distribution of biomass of annual seedlings of *Glycyrrhiza uralensis*. **Methods** Dynamic measurements were carried out after sowing to determine the indexes including the growth quantity and biomass of overground and underground part of annual seedlings of *G. uralensis*. **Results** The growing period can be divided into four stages: the emergence phase, initiation phase, prosperous phase, and late phase. The growth quantity during the prosperity period accounted to 63.3% and 50.2% of biomass of the whole year. The growth rate of root was much higher than that of the stem and leaf. The accumulating rate of biomass is the highest during the period of the July 20th to September 20th. The biomass distribution ratio of root, stem, and leaf was 49.02 : 17.75 : 33.23, and the biomass ratio of underground part to overground part was 0.96. According to regression analysis, the height and diameter at ground were liner correlation with underground biomass and total biomass was individually larger than that of two biomasses of diameter at ground. **Conclusion** The growth pattern of the height and diameter at ground is accordance with S curve and can be simulated with Logistic equation. The height and diameter at ground is linearly correlation with the underground biomass and total biomass.

Key words: *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.; seedlings; seedlings height; diameter at ground; biomass

甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 是豆科 (Leguminosae) 甘草属 (*Glycyrrhiza* Linn.) 多年生草本植物,享有“中草药之王”的美誉,其产销量居我国大宗药材的首位。研究发现,甘草提取物及其制品

有抗变态反应、抗炎、抗乙肝病毒(HBV)、抗癌等功效^[1],在抑制艾滋病病毒(HIV)、抑制非典型肺炎(SARS)相关病毒的复制等方面具有积极的作用^[2]。除药用外,甘草还广泛应用于食品加工、日化等行

收稿日期:2006-01-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30271074)

作者简介:孙志蓉(1967-),女,山东诸城市人,北京中医药大学博士后,博士,主要研究方向为林药复合经营、药用植物资源和规范化栽培。 Tel:(010)84738623 E-mail:zrs67@126.com

业。甘草主要分布在我国西北、华北、东北地区,具有生态适应性强、环境效益好、社会经济前景广阔等特点,是良好的防风固沙、维护草原和半荒漠地区生态环境的重要植物^[3]。近几十年,由于过度开发利用,甘草资源短缺已成为世界性的问题^[4]。目前甘草已成为我国西部地区生态环境建设中首选的草本草药材种类。近年来,国内外学者在甘草的生物生态学特性、栽培技术、生物技术、化学成分、药材质量等方面做了大量的研究^[5~11],但至今未见有关甘草播种苗生长规律方面的研究报道。本试验就甘草 1 年生播种苗的生长规律及生物量生产分配模式进行了初步探索,为甘草高产优质栽培技术措施的制定提供科学依据。

1 材料与方法

试验设在北京中医药大学中药学院药用植物试验区内,地理坐标为 39°55'N,116°28'E,海拔 54.7 m,年平均气温 11.8℃,1 月份均温 -4.3℃,7 月份均温 25.9℃,年均地面温度 13.5℃,年平均降雨量 577 mm,年平均蒸发量 1 861 mm,年均相对湿度 62%,土壤为沙壤土,pH 值 7.79,含有机质 0.354%,含全氮 0.307 g/kg。

研究材料甘草鉴定为 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.,种子采自内蒙古杭锦旗野生甘草群落。甘草种子用 98% 浓硫酸处理 70 min,用流水冲洗干净后,清水浸泡催芽,4 月 20 日播于苗床,出苗后,及时间苗,留苗密度为 80 株/m²。在苗木生长期,正常浇水,不施肥。随机选定 60 株苗木作为生长量测定的固定标准株,在生长期每 10 天测定 1 次苗高和地径生长量,7 月份以前每 10 天取生物量样 1 次,7 月份以后每 20 天取样 1 次,每次取样 30 株,逐株测定苗高和地径,分地上部分(茎、叶)和地下部分(主根、侧根)烘干称质量。

2 结果与分析

2.1 苗高和地径生长动态变化:甘草于 4 月 20 日播种,5 d 后开始出苗,7 d 后部分甘草幼苗露出第一片真叶,15 d 后多数长出 3 片真叶,此时主根迅速加长生长,子叶开始脱落。播后 30 d(5 月 20 日)真叶面积迅速增大,主根继续伸长,生长速率大于地上部分,开始出现侧根。播后 40 d(5 月 30 日)真叶数量多为 4~8 片,开始出现具 2~3 片小叶的复叶,主根明显加粗。播后 50 d(6 月 10 日)开始萌发侧枝,播后 60 d(6 月 20 日)开始萌生地下茎,9 月下旬开始落叶。

甘草整个苗高生长期约为 150 d,最终苗高年生

长量平均为 53.9 cm。出苗后 40 d 以内苗高生长较为缓慢,40 d 以后生长开始加快,逐渐进入速生期,6 月中旬至 7 月上旬苗高生长最为迅速,以后生长较为缓和,8 月中旬又出现 1 次生长高峰,以后生长量逐渐减小,9 月中旬以后苗高生长停止。甘草地径最终年生长量平均为 2.53 mm。地径生长量的季节变化与苗高生长有着密切的相关关系,苗高、地径生长停止的时间基本相近,但苗高生长在地径生长逐渐缓慢之后仍会维持一段时间的旺盛生长过程。甘草全年苗高、地径生长动态变化及 Logistic 方程拟合曲线见图 1、2。

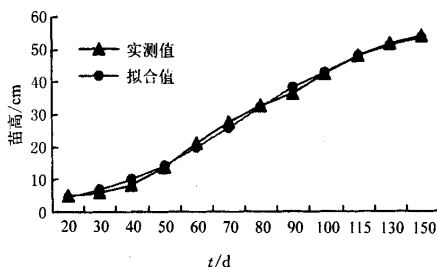


图 1 苗高生长动态与拟合 Logistic 曲线

Fig. 1 Growth dynamic of seedling height and simulated Logistic curves

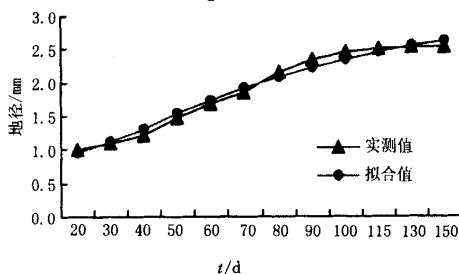


图 2 地径生长动态与拟合 Logistic 曲线

Fig. 2 Growth dynamic of diameter at ground and simulated Logistic curves

2.2 苗高、地径生长曲线的拟合和生长阶段的划分

2.2.1 苗高生长曲线的拟合和生长阶段的划分:

Logistic 方程是常用于林业描述生物生长的数学模型,一般认为用 Logistic 方程能够较好地拟合植物的生长过程^[12]。其方程表达式为: $y = \frac{k}{1 + ae^{-bx}}$

式中: y 为苗高累积生长量; x 为生长时间; k 为生长极限; a, b 为待定常数。将式子两边对 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 x 值,其表达式为:

$$x = \frac{1}{b} \ln a$$

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两个点: x_1 和 x_2 ,即由萌动到速生和由速生转入缓慢生长的分界点, x_1-x_2 为速生期, x_1 和 x_2 的表达式为:

$$x_1 = \frac{1}{b} \ln\left(\frac{a}{3.73205}\right) \quad x_2 = \frac{1}{b} \ln\left(\frac{a}{0.26795}\right)$$

经 SPSS 软件拟合分析,苗高生长动态的参数值及方差分析结果见表 1,拟合方程为:

$$y = \frac{54.8698}{1 + 28.5609 e^{-0.0464x}}$$

由表 1 可见,拟合模型的方差分析达到极显著

表 1 用 Logistic 曲线拟合苗高生长动态的参数值及方差分析 ($F_{0.01} = 6.55$)

Table 1 Parameter values of growth dynamic of seedling height simulated by Logistic curve and variace analyses

系数	回 归 结 果				方 差 分 析				
	估计值	标准误	可信区间		变异来源	自由度	平方和	均 方	F 比率
			下 限	上 限					
k	54.869 8	1.009 9	52.619 5	57.111 0	回归	3	13 616.693 6	4 538.897 9	4 065.29
a	28.560 9	3.484 3	20.797 3	36.324 4	剩余	10	11.164 8	1.116 5	
b	0.046 4	0.002 1	0.041 8	0.051 0	总和	13	13 627.858 4		

2.2.2 地径生长曲线的拟合和生长阶段的划分:用 Logistic 方程拟合甘草地径生长,拟合的方程为:

$$y = \frac{2.7415}{1 + 3.5327 e^{-0.0302x}}$$

由分析可知,拟合模型的方差分析达极显著水平,回归的剩余均方为 0.010 8,判定系数 R^2 为 0.977 8,F 比率为 1 488.47,说明地径回归结果比较理想,拟合效果较好。说明地径生长与时间之间存在着极显著的相关性。经分析可知,甘草地径生长的速生期为 5 月 12 日至 7 月 20 日,这一阶段地径净生长量为 1.2 mm,其速生期的生长量占总生长量的 50.2%,地径生长速率最快的时间大约在 6 月 12 日。与苗高生长相比较,地径进入速生期的时间较早,而且速生期持续的时间略长。

2.3 生物量积累的年变化

2.3.1 生物量积累的动态变化:生物量的大小反映植物光合产物积累的多少,是植物生产力的度量。由图 3 可见,甘草根、茎、叶的生物量增长速率均表现为前期缓慢,而后期较为迅速。在 80 d(7 月 10 日)以前,根、茎、叶的生物量增长速率相差不大,而 80 d 以后根的增长速率明显高于叶和茎的增长速率。在整个生长期,叶的生物量增长速率高于茎的增长速率。115 d(8 月 15 日)以后,茎的增长速率趋于缓和,而根和叶的生物量增长仍然较快。

2.3.2 生物量的积累速率:将相邻两次生物量测定结果相减,再除以生长时间,即得出某一时期的生物

水平,回归的剩余均方为 1.116 5,判定系数 R^2 为 0.997 3,表明模型对数据的拟合程度非常好,回归结果比较可靠。由 x_1 和 x_2 两式分析可知,甘草苗高生长的速生期为 [44,101],即从 6 月 5 日至 7 月 31 日,在这一阶段甘草平均每天生长量约为 0.62 cm,其速生期的生长量占总生长量的 63.3%,而生长速率最快的时间大约在 7 月 2 日,其日均生长量为 0.64 cm。根据以上分析,可将甘草的苗高生长划分为 4 个阶段:出苗期(4 月 30 日以前),生长初期(5 月 1 日~6 月 4 日),速生期(6 月 5 日~7 月 31 日)和生长后期(8 月 1 日~9 月 20 日)。

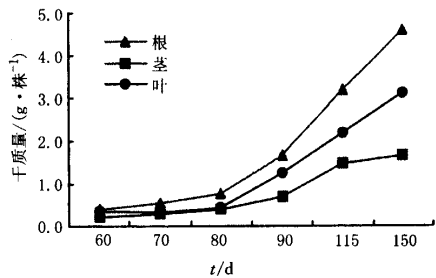


图 3 甘草根、茎、叶生物量的动态变化

Fig. 3 Biomass dynamic of *G. uralensis* root, stem, and leaf

量积累速率,由此可以考察不同时期生物量的变化规律。由表 2 可见,甘草播种苗在 6~9 月生长期,根、茎、叶生物量积累速率均呈现快-慢-快-慢的变化规律,并且具有明显的峰值期。甘草根和茎生物量积累最快的时期均为 8 月 15 日至 9 月 20 日,甘草叶生物量积累最快的时期为 7 月 20 日至 8 月 15 日。从总体上看,7 月至 9 月是甘草播种苗生物量积累较快的时期。

2.3.3 生物量的生产及分配:甘草播种苗最终平均单株根、茎、叶的生物量分别为 4.59、1.66、3.11 g,分别占总生物量(9.36 g)的 49.02%、17.75%、33.23%。地下部分与地上部分生物量的大小反应植物对土壤养分和光照的需求与竞争能力。对草本或苗木来说,地下部分与地上部分生物量之比小于 1,则表明对光的需求和竞争能力强;反之则表明对养分具有较强的需求和竞争能力。甘草播种苗地下

表 2 甘草根、茎、叶生物量的积累速率

Table 2 Biomass accumulating rate of *G. uralensis* root, stem, and leaf

生物组分	不同时期积累速率/(mg·株 ⁻¹ ·d ⁻¹)					
	06-10-06-20	06-20-06-30	06-30-07-20	07-20-08-15	08-15-09-20	09-20-10-15
根	25.90	12.48	24.67	87.10	102.15	39.83
茎	15.12	5.37	10.99	30.69	50.54	5.54
叶	14.97	3.94	5.59	83.53	61.53	26.15

部分与地上部分生物量之比(R/T)为 0.96,说明甘草对光具有较强的需求和竞争能力,而对地下资源也具有较好的利用能力。

甘草播种苗根、茎、叶生物量的变异系数分别为 0.57、0.49、0.76,由此可知,叶较根和茎的生长变化大,根其次,茎的生长变化最小。说明环境变化对甘草地下生长的影响较大,根比叶对环境变化具有更大的可塑性。甘草 1 年生播种苗生物量生产及分配

模式见表 3。由表 3 可见,在不同时期甘草各生物组分生物量的分配比例均为根>叶>茎。在整个生长期中,甘草根生物量分配比例在 41%~50%,其中 9 月份分配比例最高。茎的生物量分配比例在 17%~25%,6 月份和 7 月上旬所占的比例较高。叶的生物量分配比例在 26%~35%,其中 7 月中旬所占的比例相对较高。

2.4 苗高地径生长与生物量的相关分析:为了研究

表 3 甘草苗生物量生产及分配模式

Table 3 Biomass and allocation pattern of *G. uralensis* seedlings

生物组分	06-20		06-30		07-10		07-20		08-15		09-20	
	株生物量/g	比例/%	株生物量/g	比例/%	株生物量/g	比例/%	株生物量/g	比例/%	株生物量/g	比例/%	株生物量/g	比例/%
根	0.42	41.98	0.55	44.71	0.79	48.51	1.66	45.62	3.20	46.59	4.59	49.02
茎	0.24	23.85	0.29	23.99	0.40	24.66	0.71	19.46	1.47	21.40	1.66	17.75
叶	0.34	34.17	0.38	31.30	0.44	26.83	1.27	34.92	2.20	32.02	3.11	33.23

苗高、地径生长对生物量的贡献,对两个生长指标与总生物量进行回归分析,得出回归方程为: $y = 0.196x_1 - 2.412x_2 + 0.287$

式中, y 代表总干质量(g); x_1 为苗高(cm); x_2 为地径(mm)。

模型的 $F = 8.884, P = 0.023$,按 $\alpha = 0.05$ 水平,认为 y 与 x_1 和 x_2 之间有直线关系,模型的线性回归方程达极显著水平。苗高与总生物量的偏相关系数为 0.883,而地径与总生物量的偏相关系数为 0.859,说明苗高对总生物量的贡献要比地径大。

从获得药材的角度出发,能得到更多的地下部分生物量显得很重要。为此,对两个生长指标与地下部分生物量进行回归分析,得出回归方程为: $y = 0.143x_1 - 2.073x_2 + 0.452$

式中, y 代表地下部分干质量(g); x_1 为苗高(cm); x_2 为地径(mm)。

模型的 $F = 8.007, P = 0.028$,按 $\alpha = 0.05$ 水平,认为 y 与 x_1 和 x_2 之间有直线关系,模型的线性回归方程达极显著水平。苗高与地下生物量的偏相关系数为 0.867,而地径与地下生物量的偏相关系数为 0.842,说明苗高对地下部分生物量的贡献要比地径大。

3 结论

3.1 甘草播种苗的苗高和地径的生长基本符合 S

型生长规律,用 Logistic 方程拟合苗高、地径的年生长过程,其拟合模型的方差分析均达到极显著水平,苗高和地径的生长期基本一致,其生长时期可划分为 4 个阶段:出苗期、生长初期、速生期和生长后期。其中速生期占全年总生长时期的 1/3,速生期苗高、地径的生长量分别占年生生长量的 63.3%和 50.2%。

3.2 甘草根、茎、叶的生物量增长速率均表现为前期增长缓慢,而后增长较为迅速,在播种 80 d(7 月 10 日)以后,根的生物量增长速率明显高于叶和茎的增长速率。在 6~9 月生长期中,甘草播种苗根、茎、叶生物量积累速率均呈现快-慢-快-慢的变化规律。7 月 20 日~9 月 20 日是甘草播种苗生物量积累较快的时期。

3.3 甘草播种苗各生物组分生物量的分配比例为根>叶>茎,平均单株根、茎、叶的生物量分别占总生物量的 49.02%、17.75%和 33.23%,地下部分与地上部分生物量之比(R/T)为 0.96。甘草播种苗根、茎和叶生物量的变异系数分别为 0.57、0.49 和 0.76。

3.4 甘草的苗高和地径与生物量呈线性相关,苗高对地下部分生物量和总生物量的贡献要大于地径。

References:

[1] Xu G J, He H X. *Chinese Medicinal Materials* (中国药材学) [M]. Beijing: China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House, 1986.

- [2] Cinatl J. Glycyrrhizin, an active component of liquorice roots, and replication of SARS-associated coronavirus [J]. *Lancet*, 2003, 361(9374): 2045.
- [3] Zhang P Y, Peng Z X. Northwest liquorice, a resource plant in the northwest [J]. *Lanzhou Univ J* (兰州大学学报), 1960 (1): 57-87.
- [4] Qiu M X, Liu J Q. Utility and protection of Chinese liquorice land resource in arid area [J]. *J Nat Res* (自然资源学报), 1993, 9(4): 314-321.
- [5] Fu K Z. *Tamed Planting of Chinese Glycyrrhiza from Wilderness* (中国甘草野生变家植) [M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 1999.
- [6] Qiao S Y, Cheng S C, Wang Z B. *Glycyrrhizae of China* (中国甘草) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2004.
- [7] Wang W Q. *Studies on Ecological Characters of Glycyrrhiza uralensis Fisch. and Effects of Ecological Environment on Its Medicinal Material Quality* (甘草生态学特性及生态环境对其药材质量影响的研究) [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000.
- [8] Wang L, Li J H. Technical system of artificial cultivating *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. in northwest region [J]. *Sci Silviculturae Sin* (林业科学), 1999, 35(1): 129-132.
- [9] Yu L Q, He M T, Wang Z L. Study on techniques for rapid propagation of licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) by tissue culture [J]. *Grassland China* (中国草地), 1999, 18(1): 12-14.
- [10] Guang G, Zheng N, Gu G L. Study on hairy root in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. [J]. *Med Plant Cult* (药用植物栽培), 1992, 15(10): 3-7.
- [11] Ceng L, Lou Z C. Quality appreciation of *Glycyrrhiza* planted in China [J]. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 1991, 26(10): 788-793.
- [12] Yang Y X, Bian R R, Yao X H. Selection of forest gray model in the period of seedlings [J]. *Forest Res* (林业科学研究), 1991, 4(2): 211-216.

玻璃化法超低温保存怀山药种质的技术研究

洪森荣^{1,2}, 李明军^{1,3*}

(1. 河南师范大学生命科学学院, 河南 新乡 453007; 2. 上饶师范学院生命科学系, 江西 上饶 334001; 3. 华中农业大学园艺植物生物学教育部重点实验室, 湖北 武汉 430070)

摘要:目的 研究怀山药种质资源的玻璃化超低温保存技术。方法 以 B 号怀山药带芽茎段为材料进行玻璃化超低温保存, 并采用培养法检测保存后材料的成活率, 从而筛选出最佳的玻璃化超低温保存技术体系。结果 B 号怀山药带芽茎段玻璃化超低温保存较佳的技术体系是继代生长 60 d 的怀山药无菌苗置 4 ℃冰箱低温锻炼 7 d; 在无菌条件下切取 1~1.5 cm 的带芽茎段, 转至含 5% 蔗糖+3% 甘露糖的培养基内, 置 4 ℃冰箱预培养 2 d; 用 60% 的 PVS₁ (22% 甘油+13% 乙二醇+13% 聚乙二醇+10% 二甲基亚砜) 在 0 ℃处理 60 min, 再用 100% 的 PVS₁ 在 0 ℃条件下处理 60 min, 随即迅速投入液氮; 保存 24 h 后, 在 37 ℃水浴中快速化冻, 用含 7% 蔗糖的 MS 培养液洗涤 4 次, 每次停留 10 min; 转至再生培养基 (MS+KT 2 mg/L+NAA 0.02 mg/L) 再培养, 成活率可达 75% 以上, 再生苗与常温苗形态指标差异不大。结论 本试验成功地建立了怀山药种质资源玻璃化法超低温保存的技术体系, 为怀山药种质资源的长期保存提供了一条有效途径。

关键词: 怀山药; 种质资源; 玻璃化法; 超低温保存

中图分类号: R282.4 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2006)11-1715-04

Cryopreservation technique of *Dioscorea opposita* germplasm by vitrification

HONG Sen-rong^{1,2}, LI Ming-jun^{1,3}

(1. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China; 2. Department of Life Science, Shangrao Normal College, Shangrao 334001, China; 3. Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Objective To study the cryopreservation technique of *Dioscorea opposita* germplasm resources by vitrification. **Methods** Stems with buds of B[#] *D. opposita* germplasm were used as materials for cryopreservation by vitrification and the survival rates were examined by culture method in order to optimize a cryopreservation by vitrification technical system for *D. opposita* germplasm. **Results** A best procedure of cryopreservation by vitrification was as below: At first, the aseptic plantlets of stems with buds of B[#] *D. opposita* subcultured *in vitro* for 60 d were treated at 4 ℃ for 7 d. The stems with buds of *D. op-*

收稿日期: 2006-03-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(30670208); 河南省重点科技攻关项目(0623030700)

作者简介: 洪森荣(1974-), 男, 江西永新人, 讲师, 硕士, 主要从事细胞生物学和植物生物技术方面的教学、科研工作。

* 通讯作者 李明军 Tel: (0373)3328189 E-mail: limingjun2002@263.net