

五台青杨天然林净生产力与 营养元素积累的研究*

张小泉 孟永庆 刘命荣 张复兴

摘要 五台青杨平均木各器官生物量与年龄的关系符合 Logistics 生长方程;全林及各器官净生产力随年龄增长呈抛物线型变化;年龄增加主干的组成比例也增加,而枝、叶和皮则呈下降趋势;平均木及全林各器官年均生物量和净生产力均在 31~33 年生时达最大值,年间最大值出现在 20~27 a;叶片干材净同化率在 24 a 达最大值,33 a 后同化率极低,主伐年龄不宜超过 33 a;各器官营养元素含量以 Ca 最高,N 和 K 其次,P 和 Mg 最低;各元素含量叶片普遍高,主干最低;80%以上养分集中于枝、叶、皮和根中,主伐时宜尽量将其留在采伐迹地上,以维护地力。

关键词 生物量、净生产力、营养元素、净同化率

五台青杨(*Populus cathayana* Rehd. × *P. simonii* Carr.) 属青杨派的一种天然杂交种,它生长迅速,性喜温凉湿润,要求较高的地下水位,天然分布于山西五台山、恒山等海拔 1 200~1 700 m 的河滩和沟谷地。近几十年来,在晋北高原各类河滩、沟谷、阶地和“四旁”均有大面积栽培,成为该地区主要的速生用材树种。过去对五台青杨生产力及元素含量等有关方面的研究报道很少,为有效利用五台青杨资源,维护五台青杨地力,进行系统的研究。

1 试验地概况及研究方法

1.1 试验地概况

研究于 1992 年 8 月在山西省五台县南梁沟进行,该地区为五台青杨天然生长最好的地区之一,海拔 1 500~1 600 m,年均气温 3℃左右,年降水 800 mm,年均相对湿度 85%左右,调查的 16 个样地均设于河滩地和洪积扇上,质地为细砂土,含有机质 1.13%,全 N 0.054%;卵石含量高达 70%~80%,地下水位 2~5 m。林下植被覆盖率 10%~20%,主要为沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)、绣线菊(*Spiraea salicifolia* L.) 蓝花棘豆(*Oxytropis caerulea* Pall.)、蒿类(*Atemisia* L. spp.)、地榆(*Sanguisorba officinalis* L.)等。

1.2 研究方法

选择立地条件基本一致、不同年龄、生长正常的五台青杨林分,设置 16 块标准地,每块面积为 600 m²,进行每木调查,每块标准地伐倒 1 株平均木,测定生物量及养分含量。

(1) 主干(下简称干)、干皮、枝条和叶片称其全量鲜重,测定含水率及叶面积指数。

1993—05—05 收稿。

张小泉助理研究员,孟永庆(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);刘命荣,张复兴(山西省五台山森林经营局)。

* 本研究是国家“八五”科技攻关专题“太行山花岗岩片麻岩生态林业工程模式及效益研究”部分内容。

(2)地下部分挖出全部伐根(挖至2 mm左右细根),并称其鲜量全重,测定含水率。

(3)室内按常规方法测定各器官N、P、K、Ca、Mg等元素含量。

2 结果与讨论

2.1 五台青杨生物量与净生产力

2.1.1 不同年龄平均木各器官生物量 表1(见下页)表明,五台青杨林分平均木各器官生物量及总生物量,在24 a以前随年龄增长而迅速增加,以后减慢,并逐步趋向一稳定值。

五台青杨平均木生物量(W)随年龄(A)的变化符合一定的生物学规律,用Logistics生长方程: $W=K/(1+M \times e^{-R \times A})$ ^[1]可以很好地表达这种变化规律,经拟合方程中各参数见表2。方程中参数含义: K 为生物量增长的上界; M 决定了曲线的拐点; R 决定曲线的变化速度; M 和 R 共同确定了曲线的走向和增长趋势; e 为自然常数。

各器官和全株生物量的年均生长量和年间生长量表明(表1),年均生长量在31~33 a达最大值,年间生长量在20~27 a间达最大值,根据经理规程,年均生长量达最大值的年龄为森林数量成熟龄,则该年龄可作为主伐年龄^[2]。可见五台青杨林的主伐年龄应为31~33 a。

此外,地上部分生物量与地下部分生物量之比(P),随年龄(A)增加而呈直线增加,其直线回归方程为: $P=3.747\ 251+0.069\ 743\ 28 \times A$ (相关系数0.983 6,标准差0.15)。

表2 用Logistics生长方程拟合生物量模型各参数

生物量组成	M	R	K	复相关系数
枝 量	66.795 67	0.178 420 8	68.106 46	0.988 187
叶 量	62.021 50	0.192 868 0	33.009 30	0.950 061
干 量	425.384 90	0.224 499 0	249.830 40	0.953 153
干 皮 量	26.862 98	0.154 010 3	24.005 76	0.949 105
地上部分量	124.404 20	0.189 250 6	364.853 10	0.971 643
根 量	116.796 10	0.201 984 0	58.015 50	0.971 712
总生物量	121.646 30	0.190 026 3	419.893 50	0.972 195

2.1.2 生物净生产力 生物净生产力是生物生产力的最重要组成部分,它表示林分单位时间单位面积内除去呼吸消耗的生物量^[3],由于五台青杨林下植被及活地被物很少,可忽略不计,因而五台青杨林分净生产力实际上等于其各器官生物量之总和。从前述生物量调查和模拟方程可得五台青杨各年龄阶段林分净生物生产力(表1),五台青杨林分总净生产力(t/hm^2)最大可达452.9,叶、枝、干、干皮和根分别可达38.4、72.8、252.3、26.3、64.0;叶、枝、干、干皮和根占总净生产力的比例分别为7.7%~15.5%、15.6%~27.4%、21.6%~57.7%、5.5%~19.8%、13.5%~17.2%,地上部分占82.8%~86.5%,其中叶、枝、干皮所占比例随年龄增加而下降,而树干随年龄增加呈上升趋势,根及地上部分所占比例随年龄变化不大。

表1可见,五台青杨林分年均净生产力(t/hm^2)最大可达14.22,叶、枝、干、干皮和根分别可达1.31、2.34、7.74、0.93、2.06,地上部分可达12.16;年间净生产力(t/hm^2)最大可达32.11,叶、枝、干、干皮和根分别可达2.71、4.78、19.33、1.61、4.48,地上部分可达27.63。与平均木生物量生长过程相似,林分各器官及总生产力年均生长量最大值出现在27~31 a,年间生长量最大值出现在20~24 a,尤其是干材,其年均和年间生长量分别在31 a和24 a达最大值。

表1 五台青杨平均木生物量与林分净生产力及其变化

(单位:生物量:kg/株;净生产力:t/hm²、%)

年龄(a)	6	8	9	12	13	14	18	20	24	27	31	33	38	43	44
胸径(cm)	5.5	4.1	5.7	7.0	7.5	7.7	14.4	17.1	20.2	21.2	21.8	23.7	24.5	24.0	25.5
树高(m)	3.8	7.0	8.8	10.7	9.0	9.8	12.9	14.5	16.0	15.1	17.5	20.8	16.9	19.2	21.2
株数(株)	2396	2314	2178	2215	2103	2078	1858	1737	1533	1321	1345	1267	1056	872	842
平均木生物量															
叶量	1.5	2.3	2.8	7.5	7.9	10.9	16.3	21.8	24.7	25.9	26.2	28.3	27.6	29.6	30.7
枝量	2.6	3.7	5.1	7.4	8.1	10.8	20.1	31.8	40.6	45.0	53.4	61.6	62.9	62.7	66.8
干量	2.9	4.2	5.8	14.1	16.1	32.3	61.7	86.2	120.0	143.2	169.9	193.2	200.0	211.8	239.9
干皮量	1.6	2.6	3.6	6.0	6.9	7.8	11.6	13.6	15.3	16.4	16.1	19.9	20.2	20.4	21.1
地上部分	8.6	12.8	17.0	35.0	39.0	62.8	109.7	153.2	200.6	230.5	265.6	303.0	310.7	324.5	358.5
根量	1.6		3.1	5.1		7.8		23.2		37.0		51.5	52.5	50.0	
全株	10.2		20.1	40.1		70.6		176.4		267.5		354.5	363.2	374.5	
平均木年均及年间生物量															
叶量 年均	0.27		0.31	0.39		0.46	0.63	0.71	0.86	0.91	0.92	0.90	0.83	0.76	
叶量 年间	0.30		0.49	0.77		0.99	1.43	1.56	1.50	1.20	0.75	0.55	0.24	0.10	
枝量 年均	0.47		0.53	0.64		0.75	1.03	1.18	1.48	1.64	1.74	1.74	1.67	1.54	
枝量 年间	0.49		0.78	1.22		1.58	2.40	2.75	3.03	2.77	2.01	1.60	0.70	0.36	
干量 年均	0.37		0.48	0.70		0.92	1.64	2.17	3.54	4.66	5.75	6.03	5.98	5.67	
干量 年间	0.50		0.96	1.83		2.75	5.85	8.05	12.61	14.06	11.52	9.16	4.02	1.45	
干皮 年均	0.34		0.35	0.38		0.42	0.50	0.54	0.60	0.63	0.63	0.62	0.59	0.54	
干皮 年间	0.29		0.42	0.57		0.68	0.86	0.91	0.89	0.77	0.56	0.45	0.25	0.12	
地上 年均	1.46		1.66	2.11		2.55	3.79	4.60	6.48	7.83	9.04	9.30	9.17	8.50	
地上 年间	1.57		2.65	4.38		6.01	10.55	13.28	18.03	18.80	14.84	11.77	5.30	2.03	
根量 年均	0.27		0.32	0.43		0.52	0.79	0.95	1.26	1.43	1.53	1.53	1.45	1.32	
根量 年间	0.32		0.56	0.94		1.29	2.17	2.58	2.92	2.60	1.75	1.32	0.57	0.22	
全株 年均	1.73		1.99	2.54		2.07	4.58	5.55	7.74	9.27	10.57	10.83	10.62	9.82	
全株 年间	1.89		2.21	5.32		7.31	12.71	15.86	20.95	21.40	16.58	13.09	5.87	2.25	
林分净生产力															
叶量	3.9		6.0	10.3		13.3	21.0	24.8	31.5	21.6	28.4	37.8	33.5	28.3	
百分含量	15.5		15.5	15.2		14.9	13.7	12.9	11.1	9.8	8.7	8.3	7.9	7.7	
枝量	6.8		9.3	17.0		21.8	34.3	41.0	54.3	58.4	72.4	72.8	66.8	57.6	
百分含量	27.4		26.4	25.3		24.4	22.4	21.3	19.1	17.7	16.4	16.1	15.7	15.6	
干量	5.4		10.5	18.6		26.9	54.9	75.6	130.4	166.1	239.9	252.3	244.0	212.6	
百分含量	21.6		24.4	27.6		30.1	35.8	39.1	45.8	50.3	54.4	55.7	57.3	57.7	
干皮	4.9		6.8	10.2		12.1	16.6	18.7	22.1	22.3	26.3	26.1	23.5	20.2	
百分含量	19.8		17.4	15.1		13.6	10.9	9.7	7.8	6.8	6.0	5.8	5.5	5.5	
地上	21.0		32.6	56.1		74.1	126.8	159.9	238.3	279.4	377.0	388.9	367.9	318.7	
百分含量	84.4		83.7	83.2		82.9	82.8	82.9	83.7	84.5	85.5	85.9	86.4	86.5	
根量	3.9		6.3	11.3		15.2	26.4	33.0	46.4	51.1	63.8	64.0	58.1	49.6	
百分含量	15.6		16.3	16.8		17.1	17.2	17.1	16.3	15.5	14.5	14.1	13.6	13.5	
全林	24.9		38.9	67.4		89.3	153.2	192.8	284.7	330.5	440.8	452.9	446.0	368.3	
林分年均及年间净生产力															
叶量 年均	0.64		0.67	0.85		0.95	1.16	1.24	1.27	1.31	1.24	1.15	0.88	0.66	
叶量 年间	0.71		1.06	1.70		2.06	2.66	2.71	2.29	1.59	1.00	0.90	0.25	0.08	
枝量 年均	1.14		1.14	1.42		1.56	1.90	2.05	2.26	2.16	2.34	2.21	1.76	1.34	
枝量 年间	1.17		1.71	2.70		3.29	4.46	4.78	4.65	3.66	2.70	2.03	0.84	0.31	
干量 年均	0.90		1.06	1.55		1.92	3.05	3.77	5.34	6.15	7.74	7.64	6.42	4.94	
干量 年间	1.20		2.10	4.04		5.72	10.87	13.99	19.33	18.57	15.50	11.31	4.24	1.27	
干皮 年均	0.72		0.75	0.85		0.87	0.92	0.93	0.92	0.83	0.85	0.79	0.62	0.47	
干皮 年间	0.69		0.91	1.27		1.41	1.64	1.59	1.36	1.02	0.75	0.57	0.26	0.11	
地上 年均	3.40		3.62	4.68		5.29	7.04	7.99	9.93	10.35	12.16	11.79	9.68	7.41	
地上 年间	3.77		4.78	9.71		12.49	19.59	23.07	27.63	24.83	19.96	14.91	5.59	1.77	
根量 年均	0.65		0.70	0.94		1.09	1.47	1.65	1.93	1.89	2.06	1.94	1.53	1.15	
根量 年间	0.76		1.21	2.09		2.69	4.03	4.48	4.48	3.44	2.35	1.67	0.60	0.19	
全林 年均	4.05		4.33	5.62		6.38	8.51	9.64	11.86	12.24	14.22	13.72	11.21	8.57	
全林 年间	4.53		6.99	11.79		15.18	23.62	27.55	32.11	28.27	22.30	16.59	6.20	1.96	

2.1.3 叶片净同化率 林分净生产力实际上是通过叶片的光合作用完成的,因此林分生产效率的高低取决于叶量的多少与叶面积的大小^[4],通过对 13 株平均木的 21 个叶样品的测定分析,叶面积 $S(\text{cm}^2)$ 与叶片干重 $W(\text{g})$ 之间满足直线关系,其回归方程为:

$$S=0.721\ 832\ 3+30.878\ 7\times W \quad (\text{相关系数 } R=0.984\ 4)$$

$$\text{叶片净光合同化率 } P=\text{年间净生产量}/S$$

表 3 可见,五台青杨叶片对干材的净同化率,在中幼林阶段随年龄和叶面指数的增加而增加,当叶面积指数增加至 9.73 时(年龄 24 a),净同化率达最大值,每平方米叶面积每年可生产 198.6 g 干材,以后随年龄增加和叶面积指数的变化,干材净同化率急剧下降,特别是 33 a 以后净同化率已经很低,因此无论从前述的年间生产量和平均生产量看,还是从净同化率的变化看,五台青杨的主伐年龄应在 30 a 左右,否则会造成地力的浪费。

表 3 五台青杨叶面积指数及干材净同化率

年 龄(a)	6	9	12	14	18	20	24	27	31	33	38	43
叶面积指数(m^2/m^2)	1.19	1.86	3.17	4.10	6.47	7.66	9.73	10.05	11.85	11.67	10.34	8.75
干材净同化率 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	100.4	112.6	127.7	139.6	168.0	182.5	198.6	184.7	130.8	99.5	41.0	14.5

2.2 五台青杨营养元素积累

2.2.1 各器官营养元素含量与分布^[5] 7 株平均木各器官元素含量的采样分析表明(表 4),各器官元素含量有很大差异,叶片和枝条养分含量由大到小为:Ca、N、K、Mg、P,树干、干皮和根为:Ca、K、N、Mg、P。叶片元素含量明显高于其它器官,干皮、枝条、树根、树干中各元素含量依次降低。不同年龄阶段各器官营养元素含量变化规律不一定。

表 4 五台青杨各器官元素含量

(单位:%)

器官	年龄(a)	N	P	K	Ca	Mg	器官	年龄(a)	N	P	K	Ca	Mg
叶	6	1.831	0.441	2.042	1.501	0.220	干皮	6	0.651	0.105	0.730	2.502	0.151
	14	1.852	0.175	1.270	2.672	0.224		14	0.497	0.079	0.691	3.174	0.112
	20	3.003	0.147	1.370	2.421	0.225		20	0.656	0.105	0.532	2.173	0.089
	24	1.821	0.132	1.453	2.241	0.215		24	0.466	0.068	0.675	2.173	0.120
	33	1.628	0.157	1.710	2.511	0.289		33	0.561	0.099	0.697	2.736	0.151
	38	1.967	0.146	1.353	2.671	0.331		38	0.601	0.083	0.578	2.330	0.151
枝	43	3.931	0.159	1.992	2.503	0.232	43	0.588	0.044	0.447	2.420	0.122	
	6	0.634	0.101	0.457	0.925	0.094	树	6	0.110	0.039	0.201	0.176	0.035
	14	0.527	0.064	0.314	1.253	0.078		14	0.075	0.018	0.102	0.177	0.014
	20	0.820	0.097	0.428	2.083	0.113		20	0.078	0.016	0.250	0.424	0.022
	24	0.711	0.083	0.498	0.993	0.093		24	0.108	0.018	0.258	0.422	0.030
	33	0.566	0.087	0.442	1.096	0.064		33	0.033	0.012	0.099	0.132	0.027
38	0.656	0.062	0.279	1.171	0.095	38		0.063	0.011	0.131	0.176	0.031	
条	43	0.499	0.066	0.574	1.832	0.121	43	0.115	0.019	0.186	0.331	0.016	
	6	0.340	0.129	0.838	1.537	0.102	干	6	0.340	0.129	0.838	1.537	0.102
	14	0.179	0.039	0.313	0.750	0.040		14	0.179	0.039	0.313	0.750	0.040
	20	0.293	0.064	0.393	1.422	0.056		20	0.293	0.064	0.393	1.422	0.056
	24	0.284	0.027	0.353	0.829	0.049		24	0.284	0.027	0.353	0.829	0.049
	33	0.302	0.035	0.324	0.708	0.054		33	0.302	0.035	0.324	0.708	0.054
38	0.372	0.025	0.283	0.974	0.048	38		0.372	0.025	0.283	0.974	0.048	
根	6	0.340	0.129	0.838	1.537	0.102	树	6	0.340	0.129	0.838	1.537	0.102
	14	0.179	0.039	0.313	0.750	0.040		14	0.179	0.039	0.313	0.750	0.040
	20	0.293	0.064	0.393	1.422	0.056		20	0.293	0.064	0.393	1.422	0.056
	24	0.284	0.027	0.353	0.829	0.049		24	0.284	0.027	0.353	0.829	0.049
	33	0.302	0.035	0.324	0.708	0.054		33	0.302	0.035	0.324	0.708	0.054
	38	0.372	0.025	0.283	0.974	0.048		38	0.372	0.025	0.283	0.974	0.048

2.2.2 林分营养元素积累 如在 24~38 a 左右采伐,其林分的营养元素积累量(kg/hm²)为(表 5):N:1 334.9~1 617.1,P:138.22~201.05,K:1 231.1~1 607.3,Ca:2 559.4~3 246.5,Mg:206.6~308.0,K、Ca、N 元素积累量较高,P 和 Mg 较少;尽管叶片和枝条生物量仅占总量的 10%和 20%左右,但其积累的元素却占林分总积累量的 50%以上,其中 N 可达 70%左右,树干生物量占总量的 45.8%~57.3%,但因其元素含量低,积累的元素量仅占林分总量的 5.7%~26%,N 元素仅占 10%左右;干皮元素含量虽高,但其生物量低,积累的元素量也较少,仅占 10%左右。

表 5 五台青杨营养元素积累量

(单位:kg/hm²、%)

器官	年龄 (a)	N		P		K		Ca		Mg	
		积 累	占总量	积 累	占总量	积 累	占总量	积 累	占总量	积 累	占总量
叶	24	573.3	42.0	41.58	30.1	457.7	33.2	705.1	27.5	67.72	32.8
	33	616.1	42.5	59.35	29.5	646.4	40.2	949.1	29.2	109.24	36.7
	38	659.9	40.8	48.91	32.3	453.2	36.8	894.8	28.6	111.07	36.1
枝	24	386.1	28.8	45.20	32.7	270.4	19.6	539.2	21.1	50.50	24.4
	33	412.0	28.4	63.33	31.5	321.8	20.0	797.9	24.6	46.59	15.6
	38	438.2	27.1	41.42	27.4	186.4	15.1	782.2	25.0	63.46	20.6
干	24	140.8	10.5	23.95	17.3	336.4	24.4	450.3	17.6	39.12	18.9
	33	83.2	5.7	30.16	15.0	249.8	15.5	332.1	10.7	67.75	22.8
	38	153.7	9.5	26.84	17.8	319.6	26.0	429.4	13.8	74.92	24.3
皮	24	102.9	7.7	15.03	10.9	149.2	10.8	480.2	18.8	26.52	12.8
	33	146.4	10.1	25.84	12.8	181.9	11.3	714.0	22.0	39.41	13.2
	38	141.2	8.7	19.50	12.9	135.8	11.0	547.6	17.5	35.48	11.5
根	24	131.8	9.9	12.53	9.1	163.8	11.9	384.6	15.0	22.74	11.0
	33	193.3	13.8	22.40	11.1	207.4	12.9	453.4	14.0	34.56	11.6
	38	216.1	13.4	14.52	9.6	136.1	11.1	468.5	15.0	23.09	7.5
合 计	24	1 334.9	100	138.22	100	1 377.5	100	2 559.4	100	206.60	100
	33	1 451.0	100	201.05	100	1 607.3	100	3 246.5	100	297.55	100
	38	1 617.1	100	151.20	100	1 231.1	100	3 122.5	100	308.02	100

综上所述,如果在 30 a 左右进行主伐,并将枝、叶和皮等移出林地,将损失大量的营养元素,对维护地力,保持五台青杨林分生态系统营养平衡十分不利,但若在采伐迹地上进行打枝去皮,仅移走主干部分,则损失的元素量很小,将有 70%以上元素返回到土壤中。因此,无论何种经营采伐或主伐,将枝叶等采伐剩余物留在林地上,是维护地力的重要措施。

3 结语与建议

(1)五台青杨平均木各器官生物量与年龄的关系符合 Logistics 生长方程,年均生物量和年间生物量随年龄增加呈抛物线型变化,并分别于 31~33 a 和 20~27 a 达最大值。

(2)林分净生产力随年龄增加而增加,31~33 a 达最大值,随后稍有下降。主干和地上部分随年龄增加所占比例上升,叶、枝和皮则随年龄增加所占比例下降。

(3)林分各器官年均净生产力和年间净生产力随年龄增加而增加,并分别于 27~33 a 和 20~24 a 达最大值,随后两者匀呈下降趋势。

(4)叶片净干材同化率从幼林至中龄林均较高,并略有增加,于24 a达最大值,随后急剧下降,33 a以后净同化率极低,不宜继续培养。

(5)各器官元素含量以Ca最高,其次为K和N,最小为P和Mg;叶片和主干皮中各元素含量明显高于其它各器官,主干中各元素含量极低。

(6)五台青杨近、成熟林分积累了大量的N、P、K等营养元素,80%以上集中于叶、枝、皮和根等器官中,故在采伐时宜尽量将这些器官留在采伐迹地上,以维护土地生产力,保持系统养分平衡。

参 考 文 献

- 1 郎奎健,唐守正. IBMPC系列程序集. 北京:中国林业出版社,1989. 24~27.
- 2 北京林学院. 森林经理学. 北京:中国林业出版社,1984. 35~64.
- 3 东北林学院. 森林生态学. 北京:中国林业出版社,1981. 160~167.
- 4 叶镜中,姜志林. 苏南丘陵杉木人工林的生物量结构. 生态学报,1983,3(1):7~13.
- 5 陈章水,方奇. 新疆杨元素含量与生物量研究. 林业科学研究,1988,1(5):535~539.

Research on the Net Productivity and Nutrient Accumulation of the Natural Forest of *Populus cathayana* × *P. simonii*

Zhang Xiaoquan Mong Yongqing Liu Mingrong Zhang Fuxing

Abstract The relationship between the tree age and the amount of biomass of different organs of average tree could be expressed by a Logistics function. The biomass and net productivity of various organs and the whole forest increased with the increase of age and was represented by a parabola, so was the composition ratio of the main stem, while that of branch, leaf and bark decreased. The average maximum increment of biomass of sample tree and net productivity of the forest occurred at the age of 31~33, and the annual maximum increment occurred at the age of 20~27. The leaf assimilation rate of stem got the maximum at the age of 24, and decreased rapidly after 33-year-old. As for the content of nutrient elements of different organs, the amount of Ca was the largest, and that of N and K the second, while that of P and Mg the least. The nutrient amount in leaf was the largest, and that in stem the least. More than 80% of nutrients were concentrated in the branch, leave, bark and root. It is suggested that the clear cutting age should be not more than 33-year-old, and the cutting remains should be left in the field to maintain the soil fertility instead of moving away.

Key words biomass, net productivity, nutrient, net assimilation rate

Zhang Xiaoquan, Assistant Professor, Mong Yongqing (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Liu Mingrong, Zhang Fuxing (Forest Bureau of Wutaishan, Shanxi Province).