

# 野生荞麦的生长发育与光合生理研究\*

杨 坪, 夏明忠, 蔡光泽  
(西昌学院, 四川 西昌 615013)

**【摘 要】**本文研究了野生荞麦的生长发育及苗期、现蕾期、开花盛期、成熟期叶片叶绿素含量以及从苗期起每20天光合速率的变化情况。结果表明:野生荞麦株高呈“S”型生长曲线、真叶数、分枝数、单株叶片面积随生长发育进程呈“单峰”的曲线变化。除金荞麦叶片的叶绿素含量呈“高-低”的变化趋势外,其余品种都呈“低-高-低”的单峰曲线变化趋势。在六种野生荞麦中,硬枝万年荞整个生育期光合速率平均值最高,为15.32 mg/dm<sup>2</sup>\*h,金荞麦最低,为8.92 mg/dm<sup>2</sup>\*h。

**【关键词】**野生荞麦;叶绿素;光合速率;变化

**【中图分类号】**S517 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2011)04-0001-05

荞麦是蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum Mill*)植物。全世界荞麦属植物共有23个种,2个亚种和3个变种<sup>[1]</sup>,其中有苦荞(*Fagopyrum. tataricum (L.) Gaerth*)和甜荞(*Fagopyrum. esculent-Lim Mounch*)两个栽培品种<sup>[2]</sup>。目前对栽培荞麦的遗传理论、生理生态特性等研究较多,而对野生荞麦的研究相对较少,特别是对其生理特性的研究更少<sup>[3-5]</sup>。本文重点研究了野生荞麦的生长发育和生理特性,以期对野生荞麦资源的驯化栽培和开发利用等提供理论参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料、仪器及药品

#### 1.1.1 材料

细柄野荞 *Fagopyrum. gracilipes*、金荞麦 *F. cymosum*、齿翅野荞 *F. gracilipes var. odontopterum*、硬枝万年荞 *F. urophyllum*、苦荞野生近缘种 *F. tataricum ssp. potanini*、甜荞野生近缘种 *F. esculentume ssp. ancestralis*,由西昌学院高原及亚热带作物研究所提供。

#### 1.1.2 仪器及药品

HYL-I型叶绿素仪、电子天平等;5%三氯乙酸。

### 1.2 方 法

#### 1.2.1 材料种植

2007年3月22日,在西昌学院高原及亚热带作物研究所试验农场播种野生荞麦种子,盆钵高38cm,盆钵口直径35cm,每一个品种播种十个盆钵,于苗期定苗,每一盆钵定为十苗,生长发育时期,加强除草和浇水管理。

#### 1.2.2 生物学性状指标测定

测量各种野生荞麦植株生长发育进程中的株高(播种20d后开始每隔21d测量一次固定植株茎

基部至顶部的长度,直到荞麦籽粒成熟,每个盆钵测量3株,求其平均值)、真叶数(播种20d后开始每隔21d测量固定植株的真叶数,每个盆钵测量3株,求其平均值)、分枝数(播种55d后开始每隔7d测量一级分枝数,每个盆钵测量3株,求其平均值)、单株叶片面积(播种20d后开始每隔21d测量单株叶片面积,每个盆钵测量3株,求其平均值)的变化情况。

#### 1.2.3 光合速率测定

改良半叶法测定光合速率<sup>[6]</sup>。具体方法是在晴天选择固定植株有代表性的功能叶片20片(苗期测定全株)用5%三氯乙酸处理叶片基部以阻止光合产物通过韧皮部向外运输;处理完毕后,对开始编号好的叶片分别剪下一半(留中脉)夹于湿润的纱布上,放于带盖搪瓷盘内,保持黑暗带回室内,另一半则留于植株上进行光合作用;过4~5小时后,同样用上述方法按编号取回室内;将同号叶片之两半叠在一起,用适当大小的打孔器打下同样大小的叶面积,将光暗处理的叶片分别放在105℃杀青10min,然后在80℃下烘干至恒重(约5h),分析天平上称重,计算。

光合速率(mg/dm<sup>2</sup>\*h)=(M<sub>1</sub>-M<sub>2</sub>)/T\*S, M<sub>1</sub>光反应干物质重量(mg), M<sub>2</sub>暗反应干物质重量(mg), T光照时间(h), S总叶面积(dm<sup>2</sup>)。

#### 1.2.4 叶绿素测定

采用HYL-I型活体叶绿素仪测定几种野生荞麦苗期、现蕾期、开花盛期、成熟期叶片叶绿素含量。确定3株植株有代表性的功能叶片20片(苗期测定全株),每片叶子按叶的不同位置(每个位置测5个值)逐一测定后取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 野生荞麦生育期

#### 2.1.1 不同野生荞麦生育时期的变化

收稿日期:2011-09-07

\*基金项目:四川省教育厅自然科学基金项目“四川野生荞麦资源研究”(项目编号:2005A042);金荞麦资源的保护与开发利用研究(项目编号:07ZS007)。

作者简介:杨 坪(1969-)男,讲师,主要从事作物资源与植物组织培养技术的教学与科研。  
?1994-2018 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 不同野生荞麦生育时期的变化(日/月)

类型	播种期	出苗期	现蕾期	初花期	成熟期	生长周期(d)
苦荞野生近缘种	22/3	28/3	30/4	13/5	8/6	72
甜荞野生近缘种	22/3	29/3	6/5	24/5	17/6	80
齿翅野荞	22/3	28/3	8/5	23/5	18/7	112
细柄野荞	22/3	29/3	9/4	12/5	14/7	107
金荞麦	22/3	31/3	5/6	23/6	12/9	165
硬枝万年荞	22/3	31/3	18/5	7/6	13/8	135

由于不同野生荞麦种类具有不同的基因型,其生育特性差异较大(表 1)。由表 1 可以看出,就一个生长周期(出苗至籽粒成熟)而言,苦荞野生近缘种和甜荞野生近缘种的生长周期较短,且生育周期相近,分别为 70d 和 80d;金荞麦、硬枝万年荞为多年生野生荞麦,其生长周期较长,分别为 165d 和 135d;齿翅野荞是细柄野荞的变种,其生长周期相差不大,分别为 112d 和 107d,齿翅野荞比细柄野荞长 5d。

### 2.1.2 各种野生荞麦各个时期的株高变化

荞麦株高是指从地面到主茎顶端生长点的长度,株高是荞麦品种特性之一,同时又是衡量荞麦个体生育状况和群体大小的一项简易指标。从图 1 中可以看出,野生荞麦茎的生长在不同生育期间变化较大。各种野生荞麦株高均表现为持续增长,几种野生荞麦均属无限生长习性,只要温光及营养条件适宜,茎、叶等营养生长会一直持续到籽粒成熟期,同时各种野生荞麦的株高变化均表现出“慢—快—慢”的规律,呈现出“S”型生长曲线,而且与各种野生荞麦的生育进程相吻合<sup>[1]</sup>。

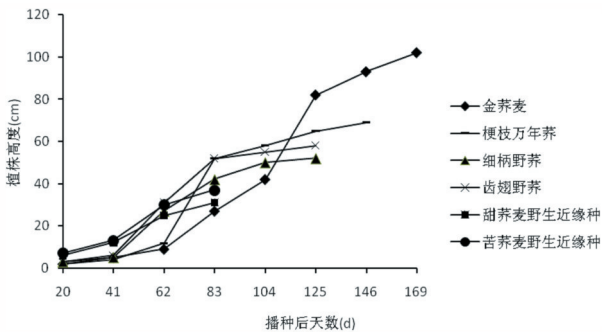


图 1 各生育时期几种野生荞麦植株高度的变化

苦荞野生近缘种、甜荞野生近缘种生育周期相近,两种荞麦植株茎的生长速度和株高的变化与之生育进程密切相关,苗期植株茎生长较慢,株高变化不大,中期生长迅速,株高急剧变高,后期茎生长缓慢,株高变化不大。同样,其它几种野生荞麦也表现出这种规律,只是出现的时间不同,齿翅野荞、细柄野荞从播种后 20d 到 41d 期间为苗期,从 41d 到 83d 期间为花枝期,从 83d 到 125d 期间为籽粒充实

期,在 41d 到 83d 期间茎生长较快;硬枝万年荞从播种后 20d 到 41d 期间为苗期,从 41d 到 104d 期间为花枝期,从 104d 进入籽粒充实期,在 41d 至 104d 期间植株高度变化快;金荞麦生长周期较长,开花结实时间较迟,以营养生长为主阶段一直到播种后 125d,此期金荞麦茎生长较快,植株高度增加较快。

### 2.1.3 各种野生荞麦各个时期的真叶数变化

从图 2 中可以看出,各种野生荞麦叶片数量在前期增加很快,并在中期维持一个较高的数量水平,到后期叶片数量开始减少。叶片变化规律与各种野生荞麦营养生长变化相一致,苦荞野生近缘种、甜荞野生近缘种叶片数在播种后 62d 达到最大值,此时期植株营养生长达到最高峰,随后进入开花结实和籽粒成熟阶段,虽然有新的叶片继续生长,但生长的速度开始减慢,而且植株下部的叶片也开始衰老和脱落,因此叶片总数开始下降。

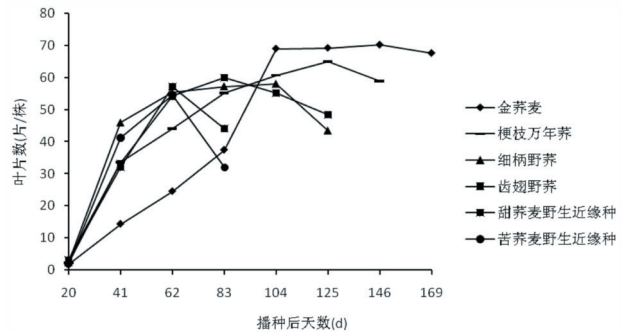


图 2 几种野生荞麦不同真叶片数的变化

其它几种野生荞麦叶片的变化也是一样,齿翅野荞、细柄野荞叶片数最大值出现在播种后 83d 至 104d 之间,此后开始下降;硬枝万年荞叶片数量增加较为平稳,到播种后 125d 达到最大值,随后开始有所降低;相比之下,金荞麦叶片前期增长得较慢,到播种后的 104d 急速增加,到播种后 169d 籽粒成熟期,叶片数量变化较小,如果外界环境适宜,叶片数量会保持一个较高的水平,这可能与金荞麦为多年生、植株形态等因素有关<sup>[1]</sup>。几种野生荞麦相比较,苦荞野生近缘种、甜荞野生近缘种生育期最短,叶片衰老速度较快,叶片数量减少较明显,所以叶片数量的变化与荞麦的生育期长短也有一定的关

系,一般生育期的种类,后期叶片数量变化较大,生育期长的种类,后期叶片数量变化较小。

### 2.1.4 野生荞麦一级分枝数

由表2看出分枝的多少与野生荞麦品种特性关系极大,有的品种分枝多,有的品种分枝少。几种野生荞麦在播种76d后,一级分枝数基本达到稳定,其一级分枝数从多到少依次为细柄野荞、齿翅野荞、苦荞野生近缘种、甜荞野生近缘种、硬枝万年荞、金荞麦。

表2 几种野生荞麦一级分枝数与生育进程之间的关系(单位:个/株)

品种	播种后天数(d)				
	55	62	69	76	83
细柄野荞	3.22	3.78	5.67	10.9	10.9
齿翅野荞	3.33	3.55	4.59	8.98	9.08
硬枝万年荞	0.57	0.81	1.37	2.78	2.88
金荞麦	0.22	0.22	0.83	1.11	1.31
甜荞野生近缘种	4.22	4.33	5.44	5.89	5.89
苦荞野生近缘种	3.89	5.33	7.67	7.67	7.67

通过观察,苦荞野生近缘种、甜荞野生近缘种在植株长出2~3片真叶后,其第1、2节上的腋芽,由下向上开始萌发成一级分枝,早期的一级分枝萌发的节位低,而且茎基部粗大,还可以再长出大量的

二级和三级分枝,分枝的花簇数量多,着粒数往往超过主茎。在1、2节上腋芽形成分枝后,植株迅速生长,由于枝叶荫蔽,植株茎基部叶片开始出现衰老、黄化和脱落,其腋芽难以萌发,要待位于主茎中部的第一花序分化后,其下面的节上才又开始萌发分枝,这些分枝不仅萌发迟、节位高、数量少,而且分枝小,花序数也少。细柄野荞、齿翅野荞一级分枝发生情况与前两种野生荞麦相似,不同的是细柄野荞、齿翅野荞茎为半直立型,而且分株分散纤细,其荫蔽程度较小,因此一级分枝持续发生,一级分枝数最多。硬枝万年荞和金荞麦主茎除第1、2节上的腋芽萌发成一级分枝外,植株中下部腋芽一般很少萌发,即使个别腋芽萌发,分枝也十分细小,因此一级分枝数最少。金荞麦由于植株较高,易倒伏,因而在地上往往会出现大量的匍匐茎,匍匐茎的节上和节间能长出许多不定根,部分节上能发出新的芽,这些芽可能发育成为新的植株,这也是金荞麦的一种繁殖方式<sup>[1]</sup>。

### 2.1.5 野生荞麦叶面积变化

野生荞麦单株叶面积组成的变化大体是在第二片真叶展开前的生长初期,以子叶叶面积所占的比重较大,苗龄稍大时,主茎叶面积较大,开花盛期后,转为以分枝叶的叶面积为主。

表3 不同生长发育期几种野生荞麦单株叶面积(cm<sup>2</sup>/株)

试验材料	播种后天数(d)							
	20	41	62	83	104	125	146	169
金荞麦	19.44	81.24	139.1	212.4	391.9	393.1	378.7	379.9
硬枝万年荞	13.56	141.79	185.68	188.44	207.59	212.30	221.43	
细柄野荞	11.96	188.64	171.43	177.32	179.80	124.54		
齿翅野荞	13.248	112.54	183.73	203.06	187.12	144.07		
甜荞野生近缘种	14.37	98.41	173.92	166.73				
苦荞野生近缘种	12.55	46.22	134.74	146.10				

通过对几种野生荞麦单株叶面积测定发现野生荞麦单株叶面积消长呈“单峰曲线型”变化(表3),前期由于叶片数量较少,单株叶面积较小,随着植株的生长,特别是叶片数量的增加,单株叶面积快速增加,生长盛期是开花初期至盛花期,此后新叶的生长速度下降,但叶面积仍继续增加,盛花期后新叶的生长量明显减少,植株中下部叶片黄落,植株总叶面积逐渐下降。金荞麦和硬枝万年荞的生育期远较其它四个野生荞麦品种长,叶面积远大于其它野生荞麦品种,金荞麦叶呈三角形,长可达4~12cm,先端渐尖,基部近戟形,叶柄长可达10cm,其叶片较长,叶片的生长亦历时较长,至灌浆期接近成熟期时,单株叶面积仍表现了持续增加的趋势<sup>[1]</sup>。

## 2.2 野生荞麦叶绿素及光合速率的变化

### 2.2.1 生育时期叶绿素的变化

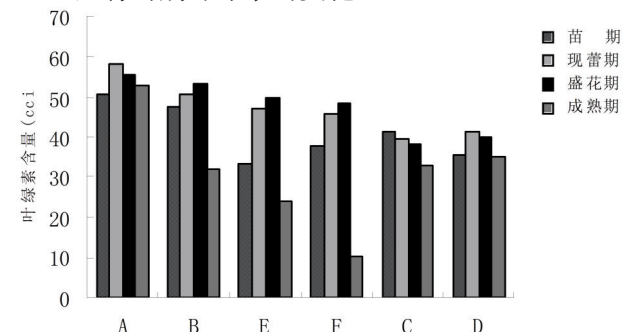


图3 野生荞麦各生育时期叶绿素含量(单位:CCI)

图3中可以看出,野生荞麦不同生育时期,其叶片的叶绿素含量不同。整个生育期内叶片叶绿素平均含量:苦荞野生近缘种为54.49cci,甜荞野生近缘种45.935cci,齿翅野荞为45.74cci,硬枝万年荞为38.12cci,金荞麦为37.995cci,细柄野荞为35.42cci。除金荞麦在苗期叶绿素含量最高,其他时期一路下跌;其余野生荞麦的叶绿素含量变化规律基本一致,均表现为“低-高-低”,呈现出单峰曲线的变化趋势。金荞麦在苗期叶绿素含量最高,之后逐渐下降,由于金荞麦叶片大而薄,随着生育进程的推进,其单位叶面积的叶绿素含量降低,但叶绿素总量仍然增加。苦荞野生近缘种和硬枝万年荞叶绿素含量最大值出现在现蕾期,细柄野荞、齿翅野荞和甜荞野生近缘种叶绿素含量最大值出现在盛花期。苦荞野生近缘种在各个生育时期都比甜荞野生近缘种高,尤其是在成熟期<sup>[6]</sup>。金荞麦与硬枝万年荞虽然生育时期相差较大,但各个时期含量及变化规律十分接近,这可能与金荞、硬枝万年荞都为多年生有一定关系。齿翅野荞与细柄野荞成熟的时间大体一致,仅相差几天,叶绿素含量相差也不大。

### 2.2.2 光合速率变化

不同种类的野生荞麦,在生长发育过程中,叶片的光合速率不同,从苗期起每20天各种野生荞麦的光合速率变化见表4。

表4 从苗期起每20天光合速率变化

品种	温度(℃)	26.25	26.27	35	35
	光照(*100Lx)	1084	978	1049	1085
金荞麦		12.8	12.4	9.51	0.97
硬枝万年荞		10.1	27.4	19.9	3.86
细柄野荞		9.83	11.3	11.3	7.72
齿翅野荞		10.4	13.9	12.4	14.2
甜荞野生近缘种		11.4	14.6	21.9	11.6
苦荞野生近缘种		16.2	14.6	11.4	8.04

注:表中光合速率单位为 mg/dm<sup>2</sup>\*h

由表4看出,虽然温度和光照强度相近,但野生荞麦的光合速率大小差异较大,第一次测定时,苦荞野生近缘种的光合速率最高,为16.2mg/dm<sup>2</sup>\*h,细柄野荞的光合速率最低,为9.83mg/dm<sup>2</sup>\*h;第二次测定时,硬枝万年荞的光合速率最高,为27.4mg/dm<sup>2</sup>\*h,细柄野荞的光合速率最低,为11.3mg/dm<sup>2</sup>\*h。第三次测定时,甜荞野生近缘种的光合速率最高,为21.9mg/dm<sup>2</sup>\*h,金荞麦的光合速率最低,为9.51mg/dm<sup>2</sup>\*h;第四次测定时,齿翅野荞的光合速率最高,为14.2mg/dm<sup>2</sup>\*h,金荞麦的光合速率最低,为0.97mg/dm<sup>2</sup>\*h。在整个生育期各种野生荞麦光合

速率平均大小依次是硬枝万年荞为15.32 mg/dm<sup>2</sup>\*h,甜荞野生近缘种14.88mg/dm<sup>2</sup>\*h,齿翅野荞为12.73mg/dm<sup>2</sup>\*h,苦荞野生近缘种为12.56mg/dm<sup>2</sup>\*h,细柄野荞为10.04mg/dm<sup>2</sup>\*h,金荞麦为8.92mg/dm<sup>2</sup>\*h。这表明野生荞麦的光合特性与其分布的环境区域性有关,即长期自然选择过程中各野生荞麦适应了不同温度和光照等生态环境。同时,由于各种野生荞麦的基因型不同,其生长发育过程中,叶绿素合成和光合作用的机制建成的时期不一致,导致了不同野生荞麦种类的光合速率在不同的生长发育阶段大小不一致<sup>[7,8]</sup>。

### 3 讨论

栽培苦荞和甜荞的研究资料表明,苦荞的生育期为70~120天,一般约85天,甜荞的生育期为70~110天,一般约80天。而苦荞野生近缘种和甜荞野生近缘种的生育期与栽培苦荞和甜荞的生育期相近,表明苦荞野生近缘种和甜荞野生近缘种分别与栽培苦荞和栽培甜荞可能有较近的亲缘关系,在栽培荞麦与这两类野生荞麦之间开展杂交工作,培育出新的优良品种,可能性较大<sup>[9-14]</sup>。

细柄野荞和齿翅野荞两种野生荞麦的一级分枝数最多,且具有较多的二级分枝,两种野生荞麦较多的花枝数具备了结实率高、繁衍能力强的特性,因而可将其作为杂交亲本,利用其分枝特性好的优良基因,改良现有栽培荞麦品种。

不同野生荞麦种类单株叶面积累积为最大时的生育时期不一致,在利用野生荞麦叶片提取生物类黄酮和芦丁等有效成分时,可以选择野生荞麦单株叶面积累积最大时采收叶片,提高叶片的利用率和产出率<sup>[15,16]</sup>。另外,不同野生荞麦种单株最大叶面积大小不一致,在利用野生荞麦叶片提取有效药用成分时,野生荞麦种类的选择是一个重要参数<sup>[17]</sup>。

叶片叶绿素含量的消长规律是反映叶片生理活性变化的重要指标之一,与叶片光合机能大小具有密切关系,其含量的多少影响着对光能的吸收和转换。研究表明,六种野生荞麦中苦荞野生近缘种和甜荞野生近缘种在整个生育时期叶绿素含量较高,具有光合速率强,合成较高营养成分的潜能,对两种野生荞麦的栽培驯化和开发利用具有重要意义。另外可选择叶绿素含量高的种类与其它具有优良性状的荞麦进行种间杂交,改良和培育荞麦新品种<sup>[1]</sup>。而各种野生荞麦的基因型不同,其生长发育过程中,叶绿素合成和光合作用的机制建成的时期不一致,导致了不同野生荞麦种类的光合速率在不同的生长发育阶段大小不一致<sup>[18]</sup>。

本文探讨了野生荞麦的生长发育及苗期、现蕾期、开花盛期、成熟期叶片叶绿素含量以及从苗期起每20天光合速率的变化情况,增加了对野生荞麦光合生物学特性的理论,为其人工驯化及栽培提供

了依据。但本文是在与野生荞麦原生境不同的盆栽环境下测定的,其生长发育和光合速率等与原生境下测定的值可能会有一定变化<sup>[9]</sup>,其变化还有待于进一步研究。

#### 注释及参考文献:

- [1]夏明忠,王安虎,蔡光泽,等.野生荞麦资源研究[M].北京:中国农业出版社,2008.
- [2]林汝法.中国荞麦[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [3]王安虎,夏明忠,蔡光泽,等.四川省凉山州东部野生荞麦资源的特征特性和地理分布研究[J].作物杂志,2006(5):25-27.
- [4]蔡光泽,吴昊,夏明忠,等.四川凉山地区野生荞麦资源的原生境和主要分布中心研究[J].西昌学院学报(自然科学版),2006(4):14-16.
- [5]叶能干,苟光前.中国荞麦属的分类起源与演化[J].荞麦动态,1993(1):3-11.
- [6]任永波,任迎虹主编.植物生理学[M].成都:四川科学技术出版社,200:69-75,303.
- [7]朱素英,段承利,萧凤回,等.屏边三七光合作用日变化研究初报[J].云南农业大学学报,2005,20(4):474-477.
- [8](日)户刘义次主编.作物的光合作用与物质生产[M].北京:科学出版社,1979:120-122.
- [9]王安虎,夏明忠,蔡光泽,等.栽培苦荞的起源及其与近缘种亲缘关系[J].西南农业学报,2008(2):282-285.
- [10]赵佐成,周明德,王中仁,等.中国苦荞麦及其近缘种的遗传多样性研究[J].遗传学报,2002,29(8):723-734.
- [11]李佩华,蔡光泽,华劲松,等.不同供氮水平对野生荞麦与栽培苦荞的表现型差异性比较[J].西南农业学报,2007(6):1255-1262.
- [12]王莉花,殷富有,刘继梅,等.利用RAPD分析云南野生荞麦资源的多样性和亲缘关系[J].分子植物育种,2004,2(6):807-815.
- [13]王安虎,夏明忠,蔡光泽,等.栽培苦荞的起源及其与近缘种亲缘关系[J].西南农业学报,2008(2):282-285.
- [14]Koji Tsuji and Ohmi Ohnishi. Phylogentic relationships among wild and cultivated Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaert.) populations revealed by AFLP analysaes. *Genes Genet. Syst.*, 2001(76):47-52.
- [15]尹迪信,唐华彬,罗红军,等.野生牧草金荞麦与贵州省推广牧草栽培效益比较试验初报[J].草业科学,2006,23(7):45-48.
- [16]刘光德.资源植物野生金荞麦的研究进展[J].中国农学通报,2006,22(10):380-389.
- [17]胡银岗,冯佰利,周济铭,等.荞麦遗传资源利用及其改良研究进展[J].荞麦动态,2006(1):7-12.
- [18]夏明忠,华劲松,戴红燕,等.光照、温度和水分对野生荞麦净光合速率的影响[J].西昌学院学报(自然科学版),2006(2):1-3.

## Study on the Growth and Photosynthetic Physiology of Wild Buckwheat

YANG Ping, XIA Ming-zhong, CAI Guang-ze

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** In this paper, authors have studied the growth of wild buckwheat, the change situation of the main birth time leaves chlorophyll content and every 20 days' photosynthetic rate from the seedling stage. The results show: The plant height of wild buckwheat assumes "S" curve, the number of leaves, branches, leaf area are the "single-peak" curve. Except the *Fagopyrum. cymosum* leaves chlorophyll content assumes "high-low" tendency, other varieties assume "low-high-low" single peak curve change tendency. *F. urophyllum* posses the highest photosynthetic rate average of 15.32 mg/dm<sup>2</sup>\*h in the whole reproductive period and *F. cymosum* with an average of 8.92 mg/dm<sup>2</sup>\*h is the lowest.

**Key words:** Wild buckwheat; Chlorophyll; Photosynthetic rate; Change