



播种深度和种子大小对大豆出苗率和幼苗生长的影响

谢皓,贾秀婷,陈学珍,张鑫

(农业应用新技术北京市重点实验室/北京农学院植物科学技术学院,北京 102206)

摘要:播种深度和种子大小对种苗建成的影响一直是种子学研究中的热点问题。以大豆种子为试验材料,研究播种深度和种子大小对大豆出苗率和幼苗生长的影响。试验选用2个大豆品种的种子,分为大、中、小3种粒级,播种深度为5 cm、10 cm、15 cm。调查出苗速度、出苗率和幼苗的主要性状。结果表明,5 cm、10 cm和15 cm深度的种子出土时间分别需要6~13天、9~17天和13~23天;最终出苗率与室内发芽率相比,3种深度依次减少7%、34%和80%;幼苗长度和幼苗干重随着种子深度的增加逐渐减少,差异达到极显著水平($P < 0.01$);种根长度与幼苗长度的表现相反,根干重在10 cm深度时最高,显著($P < 0.05$)高于5 cm和15 cm的干重;种子大小对种苗生长也有一定的影响,大、中粒种子的田间出苗率极显著高于小粒种子($P < 0.01$);幼苗长度和幼苗干重随着种子的增大而增加达到显著水平($P < 0.05$),甚至大粒种子与小粒种子之间达到极显著水平($P < 0.01$)。

关键词:双子叶植物;根干重;幼苗长度;大豆

中图分类号:S352.4

文献标志码:A

论文编号:2012-0122

Effects of Sowing Depth and Seed Size on Seedling Emergence Percentage and Seedling Growth in Soybean

Xie Hao, Jia Xiuting, Chen Xuezhen, Zhang Xin

(Beijing Key Laboratory of New Technology in Agricultural Application/College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

Abstract: The effects of sowing depth and seed size on seedling establishment were focus issue at the seed science all the while. Soybean seed was tested in this paper by comparing the seedling emergence percentage and seedling growth in the different sowing depth and seed size in the field. Seed of two varieties in soybean were divided artificially into three kinds of grain with big, middle and small size. These seed were sowed in depths of 5 cm, 10 cm and 15 cm in the field, respectively, and the seedling emergence time, percentage and main seedling characters were surveyed in the test. The results that the seedling emergence time was prolonged in the field, 6–13 d, 9–17 d and 13–23 d were needed by seedling emergence in 5 cm, 10 cm and 15 cm depth, respectively. Compared with indoor test, the final seedling emergence percentage in the field were decreased 7%, 34% and 80% in 5 cm, 10 cm and 15 cm depth, respectively. The seedling length and dry seedling weight were gradually reduced with sowing depth and shown a very significant difference ($P < 0.01$); Contrarily, root length was the longest in 15 cm depth and was the shortest in 5 cm depth. The dry root weight in 10 cm depth was heavy more than in 5 cm and 15 cm depth and shown significant difference ($P < 0.05$). Seedling growth was also affected by seed size. Both big and middle size was higher in seedling emergence percentage than small size with very significant difference ($P < 0.01$). The seedling length and dry weight gradually increased with seed size and shown significant difference ($P < 0.05$) among three seed size and vary significant difference

基金项目:北京市自然科学基金“大豆种子异黄酮含量全基因组关联分析的研究”(5122009)。

第一作者简介:谢皓,男,1962年出生,副教授,博士,研究方向为大豆遗传育种。通信地址:102206 北京市昌平区回龙观镇北农路7号 北京农学院植物科学技术学院, Tel: 010-80799117, E-mail: xiehao126@126.com。

收稿日期:2012-02-23, **修回日期:**2012-05-25。

($P < 0.01$) between big and small size.

Key words: Dicotyledons; Dry Root Weight; Seedling Length; Soybean

0 引言

种子萌发并破土出苗是种苗建成的第一步,种子萌发和出土能力受到很多因素的影响,如温度、土壤水分、种子深度等^[1]。有研究报道,种子大小也影响到种子的萌发能力^[2]和出苗率^[3],大种子比小种子具有更高的萌发率^[4],种子大小与萌发速率和萌发潜力呈显著正相关^[5-7]。相关的研究显示,逆境条件下大种子在幼苗建成阶段比小种子更具有优势^[8],因为较大种子在幼苗开始的生长阶段具有更多的营养物质供应幼苗发育^[9],支持幼苗更长的时间来达到自养状态^[10]。种子大小与播种深度呈极显著正相关,即种子越大,在播种较深的情况下出苗率相对越高,表明大种子突破深层土壤的能力更强^[11],大种子里储藏了更多的能量,当处于较深的土壤中时,有足够的能量形成更长的茎,可以保证种苗出土^[12]。

关于种子大小在萌发能力和出苗率上也有相反的报道,表明有些植物的大种子不一定存在以上优势,相反小种子存在某些优势^[13-14]。Baraloto^[15]认为,小种子比大种子产生的幼苗具有更大的相对生长率,小种子幼苗生长速度在某阶段后快于大种子的幼苗。王桔红等^[16]认为,种子大小对萌发的影响程度随植物的生境而异,中生植物的种子大小对萌发有显著影响,小种子有较高的萌发率,而旱生植物种子大小对萌发的影响并不显著。

种子播种深度和大小对种苗建成的影响一直是种子生物学研究的热点问题。目前研究报道的对象多是草地、林地植被种子^[11,17-19],而对于农作物种子,特别是双子叶作物种子的研究鲜见报道。笔者以大豆种子为试验材料,研究种子播种深度和大小对种子出苗时间、出苗率及幼苗生长的影响,以期对种子萌发生物学的理论研究、生产实践中新品种选育、播种质量评价等提供一定的理论参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试品种为‘北农101’和‘科丰14’,均为生产上应用的大豆品种。每个品种按种子大小人工挑选出大粒、中粒和小粒3种粒级,各粒级百粒重如表1所示,经方差分析各粒级间重量差异均达到极显著水平($P < 0.01$);种子发芽率按照室内标准发芽试验方法获得。

1.2 试验设计

试验处理按种子大小分为大粒、中粒和小粒3个处理;按种子播种深度分为5 cm、10 cm和15 cm 3个

表1 种子大小和重量

品种	种子大小	种子重量/(g/100粒)	种子发芽率/%
北农101	大粒	19.7	93
	中粒	16.0	93
	小粒	12.9	93
科丰14	大粒	26.7	91
	中粒	23.4	91
	小粒	19.5	91

处理,每个品种共9个处理,分别用1~9表示,其中1、2、3分别为种子深度5 cm时,大粒、中粒和小粒种子的处理;4、5、6分别为种子深度10 cm时,大粒、中粒和小粒种子的处理;7、8、9分别为种子深度15 cm时,大粒、中粒和小粒种子的处理。每个处理100粒种子,3次重复。

试验于2010年在北京农学院实习农场田间进行,土壤为沙壤土。5月21日播种,播种时土壤墒情较好,每处理依种子深度挖出20 cm×40 cm长方形土池,播种100粒种子,覆土时保持土壤疏松。每天记载出苗率,出苗率连续3天没有增加,视为出苗结束。试验期间为保持土壤墒情,播种后20天(6月11日)浇水1次。田间试验结束时进行苗期性状的调查,每个处理和重复,随机取样20株,出苗不足20株的处理按实际苗数取样。

1.3 测定项目

6月21日,田间试验结束时取样株,依次测定地上幼苗长度、鲜重、干重和地下种根长度、鲜重、干重。

1.4 数据分析

实验数据分析采用DPS3.01统计分析软件。

2 结果与分析

2.1 种子深度和种子大小对出苗时间和出苗率的影响

种子播种后每天观察幼苗的出土苗数,以出土的幼苗率为田间出苗率。从表2可以看出,种子深度对种苗出苗时间有很大影响,播种越深出苗时间越长。本试验在5月21日播种,播深5 cm的种子,5月27日开始出苗,6月3日出苗结束;10 cm的种子,5月30日出苗,6月9日结束;15 cm的种子,6月1日出苗,6月13日结束。从播种至出苗时间上分析,深度5 cm的种子6天可以出土,完成出苗需要13天;10 cm的种子9天可以出土,完成出苗需要17天;15 cm的种子13天可以出土,完成出苗需要23天。比较种苗在土壤中的



生长时间,可以计算出 5 cm 的土层,种苗伸长至少需要 3~4 天。

从表 2 还可看出,播种深度对种子出苗率亦有很大影响。种子深度为 5 cm 时,2 个供试品种种子的平均出苗率为 85%,与室内发芽率平均值 92% 相比减少了 7% (表 1); 10 cm 深度时,2 个品种表现一定的差异,‘北农 101’ 的出苗率均值达到 72%, 而‘科丰 14’ 种子出苗率低于‘北农 101’, 大粒、中粒和小粒种子的出苗率分别为 63%、52%、46%, 与室内发芽率相比减少了 20%~46%; 15 cm 深度时,出苗率表现为更低,‘北农 101’ 种子的出苗率为 14%~17%, ‘科丰 14’ 种子的出苗率只有 10%, 与室内发芽率相比减少了 80% 左右。为

比较不同播种深度和种子大小对出苗率的影响,分别对‘北农 101’ 和‘科丰 14’ 种子的最终出苗率进行了差异显著性分析(表 2)。从表 2 可以看出,3 种不同深度之间,‘北农 101’ 和‘科丰 14’ 的出苗率均表现出极显著差异($P<0.01$); 同一深度时,‘北农 101’ 种子大小之间出苗率差异不显著,‘科丰 14’ 在 5 cm 和 15 cm 深度时差异也不显著,而在 10 cm 深度,种子大小之间差异显著($P<0.05$), 其中大粒种子与中粒和小粒种子之间的差异达到极显著($P<0.01$) 水平,可能与‘科丰 14’ 大粒种子的百粒重较大有关(表 1), 大粒种子有较多的营养支持种苗出土^[12], 但是当种子深度达到一定限度时,大种子的优势也将无法显现。

表 2 种子深度和种子大小对出苗率的影响(平均值±标准差)

%

种子深度/cm	品种	种子大小	27/5	28/5	30/5	1/6	3/6	5/6	7/6	9/6	11/6	13/6	15/6
5	北农 101	大粒	53±4.16	59±1.73	79±3.00	83±4.73	88±2.52	88±2.52					
		中粒	60±2.65	63±2.52	78±3.06	80±4.93	86±3.06	86±3.06					
		小粒	47±4.00	65±2.65	78±3.51	81±3.61	84±2.00	84±3.06					
	科丰 14	大粒	48±5.51	70±2.08	78±3.46	82±2.65	86±3.21	86±3.21					
		中粒	39±3.06	72±4.16	76±2.65	80±1.53	84±2.65	84±2.65					
		小粒	41±2.31	72±2.31	77±4.94	78±4.58	81±4.74	81±4.73					
10	北农 101	大粒	0	0	35±2.08	63±1.53	65±6.65	69±5.86	72±3.79	72±3.79			
		中粒	0	0	43±2.52	59±2.89	66±5.57	69±3.06	72±6.66	72±6.66			
		小粒	0	0	28±3.00	52±5.85	58±8.14	64±7.51	70±4.51	70±4.51			
	科丰 14	大粒	0	0	23±2.52	51±4.04	55±2.00	60±2.08	63±2.52	63±2.52			
		中粒	0	0	9±3.61	36±4.36	43±2.52	47±4.58	49±3.51	52±1.53	52±1.53		
		小粒	0	0	6±2.52	27±2.52	34±4.04	37±1.73	44±3.06	46±3.06	46±3.06		
15	北农 101	大粒	0	0	0	1±1.73	4±2.65	9±3.21	13±3.51	14±2.65	15±3.15	17±3.61	17±3.61
		中粒	0	0	0	1±1.15	5±2.08	8±1.53	11±1.00	12±0.58	13±1.00	15±1.53	15±3.61
		小粒	0	0	0	0	2±0.58	9±2.52	12±3.06	13±3.21	14±3.21	14±3.21	14±3.21
	科丰 14	大粒	0	0	0	0	1±0.58	5±2.00	8±2.52	9±2.00	10±2.08	10±2.08	10±2.08
		中粒	0	0	0	0	0	1±0.58	4±0.58	6±2.65	8±2.08	10±1.53	10±1.53
		小粒	0	0	0	0	0	1±0.30	2±0.77	4±2.65	7±3.71	9±5.05	9±5.05

注: 同列不同小写和大写字母分别表示处理间差异显著($P<0.05$)和差异极显著($P<0.01$)。下同。

2.2 种子深度和种子大小对种苗生长的影响

种子深度和种子大小不仅影响到出土的时间和幼苗出土率,也影响到种苗生长发育的质量。图 1 和图 2 分别是‘北农 101’ 和‘科丰 14’ 种子播种 1 个月(6 月 21 日)测定的种苗长度。从图 1 和图 2 可以看出,种子深度对种苗的生长速度影响较大。种子深度 5 cm 的处理,地上部幼苗发育的最快,即幼苗的高度最高,可达到 60 cm 的苗长,10 cm 深度的次之,可达到 40 cm, 15 cm 深度的高度最小,仅能达到 20 cm; 而种根的长度与苗的表现相反,15 cm 深度的长度最长,10 cm 的

次之,5 cm 的最短。分别对幼苗地上部分(苗)和地下部分(根)进行差异显著性分析(表 3), 结果发现种苗生长的差异主要表现在地上部分,3 种种子深度之间苗长的差异均达到极显著水平($P<0.01$); 根长与苗长的差异显著性不同,深度 5 cm 时,根长极显著($P<0.01$) 短于 10 cm 和 15 cm 深度的根长,而 10 cm 和 15 cm 深度之间差异不显著。种子大小对幼苗生长的影响,虽然不如种子深度影响大,但是综合分析‘北农 101’ 和‘科丰 14’ 各个种子粒级的表现(表 3), 大粒、中粒和小粒在苗长差异性上,依然存在着显著性差异($P<0.05$),

表3 不同种子深度和种子大小情况下幼苗性状比较

指标		苗长/cm	根长/cm	苗干重/g	根干重/g
种子深度/cm	5	59.76±2.86	14.53±1.09	17.55±2.33	2.03±0.45
	10	39.07±4.92	16.37±1.80	14.22±2.14	2.78±0.54
	15	15.99±5.38	16.77±1.20	2.89±1.29	1.74±1.85
种子大小	大粒	41.34±17.64	16.30±2.03	12.91±6.99	2.19±0.73
	中粒	38.56±18.70	15.94±1.74	11.56±6.30	2.10±0.75
	小粒	34.93±19.85	15.43±1.16	10.19±6.66	2.27±1.85

而且大粒、中粒与小粒种子相比差异性达到极显著水平($P<0.01$),表现为种子粒大,苗的生长更快一些;而根的生长在种子大小上没有表现出显著性差异,说明种子大小对根长的影响不大。

2.3 种子深度和种子大小对种苗生物量的影响

种苗生物量是评价种苗质量的指标之一,本试验对幼苗的干物质重量(简称,干重)进行了分析,结果表明(图3和图4),随着种子深度的增加幼苗干重减少,

差异显著性分析也表明(表3),3种深度之间幼苗干重的差异达到极显著水平($P<0.01$);根的干重在10 cm深度时,干重最大,而且显著($P<0.05$)高于5 cm和15 cm深度的干重。在种子籽粒大小上,大粒种子的幼苗干重最高,中粒种子次之,中粒种子最低,种子之间差异分别达到显著水平($P<0.05$),甚至大粒种子对小粒种子达到极显著水平($P<0.01$);而根干重在种子大小之间差异表现不显著,同样表明种子大小对根的生长影响不大。

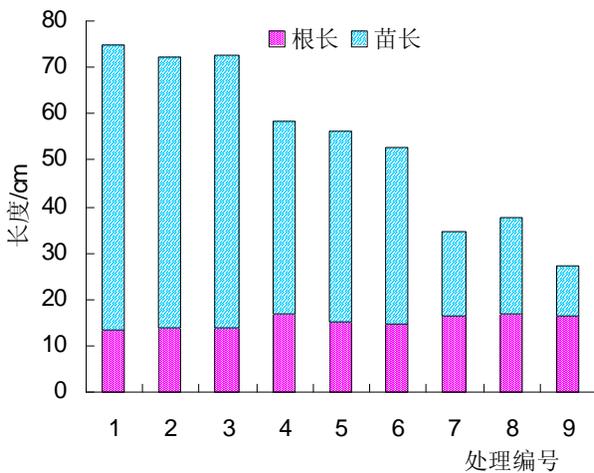


图1 ‘北农101’种苗长度的比较

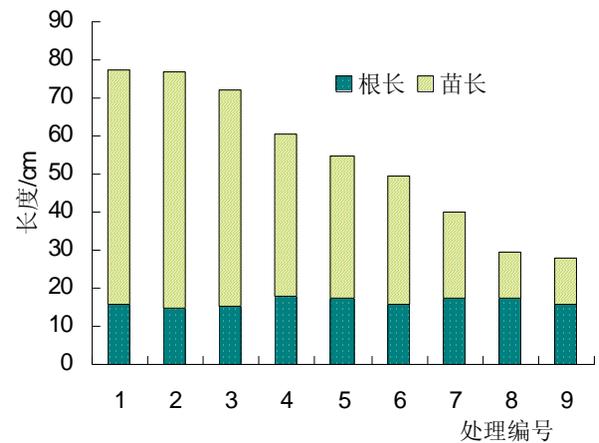


图2 ‘科丰14’种苗长度的比较

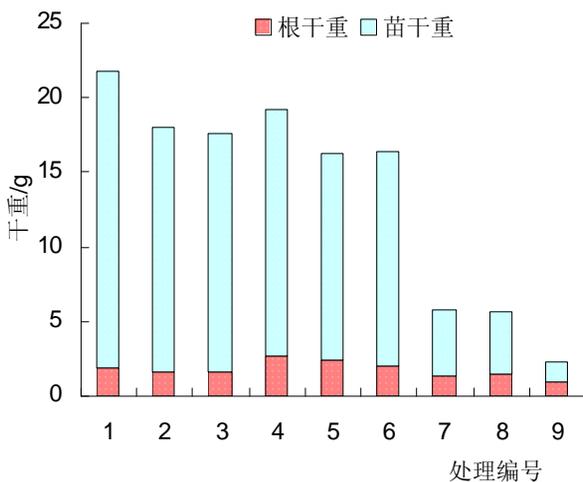


图3 ‘北农101’种苗干重的比较

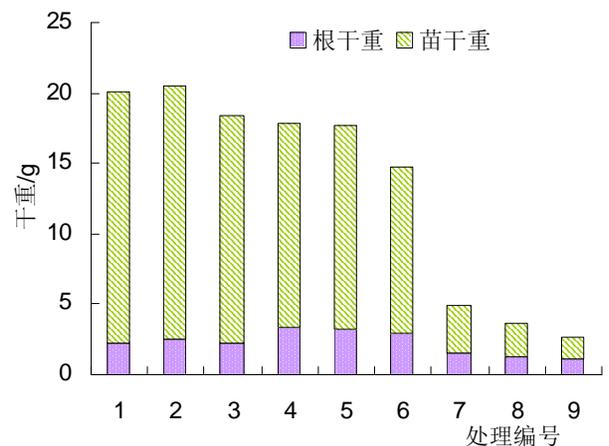


图4 ‘科丰14’幼苗干重的比较



3 结论

(1) 播种深度越深种子出苗率越少, 深度在 5 cm、10 cm 和 15 cm 时, 出苗率分别比室内发芽率的平均值 92% 减少 7%、20%~46% 和 80%~90%。

(2) 种子播种越深出苗时间越长, 深度在 5 cm、10 cm 和 15 cm 时, 幼苗出土时间分别为 6~13 天、9~17 天和 13~23 天。

(3) 大粒种子在 10 cm 深度时出苗率有一定的优势, 而在 5 cm 和 15 cm 时, 优势不明显。

(4) 播种深度也影响种苗的生长速度, 播种 1 个月, 深度 5 cm、10 cm 和 15 cm 的幼苗长度分别达到 60 cm、40 cm 和 20 cm, 苗干重也随种子深度的增加而减少; 但种根的生长与幼苗的表现相反, 播深与种根长度呈正相关, 而根干重在 10 cm 播深时最大。

(5) 种子大小对幼苗的影响, 不如深度影响大, 但依然存在着种子较大, 苗的生长发育较快; 而种根的生长在种子大小之间没有差异。

4 讨论

植物种子具有适宜的播种深度, 当超过适宜深度或不足适宜深度时都会给种子的萌发、出苗和幼苗的生长带来不利影响。一般认为, 种子播种越深, 种子萌发和出苗消耗的能量物质越多, 越不利于萌发和出苗; 大种子比小种子具有更宽泛的播种深度, 大种子内储藏了更多的能量, 当它们处于较深的土壤中时, 就有足够的能量形成更长的茎, 可以保证幼苗出土^[1]。本试验选用大豆种子为试材, 大豆种子为双子叶植物且子叶出土型, 出土能力相对较弱, 一般生产上播种深度为 3~5 cm, 试验中采用的播种深度分别为 5 cm、10 cm 和 15 cm, 目的是研究大豆种子在较深土壤中的出土能力和种苗的发育情况, 同时大豆种子重量和体积较大, 易于进行种子大小粒分级, 在研究种子大小对幼苗建成的影响方面有一定的优势。

试验结果表明, 大豆种子播种深度越深则出苗时间越长, 最终出苗率越低, 这与前人在研究牧草等植物种子的结论相同^[11,18-19]。具体而言, 种子深度 5 cm 的种子出土时间需 6~13 天, 深度 10 cm 的种子需要 9~17 天, 深度 15 cm 的种子需要 13~23 天; 土壤中幼苗生长 5 m 的长度至少需要 3~4 天, 甚至更长的时间, 导致种子深度越深, 出土时间越长。最终出苗率与室内发芽率相比, 5 cm 深度平均减少 7%, 10 cm 深度减少 34%, 15 cm 深度减少 80% 左右, 差异表现极显著 ($P < 0.01$)。大豆种子深度达到 10 cm 时, 种子出苗率大幅度降低, 已是不适宜出苗深度, 而 15 cm 则是困难的出苗深度。种子深度对种苗发育的影响较大, 特别是对地上

部分幼苗的生长影响, 种子越深影响越大, 幼苗长度和干重均达到差异极显著水平 ($P < 0.01$), 进一步说明种子越深消耗的种子营养越多, 从而影响到种子幼苗的后期发育。地下部分根的生长表现为种子越深, 种的长度越长, 但到达一定深度后差异不显著, 如 10 cm 和 15 cm 深度之间根长差异不显著; 根的干重在 10 cm 深度时表现最大, 而且显著 ($P < 0.05$) 高于 5 cm 和 15 cm 深度的干重, 说明在适宜的深度内, 土层越深越刺激种根的发育, 超过适宜的深度, 则效果减少。

种子大小对种苗的萌发与生长也有一定的影响, 大、中粒种子的田间出苗率极显著高于小粒种子 ($P < 0.01$); 幼苗长度和幼苗干重随着种子的增大而增加达到显著水平 ($P < 0.05$), 甚至大粒种子与小粒种子之间达到极显著水平 ($P < 0.05$)。种子籽粒大, 幼苗的生长更快一些, 其结果也与前人的结果相似^[5-12]。但是, 种根长度和根干重在种子大小之间差异不显著, 表明种子大小对根的生长发育没有显著影响。在一定的深度范围, 种子能够调节种根伸长长度和生长量, 将胚芽推出土表, 必要时也会适应土层胁迫, 种子通过某种生理相应机制调节能量分配, 以减少根的生长为代价而确保胚芽尽早出土^[19], 因此, 种子大小对大豆根的生长发育影响不大。

参考文献

- [1] Maun M, Riach S. Morphology of caryopsis seedlings and seedling emergence of the grass *Calimovilfa longifolia* from various depths in sand[J]. Ecology, 1981(49):137-142.
- [2] Weis I. The effects of propagule size on germination and seedling growth in *Mirabilis hirsute*[J]. Canada Journal Botany, 1982(57): 730-738.
- [3] Schaal B A. Reproductive capacity and seed size in *Lupinus texensis* [J]. Journal Botany, 1980(71):703-709.
- [4] Simons A M, Johnston M O. Variation in seed traits of *Lobelia inflata* (Campanulaceae): sources and fitness consequences [J]. America Journal Botany, 2000(87):124-132.
- [5] Gmez J M. Bigger is not always better: Conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. [J] Evolution, 2004(58):71-80.
- [6] Stanton M L. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness[J]. Ecology, 1984, 65, 1105-1112.
- [7] Hendrix S D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae)[J]. Am J Bot, 1984 (71):795-802.
- [8] Armstrong D P, Westoby M. Seedlings from large seeds tolerate defoliation better: a test using phylogenetically independent contrasts[J]. Ecology, 1993(74):1092-1100.

(下转第 20 页)