

种植行距和打顶方式对续随子农艺性状及种子产量和总脂含量的影响

顾子霞, 郭建林, 孙小芹, 李密密, 杭悦宇^①

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园)江苏省植物迁地保护重点实验室, 江苏 南京 210014]

摘要: 在续随子(*Euphorbia lathyris* Linn.)种植过程中采用不同行距(25、30和35 cm)和打顶方式(分别于出苗后1、2、3和4个月打顶,以不打顶为对照),分析和比较其农艺性状(单株干质量、株高和种子千粒质量)、种子产量、总脂含量和总脂产量的差异,并据此筛选出适宜续随子的种植行距和打顶措施。结果表明:在不同栽培条件下续随子各农艺性状、种子产量以及总脂含量和产量均有明显差异。随行距增大,续随子的单株干质量、株高和千粒质量总体增加、种子产量无明显差异、总脂含量总体呈下降趋势、总脂产量则无明显变化规律;行距对续随子单株干质量、株高和总脂含量有显著影响,但对种子千粒质量、种子产量及总脂产量无明显影响。随打顶时间的推迟,续随子单株干质量逐渐提高、株高和种子千粒质量则呈波动的变化趋势、种子产量呈先高后低的变化趋势,但总脂含量及产量变幅不大;不打顶处理(对照)的续随子各农艺性状、种子产量以及总脂含量和产量均高于打顶处理;总体上看,打顶处理对续随子种子千粒质量、种子产量、总脂含量以及总脂产量均有极显著影响。选择行距30 cm、不打顶的方法,其种子产量和总脂产量均最高,分别达到871.01和359.73 kg·hm⁻²。综合分析结果显示:续随子种子产量和总脂产量与种植行距无关,但与是否打顶有关;打顶增产方式不适用于续随子的种植。

关键词: 续随子; 行距; 打顶; 农艺性状; 总脂含量; 种子产量

中图分类号: Q945.3; S567.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2013)03-0075-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.03.12

Effects of cultivating row spacing and topping measure on agronomic trait, seed yield and total lipid content of *Euphorbia lathyris* GU Zixia, GUO Jianlin, SUN Xiaoqin, LI Mimi, HANG Yueyu^①
(Jiangsu Provincial Key Laboratory for Plant *Ex-situ* Conservation, Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2013, **22** (3): 75-80

Abstract: During cultivating of *Euphorbia lathyris* Linn., different row spacing (25, 30 and 35 cm) and different topping measures (topping at 1, 2, 3 and 4 months after sprouting, respectively, taking no topping as the control) were applied, variation of its agronomic traits (including dry weight per plant, height and seed 1 000-grain weight), seed yield, content and yield of total lipid were analyzed and compared, hereby, its suitable row spacing and topping measure were also selected. The results show that there are obvious differences in every agronomic traits, seed yield, content and yield of total lipid under different cultivating conditions. With increasing of row spacing, dry weight per plant, height and 1 000-grain weight generally increase; there is no obvious difference in seed yield; total lipid content appears generally a decreasing trend; and there is no obvious changing regularity in total lipid yield. And row spacing has the significant effects on dry weight per plant, height and total lipid content but has no obvious effects on seed 1 000-grain weight, seed yield and total lipid yield. With delaying of topping time, dry weight per plant of *E. lathyris* gradually increases; height and seed 1 000-grain weight all appear a fluctuation trend; seed yield appears a trend of firstly high and then low; and changing

收稿日期: 2012-03-20

基金项目: 江苏省农业科技支撑重点项目(BE2008328)

作者简介: 顾子霞(1985—),女,江苏常熟人,硕士,助理研究员,主要从事能源植物的研究。

^①通信作者 E-mail: hangyueyu@21cn.com

range in content and yield of total lipid is not great. And all of agronomic traits, seed yield, content and yield of total lipid in no topping treatment (the control) are higher than those in topping treatments. General, topping treatment has an extremely significant influence on seed 1 000-grain weight, seed yield, content and yield of total lipid. Taking 30 cm row spacing and no topping method, seed yield and total lipid yield of *E. lathyris* are all the highest with 871. 01 and 359. 73 kg · hm⁻², respectively. Comprehensive analysis result indicates that yields of seed and total lipid of *E. lathyris* are not related to row spacing, while related to whether or not topping. And topping measure for yield increasing is not suitable for *E. lathyris* planting.

Key words: *Euphorbia lathyris* Linn.; row spacing; topping; agronomic trait; total lipid content; seed yield

续随子 (*Euphorbia lathyris* Linn.) 属大戟科 (Euphorbiaceae) 大戟属 (*Euphorbia* Linn.), 为一年生或二年生双子叶草本植物, 原产欧洲; 在中国有悠久的栽培历史, 主要作为药用植物在南北各省区零星栽培或逸生分布, 主产于河北、河南、浙江和贵州等省^[1]。近年来, 续随子作为能源植物受到人们极大的关注^[2-3], 其种子总脂含量可达约 43. 3%^[4], 且种子总脂中二十碳以下脂肪酸的质量分数之和达 96% 以上, 其中油酸 (C18:1) 质量分数更是高达 83%, 而亚麻酸的质量分数仅 2. 5%, 不饱和度适中, 这些数据与理想生物柴油的分子组成接近^[5], 因此, 续随子油脂利用前景广阔。作为一种潜力巨大的能源植物及药用植物, 目前在续随子的成分及合成机制^[5-6]、染色体核型^[7]、育种^[8]、耐旱性^[9]、病害防治^[10] 以及综合利用^[2] 等方面有较多的研究报道, 但其栽培技术的研究还仅限于常规栽培技术^[11] 和部分农艺性状观察^[12] 等方面。

续随子大田栽培方法早有文献记载^[13], 南方宜秋播 (9 月中旬至 10 月初), 一般按行、株距 33 cm 点播^[14]; 种子用量为 30 ~ 37. 5 kg · hm⁻²^[2]; 产量约为 1 650 kg · hm⁻²^[15]。按此方法播种, 密度较稀且往往不能封行, 不能充分利用空间。而 Ayerbe 等^[16] 认为“续随子的最佳种植密度为 1 000 m² 种植 36 000 株, 能获得最高产量”, 这一种植密度明显高于中国传统的续随子种植密度。可见, 在实际生产过程中可以进一步缩小续随子的行、株距, 对其产量的提高有明显效果。此外, 影响续随子产量的因素还有很多, 例如不同施肥处理对续随子生物量和产量均有影响^[17], 但在作物栽培过程中常用的打顶处理等增产方法的相关研究尚未见报道。

鉴于此, 作者在续随子栽培过程中采用不同行距以及不同的打顶方式, 通过比较其农艺性状、产量以

及种子总脂含量, 筛选续随子的理想种植行距及打顶增产方法, 以期为建立续随子大田丰产栽培技术提供基础研究资料。

1 材料和方法

1.1 材料

供试续随子种子购自安徽亳州, 种植于江苏省·中国科学院植物研究所药物园内, 实验区总面积约为 100 m²。

1.2 方法

1.2.1 实验设计 2009 年 10 月 6 日通过人工点播方法播种, 播种时株距均为 35 cm, 行距分别设置为 25、30 和 35 cm, 每小区面积为 33. 3 m², 正常田间管理。待 11 月中旬续随子幼苗出齐后, 每小区均在出苗后 1 个月、2 个月、3 个月及 4 个月 (现蕾期) 随机选择 40 个单株进行打顶, 以不打顶单株 (40 株) 为对照。翌年果实成熟后测定其农艺性状、产量以及总脂含量。

1.2.2 指标测定方法 农艺性状测定: 在续随子果实成熟后, 每个处理随机选择 30 个单株, 用直尺测定单株株高; 烘干后使用 Sartorius BS 124S 型电子天平 [赛多利斯科学仪器 (北京) 有限公司生产, 精度 0. 1 mg] 称取全株干质量, 重复 3 次。采用百粒法测定种子千粒质量, 重复 8 次。

产量测定: 收获时去除边行和小区两端, 取小区中间部位进行实收测产, 将收获后的种子剥出称取质量, 每个处理的测产面积为 5 m², 然后折算成单位面积产量 (kg · hm⁻²)。

种子总脂含量测定: 采用索氏抽提法^[18] 提取种子总脂。称取烘干备用种子 2 ~ 5 g, 研磨后转入预先烘至恒质量的滤纸筒中, 于索氏抽提器中用石油醚回

流提取 8 h;将抽提后的滤纸筒置于温度(103±2) °C 条件下烘干至恒质量,冷却后称取其质量。滤纸筒抽提前后的质量之差即为总脂质量,总脂质量与其种子质量的百分比即为总脂含量。重复 3 次。

1.3 数据分析

利用 SPSS 17.0 统计分析软件对实验数据进行方差分析及多重比较。

2 结果和分析

2.1 行距及打顶方式对续随子部分农艺性状的影响

在栽培过程中采用不同行距及不同打顶方式,续随子单株干质量、株高及种子千粒质量的测定结果见

表 1。由表 1 可见:在不同栽培条件下续随子单株干质量、株高及种子千粒质量均有明显差异,呈现波动的变化趋势。总体上看,在打顶方式相同的条件下,随行距增大续随子的单株干质量、株高和千粒质量总体增加。在行距相同的条件下,不打顶处理(对照)的单株干质量、株高和千粒质量总体较高;随打顶时间的延后,各打顶处理组的单株干质量、株高和千粒质量均呈波动趋势。

从续随子的 3 个农艺性状指标的测定结果看:行距 35 cm、出苗 4 个月后打顶,续随子的单株干质量最高(达 48.38 g);行距 35 cm、不打顶处理,续随子的株高最高(为 59.00 cm);行距 25cm、不打顶处理,续随子的种子千粒质量最大(为 41.01 g)。

表 1 采用不同行距和不同打顶方式续随子部分农艺性状的比较($\bar{X}\pm SD$)

Table 1 Comparison of some agronomic traits of *Euphorbia lathyris* Linn. using different row spacings and different topping measures ($\bar{X}\pm SD$)

行距/cm Row spacing	打顶方式 ¹⁾ Topping measure ¹⁾	单株干质量/g Dry weight per plant	株高/cm Height	千粒质量/g 1 000-grain weight
25	T1	8.48±7.84	45.19±14.02	26.49±5.60
	T2	13.55±7.07	46.96±15.97	30.20±5.58
	T3	25.00±26.33	53.65±16.68	38.82±15.80
	T4	20.24±6.37	50.46±17.25	34.81±2.92
	T5(CK)	21.63±9.66	41.67±10.63	41.01±5.10
30	T1	16.93±14.57	47.64±18.61	33.25±3.61
	T2	19.35±13.19	42.96±13.88	31.31±4.75
	T3	24.29±15.44	42.74±13.92	29.78±4.60
	T4	33.41±9.56	47.00±14.01	29.01±2.43
	T5(CK)	41.03±32.32	55.13±19.73	38.75±2.36
35	T1	16.54±14.94	50.00±15.05	34.34±4.96
	T2	24.55±14.34	50.83±16.58	35.31±4.19
	T3	30.09±15.12	54.23±13.67	35.40±2.05
	T4	48.38±41.05	48.77±15.61	30.59±3.14
	T5(CK)	31.58±16.89	59.00±16.35	38.00±1.72

¹⁾T1: 出苗后 1 个月打顶 Topping at one month after sprouting; T2: 出苗后 2 个月打顶 Topping at two months after sprouting; T3: 出苗后 3 个月打顶 Topping at three months after sprouting; T4: 出苗后 4 个月打顶 Topping at four months after sprouting; T5(CK): 不打顶 No topping.

2.1.1 不同行距对农艺性状的影响 不同行距对续随子部分农艺性状的影响见表 2。由表 2 可见:行距对续随子单株干质量和株高有明显影响,随行距增大,单株干质量和株高均逐渐增加,但种子千粒质量略有波动。采用 25 cm 行距,续随子单株干质量小于其他 2 组处理且差异达到显著水平;株高也最低但与 35 cm 行距处理组有极显著差异;采用 35 cm 行距,单株干质量、株高和种子千粒质量均最高,其中株高与其他 2 组处理有极显著差异,平均可达 52.93 cm;采用不同行距种植,种子千粒质量差异不显著,表明行

距对续随子种子千粒质量的影响不明显。

表 2 不同行距对续随子部分农艺性状的影响($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 2 Effect of different row spacings on some agronomic traits of *Euphorbia lathyris* Linn. ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

行距/cm Row spacing	单株干质量/g Dry weight per plant	株高/cm Height	千粒质量/g 1 000-grain weight
25	17.78±14.44bB	47.45±15.37bB	34.27±9.64aA
30	27.00±20.15aAB	47.58±16.99bB	32.42±4.99aA
35	30.23±24.40aA	52.93±15.73aA	34.73±4.09aA

¹⁾同列中不同的小写字母和写字母分别表示差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$) Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ($P<0.05$) and the extremely significant ($P<0.01$) differences, respectively.

2.1.2 不同打顶方式对农艺性状的影响 不同打顶方式对续随子部分农艺性状的影响见表3。由表3可见:采用不打顶方式(对照),续随子单株干质量、株高及千粒质量均最高。采用打顶方式,续随子单株干质量均随打顶时间的推迟逐渐提高,但均小于对照,其中出苗后1个月打顶单株干质量均显著低于对照及其他处理组,仅为13.98 g;株高则随打顶时间的推迟呈波动的变化趋势,但与对照差异不显著;而种子千粒质量也随打顶时间的推迟呈波动的变化趋势,但均极显著小于对照。在4个打顶处理组中,出苗后3个月打顶,续随子的株高及千粒质量较高。由此可见,采用不打顶方式对续随子的生长有一定的促进作用。

表3 不同打顶方式对续随子部分农艺性状的影响($\bar{X}\pm SD$)¹⁾
Table 3 Effect of different topping measures on some agronomic traits of *Euphorbia lathyris* Linn. ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

打顶方式 ²⁾ Topping measure ²⁾	单株干质量/g Dry weight per plant	株高/cm Height	千粒质量/g 1 000-grain weight
T1	13.98±7.52cC	48.07±15.89aA	31.36±4.72bB
T2	19.15±11.53bBC	46.41±15.48aA	32.27±4.84bB
T3	26.46±18.96abABC	50.61±14.76aA	34.67±7.48bB
T4	31.41±18.99aA	48.87±15.62aA	31.47±2.83bB
T5 (CK)	34.01±19.62aAB	52.01±15.57aA	39.25±3.06aA

¹⁾ 同列中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)。Different small letters and capitals in the same column indicate the significant ($P<0.05$) and the extremely significant ($P<0.01$) differences, respectively.

²⁾ T1: 出苗后1个月打顶 Topping at one month after sprouting; T2: 出苗后2个月打顶 Topping at two months after sprouting; T3: 出苗后3个月打顶 Topping at three months after sprouting; T4: 出苗后4个月打顶 Topping at four months after sprouting; T5 (CK): 不打顶 No topping.

2.2 行距和打顶方式对续随子种子产量的影响

栽培过程中采用不同行距及不同打顶方式,续随子的种子产量见表4。由表4可见:随行距增加,续随子的种子产量呈现波动的变化趋势,无明显的规律性;但总体上看,采用30 cm行距种植产量较高,平均达441.43 kg·hm⁻²。采用不同的打顶方式,各处理组的种子产量均值总体上低于对照(不打顶处理),且随打顶时间推迟其种子产量均值呈现先高后低的变化趋势;相比较而言,在出苗3个月时打顶产量较高。而采用不打顶处理(对照)其种子产量远高于各打顶处理组,平均可达662.97 kg·hm⁻²。

综合分析结果显示:采取30 cm行距种植且在种植过程中不打顶,续随子的种子产量最高(达871.01 kg·hm⁻²)。方差分析结果表明:采用不同行距种植,续随子种子产量无显著差异;在不同时间打顶,续随

子的种子产量均小于对照(不打顶处理),差异达极显著水平($P<0.01$)。表明续随子种子产量与种植行距无关,而与种植过程中是否采取打顶措施有关。

表4 在行距(d)和打顶方式不同的种植条件下续随子种子产量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 4 Comparison of seed yield of *Euphorbia lathyris* Linn. under planting conditions with different row spacings (d) and different topping measures ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

打顶方式 ²⁾ Topping measure ²⁾	不同处理组产量/kg·hm ⁻² Yield of different treatment groups			均值/kg·hm ⁻² Average
	$d=25$ cm	$d=30$ cm	$d=35$ cm	
T1	166.64	318.73	265.94	250.34cB
T2	319.48	277.94	470.38	355.93bcB
T3	489.43	368.53	474.88	444.28bB
T4	363.73	371.23	469.33	401.38bB
T5 (CK)	647.22	871.01	470.53	662.97aA
均值 Average	397.33aA	441.43aA	430.18aA	

¹⁾ 同列或同行中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)。Different small letters and capitals in the same column or the same row indicate the significant ($P<0.05$) and the extremely significant ($P<0.01$) differences, respectively.

²⁾ T1: 出苗后1个月打顶 Topping at one month after sprouting; T2: 出苗后2个月打顶 Topping at two months after sprouting; T3: 出苗后3个月打顶 Topping at three months after sprouting; T4: 出苗后4个月打顶 Topping at four months after sprouting; T5 (CK): 不打顶 No topping.

2.3 行距及打顶方式对续随子种子总脂含量及产量的影响

在种植过程中采取不同的行距及不同的打顶方式,续随子种子总脂含量及总脂产量的变化见表5和表6。

2.3.1 对总脂含量的影响 由表5可见:随种植行距的增加,续随子种子中总脂含量总体呈下降趋势;而采取不打顶处理(对照),总脂含量均明显高于各打顶处理组,但在不同时间打顶,各处理组的总脂含量变幅不大。综合分析结果显示:采用35 cm行距种植并于出苗1个月打顶,续随子种子中总脂含量最低,质量分数仅为31.42%;而采用25 cm行距种植且不进行打顶,续随子种子中总脂含量最高,质量分数可达43.84%。

方差分析结果表明:采用不同的种植行距,续随子种子中总脂含量的均值有极显著差异,其中,采用25 cm行距种植,总脂含量极显著高于其他处理,质量分数平均达到37.09%;种植过程中不进行打顶处理,续随子种子中总脂含量极显著高于各打顶处理组,质量分数平均可达39.71%。

表5 在行距(d)和打顶方式不同的种植条件下续随子种子中总脂含量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾Table 5 Comparison of total lipid content in seed of *Euphorbia lathyris* Linn. under planting conditions with different row spacings (d) and different topping measures ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

打顶方式 ²⁾ Topping measure ²⁾	不同处理组总脂质量分数/%			均值/% Average
	Mass ratio of total lipid of different treatment groups			
	$d=25$ cm	$d=30$ cm	$d=35$ cm	
T1	33.91	34.94	31.42	33.42cC
T2	36.83	36.69	32.46	35.33bB
T3	35.55	34.11	33.31	34.32bcBC
T4	35.32	31.84	33.08	33.41cC
T5 (CK)	43.84	41.30	34.00	39.71aA
均值 Average	37.09aA	35.78bB	32.85cC	

¹⁾ 同列或同行中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)。Different small letters and capitals in the same column or the same row indicate the significant ($P < 0.05$) and the extremely significant ($P < 0.01$) differences, respectively.

²⁾ T1: 出苗后1个月打顶 Topping at one month after sprouting; T2: 出苗后2个月打顶 Topping at two months after sprouting; T3: 出苗后3个月打顶 Topping at three months after sprouting; T4: 出苗后4个月打顶 Topping at four months after sprouting; T5 (CK): 不打顶 No topping.

表6 在行距(d)和打顶方式不同的种植条件下续随子种子总脂产量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾Table 6 Comparison of total lipid yield in seed of *Euphorbia lathyris* Linn. under planting conditions with different row spacings (d) and different topping measures ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

打顶方式 ²⁾ Topping measure ²⁾	不同处理组总脂产量/kg·hm ⁻²			均值/kg·hm ⁻² Average
	Yield of total lipid in different treatment groups			
	$d=25$ cm	$d=30$ cm	$d=35$ cm	
T1	56.51	111.36	83.56	83.66cB
T2	117.66	101.98	152.69	125.75bcB
T3	173.99	125.71	158.18	152.48bB
T4	128.47	118.20	155.25	134.10bcB
T5 (CK)	283.74	359.73	159.98	263.27aA
均值 Average	147.37aA	157.94aA	141.31aA	

¹⁾ 同列或同行中不同的小写字母和大写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)。Different small letters and capitals in the same column or the same row indicate the significant ($P < 0.05$) and the extremely significant ($P < 0.01$) differences, respectively.

²⁾ T1: 出苗后1个月打顶 Topping at one month after sprouting; T2: 出苗后2个月打顶 Topping at two months after sprouting; T3: 出苗后3个月打顶 Topping at three months after sprouting; T4: 出苗后4个月打顶 Topping at four months after sprouting; T5 (CK): 不打顶 No topping.

2.3.2 对总脂产量的影响 由表6可见:随种植行距的增加,续随子种子中总脂产量波动变化且无明显的变化规律,其均值在各处理间无显著差异;但总体上看,采取30 cm行距种植,总脂产量相对较高,平均达157.94 kg·hm⁻²。在不同时间进行打顶,各处理组的总脂产量均极显著低于不打顶处理(对照),且在

出苗后1至2个月打顶,总脂产量总体上低于出苗后3至4个月打顶;其中出苗后1个月打顶,总脂产量最低;而种植过程中不采取打顶措施,续随子种子中总脂产量最高,平均可达263.27 kg·hm⁻²。

综合分析结果表明:续随子种子的总脂产量与种植行距不相关而与是否采取打顶措施有关。要获得较高的种子总脂产量,在续随子种植过程中则应选择30 cm行距且不打顶的种植方法,续随子种子的总脂产量可达359.73 kg·hm⁻²。

3 讨 论

上述实验结果表明:采取25 cm行距种植,续随子的单株干质量和株高均显著小于其他处理,与植株可利用空间及营养和光照的减少不利于续随子生长有关,因此,采取35 cm行距进行种植续随子营养生长最佳。虽然续随子种子总脂含量随行距增大极显著降低,但由于行距对种子产量无显著影响,故采取不同的种植行距续随子种子的总脂产量并无显著差异。综合生长和产量指标,采取30 cm行距种植,续随子生长较佳且种子产量及总脂产量均较高。

合理打顶可以打破作物的顶端优势、促进分枝生长,使作物能充分利用光热资源并获取更多的养分,能最大限度地提高作物产量和改善品质。不同作物最佳打顶时期不同^[19];不同时期打顶对作物生长发育、产量甚至化学成分组成也有很大影响^[20-21]。本实验结果表明:打顶可以打破续随子茎单一生长的特性,促进其腋芽萌发并增加分枝数,但打顶后续随子种子的千粒质量和产量均显著降低,不利于增产;此外,打顶后续随子种子总脂含量也显著下降,极大地降低了续随子收获部位的品质,进而造成其总脂产量的降低。可见,在种植过程中采取打顶措施不利于续随子种子中脂肪酸的积累。因而,综合考虑续随子农艺性状、产量及总脂含量等指标,在续随子的栽培过程中,应选择行距30 cm以及不打顶的种植措施,可获得较高的种子产量及总脂产量,而打顶增产方法不适用于续随子种植。

据报道,采用传统种植密度,续随子种子产量约为1650 kg·hm⁻²^[15]。而在本实验中续随子种子产量均偏低,与种植规模小、样本量偏少且误差较大有关,与实际大田种植收获的产量有一定出入。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第四十四卷第三分册[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 69-71.
- [2] 程莉君, 钱学射, 顾龚平, 等. 能源作物续随子的综合利用和栽培[J]. 中国野生植物资源, 2007, 26(4): 19-22.
- [3] CALVIN M, NEMETHY E K, REDENBAUGH K, et al. Plants as a direct source of fuel[J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 1982, 38(1): 18-22.
- [4] 中国油脂植物编写委员会. 中国油脂植物[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 266.
- [5] 危文亮, 金梦阳, 马冲, 等. 续随子油脂脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2007, 32(5): 70-71.
- [6] HENRI W G, PETER W R. Lipid synthesis in the laticifers of *Euphorbia lathyris* L. seedlings[J]. Planta, 1982, 154(4): 347-351.
- [7] 金梦阳, 马冲, 危文亮, 等. 新型能源植物续随子的核型分析[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(2): 213-215.
- [8] 金梦阳, 危文亮. 续随子辐射效应研究及适宜辐射剂量预测[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(4): 428-432.
- [9] 王晓敏, 龚德勇, 张燕, 等. 干旱胁迫对续随子生育特性的影响[J]. 贵州农业科学, 2010(9): 74-76.
- [10] 龚德勇, 张燕, 欧珍贵, 等. 能源油料植物续随子褐斑病的发生及防治[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(18): 9589-9590, 9645.
- [11] 张燕, 王晓敏, 张显波. 续随子栽培技术及其利用价值[J]. 中国新技术新产品, 2010(10): 229.
- [12] 杨开渠. 续随子生物学性状之初步研究[J]. 科学, 1945, 28(1): 36.
- [13] 江苏新医学院. 中药大辞典: 上册[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977: 216-217.
- [14] 中国药科大学. 中药辞海: 第一卷[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1993: 544-555.
- [15] 金梦阳, 危文亮, 赵永国. 续随子单株产量构成要素的灰色关联分析[J]. 种子, 2010, 29(1): 68-69.
- [16] AYERBE L, TENORIO J L, VENTAS P, et al. *Euphorbia lathyris* L. as an energy crop: Part I. Vegetative matter and seed productivity[J]. Biomass, 1984, 4(4): 283-293.
- [17] 金梦阳, 段先琴, 赵永国, 等. 不同施肥处理对续随子产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(4): 825-836, 847.
- [18] GB/T 14488.1—1993 植物油料含油量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [19] 富琼. 农作物增产巧打顶[J]. 农家参谋, 2002(6): 9.
- [20] 刘常荣, 孟剑君. 不同打顶时间对烤烟 K326 烟叶产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2006(3): 155-156.
- [21] 卫双玲, 高桐梅, 张海洋, 等. 不同时期打顶对不同地点夏芝麻产量、品质及光合特性的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(4): 170-174.

(责任编辑: 惠红)

欢迎订阅 2014 年《生态与农村环境学报》

《生态与农村环境学报》系国家环境保护部主管、环保部南京环境科学研究所主办的学术期刊, 是中文核心期刊(GCJC)、中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊、中国学术期刊评价研究报告(RCCSE)中国权威学术期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊), 被中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)、中文社会科学引文索引(CSSCI)、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)、中国期刊全文数据库(CJFD)、中国核心期刊(遴选)数据库、CA、CABI、BA、BP、BD、UPD、GeoBase、ZR、EM、Scopus、AGRIS、中国农业文摘和中国生物学文摘等国内外重要刊库收录。系全国优秀环境科技期刊、江苏省优秀期刊、中国期刊协会赠建全国百家期刊阅览室指定赠送期刊。

本刊宗旨: 及时报道生态与农村环境保护领域的研究动态、理论、方法与成果等。主要栏目: 研究报告、研究简报、研究方法、专论与综述、学术讨论与建议等。主要内容: ①区域环境与发展, 包括生态环境变化与全球环境影响、区域生态环境风险评价、环境规划与管理、区域生态经济与生态安全等;

②自然保护与生态, 包括自然资源保护与利用、生物多样性与外来物种入侵、转基因生物环境安全与监控、生态保护和生态工程与生态修复、有机农业与农业生态等; ③污染控制与修复, 包括污染控制原理与技术、土壤污染与修复、水环境污染与修复、农业废物综合利用与资源化、农用化学品(包括化学品)风险评价与监控等。主要读者对象: 从事生态学、环境科学、农学、林学、地学、资源科学等研究、教学、生产的科技人员, 相关专业的高等院校师生以及各级决策与管理人员。

本刊为双月刊, 单月 25 日出版, A4 开本, 每期 136 页; 每期定价 20.00 元, 全年定价 120.00 元; 公开发售, 国内邮发代号 28-114, 全国各地邮局均可订阅; 国外由中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)负责发行, 国外发行代号 Q5688。如漏订, 可向本刊编辑部补订。编辑部地址: 江苏省南京市蒋王庙街 8 号(邮编 210042); 电话: 025-85287036, 025-85287052, 025-85287053; E-mail: ere@vip.163.com, bjb@nies.org; 网址: <http://www.ere.ac.cn>。

欢迎投稿! 欢迎订阅!