

## 不同种植密度·施肥水平·收获次数对饲用油菜产量的影响

李宁, 常海滨, 黄威 (黄冈市农业科学院, 湖北黄冈 438000)

**摘要** [目的]了解饲用油菜产量的影响因素。[方法]选取饲用油菜品种华油杂62为试材,通过设置不同种植密度、施肥水平以及收获次数,研究其对饲用油菜产量的影响。[结果]饲用油菜分次收割时,施肥水平是影响其生物产量的主要因素;饲用油菜一次性收割时,种植密度是影响其生物产量的主要因素;一次性收割饲用油菜生物产量普遍明显高于分次收割产量。[结论]应根据实际生产需求,适当调整饲用油菜种植收获方式,饲用油菜的适宜种植密度为30万~45万株/hm<sup>2</sup>,适宜施肥量为600 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 饲用油菜;分次收割;一次收获;种植密度;产量;施肥水平

中图分类号 S816 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)08-0086-02

## Effects of Different Planting Densities, Fertilization Levels and Harvest Times on the Yield of Forage Rape

LI Ning, CHANG Hai-bin, HUANG Wei (Huanggang Academy of Agricultural Sciences, Huanggang, Hubei 438000)

**Abstract** [Objective] To determine factors affecting the yield of forage rape. [Method] Selecting forage rape variety Huayouza 62 as test materials, different planting densities, fertilization levels and harvest times were designed to study their effects on the yield of forage rape. [Result] When rapeseed was harvested at different times, the fertilization level was the main factor that affected its biological yield; When the rapeseed was harvested at one time, the planting density was the main factor that affected its biological yield. One-time harvested feed rape's biological yield was significantly higher than that of harvest at different times. [Conclusion] The planting and harvest means of forage rapeseed should be adjusted according to the actual production demand. The optimum planting density of forage rape was  $30 \times 10^4 - 45 \times 10^4$  plants/hm<sup>2</sup>, and the appropriate fertilization amount was 600 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words** Forage rape; Harvest at different times; Harvest at one time; Planting density; Yield; Fertilization level

自改革开放以来,随着人们生活水平和观念的转变,我国畜牧业得到迅速发展,草食动物产品已成为人们消费热点,目前我国已成为世界养殖生产大国和饲料原料需求大国,但我国饲料原料的生产和加工业发展却严重滞后,大宗饲料原料的供需矛盾制约着饲料工业的快速发展。随着畜牧业的快速发展,饲料资源匮乏已成为限制畜牧业进一步发展的主要因素<sup>[1]</sup>。近年来,饲用油菜因其生长快、产量高、饲用效果好,种植技术简单、便于推广等特点,已成为一种优质的青粗饲料资源<sup>[2]</sup>。大量研究表明,饲用油菜与青贮玉米等作物混合饲喂,对山羊、肉牛、奶牛等动物生长有很好的效果<sup>[3-6]</sup>。

黄冈位于长江中下游,湖北省东部,属于亚热带大陆性季风气候,江淮小气候区,四季光热界线分明。自2006年以来,经过10余年的发展,黄冈已成为全国中部最大的畜牧业奶牛养殖地区,青贮饲料需求量极大,冬季青贮饲料缺乏问题突出。饲用油菜可在9—10月水稻收获后种植,不仅可以有效减少农田风蚀和水土流失,而且能延长土地的绿色覆盖时间,同时减少水分蒸发,保护耕地,减轻沙尘危害,有效起到保护生态的作用,减少冬闲田面积<sup>[7]</sup>,同时有效缓解冬季畜牧养殖青贮饲料资源缺乏问题。笔者以湖北省大面积推广饲用油菜品种华油杂62为供试材料,通过设置不同种植密度、施肥水平以及收获次数,研究其对饲用油菜产量的影响。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验地概况** 试验于2016年10月至2017年5月在黄

冈市农业科学院现代科技示范园进行。试验地立地条件良好,土层深厚,土壤为长江冲击壤,肥力中等偏上,前茬作物为水稻。

**1.2 供试品种** 饲用油菜品种选用华油杂62,购自湖北国科高新技术有限公司。

**1.3 试验设计与栽培管理** 试验采用完全随机设计,小区面积3.2 m×5.0 m,行距30 cm,10行/区,设置3种播种密度[15万株/hm<sup>2</sup>(A<sub>1</sub>)、30万株/hm<sup>2</sup>(A<sub>2</sub>)、45万株/hm<sup>2</sup>(A<sub>3</sub>)]和3种施肥水平[450 kg/hm<sup>2</sup>(B<sub>1</sub>)、600 kg/hm<sup>2</sup>(B<sub>2</sub>)、750 kg/hm<sup>2</sup>(B<sub>3</sub>)]。分别设置2次收割和一次收割2个处理。其中,2次收割处理分别于2017年2月14日(油菜抽薹后期)第1次收获饲用油菜测产,4月13日(油菜荚果期)第2次收获饲用油菜测产;一次收割处理,于4月13日一次性收获测产。

**1.4 数据处理** 测定饲用油菜鲜重,试验数据使用Excel 2007、Origin 7.5、DPS 7.05软件进行统计与分析。

## 2 结果与分析

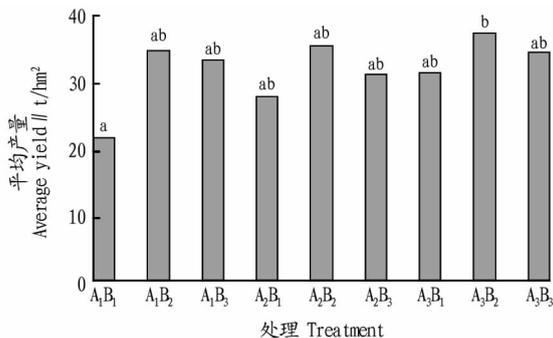
**2.1 不同密度和施肥水平条件下第1次收获饲用油菜产量的比较** 青贮作物鲜重是衡量一个牧草品种生产性能的主要指标。在饲用油菜抽薹后,于2月14日进行第1次饲用油菜收割,收割统一留茬10 cm。对收割后的饲用油菜进行测产,利用DPS 7.05软件进行单因素分析和双因素分析,结果发现不同种植密度间饲用油菜冬季第1次收割产量无显著差异,不同施肥水平间第1次收割产量有显著差异。不同种植密度与施肥水平互作处理间也有显著差异。从图1可以看出,A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>处理第1次收获产量最低,饲用油菜产量为21.63 t/hm<sup>2</sup>;A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>处理产量最高,饲用油菜产量为37.38 t/hm<sup>2</sup>。

**2.2 不同密度和施肥水平条件下第2次收获饲用油菜产量的比较** 于2月14日进行第1次饲用油菜收割后,各处理

**基金项目** 湖北省现代产业技术体系项目;湖北省农业科技创新中心资助项目(2017-620-001-03)。

**作者简介** 李宁(1985—),男,湖北随州人,农艺师,硕士,从事农作物病虫害防治研究。

**收稿日期** 2017-11-22



注:不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different small letters indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

图1 第1次收获饲用油菜产量的比较

Fig.1 Comparison of the first harvest yield of forage rape

按照相应施肥水平进行追肥,并于油菜荚果期(4月13日)进行第2次收割,并对收割后的饲用油菜进行测产,利用 DPS 7.05 软件进行单因素分析和双因素分析。单因素分析结果表明,不同种植密度以及施肥水平间均无显著差异,不同种植密度及施肥水平对饲用油菜第2次收割产量无显著影响。从图2可以看出,A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 处理第2次收获产量最高,为 37.55 t/hm<sup>2</sup>; A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 处理第2次收获产量最高,为 26.31 t/hm<sup>2</sup>。

**2.3 不同密度、施肥水平条件下一性收获饲用油菜产量的比较** 于油菜荚果期(4月13日)进行一次性收割,并对收割后的饲用油菜进行测产,利用 DPS 7.05 软件进行单因素分析和双因素分析。单因素分析结果表明,不同种植密度间饲用油菜一次性收割产量有显著差异。不同施肥水平间无显著差异。从图3可以看出,处理 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 与 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 有显著差异( $P < 0.05$ ),其中 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 处理一次性收获产量最低,为 53.38 t/hm<sup>2</sup>; A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理一次性收获产量最高,为 86.46 t/hm<sup>2</sup>,A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 处理饲用油菜产量为 84.17 t/hm<sup>2</sup>。

表1 不同收获次数间饲用油菜产量的比较

Table 1 Yield comparison of forage rape among different harvest times

处理 Treatment	2次收获产量 Twice harvest's yield//t/hm <sup>2</sup>			一次性收获平均产量 Average yield for harvest at one time//t/hm <sup>2</sup>	增幅 Increase rate//%
	第1次收获 The first harvest	第2次收获 The second harvest	总产量 Total output		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	21.63	37.55	59.18	75.81	-21.94
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	34.80	34.23	69.03	68.08	1.40
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	33.35	36.60	69.95	84.17	-16.89
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	27.84	31.48	59.32	86.46	-31.39
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	35.35	28.33	63.68	73.50	-13.36
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	31.25	31.46	62.71	78.38	-19.99
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	31.38	26.31	57.69	53.38	8.07
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	37.38	29.81	67.19	73.40	-8.46
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	34.54	33.63	68.17	70.52	-3.33

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,饲用油菜分2次收割时,施肥水平是影响其生物产量主要因素,其原因可能是,苗期施足底肥有助于饲用油菜生长,施肥水平较高时其第1次收获产量也较

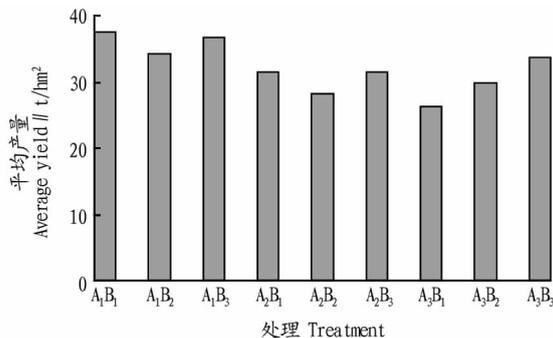
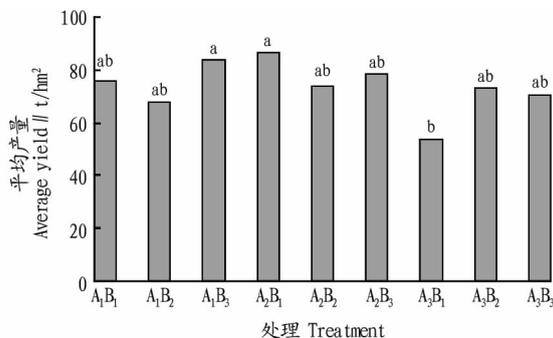


图2 第2次收获饲用油菜产量的比较

Fig.2 Comparison of the second harvest yield of forage rape



注:不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different small letters indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

图3 一次性收获饲用油菜产量的比较

Fig.3 The comparison of one-time harvest yield

**2.4 不同收获次数间饲用油菜产量的比较** 由表1可知,对2次收获产量和一次性收获产量进行比较,发现一次性收割饲用油菜生物产量明显高于两次收获产量,其中 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理下不同收割次数间产量差异较大,一次性收获产量比2次收获饲用油菜产量增加 31.39%。

高,第1次收获后及时追施肥料,有助于饲用油菜二次生长,进而提高第2次收获产量;饲用油菜于荚果期一次性收割时,种植密度是影响其生物产量主要因素,其原因可能包括:

(下转第107页)

的转化子在不含遗传毒素的 V8 培养基上连续继代培养 10 代后,重复上述试验,结果同上面的统计数据趋势相一致。

进一步分析 *PsSed5* 沉默突变体在致病性方面的变化。用野生型菌株和 *PsSed5* 沉默突变体菌株接种生长 10 d 的 Williams 大豆。大豆疫霉在含 1% 琼脂的 V8 培养基上培养 3 d,在菌落边缘切取 2 mm × 2 mm 的菌丝块作为接种体接种没有创伤的叶片,2 d 后发现野生型菌株在大豆叶片上形成明显的扩展,发病显著,而 *PsSed5* 沉默突变体菌株几乎没有扩展,说明其丧失了致病性(图 4)。同样将继代培养 10 代的突变体菌株进行上述致病性测定,得到同上述试验相同的结果。

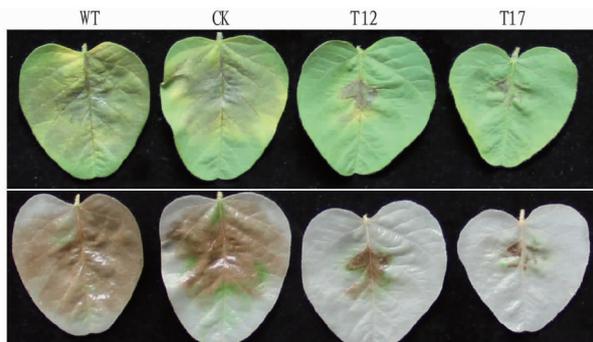


图 4 *PsSed5* 沉默突变体致病性测定

Fig. 4 Pathogenicity identification of *PsSed5*-silenced mutants

### 3 结论与讨论

细胞内及细胞间的物质交换需要膜泡参与运输,而 SNARE 蛋白是膜泡间融合的必要因子,SNARE 蛋白家族之一的 Sed5 参与多种运输膜泡之间的融合,其在酵母中是细胞存活所必需的因子之一<sup>[4]</sup>。在大豆疫霉中,*PsSed5* 基因是组成性高表达,说明其参与了大豆疫霉生长发育及侵染的各个过程,而其沉默突变体表型的变化也证明了该基因在大豆疫霉菌中起到重要作用。*PsSed5* 沉默突变体的致病性几乎

丧失,但考虑到其生长速率有所减慢,菌丝生长势弱,因此不能排除其致病性下降是生长速率减弱所引起的。但近期的报道中,真菌一系列和外泌相关基因的功能解析表明,这些基因的缺失会导致一系列致病因子的外泌受到破坏,从而导致致病性的丧失<sup>[7]</sup>。疫霉属植物病原菌中包含大量的 RxLR 类外泌效应因子,其中很多被证明在侵染过程中发挥着重要的作用<sup>[8]</sup>,因此推测,*PsSed5* 沉默突变体致病性的丧失可能是由于致病因子在外泌过程中被阻断,从而导致大豆疫霉不能成功侵染寄主。在后续研究中,拟通过分析野生型菌株和 *PsSed5* 沉默突变体菌株在外泌蛋白的分泌上是否有质和量的差异,以揭示其致病力减弱的主要原因,并找出大豆疫霉菌关键性的致病因子,为大豆疫霉菌的防控提供理论依据。

### 参考文献

- [1] BIRCH P R J, ARMSTRONG M, BOS J, et al. Towards understanding the virulence functions of RXLR effectors of the oomycete plant pathogen *Phytophthora infestans* [J]. *J Exp Bot*, 2009, 60(4): 1133 - 1140.
- [2] MA Z C, ZHU L, SONG T Q, et al. A paralogous decoy protects *Phytophthora sojae* apoplastic effector PsXEG1 from a host inhibitor [J]. *Science*, 2017, 355(6326): 710 - 714.
- [3] ZHAO W, DONG S M, YE W W, et al. Genome-wide identification of *Phytophthora sojae* SNARE genes and functional characterization of the conserved SNARE PsYKT6 [J]. *Fungal Genet Biol*, 2011, 48(3): 241 - 251.
- [4] BURRI L, LITHGOW T. A complete set of SNAREs in yeast [J]. *Traffic*, 2004, 5(1): 45 - 52.
- [5] 赵伟. 大豆疫霉 GPCR - PIPKs 基因家族及 PsYKT6 功能分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2010: 129 - 150.
- [6] 李爱宁, 邱金龙. 大豆疫霉促有丝分裂原蛋白激酶 PsSAKI 和 PsMPK1 的功能分析[C]//2010 年中国科学院微生物研究所博士后学术年会暨第二届博论论坛论文集摘要集. 北京: 中国植物保护学会生物入侵分会, 2011.
- [7] YI M, CHI M H, KHANG C H, et al. The ER chaperone LHS1 is involved in asexual development and rice infection by the blast fungus *Magnaporthe oryzae* [J]. *Plant cell*, 2009, 21(2): 681 - 695.
- [8] DOU D L, KALE S D, WANG X, et al. RXLR-mediated entry of *Phytophthora sojae* effector Avr1b into soybean cells does not require pathogen-encoded machinery [J]. *Plant cell*, 2008, 20(7): 1930 - 1947.

(上接第 87 页)

在饲用油菜整个生长周期中,适合的种植密度有助于饲用油菜单株的生长,进而提高整个饲用油菜的生物产量。由此可见,适宜的种植密度和施肥水平下饲用油菜产量的生产潜力才能发挥到最大。同时,一次性收割饲用油菜的生物产量明显高于分次收割产量。

因此,根据实际生产需求应当适当调整饲用油菜种植方式,如果需要冬季鲜食饲喂,可考虑在较高种植密度水平下适当提高施肥水平;若采取一次性收获,可在较高施肥水平下适当调整种植密度。饲用油菜的适宜种植密度为 30 万 ~ 45 万株/hm<sup>2</sup>,适宜施肥水平为 600 kg/hm<sup>2</sup>,且在油菜开花收割产量最高,甘光华等<sup>[8]</sup>研究也表明饲用油菜开花期收割鲜草产量最高。

### 参考文献

- [1] 杨在宾. 非常规饲料资源的特性及应用研究进展[J]. *饲料工业*, 2008, 29(7): 1 - 4.
- [2] 董小英, 唐胜球. 饲用油菜生物学特性及应用研究进展[J]. *饲料与畜牧*, 2014(7): 9 - 11.
- [3] 杨华, 熊明清, 余陵峰, 等. 青贮饲用油菜对肉牛增重效果的研究[J]. *中国饲料*, 2017(2): 16 - 18.
- [4] 邱玉朗, 罗斌, 于维, 等. 发酵全混合日粮对肉羊生长性能与血液生化指标的影响[J]. *饲料研究*, 2013(12): 46 - 48.
- [5] 王亚犁. 利用饲用油菜复合青贮肥秦川牛试验研究[J]. *中国草食动物*, 2005, 25(3): 37 - 38.
- [6] 王亚犁. 饲用油菜与枯黄玉米秸秆复合青贮饲喂滩羊试验[J]. *中国畜牧杂志*, 2005, 41(2): 57.
- [7] 孙鸿良, 杜子端. 草地生态农业与产品革新是西北地区农业的出路[J]. *农村生态环境*, 2002, 18(3): 43 - 44, 55.
- [8] 甘兴华, 李雯, 刘水华, 等. 7 种饲用油菜的品比试验与分析[J]. *江西畜牧兽医杂志*, 2012(6): 33 - 36.