

# 海藻生物有机液肥对蔬菜种子萌发和幼苗生长的影响

刘培京<sup>1</sup>, 王飞<sup>2</sup>, 张树清<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 江西农业大学生物科学与工程学院, 江西南昌 330045)

**摘要** [目的] 研究海藻生物有机液肥对不同蔬菜的种子萌发和幼苗生长影响效果。[方法] 以不同稀释浓度的海藻生物有机液肥, 对黄瓜、番茄、辣椒 3 种蔬菜种子进行浸种处理和盆栽试验, 观察海藻生物有机液肥对蔬菜种子萌发和幼苗生长的影响效果。[结果] 与对照相比, 施用 600 倍稀释的海藻生物有机液肥的黄瓜、番茄种子的发芽率存在显著差异, 施用 400 倍稀释的海藻生物有机液肥的辣椒种子的发芽率存在显著差异; 以不同稀释倍数的海藻生物有机液肥浸种处理的辣椒种子的发芽势和发芽指数无显著差异。200、400 倍稀释的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒幼苗生长的根长、株高、株鲜重、株干重、叶绿素含量、叶面积均有显著提高。600 倍稀释的海藻生物有机液肥处理黄瓜种子后, 幼苗与对照相比, 根长、叶绿素含量、叶面积存在显著差异, 但株高、株鲜重、株干重无显著差异。600 倍稀释的海藻生物有机液肥对辣椒、番茄浸种后, 与对照相比, 幼苗根长、叶绿素含量、株高、株鲜重、株干重存在显著差异, 但叶面积无显著差异。[结论] 海藻生物有机液肥应用蔬菜种子浸种, 对提高发芽率和幼苗壮苗具有较好的效果。

**关键词** 海藻生物有机液肥; 黄瓜; 辣椒; 番茄; 种子萌发; 幼苗生长

**中图分类号** S506.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)34-13210-04

## Effects of Liquid Seaweed Bio-organic Fertilizer on Seed Germination and Seedling Growth of Vegetables

LIU Pei-jing et al (Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

**Abstract** [Objective] This study aimed to investigate the effects of liquid seaweed bio-organic fertilizer on seed germination and seedling growth of different vegetables. [Method] Serial dilution concentrations of liquid seaweed bio-organic fertilizer were prepared for seed soaking and pot incubation of cucumber, tomato and chili, to observe the effects of liquid seaweed bio-organic fertilizer on seed germination and seedling growth of vegetables. [Result] Compared with the control, seed germination rate of cucumber and tomato applied with 600-fold liquid seaweed bio-organic fertilizer varied significantly; seed germination rate of chili applied with 400-fold liquid seaweed bio-organic fertilizer varied significantly; seed germinability and germination index of chili applied with different dilution concentrations of liquid seaweed bio-organic fertilizer presented no significant differences. In addition, 200-fold and 400-fold liquid seaweed bio-organic fertilizer significantly improved the root length, plant height, plant fresh weight, plant dry weight, chlorophyll content and leaf area of cucumber, tomato and chili seedlings; after treated with 600-fold liquid seaweed bio-organic fertilizer, root length, chlorophyll content and leaf area of cucumber seedlings varied significantly compared with the control, but no significant differences were observed in plant height, plant fresh weight and plant dry weight; after treated with 600-fold liquid seaweed bio-organic fertilizer, root length, chlorophyll content, plant height, plant fresh weight and plant dry weight of chili and tomato varied significantly compared with the control, but no significant differences were observed in leaf area. [Conclusion] Soaking vegetable seeds with liquid seaweed bio-organic fertilizer can significantly improve seed germination rate and seedling growth.

**Key words** Liquid seaweed bio-organic fertilizer; Cucumber; Chili; Tomato; Seed germination; Seedling growth

海藻肥是天然海藻如巨藻 (*Macrocystis*)、泡液藻 (*Asophyllum*)、海囊藻 (*Nereocystis*)、昆布 (*Ecklonia*) 等经过特殊生化工艺处理制成的液体生物有机肥料<sup>[1-3]</sup>。海藻肥含有吡啶有机酸生长素、细胞激动素、赤霉素、植物碱及陆生植物无法比拟的维生素 (维生素 C、维生素 K、维生素 E)<sup>[4-6]</sup>、40 余种矿物元素和 17 种氨基酸<sup>[7-8]</sup> 等多种天然生物活性物质, 可综合调节作物的各种生理机能<sup>[9-10]</sup>。海藻生物有机液肥所含有的海藻酸钠是一种天然土壤调节剂<sup>[11]</sup>, 能促进土壤团粒结构的形成<sup>[12]</sup>, 改善土壤内部孔隙空间, 协调土壤中固、液、气三者的比例, 恢复土壤由于化学污染而失去的天然胶质平衡, 从而激发土壤微生物的活动<sup>[13-14]</sup>, 增加速效养分的释放, 促进作物根系生长, 提高作物的抗逆性<sup>[15-16]</sup>。笔者以自行研制的海藻生物有机液肥为材料, 对黄瓜、番茄、辣椒 3 种蔬菜种子进行浸种后, 研究了海藻生物有机液肥对蔬菜种子萌发和幼苗生长的影响, 以期海藻生物有机液肥的使用方法和效果提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 作物品种。黄瓜 (津绿 3 号)、番茄 (合作 903 大红番

茄)、辣椒 (新早杂 2 号) 购自江西南昌市种子市场。

**1.1.2 海藻 (褐藻)**。由山东威海海洋时代食品有限公司生产提供。

**1.1.3 药品试剂**。丙酮、碳酸钙等试剂均为 AR 级, 由北京化工厂生产。

**1.1.4 仪器**。石英砂、漏斗、滤纸、研钵、试管、量筒、722 可见分光光度计, 电热干燥箱, 13 cm × 19 cm × 12 cm 大发芽盒, 光照培养箱。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 海藻生物有机液肥制作**。取 15 L 海藻匀浆, 按原料比例 0.3% 添加复合酶, 调节 pH = 6, 在 50 °C 条件下进行酶解反应 72 h, 再经 2 000 r/min 离心机离心, 取上清液。最后将上清液复配制成液肥。使用前将液肥稀释成 200、400、600、800、1 000 倍肥料溶液备用。

**1.2.2 不同稀释浓度海藻生物有机液肥对蔬菜种子萌发的影响**。试验设置 6 个处理, 将筛选过的黄瓜、番茄、辣椒种子分别放入稀释后的 200、400、600、800、1 000 倍肥料溶液、清水 (CK) 中浸种 8 h, 之后用蒸馏水冲洗 3 次, 每处理取种子 100 粒, 3 次重复。在 13 cm × 19 cm × 12 cm 大发芽盒中, 铺上 2 层直径 15 cm 滤纸, 以清水保持湿润, 将种子以适当间距平放在滤纸上且置于光照培养箱在 25 °C 温度条件下培养黄

**作者简介** 刘培京 (1973 - ), 男, 北京人, 助理研究员, 从事新型肥料研制与废弃资源利用研究。\* 通讯作者。

**收稿日期** 2013-11-04

瓜、番茄,30℃温度下培养辣椒。以后每天及时补充水分及换气,黄瓜生长到第6天测定发芽势,第8天测定发芽率,计算发芽指数;番茄第8天测定发芽势,第14天测定发芽率,计算发芽指数<sup>[17]</sup>;辣椒第9天测定发芽势,第14天测定发芽率,计算发芽指数<sup>[18-19]</sup>。

**1.2.3 不同稀释浓度海藻生物有机液肥对蔬菜幼苗生长的影响。**选取黄瓜、番茄、辣椒种子分别进行盆栽试验。每个试验共设6个处理,处理同“1.2.2”,每个处理重复3次。盆栽采用直径12cm的花盆,将黄瓜、番茄、辣椒种子放入不同稀释浓度的海藻肥液、清水(CK)中浸种8h,浸泡后倒掉浸泡液。将浸泡后的种子分别均匀的点播在土壤质量相等的花盆中。每盆于2011年6月15日播种50粒,用同等量土壤300g覆盖。然后用等量清水250ml分别喷洒灌水。幼苗子叶张开后,2011年6月29日取10株幼苗用游标卡尺测量幼苗的根长、株高<sup>[20]</sup>、株鲜重,同时测定叶绿素含量<sup>[21]</sup>,另取10株幼苗在60℃温度下烘干24h,测定株干重。

### 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 发芽势和发芽率测定方法**<sup>[22-24]</sup>。发芽率(%)(GR) =  $Gt/T \times 100$

发芽势(%)(GE) = 指定某天的发芽数/ $T \times 100$

发芽指数(GI) =  $\sum Gt/Dt$

式中, $Gt$ 表示 $t$ 时间内的发芽数, $Dt$ 表示相应的发芽天数, $T$ 表示种子总数。

**1.3.2 叶绿素测定方法**<sup>[25]</sup>。采用分光光度计双波长比色法。

**1.4 数据处理** 试验数据均采用Excel2003进行处理,用SPSS16.0统计软件进行方差分析和多重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 不同稀释浓度海藻生物有机液肥对蔬菜种子萌发的影响** 由表1~3可知,不同稀释浓度的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒种子的发芽率均有一定的促进作用,与对照相比,施用600倍稀释的海藻生物有机液肥的黄瓜、番茄种子的发芽率存在显著差异,施用400倍稀释的海藻生物有机液肥的辣椒种子的发芽率存在显著差异;施用200、400倍稀释的海藻生物有机液肥的3种蔬菜种子的发芽率均存在极显著差异,综合施肥成本考虑,在应用海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄进行浸种处理时,以600倍稀释的浓度最佳。应用海藻生物有机液肥对辣椒进行浸种处理,效果并不十分明显。

不同稀释浓度的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄种子的发芽势和发芽指数均有一定的促进作用,与对照相比,以600倍稀释及更高浓度的海藻生物有机液肥浸种处理的黄瓜种子的发芽势存在显著差异,以600倍稀释及更高浓度的海藻生物有机液肥浸种处理的番茄种子的发芽指数存在显著差异;以不同稀释倍数的海藻生物有机液肥浸种处理的辣椒种子的发芽势和发芽指数无显著差异。海藻肥中含有的各种天然活性物质和矿质元素对种子的萌发有一定的促进作用,但对不同作物种子的发芽率和发芽势影响效果不同,反映了

作物种子在萌发期间对养分需求的差异性。

表1 不同浓度海藻生物有机液肥处理对黄瓜种子萌发的影响

稀释倍数	发芽势	发芽率//%	发芽指数
200	83.00 ± 1.00 a	91.67 ± 0.58 a	36.83 ± 1.15 a
400	82.67 ± 1.53 a	90.67 ± 0.58 ab	36.77 ± 2.25 a
600	81.00 ± 1.00 ab	89.67 ± 2.08 b	35.50 ± 2.20 ab
800	78.67 ± 1.53 bc	85.67 ± 0.58 c	34.10 ± 1.26 bc
1 000	78.33 ± 2.52 bc	85.00 ± 1.00 c	34.07 ± 1.40 c
CK	77.67 ± 1.53 c	85.67 ± 0.58 c	32.97 ± 2.25 bc

表2 不同浓度海藻生物有机液肥处理对番茄种子萌发的影响

稀释倍数	发芽势	发芽率//%	发芽指数
200	86 ± 1.00 a	93.000 ± 1.00 a	40.77 ± 3.15a
400	85 ± 1.00 a	91.000 ± 1.00 a	40.63 ± 2.15a
600	83 ± 3.00 ab	89.667 ± 2.08a	37.40 ± 3.40ab
800	80 ± 2.65 bc	86.000 ± 2.65b	37.03 ± 2.32bc
1000	78 ± 2.00 c	85.000 ± 2.00 b	35.77 ± 2.25c
CK	79 ± 2.65bc	84.000 ± 2.65 b	35.87 ± 2.32c

表3 不同浓度海藻生物有机液肥处理对辣椒种子萌发的影响

稀释倍数	发芽势	发芽率//%	发芽指数
200	81.67 ± 1.53 a	92.67 ± 1.53 a	39.07 ± 2.15 a
400	81.67 ± 1.15 a	92.33 ± 1.53 a	38.07 ± 2.12 a
600	80.33 ± 0.58 a	91.33 ± 2.08 ab	37.93 ± 3.06 a
800	80.00 ± 2.00 a	90.00 ± 2.00 ab	36.90 ± 3.20 a
1 000	82.67 ± 4.04 a	90.33 ± 0.58 ab	39.20 ± 1.46 a
CK	80.00 ± 1.00 a	88.67 ± 1.53 b	38.90 ± 2.10 a

**2.2 不同稀释浓度海藻生物有机液肥对蔬菜幼苗生长的影响** 从表4~6可知,600倍稀释及更高浓度的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒种子进行浸种处理后,3种作物幼苗的根长、株高、株干重与对照相比均存在显著差异( $P < 0.05$ ),在该浓度条件下,黄瓜和辣椒的叶绿素含量比对照有显著提高( $P < 0.05$ ),番茄、辣椒的株鲜重比对照有显著提高( $P < 0.05$ ),黄瓜、番茄的叶面积有显著提高( $P < 0.05$ );400倍稀释及更高浓度的海藻生物有机液肥对黄瓜株鲜重及对辣椒的叶面积2项指标有显著提高( $P < 0.05$ )。整体而言,600倍稀释的海藻生物有机液肥浸种处理后,能显著提高蔬菜幼苗的生长量,起到明显的壮苗作用,推测其原因一方面由于海藻生物有机液肥为蔬菜种子提供了各种大量元素和微量元素等养分,另一方面海藻生物有机液肥含有的植物生长刺激素等活性物质增强了幼苗的抗逆性,从而促进了幼苗的生长。综合考虑,在实际应用时,可选用600倍稀释的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒等蔬菜种子进行浸种处理,幼苗生长效果最好。

## 3 结论与讨论

不同浓度的海藻生物有机液肥浸种处理对蔬菜种子萌发和幼苗生长均有一定的促进作用,不同蔬菜种子对海藻生物有机液肥的肥效响应不同。与对照相比,施用600倍稀释的海藻生物有机液肥的黄瓜、番茄种子的发芽率存在显著差异,施用400倍稀释的海藻生物有机液肥的辣椒种子的发芽率存在显著差异;以不同稀释倍数的海藻生物有机液肥浸种

表4 不同浓度海藻生物有机液肥处理对黄瓜幼苗生长的影响

稀释倍数	根长//cm	株高//cm	株鲜重//g	株干重//g	叶绿素含量//mg/g	叶面积//cm <sup>2</sup>
200	5.122 a	7.328 a	0.267 4 a	0.044 5 a	2.214 a	5.03 a
400	5.047 a	6.734 ab	0.239 3 b	0.040 9 b	1.988 ab	5.04 a
600	5.023 ab	6.325 ab	0.225 9 bc	0.040 8 b	1.980 ab	4.98 a
800	4.623 abc	5.908 bc	0.229 9 bc	0.039 9 b	1.699 bc	4.72 b
1 000	4.612 bc	5.832 c	0.224 9 bc	0.039 9 b	1.562 bc	4.69 b
CK	4.546 c	5.826 c	0.221 2 c	0.035 2 c	1.402 c	4.58 c

表5 不同浓度海藻生物有机液肥处理对番茄幼苗生长的影响

稀释倍数	根长//cm	株高//cm	株鲜重//g	株干重//g	叶绿素含量//mg/g	叶面积//cm <sup>2</sup>
200	7.023 a	8.631 a	0.819 a	0.062 4 a	0.844 a	4.85 a
400	6.858 a	8.212 b	0.806 a	0.061 7 a	0.787 ab	4.87 a
600	6.435 ab	8.128 b	0.714 b	0.052 9 b	0.763 ab	4.81 a
800	5.691 b	7.146 c	0.634 b	0.051 6 b	0.740 b	4.57 b
1 000	5.867 b	6.883 c	0.526 c	0.021 3 c	0.694 b	4.54 b
CK	5.596 c	7.084 c	0.531 c	0.021 7 c	0.727 b	4.44 b

表6 不同浓度海藻生物有机液肥处理对辣椒幼苗生长的影响

稀释倍数	根长//cm	株高//cm	株鲜重//g	株干重//g	叶绿素含量//mg/g	叶面积//cm <sup>2</sup>
200	10.254 a	4.545 a	0.334 a	0.017 6 a	0.905 a	4.12 a
400	10.173 a	4.587 a	0.318 a	0.016 7 a	0.895 a	4.17 a
600	10.267 a	4.455 a	0.238 b	0.016 0 a	0.755 b	4.04 ab
800	8.538 c	4.051 ab	0.167 c	0.013 7 b	0.751 b	3.23 b
1 000	8.845 b	3.799 b	0.158 c	0.013 8 b	0.633 c	3.12 b
CK	9.032 b	3.845 b	0.152 c	0.013 9 b	0.592 c	3.27 b

处理的辣椒种子的发芽势和发芽指数无显著差异。整体而言,浸种处理后蔬菜种子的发芽率与所施用的海藻生物有机液肥的浓度呈正相关。600倍稀释及更高浓度的海藻生物有机液肥浸种处理后,能显著提高黄瓜、番茄、辣椒种子的发芽率。因此,在实际应用过程中,可选用600倍稀释的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒种子进行浸种处理。

200、400倍稀释的海藻生物有机液肥对黄瓜、番茄、辣椒幼苗生长的根长、株高、株鲜重、株干重、叶绿素含量、叶面积均有显著提高。600倍稀释的海藻生物有机液肥处理黄瓜种子后,幼苗与对照相比,根长、叶绿素含量、叶面积存在显著差异,但株高、株鲜重、株干重无显著差异。600倍稀释的海藻生物有机液肥对辣椒、番茄浸种后,与对照相比,幼苗根长、叶绿素含量、株高、株鲜重、株干重存在显著差异,但叶面积无显著差异。

从该试验的结果来看,海藻生物有机液肥应用于蔬菜种子浸种,对提高发芽率和幼苗壮苗均有较好的效果,对作物产量和品质的提高试验有待进一步进行。

#### 参考文献

- [1] 王云峰,石伟勇,潘超.海藻液体肥肥效的研究[J].东海海洋,2001,19(3):43-47.
- [2] CRAIGIE J S, MACKINNON W L, WALTER J A. Liquid seaweed extracts identified using <sup>1</sup>H NMR profiles[J]. Developments in Applied Phycology, 2009,2:215-221.
- [3] WENG H X, WENG J K, YAN A L, et al. Increment of Iodine Content in Vegetable Plants by Applying Iodized Fertilizer and the Residual Characteristics of Iodine in Soil[J]. Biological Trace Element Research, 2008,123(1/3):218-228.
- [4] SENTHIL A, MAMATHA B S, VISHWANATH P, et al. Studies on development and storage stability of instant spice adjunct mix from seaweed (Eucheuma)[J]. Journal of Food Science and Technology, 2011,48(6):712-717.
- [5] SMYTH P P A, BURNS R, HUANG R J, et al. Does iodine gas released from seaweed contribute to dietary iodine intake? [J]. Environmental Geochemistry and Health, 2011,33(4):389-397.
- [6] KHAN W, RAYIRATH U P, SUBRAMANIAN S, et al. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2009,28(4):386-399.
- [7] UGARTE R A, SHARP G, MOORE B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada[J]. Developments in Applied Phycology, 2007,1(2):125-133.
- [8] MATANJUN P, MOHAMED S, MUSTAPHA N M, et al. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*[J]. Journal of Applied Phycology, 2009,21(1):75-80.
- [9] KUMAR M, KUMARI P, TRIVEDI N, et al. Minerals, PUFAs and antioxidant properties of some tropical seaweeds from Saurashtra coast of India [J]. Journal of Applied Phycology, 2011,23(5):797-810.
- [10] TITLYANOV E A, TITLYANOVA T V. Seaweed cultivation: Methods and problems[J]. Russian Journal of Marine Biology, 2010,36(4):227-242.
- [11] PANTELICĂ A, OPREA C, FRONTASYEVA M, et al. Contamination of crop vegetation with trace elements from a fertilizer plant: An INAA study [J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2004,262(1):111-118.
- [12] IOANNOU E, ROUSSIS V. Natural Products from Seaweeds[J]. Plant-derived Natural Products, 2009, Part 1:51-81.
- [13] BECKETT R P, MATHEGKA A D M, STADEN J. Effect of seaweed concentrate on yield of nutrient-stressed tepary bean (*Phaseolus acutifolius* gray)[J]. Journal of Applied Phycology, 1994,6(4):429-430.
- [14] KUMAR G, SAHOO D. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold[J]. Journal of Applied Phycology, 2011,23(2):251-255.
- [15] UGARTE R A, SHARP G, MOORE B. Changes in the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant Morphology and Biomass Produced by Cutter Rake Harvests in Southern New Brunswick, Canada[J]. Journal of Applied Phycology, 2006,18(3/5):351-359.
- [16] PATIER P, YVIN J C, KLOAREG B, et al. Seaweed liquid fertilizer from *Ascophyllum nodosum* contains elicitors of plant D-glycanases[J]. Journal of Applied Phycology, 1993,5:343-349.

- [17] CRAIGIE J S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture [J]. *Journal of Applied Phycology*, 2011, 23(3): 371–393.
- [18] RAYORATH P, KHAN W, PALANISAMY R, et al. Extracts of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* Induce Gibberellic Acid (GA3)-independent Amylase Activity in Barley [J]. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2008, 27(4): 370–379.
- [19] 郭艳玲, 乔振杰, 郭昌春. 海藻肥对蔬菜种子萌发的影响 [J]. *安徽农学通报*, 2008, 14(14): 68–70.
- [20] 崔瑾, 马志虎, 徐志刚. 不同光质补光对黄瓜、辣椒和番茄幼苗生长及生理特性的影响 [J]. *园艺学报*, 2009, 36(5): 663–670.
- [21] 亢福仁, 朱铭强, 冯光慧. 生物活性水对番茄种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. *北方园艺*, 2010(14): 49–50.
- [22] 陈婧, 龙友华. 生长调节剂浸种对玉米种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2011, 39(2): 57–59.
- [23] 张振贤, 程智慧. 高级蔬菜生理学 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.
- [24] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [25] 吕家龙. 蔬菜栽培学各论(南方本) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

(上接第 13177 页)

185.18 kg/hm<sup>2</sup>, 3 个低含油率品种的产油量平均为 1 247.84 kg/hm<sup>2</sup>, 高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高 15.61%。油菜品种含油量与获得最高产油量的施氮间呈极显著负相关。

**3.4 磷肥与产油量间呈直线相关关系** 6 个品种获得最高产油量时的平均施磷量为 147 kg/hm<sup>2</sup>。平均每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 产油 9.96 kg。钾肥与产油量间呈直线相关关系, 7 个品种获得最高产油量时的平均施钾量为 228.45 kg/hm<sup>2</sup>, 平均每千克 K<sub>2</sub>O 产油 6.38 kg。磷肥、钾肥对油菜产量的影响与土壤的含磷量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、含钾量(K<sub>2</sub>O)有关。关于磷肥、钾肥对产油量的影响有待进一步的研究。

**3.6 硼肥与产油量间呈一元二次抛物线关系** 3 个品种获得最高产油量时的施硼量平均为 21.84 kg/hm<sup>2</sup>。关于硼肥对产油量的影响有待进一步的研究。

**3.7 甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施** 高油份品种获得最高产油量的施氮量为 185.18 kg/hm<sup>2</sup>。该研究统计资料表明(磷、钾肥试验), 获得最高产油量的施磷、钾量平均分别为 147、228.45 kg/hm<sup>2</sup>。5 个氮肥试验中, 磷、钾肥平均施用量分别为 104.4、142.5 kg/hm<sup>2</sup>。根据文献[23]和[24], 氮: 磷: 钾肥的比例分别为 1: 0.35: 0.95 和 1: 0.42: 1.21, 即氮、磷、钾肥的施用量分别为 185、64.75、175.75 kg/hm<sup>2</sup> 和 185、77.7、223.85 kg/hm<sup>2</sup>, 钾肥用量都偏高, 增施钾肥, 成本高。如按平衡施肥原则施肥, 可增施磷肥, 降低钾肥用量, 氮: 磷: 钾<sup>[23]</sup> 分别为 1: 0.64: 0.8, 氮、磷、钾肥施用量分别为 185、118.4、148 kg/hm<sup>2</sup>。结合本文中的 5 个氮肥试验得出, 甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施的氮、磷、钾、硼肥施用量分别为 187.5~195、105~120、135~150、15~22.5 kg/hm<sup>2</sup>。

**3.8 降低氮肥施用量对甘蓝型优质杂交油菜高油份品种菌核病和产量损失率的影响** 研究表明, 高油份品种获得最高产油量时施氮量平均为 185.18 kg/hm<sup>2</sup>, 含油率较低品种获得最高产油量时的平均施氮量为 286.28 kg。当高油份品种施以含油率较低品种获得最高产油量时的施氮量时, 高油份品种的菌核病病株率增加 22.50%、病情指增加 31.86%、产量损失率增加 37.01%。因此高油份品种与含油率较低品种

相比, 不但获得最高产油量的施氮量降低, 而且发病株率、病情指数、产量损失率均降低。

## 参考文献

- [1] 官春云. 油菜品质改良和分析方法 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1985: 110–130.
- [2] 赵继献, 王仙平, 高志宏. 主要栽培因素对甘蓝型优质杂交油菜品质性状的影响 [J]. *农业科学与技术(英文版)*, 2013(5): 738–749, 753.
- [3] 赵继献, 任廷波, 郑治洪. 黄籽双低杂交油菜油研 9 号保优栽培技术研究 [J]. *安徽农业科学*, 2004, 32(1): 17–19, 21.
- [4] 赵继献, 任廷波, 程国平. 栽培因素对甘蓝型优质杂交油菜品质性状的影响 [J]. *中国农学通报*, 2012, 28(21): 140–149.
- [5] 任廷波, 赵继献, 郑治洪. 不同直播密度和施氮量对油研 9 号产量及品质的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2004, 32(4): 23–26.
- [6] 唐湘如, 官春云. 油菜栽培密度与几种酶活性及产量和品质的关系 [J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2001, 27(4): 264–267.
- [7] 黄秀芳, 孙敬东, 孙旭明. 不同密度、施氮量对史力丰油菜产量及品质的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2003, 31(1): 19–21.
- [8] 高建芹, 戚存扣, 浦惠明, 等. 施氮量和栽培密度对宁油 12 号产量及品质的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2005(6): 40–41.
- [9] 魏忠芬, 骆书川, 黄春利, 等. 种植密度对黔黄油 21 号产量及品质性状的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2010(11): 127–129, 132.
- [10] 许才康, 孙华, 陈培锋, 等. 苏油 4 号油菜优质高产栽培技术研究及应用 [J]. *上海农业学报*, 2010, 26(3): 44–47.
- [11] 郝睿, 荣维国, 刘道敏, 等. 不同密度对皖油 29 油菜产量及品质的影响 [J]. *安徽农学通报*, 2012, 18(13): 72–72, 84.
- [12] 赵继献, 程国平, 任廷波, 等. 不同氮水平对优质甘蓝型黄籽杂交油菜产量和品质性状的影响 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2007, 13(5): 882–889.
- [13] 魏忠芬, 钟永先, 王军, 等. 不同氮肥施用水水平对黔黄油 21 号产量及品质性状的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2010(11): 117–120.
- [14] 吴永成, 陈天才, 彭海浪, 等. 施氮量和种植密度对迟直播油菜产量、品质及氮肥利用率的影响 [J]. *西南农业学报*, 2012, 25(4): 1320–1325.
- [15] 罗莉势, 陈德珍, 周应友, 等. 不同磷钾肥对黔油 29 号品质及产量的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2012, 40(9): 72–75.
- [16] 李德文, 魏忠芬, 王军, 等. 杂交油菜黔黄油 21 号优质高产栽培技术研究 [J]. *贵州农业科学*, 2012, 40(9): 79–82, 86.
- [17] 李宝珍, 王正银, 李加纳, 等. 氮磷钾硼对甘蓝型黄籽油菜产量和品质的影响 [J]. *土壤学报*, 2005, 42(3): 479–487.
- [18] 李得苗, 张胜, 张润生, 等. 不同施肥水平对双低油菜产量和含油率的影响 [J]. *内蒙古农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 26(1): 24–26.
- [19] 高志宏, 赵继献, 任廷波. 氮、磷、钾对油研 10 号油菜产量和品质的影响 [J]. *山地农业生物学报*, 2006, 25(5): 382–389.
- [20] 徐光壁, 高国文, 卞月华. 钾肥对低芥酸油菜产量和品质的影响 [J]. *土壤肥料*, 1994(4): 28–30.
- [21] 任廷波, 赵继献. 氮肥对黄籽双低杂交油菜菌核病的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2005, 33(6): 43–45.
- [22] 龙飞, 张胜, 张润生, 等. 硼对甘蓝型双低春油菜产量和品质的影响 [J]. *华北农学报*, 2008, 23(1): 176–180.
- [23] 刘后利. 实用油菜栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 235–274.
- [24] 官春云. 优质油菜生理生态和现代栽培技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 74–107, 178–211.