

海藻提取液对小油菜和韭菜生长、 产量和品质的影响*

崔维香¹ 林梅¹ 刘正一² 王明鹏³ 王学江⁴ 李峰⁴
张焕春⁵ 张建设¹ 秦松^{2①}

(1. 浙江海洋大学 国家海洋设施养殖工程技术研究中心, 舟山 316022; 2. 中国科学院烟台海岸带研究所 海岸带生物学与生物资源利用重点实验室, 烟台 264003; 3. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 哈尔滨 150090; 4. 五洲丰农业科技有限公司, 烟台 264003; 5. 烟台市农业科学研究院, 烟台 264003)

摘要 采用温室大棚内露地种植的方式, 研究了叶面喷施海藻提取液对小油菜和韭菜生长、产量及品质的影响。结果表明, 海藻提取液能一定程度上促进小油菜和韭菜生长发育, 提高小油菜和韭菜的产量, 改善小油菜和韭菜的品质, 其中海藻提取液稀释 200 倍处理对小油菜的增产效果最明显, 稀释 400 倍处理对韭菜的增产效果最明显, 可明显提高其光合色素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量以及维生素 c 含量。

关键词 海藻提取液; 小油菜; 韭菜; 生长; 产量; 品质

中图分类号 S633.3, S636.9 doi: 10.12036/hyxxjk20170313001

海藻提取液是以海藻为原料, 通过物理、化学或生物技术破碎海藻细胞壁提取的海藻内容物, 含有丰富的矿物质、维生素、氨基酸、高度不饱和脂肪酸和海藻中所特有的海藻寡糖、海藻酸、甜菜碱及多种天然植物生长调节剂, 如植物生长素、细胞分裂素、脱落酸和赤霉素等。其成分温和, 对人和动、植物无害无污染。目前大量研究认为褐藻寡糖作为一种生

物信号分子, 能够参与植物的生长调控活动, 调控植物生长、发育和繁殖, 尤其是促进植物根系的生长(Zhang et al., 2013, 2014), 因此, 在新生物技术产品的研发中引起广泛关注。

近年来, 关于海藻提取液在农业生产中的应用研究取得诸多成果。研究表明, 海藻提取液能促进甜椒、花生、土豆、瓜儿豆、秋葵等作物的生长发育, 提高作物产量及改善作

* 资助项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目(201505022); 中国科学院战略性先导性科技专项(XDA11020403); 舟山市海洋经济创新发展示范工作项目(国海科学[2016]496 号); 海藻肥新产品开发及标准制订(Y449031011); 山东省科技发展计划项目(2010GSF10208)。崔维香, 女, 硕士, 从事海藻生物资源利用研究, E-mail: stevenweixiang@163.com

① 通讯作者: 秦松, 男, 研究员, 博士生导师, 从事海岸带植物资源及应用、海洋微生物技术、海藻分子生物技术和海洋藻类等研究, E-mail: sqin@yic.ac.cn

收稿日期: 2017-03-13, 收修改稿日期: 2017-04-27

物品质(Thirumaran et al., 2009a, b; Prajapati et al., 2015; Sridhar et al., 2015), 增强卷心菜抵抗蚜虫的能力(Rengasamy et al., 2015), 减少黄瓜感染真菌疾病的概率(Jayaraman et al., 2011), 减轻洋苏草在中度缺水条件下, 叶绿素含量的损失(El Kaooua et al., 2013), 减缓高盐胁迫下小麦的应激反应(Ibrahim et al., 2014)以及改善土壤性状(Aitken et al., 1965; Roberts et al., 2014)等, 其功效可概括为: 促进植物生长、增产和改善果实品质、抵抗环境胁迫及预防病虫害、土壤改良与修复三大主要方面。

为进一步明确海藻提取液在其他蔬菜作物上的增产效果及对作物品质的影响, 本文以小油菜和韭菜为试验材料, 研究了以铜藻(*Sargassum horneri*)为原料制备的海藻提取液对小油菜和韭菜生长、产量和品质的影响, 为后续以铜藻为原料的海藻肥的研发及生产提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 供试土壤与材料

试验于 2016~2017 年在烟台市农业科学研究院综合实验场的温室大棚中进行, 棚内土壤 pH 值 5.6, 有机质 21.6mg/kg, 水解性氮 73mg/kg, 有效磷(P_2O_5)273.2mg/kg, 速效钾(K_2O)144mg/kg。

供试小油菜品种为“华王青梗菜”, 于 2016 年 7 月 8 日播种, 7 月 11 日出苗, 8 月 26 日收获, 生长周期为 45 天; 韭菜品种为“新世纪雪韭”, 一茬生长周期为 45 天。

1.2 海藻提取液的制备

将采自山东荣成海域的新鲜铜藻用自来水清洗数次, 直至将附着在铜藻表层的盐分、贝类、沙土等其他污物清洗干净, 26°C 晾晒 2~3d, 60°C 烘干 48h 得到干的铜藻; 用粉碎机将烘干的铜藻粉碎成铜藻细粉, 然后, 将铜藻细粉与蒸馏水按照 1:20(w/v)的比例混合, 即为混合液; 调节混合液 pH 至适当范围

(6.5~7.5), 121°C 灭菌 20 min, 待混合液温度降至室温后, 接入菌种“海滨芽孢杆菌”发酵 10~16h, 发酵结束后, 离心取上清液, 即为海藻提取液(Wang et al., 2016)。

1.3 海藻提取液中褐藻寡糖的检测

采用薄层层析法(thin layer chromatography, TLC)检测海藻提取液中的褐藻寡糖。试验以青岛博智汇力生物科技有限公司生产的聚甘露糖醛酸寡糖(包括: D-甘露糖醛酸二糖、D-甘露糖醛酸三糖、D-甘露糖醛酸四糖)为标准品, 采用 Silica Gel 60 F₂₅₄ 硅胶板(购自 Merck 公司), 上样量为 2 μ L, 展开系统为正丁醇:甲酸:水(体积比为 4:5:1)(聂莹等, 2012), 显色剂为 10%硫酸乙醇(v/v), 在 110°C 下显色 10min, 结果显示海藻提取液中含有聚合度为 2~4 的褐藻寡糖。

1.4 试验设计与方法

试验设置 4 个处理, 分别是: 海藻提取液稀释 200 倍、海藻提取液稀释 400 倍、海藻提取液稀释 600 倍和对照组(清水处理), 每处理均重复 3 次。各处理试验小区面积均为 1.5m², 试验采用叶面喷施的处理方式, 每试验小区一次喷施用液量 2000mL, 之后每隔 2 周处理一次, 生长周期内共处理 3 次, 收获后计算产量, 同时采集样品, 测定相关指标。

1.5 测定指标及方法

小油菜的测定指标包括株高、茎粗、叶面积、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、类胡萝卜素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 c 含量。韭菜的测定指标包括叶长、鞘长、叶宽、鞘粗、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、类胡萝卜素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 c 含量。可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定(赵世杰等, 2002), 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定, 维生素 c 含量采用滴定法测定(蔡庆生, 2013)。

1.6 数据处理

采用 SPSS 19.0 对数据进行方差分析,

Duncan 法(邱念伟, 2015)进行多重比较, 用 GraphPad Prism 5 和 Excel 2010 绘图。

2 结果与分析

2.1 海藻提取液对小油菜和韭菜生长发育的影响

由表 1 可以看出, 海藻提取液对小油菜生长发育有一定的影响, 能够提高小油菜的株高、茎粗和叶面积。与对照组相比, 海藻提取液不同浓度处理对小油菜的株高影响不显著, 但是对小油菜的茎粗和叶面积有明显的影响, 其中海藻提取液稀释 200 倍处理的小油菜茎粗和叶面积均达到显著水平, 茎粗平均增加 13.58%, 叶面积平均增加了 11.38%, 其他浓度处理也均好于对照处理。

表 1 海藻提取液不同浓度处理对小油菜生长发育指标的影响

Tab. 1 Effects of seaweed extract on the growth and development indexes of rape under different treatments

处理	株高(cm)	茎粗(cm)	叶面积(cm ²)
稀释 200 倍	19.63 ^a	10.37 ^a	56.1 ^a
稀释 400 倍	19.7 ^a	9.67 ^{ab}	52.07 ^b
稀释 600 倍	19.43 ^a	9.43 ^b	51.37 ^b
对照组	19.07 ^a	9.13 ^b	50.37 ^b

注: 表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

由表 2 可以看出, 海藻提取液对韭菜生长发育的影响不大, 与对照组相比, 海藻提取液不同浓度处理对韭菜叶长、鞘长、叶宽、鞘粗的影响均未达到显著水平。但总体来说, 经海藻提取液叶面喷施处理的韭菜各生长指标要优于对照组。

2.2 海藻提取液对小油菜和韭菜产量的影响

由表 3 可以看出, 叶面喷施不同浓度的海藻提取液对小油菜的产量有明显的影响。与对照组相比, 海藻提取液稀释 200 倍、400 倍、600 倍处理的小油菜单株重、小区产量、折合产量均明显增加, 其折合产量依次增加了

20.27%、4.93%、2.47%, 增幅顺序为稀释 200 倍>稀释 400 倍>稀释 600 倍>对照组, 各处理中以海藻提取液稀释 200 倍对小油菜处理效果最显著。

表 2 海藻提取液不同浓度处理对韭菜生长发育指标的影响

Tab. 2 Effects of seaweed extract on the growth and development indexes of Chinese chive under different treatments

处理	叶长(cm)	鞘长(cm)	叶宽(mm)	鞘粗(cm)
稀释 200 倍	23.65 ^a	10.89 ^a	5.367 ^a	1.1489 ^a
稀释 400 倍	24.37 ^a	11.28 ^a	5.656 ^a	1.1267 ^a
稀释 600 倍	23.56 ^a	11.4 ^a	5.656 ^a	1.1611 ^a
对照组	21.31 ^a	10.52 ^a	5.133 ^a	1.06 ^a

注: 表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

表 3 海藻提取液不同浓度处理对小油菜产量的影响

Tab. 3 Effects of seaweed extract on the yield of rape under different treatments

处理	单株重(g)	小区产量(kg)	折合产量(kg/hm ²)	与对照组正偏差值(%)
稀释 200 倍	115.7 ^a	2.93 ^a	19511.11 ^a	20.27
稀释 400 倍	96.67 ^b	2.55 ^{ab}	17022.22 ^{ab}	4.93
稀释 600 倍	84.3 ^b	2.49 ^{ab}	16622.22 ^{ab}	2.47
对照组	81.53 ^b	2.43 ^b	16222.22 ^b	—

注: 表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

由表 4 可以看出, 叶面喷施不同处理浓度的海藻提取液也能显著提高韭菜的产量。海藻提取液稀释 200 倍、400 倍、600 倍处理的韭菜单株重、小区产量、折合产量也均显著增加, 其折合产量依次较对照组增加了 17.55%、42.66%、32.21%, 增幅顺序为稀释 400 倍>稀释 600 倍>稀释 200 倍>对照组, 各处理中以海藻提取液稀释 400 倍对韭菜的处理效果最显著。

2.3 海藻提取液对小油菜和韭菜光合色素含量及品质的影响

从图 1a 中可以看出, 与对照组相比, 海藻提取液不同浓度处理对小油菜叶片中光合

表 4 海藻提取液不同浓度处理对韭菜产量的影响

Tab. 4 Effects of seaweed extract on the yield of Chinese chive under different treatments

处理	单株重(g)	小区产量(kg)	折合产量(kg/hm ²)	与对照组偏差值(%)
稀释 200 倍	1.14 ^{bc}	1.36 ^{bc}	9090.67 ^{bc}	17.55
稀释 400 倍	1.38 ^a	1.66 ^a	11032.00 ^a	42.66
稀释 600 倍	1.28 ^{ab}	1.53 ^{ab}	10224.00 ^{ab}	32.21
对照组	0.97 ^c	1.16 ^c	7733.33 ^c	—

注: 表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

色素含量有明显的影响, 其中对叶绿素 *a* 和类胡萝卜素含量的影响达到显著水平, 能明显提高小油菜叶片中叶绿素 *a* 和类胡萝卜素的含量, 其增幅顺序为稀释 200 倍>稀释 400 倍>稀释 600 倍>对照组, 但是对小油菜叶片中叶绿素 *b* 含量的影响不显著。

从图 1b 中可以看出, 与对照组相比, 海藻提取液不同浓度处理对韭菜叶片中光合色素含量也有明显的影响, 能明显提高小油菜叶片中叶绿素 *a*、叶绿素 *b* 和类胡萝卜素的含量, 其中海藻提取液稀释 400 倍处理对韭菜叶片中叶绿素 *a*、叶绿素 *b* 和类胡萝卜素含量的影响均达到显著水平, 其他各处理水平下的韭菜叶片光合色素含量也均好于对照组, 各处理间增幅顺序为稀释 400 倍>稀释 200 倍>稀释 600 倍>对照组。

由表 5 可以看出, 海藻提取液不同浓度处理均能显著提高小油菜和韭菜的品质。试验结果显示, 随着海藻提取液稀释倍数的增加, 小油菜的可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 *c* 含量总体上呈逐步下降的趋势。与对照组相比, 海藻提取液稀释 200 倍、400 倍、600 倍处理的小油菜可溶性糖含量平均分别增加 33.58%、16.42%、13.43%, 增幅顺序为稀释 200 倍>稀释 400 倍>稀释 600 倍>对照组; 可溶性蛋白含量平均分别增加 21.01%、11.59%、13.04%, 增幅顺序为稀释 200 倍>稀释 600 倍>

稀释 400 倍>对照组; 维生素 *c* 含量平均分别增加 56.77%、26.95%、22.67%, 增幅顺序为稀释 200 倍>稀释 400 倍>稀释 600 倍>对照组。另外, 随着海藻提取液稀释倍数的增加, 韭菜的可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 *c* 含量总体上呈先上升后逐步下降的趋势, 与对照组相比, 海藻提取液稀释 200 倍、400 倍、600 倍处理的韭菜可溶性糖含量平均分别增加 32.53%、47.79%、25.30%, 增幅顺序为稀释 400 倍>稀释 200 倍>稀释 600 倍>对照组; 可溶性蛋白含量平均分别增加 32.69%、39.90%、19.71%, 增幅顺序为稀释 400 倍>稀

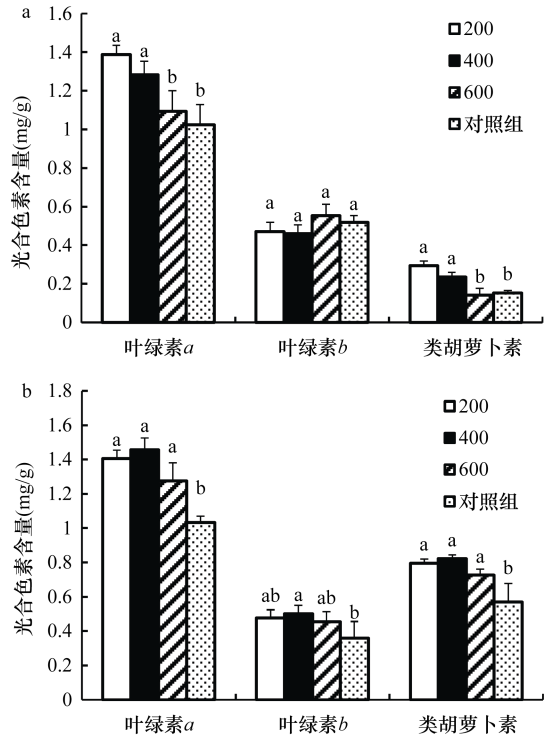


图 1 海藻提取液不同浓度处理对小油菜和韭菜叶片光合色素含量的影响

Fig. 1 Effects of seaweed extract on photosynthetic pigment values of rape and Chinese chive leaves under different treatments

注: a. 不同浓度海藻提取液对小油菜叶片光合色素含量的影响; b. 不同浓度海藻提取液对韭菜叶片光合色素含量的影响; 柱形图上不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

表 5 海藻提取液不同浓度处理对小油菜和韭菜品质的影响

Tab. 5 Effects of seaweed extract on the quality of rape and Chinese chive under different treatments

处理	小油菜			韭菜		
	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白 (mg/g)	维生素 c 含量 (mg/100g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白 (mg/g)	维生素 c 含量 (mg/100g)
稀释 200 倍	1.79 ^a	1.67 ^a	22.34 ^a	3.30 ^{ab}	2.76 ^b	24.99 ^b
稀释 400 倍	1.56 ^b	1.54 ^b	18.09 ^b	3.68 ^a	2.91 ^a	26.52 ^a
稀释 600 倍	1.52 ^b	1.56 ^b	17.48 ^b	3.12 ^b	2.49 ^c	20.99 ^c
对照组	1.34 ^c	1.38 ^c	14.25 ^c	2.49 ^c	2.08 ^d	19.29 ^d

注: 表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(Duncan 法)。

稀释 200 倍>稀释 600 倍>对照组; 维生素 c 含量分别增加 29.55%、37.48%、8.81%, 增幅顺序为稀释 400 倍>稀释 200 倍>稀释 600 倍>对照组; 总体来说, 海藻提取液对小油菜品质的影响以稀释 200 倍最显著, 对韭菜品质的影响以稀释 400 倍最显著。

3 讨论

目前以海藻为原料生产的海藻提取液或成品海藻肥在农业生产中大多表现出良好的效果, 据报道使用海藻叶面肥对菠菜和不结球白菜进行叶面喷施处理, 其结果显示能显著提高菠菜和不结球白菜的产量和品质(周英等, 2011)。有研究表明海藻冲施肥能够显著提高韭菜的产量并改善韭菜的品质(张晓雷等, 2013)。另有研究发现海藻提取物能够显著提高小白菜的生物量及明显改善小白菜的品质(周红梅等, 2008)。综上所述, 海藻提取液或成品海藻肥对作物生长表现出良好的促进效果, 其原因一方面可能是因为海藻提取液或成品海藻肥中含有丰富的营养物质, 能够为植物的生长发育提供所需的营养成分; 另一方面可能是因为海藻提取液或成品海藻肥中含有许多生物活性物质, 这些生物活性物质能够参与到植物体内的生理生化过程中, 从而影响植物的生长发育。

本研究中使用的海藻提取液是以铜藻为原料, 通过微生物发酵技术提取得到的。铜藻

作为一种大型褐藻已经被证明是生产海藻肥料的优质原料(刘雪梅等, 2012), 而微生物发酵技术也是目前广受关注的一种生物法制备工艺, 其反应条件相比物理、化学提取法更为温和和环保, 能够最大限度地保护海藻中的生物活性物质不受破坏。另外, 本研究中通过微生物发酵技术制备的海藻提取液还含有一种特殊功能成分——褐藻寡糖, 能够对植物生长产生多种有益功效, 因此, 本研究结果很可能是海藻提取液中的褐藻寡糖发挥了重要作用。

4 结论

(1) 叶面喷施海藻提取液对小油菜和韭菜的生长发育有一定的影响, 以海藻提取液不同浓度稀释液对小油菜和韭菜进行处理, 其促进小油菜和韭菜生长的效果均好于对照组, 但总体促进效果不显著。

(2) 叶面喷施海藻提取液, 明显提高了小油菜和韭菜的产量。在海藻提取液对小油菜的不同处理浓度中, 以海藻提取液稀释 200 倍增产效果最为明显, 可使小油菜增产 20%以上; 在海藻提取液对韭菜的不同处理浓度中, 以海藻提取液稀释 400 倍增产效果最为明显, 韭菜增产 40%以上, 其他处理浓度也能一定程度上促进小油菜和韭菜增产。

(3) 叶面喷施海藻提取液, 明显改善了小油菜和韭菜的品质。以海藻提取液对小油菜进

行叶面喷施处理后,小油菜叶片中的叶绿素 *a* 含量、类胡萝卜素含量较对照处理均明显提高,仅对小油菜叶片中叶绿素 *b* 含量无明显影响;海藻提取液对韭菜进行叶面喷施处理后,韭菜叶片中的叶绿素 *a* 含量、叶绿素 *b* 含量、类胡萝卜素含量较对照处理均显著提高,这说明喷施海藻提取液能够最终增强小油菜和韭菜的光合作用。另外,与对照相比,海藻提取液对小油菜和韭菜处理后,两种蔬菜的可溶性糖含量、可溶性蛋白含量和维生素 *c* 含量均增加,明显改善了两种蔬菜的品质。

综上所述,本研究结果能为以铜藻为原料的海藻肥的研发及产品定型提供参考。关于海藻提取液中的有效功能成分如何参与和调控植物体内的生理生化过程,促进作物生长、提高作物产量或改善作物品质,其具体的作用机制与机理还有待进一步研究。

参 考 文 献

- 蔡庆生, 2013. 植物生理学实验. 北京: 中国农业大学出版社, 41—42, 167—167
- 邱念伟, 刘倩, 刘慧. 生物学实验数据统计分析中的多重比较法. 生物数学学报, 2015(3): 535—541
- 刘雪梅, 赵鹏, 徐继林等, 2012. LC-MS 同时测定大型海藻中 9 个植物激素. 药物分析杂志, 32(10): 1747—1752
- 聂莹, 张文靖, 石波等, 2012. 褐藻寡糖检测方法的建立. 中国食物与营养, 18(8): 29—33
- 张晓雷, 高成功, 陈光等, 2013. 海藻冲施肥对韭菜产量、品质的影响. 安徽农业科学, 41(9): 3840, 3856
- 赵世杰, 史国安, 董新纯, 2002. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科学技术出版社, 135
- 周英, 陈振德, 王海华等, 2011. 海藻叶面肥对菠菜和不结球白菜产量和品质的影响. 中国土壤与肥料, (1): 69—72
- 周红梅, 李艳霞, 王春兰等, 2008. 海藻提取物对小白菜生物量和品质的影响. 山东农业科学, 39(4): 61—63
- Aitken J B, Senn T L, 1965. Seaweed products as a fertilizer and soil conditioner for horticultural crops. Bot Mar, 8(1): 144—147
- El Kaooua M, Chernane H, Benaliat A et al., 2013. Seaweed liquid extracts effect on *Salvia officinalis* growth, biochemical compounds and water deficit tolerance. Afr J Biotechnol, 12(28): 4481—4589
- Ibrahim W M, Ali R M, Hemida K A et al., 2014. Role of *Ulva lactuca* extract in alleviation of salinity stress on wheat seedlings. Sci World J, 2014: 847290
- Jayaraman J, Norrie J, Punja Z K, 2011. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. J Appl Phycol, 23(3): 353—361
- Prajapati A, Patel C K, Singh N et al., 2016. Evaluation of seaweed extract on growth and yield of potato. Environ Ecol, 34(2): 605—608
- Rengasamy K R R, Kulkarni M G, Pendota S C et al., 2015. Enhancing growth, phytochemical constituents and aphid resistance capacity in cabbage with foliar application of eckol-a biologically active phenolic molecule from brown seaweed. New Biotechnol, 33(2): 273—279
- Roberts D A, Paul N A, Dworjanyan S A et al., 2014. Biochar from commercially cultivated seaweed for soil amelioration. Sci Rep, 5: 9665
- Sridhar S, Rengasamy R, 2011. Effect of seaweed liquid fertilizer (slf) on the germination and growth of seedling of some agricultural crops. Int J Recent Sci Res, 2(12): 287—291
- Thirumaran G, Arumugam M, Arumugam R et al., 2009a. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. Am-Euras J Agron, 2(2): 50—56
- Thirumaran G, Arumugam M, Arumugam R et al., 2009b. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L) medikus. Am-Euras J Agron, 2(2): 57—66
- Wang M P, Chen L, Liu Z Y et al., 2016. Isolation of a novel alginate lyase-producing *Bacillus litoralis* strain and its potential to ferment *Sargassum horneri* for biofertilizer. Microbiology Open, 5(6): 1038—1049
- Zhang Y H, Liu H, Yin H et al., 2013. Nitric oxide mediates alginate oligosaccharides-induced root development in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Physiol Biochem, 71: 49—56
- Zhang Y H, Yin H, Zhao X M et al., 2014. The promoting effects of alginate oligosaccharides on root development in *Oryza sativa* L. mediated by auxin signaling. Carbohydr Polym, 113: 446—454

Effects of Seaweed Extract on Growth, Yield and Quality of Rape and Chinese Chive

CUI Wei-Xiang¹, LIN Mei¹, LIU Zheng-Yi², WANG Ming-Peng³, WANG Xue-Jiang⁴,
LI Feng⁴, ZHANG Huan-Chun⁵, ZHANG Jian-She¹, QIN Song^{2*}

(1. National Engineering Research Center for Marine Aquaculture, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China; 2. Key Laboratory of Coastal Biology and Biological Resource Industry, Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China; 3. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 4. Worldfull Technology Co., LTD, Yantai 264003, China; 5. Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai 264003, China)

* Corresponding author, E-mail: sqin@yic.ac.cn

Abstract In this paper, we investigate the effects of foliar spraying of seaweed extract on the growth, yield and quality of rape and Chinese chive that had been cultivated in a greenhouse. The results show that seaweed extract can promote the growth, yield, and quality of rape and Chinese chive. Of the treatments, seaweed extract diluted 200 and 400 times exhibited the best promotions of the growth, yield, and quality of rape and Chinese chive with significant increases in the photosynthetic pigment, soluble sugar, soluble protein, and Vc values.

Key words Seaweed extract; Rape; Chinese chive; Growth; Yield; Quality