

海藻液体肥的研究*

STUDIES ON THE SEAWEED LIQUID MANURE

李书琴 王孝举

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

自古以来,海藻就被人类当作食品而广为利用。但其为土壤肥料的利用是在公元后 4 世纪才有记载,当时的 Palladius 人用海藻代替部分土壤肥料,以便改善土壤性质。公元 12 世纪中叶,海藻肥被人们广泛地利用,特别是在欧洲的一些沿海国家和地区,如法国、英格兰、苏格兰和挪威等。16 世纪大不列颠岛的 South Wales 和德国的 Keswick 用岸边腐烂的海藻或海藻灰种植各种农作物和蔬菜,效果很好,产量供不应求(尤其是大麦)。17 世纪法国政府大力推荐在沿海地区用海藻作为土壤肥料,并明文规定采集海藻的条件、收割时间以及地域等,当时的 Britany 和 Normandy 一带,沿海岸线几百英里,农作物和蔬菜远近闻名,具有“金海岸”的美称,至今仍然流传存在^[15]。

1 海藻的肥效和化学成分

海藻作为土壤肥料,可有效地提高农作物的产量和质量。1880 年有人第一次进行了施用海藻肥的对照实验^[1],尽管很不成熟,但仍然比较清楚地说明了施用海藻的优越性。20 世纪初和中叶又有人作了一些实验,得到了更多的试验数据。与传统的厩肥相比,海藻肥含有较多的 N 和 K,但 P 的含量较低。因此只有在海藻肥中增加适量的 P,才能充分发挥其优越性。若海藻肥中的

各种成分比例协调,可使农作物的产量增加 33%(如萝卜),否则不仅影响海藻的肥效,而且会使土壤结块,不利于农作物的生长。

海藻生长在特殊的海水环境中,含有丰富的无机盐离子,但与目前常用的化学合成肥相比,海藻肥中的 Na^+ 和 Cl^- 含量并不高。1915 年 Moffat 分析了在苏格兰地区用做海藻肥的巨藻灰,其无机盐的含量分别为(干重): K_2SO_4 11.14%, KCl 27.17%, NaCl 9.0%, Na_2CO_3 5.82%, NaI 0.82%。

到目前为止,仍没有充分的证据表明海藻肥中的 NaCl 对农作物有伤害^[16]。

海藻肥是天然的有机肥,其肥效依赖于海藻肥中所含的营养成分。用作肥料的海藻一般是大型经济藻类,如海带(*Laminaria*),巨藻(*Macrocystis*),泡叶藻(*Ascophyllum*),海囊藻(*Nereocystis*),昆布(*Ecklonia*)等。海藻肥的发展经历了三个阶段:即腐烂海藻→海藻灰(粉)→海藻提取液。传统的方法是将海藻埋于地下腐烂或晒干后烧成灰,这样处理的海藻肥,不仅无机 N 含量大大下降,而且海藻中的大量有机成分均已损失,仅能作为无机 K 肥使用,我国及国外大部分国家目前仍在用此法。其实

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告 第 2398 号。

收稿日期:1995 年 2 月 10 日

海藻除含有大量的非含 N 有机物和一定数量的氨基酸、蛋白质外,还含有一般陆生植物无法比拟的 K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn,I 等矿物元素以及丰富的维生素等(表 1)。

为了尽可能地保留海藻天然的有效成分,同时便于运输和使用上不受时间的限制,人们采用机械的方法,制备出海藻液体肥。这一最新工艺,没有接触任何化学试剂,没有经受超过 45℃ 的高温,没有任何脱水 and 冷冻,只是通过高压发泡使细胞壁破碎,内容物释放,浓缩形成海藻精浓缩液。从而极大地保留了海藻天然的活性成分,集营养成分、抗生物质、植物激素于一体,不仅可

表 1 两种典型海藻粉的化学成分 *

化学成分	挪威海带粉	中国海带粉
灰分	17~20	20~35
褐藻酸	20~26	20~24
甘露醇	5~8	14~21
褐藻淀粉	2~5	1.7
粗蛋白	5~10	6~8
褐藻糖胶	45~60	0.3
硫	2.5~3.5	/
钾	2~3	4.13
氯	3.1~4.4	/
钠	3~4	3.24
镁	0.5~0.9	0.5
钙	1~3	0.07
磷	0.10~0.15	0.16
铁	150~1 000	1 900~2 200
锰	10~50	37
碘	700~1 200	4 000~7 000
锌	50~200	139
铜	0.3~1.0	/
钴	1~10	/
铜	1~10	20
胡萝卜素	30~60	6~10
α -生育粉	150~300	7.21
硫胺素	1~5	>0.09
核黄素	5~10	0.36~0.50
尼克酸	10~30	16
维生素 K	10	/
维生素 B12	0.004	/
叶酸	0.1~0.5	/
亚油酸	0.1~0.5	0.2
抗坏血酸	500~2 000	1 000
生物素	0.1~0.4	/

注:灰分~磷单位为%,铁~生物素单位为 mg/kg

* 摘自:范晓,1991。饲料工业 12(11):15。

大量提高种子的发芽率,增加农作物的产量和提高农作物的质量,而且能够改善土壤性质,促进植物对土壤中营养成分的吸收,增强农作物的免疫力,减少真菌、昆虫以及线虫对农作物的损害,从而更能抵抗外界不良环境

(旱、涝)的变化^[17]。海藻液体肥制作方法有两种,一种是从海藻灰中提取,另一种是从新鲜海藻中提取,目前南非等国家就采用后一种方法。

新鲜海藻有机肥不仅能提供上述各种化学成分,重要的是还含有一定数量的多酚化合物,昆布多糖,墨角藻多糖和大量的生长调节因子,如植物生长素,赤霉素,类细胞激动素因子,细胞激动素,反式-N6-异戊烯腺嘌呤及其衍生物,脱落酸、氨基环丙烷羧酸、乙烯前体、吲哚乙酸、吲哚化合物和甜菜碱等。这些有机活性因子对刺激植物生长起着重要作用^[14]。多酚化合物具有极强的抗氧化性,能够抑制真菌的生长,便于农作物长期保存。植物生长素、脱落酸能控制光合作用的进程,同时刺激植物体内非特异性调节因子的产生和调节内源性激素的平衡。

2 海藻液体肥的使用方法和效果

海藻液体肥是海藻加工利用中最成熟、最完美的产品。1949 年首先在大不列颠岛生产问世^[29]。到目前为止世界上已有几个国家和地区生产,如南非研制的 Kelpak66,英国的 Algae,澳大利亚的 Seasol,法国的 Goemar GA 14 等。其使用方法有三种:叶喷、土壤施用、种子浸泡。其中叶喷是一种最方便最有效的方法,能快速补充植物对营养成分的边缘缺乏,刺激根茎的发育和对营养成分的吸收。海藻肥中的褐藻酸可以降低水的表面张力,在植物叶表面形成一层薄膜,增大接触面积,使水或水溶性物质比较容易透过叶表面细胞膜进入植物细胞,使植物最有效地吸收海藻提取液中的营养成分。

值得指出的是,尽管海藻肥含有种类齐全的生长调节因子,但毕竟不能完全代替常规的化学肥料,而只能作为植物生长过程的催化剂,刺激根茎对土壤肥料的吸收。因此在形态学方面,施用海藻液体肥后植物最显著的变化是根系的发育和主茎粗大,而对叶表面的光合作用没有影响。在细胞学方面,可使植物发生一些代谢性的变化,如细胞质内脂质颗粒增加,质粒内淀粉颗粒消失,质体小粒数量增多,皮层细胞的液泡内出现酚类化合物等。海藻液体肥内的有机成分在液泡内富集,尤其糖类、脂类,充分证明液体肥在叶喷后几小时内能快速被植物细胞吸收。

迄今,国外已对土豆、玉米、小麦、大麦、花生、甜菜、黄瓜、西红柿、葡萄和菠菜等一系列农作物、水果和蔬菜做过对照实验,均表现出很好的效果。海藻液体肥对农作物的成熟、产量和质量提高、水果的保鲜以及抵抗病虫害等方面均产生了明显的积极作用。可使其产量增加 10~20%,保存时间也明显延长^[7,24,25]。

1984年南非 Cape Town 大学的园艺学家 Matthei 先生对不同种类的花做过实验,证明海藻液体肥不仅能促使花早开,而且还能明显增加花芽数目,增加率可达 30~60%。

更有意义的是,由于海藻液体肥能在植物叶表面形成一层薄膜,增大叶表面的吸收面积,因此如果液体肥和杀虫剂、化学肥料混合使用,效果更佳,同时降低喷洒费用。1985年南非科学家把 Kelpak66 和蛋氨酸联合使用喷洒葡萄,结果葡萄着色早,成熟期缩短,并且枝条数增加 28% 以上。

3 海藻液体肥在我国的应用前景

海藻精浓缩液具有任何肥料都无法比拟的优点,但由于工艺方面的限制,目前也只有少数国家和地区可以生产。我国海域辽阔,藻类资源异常丰富。据统计,中国仅大型经济海藻就有 100 多种,其中不乏有高肥效的种类。传统的化学肥料肥效单一、污染严重,长期使用可导致土壤酸化、碱化,甚至结块。随着我国农村经济的发展以及对绿色环境的重视,开发和利用新的高效液体喷施肥已势在必行。海藻液体肥纯属天然海藻提取物,对人、畜无毒无害,对环境无污染,运输方便,施用简单,对植物的生长起着非常巨大的调节和促进作用。我国科技工作者对海藻液体肥工业的研究和利用也正在进行,1993年青岛海洋大学的田学琳教授就利用小麦进行过小型试验,效果很好,中国科学院海洋研究所的专家们也正在着手此项研究和策划。相信在不久的将来,我国利用海藻液体肥工业将蓬勃发展起来,前景是十分广阔和喜人的。

参考文献

- [1] Abetz, P., 1980. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 46: 23-29.
- [2] Atiken, J. B. and T. L. Senn, 1965. *Bot. Mar.* 8: 144-148.
- [3] Augier, H. 1976a. *Bot. Mar.* 19: 127-143.
- [4] Augier, H. 1976b. *Bot. Mar.* 19: 245-254.
- [5] Beckett, R. P. and J. van Staden, 1990. *Bot. Mar.* 33: 147-152.
- [6] Blunden, G., et al., 1981. *Bot. Mar.* 24: 451-456.
- [7] Blunden, G. and P. B. Wildgoose. 1977. *J. Sci. Food Agric.* 28: 121-125.
- [8] Booth, E., 1963. *Bot. Mar.* 8: 138-147.
- [9] Booth, E., 1965. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 8: 138-143.
- [10] Booth, E., 1966. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 5: 349-357.
- [11] Booth, E., 1969. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 6: 655-662.
- [12] Booth, E., 1981. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 8: 661-666.
- [13] Boyer, G. L. and S. S. Dougherty, 1988. *Phytochemistry*. 27: 1 521-1 522.
- [14] Cassan, L., et al., 1992. *Bot. Mar.* 35: 437-439.
- [15] Chapman, V. J., 1950. *Seaweeds and Their Uses*. London Press. pp. 133-149.
- [16] Hirsch, R., et al., 1989. *Bot. Acta.* 102: 326-334.
- [17] Jeannin, I., et al., 1991. *Bot. Mar.* 34: 469-473.
- [18] Kingman, A. R. and J. Moore, 1982. *Bot. Mar.* 25: 149-153.
- [19] Milton, R. E., 1964. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 4: 428-431.
- [20] Mowat, J. A., 1958. *Nature (London)*. 181: 1 499.
- [21] Mowat, J. A., 1958. *Nature (London)*. 200: 453.
- [22] Mowat, J. A., 1964. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 4: 352-359.
- [23] Mowat, J. A., 1965. *Bot. Mar.* 8: 149-155.
- [24] Nelson, W. R. and J. Van Staden. 1984a. *J. Plant Physiol.* 115: 433-437.
- [25] Nelson, W. R. and J. Van Staden. 1984b. *HortScience*. 19: 81-82.
- [26] Nelson, W. R. and J. Van Staden. 1985. *Bot. Mar.* 28: 415-417.
- [27] Overbeck, J. van, 1938. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 24: 42.
- [28] Overbeck, J. van, 1940. *Plant physiol.* 15: 291.
- [29] Pellegrini, M., et al., 1987. *Bot. Mar.* 30: 437-446.
- [30] Sanderson, K. J., et al., 1987. *J. Plant Physiol.* 129: 363-367.
- [31] Stephen, A. B. Tay, et al., 1985. *Phytochemistry*. 24(11): 2 611-2 614.
- [32] Stephenson, J. W., 1981. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 8: 740-744.
- [33] Tay, S. A. B., et al., 1985. *Phytochemistry*. 24: 2 611-2 614.