植物营养与肥料学报 1999,5(2):186～188
Plant Nutrition and Fertilizer Science

稀土元素钕提高油菜产量机理初析

魏幼璋　周晓波　Mohamed Omar Maalim
(浙江农业大学,杭州　310029)

MECHANISM OF RARE EARTH(Nd) TO IMPROVE OIL RAPE YIELD

Wei Youzhang　Zhou Xiaobo　Mohamed Omar Maalim
(*Zhejiang Agricultural University, Hangzhou* 310029)

作物施用稀土微肥可以提高产量与品质,这已为大量的试验所证实[1]。油菜施用稀土微肥后使产量提高也有不少报导[2]。但其作用机理至今还不十分清楚。其中一个很重要的原因是因为目前应用的稀土微肥主要成分是多种稀土元素硝酸盐的混合物。就金属元素对植物的作用机理而言,只有分别探明它们各自的作用才有意义。现今已有学者开始对单一稀土元素的生理作用进行研究[3,4]。其中对镧、铈的研究相对较多,而对钕的研究甚少。

本研究在以往研究的基础上,通过盆栽试验,探讨油菜苗期喷施适当浓度的钕,对油菜养分吸收和某些生理特性以及对钙及钕吸收的变化规律等,为稀土微肥的应用提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计

盆栽试验于1996年9月至1997年5月在浙江农业大学温室进行。试验所用土壤为砂质土,采自浙江省杭州市桐庐县梅蓉镇。其基本性状为:pH5.2;有机质18.7g/kg;粘粒含量(<0.001mm)112g/kg;阳离子代换量4.88 cmol/kg;碱解氮63.2 mg/kg,有效磷(P)4.8 mg/kg;速效钾(K)53.1 mg/kg;热水溶性硼0.26 mg/kg。每盆装土7.0kg。所用油菜(*Brassica napus*)为双低品种浙油优2号。试验设对照、苗期喷施20mg/L及100mg/L Nd(NO_3)等3个处理,每个处理6次重复。每盆移栽3株油菜苗,其中一株用于供各种元素分析,一株用于叶绿素含量及Mg^{2+}－ATP酶性测定,另一株用作收获期考种计产。

试验所用基肥:希腊产复肥(11:15:15)1g/kg;$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 0.33g/kg;硼砂($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)6.67mg/kg。追肥分腊肥与花肥2次施用,每次施尿素0.24g/kg;$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.58g/kg。

1.2　钕喷施液的配制与施用

称取纯度为99.99%的Nd_2O_3 5.000g溶于33mL 0.25mol/L的硝酸中,再稀释至500mL,此为10000mg/L Nd储备液。喷施前再分别稀释至20 mg/L及100 mg/L。以同样方法稀释硝酸作为对照溶液。油菜苗期按设计浓度喷施,喷施前先用0.05%的OT溶液(一种中性气溶胶)作为附着剂。OT溶液及钕溶液均以叶片完全喷湿为度。

①国家自然科学基金资助项目
收稿日期:1997-12-04

1.3 样品采集和分析

喷施钕后20天采集植物样品。原喷施过钕的叶片简称"老叶",喷施后新长出的叶片简称"新叶"。在收获期按油菜考种常规方法计算产量。

盆栽土壤基本性状的分析及植物中氮、磷、钾的测定按照常规方法。土壤可溶态钕的提取,按文献[5]的方法。叶绿素含量分析按文献[6]的方法。叶绿体膜上的 Mg^{2+} - ATP 酶活性的测定按文献[7]的方法。钙与钕用电感耦合等离子发射光谱仪测定,其主要工作参数为:耦合功率1.0kW;氩冷却气流量12 L/min,氩辅助气流量10 L/min,氩载气流量0.35 L/min,溶液提升量0.9 mL/min。

2 结果分析

2.1 喷施钕对油菜籽产量及干物质重的影响

油菜在苗期喷施钕菜籽的产量及干物质总重都有明显增加(见附表)。喷施20mg/L及100mg/L钕菜籽产量分别是对照的110.77%及122.50%;干物质总重量分别是对照的111.19%及114.93%。但就干物质重而言,是新叶下降老叶增加。

2.2 喷施钕对油菜吸收氮、磷、钾的影响

油菜在苗期喷施钕后,植株体内氮、磷、钾的含量呈现有规律的变化(见附表)。经20mg/L及100mg/L钕处理后新叶中的氮含量分别为对照的94.50%及89.26%;磷分别为对照的95.10%及87.33%;钾分别为对照的94.23%及85.44%,均呈下降趋势。而在老叶中,氮分别为对照的105.39%及109.23%;磷分别为对照的100.50%及100.65%;钾分别为对照的100.55%及103.30%,呈上升趋势。这与上述干物质积累的变化规律相一致。

2.3 喷施钕对油菜叶片中叶绿素含量及叶绿体膜上 Mg^{2+} - ATP 酶活性的影响

油菜苗期喷施钕后,油菜叶片中的叶绿素含量与叶绿体膜上 Mg^{2+} - ATP 酶的活性也发生了变化(见附表)。前者在新叶中分别为对照的93.10%及90.52%;在老叶中分别为对照的105.79%及109.09%。后者在新叶中为对照的95.80%及94.47%,而在老叶中分别为对照的104.39%及106.37%,二者又都呈上升趋势。其变化规律与油菜干物质重的变化规律也是一致的。

2.4 喷施钕对油菜吸收钕及钙的影响

油菜喷施钕后新叶及老叶中钕的含量都是增加的。虽然喷施了钕的老叶,用植物成分分析方法难以区别这种增加是由于钕附着在叶片表面而引起的,还是通过叶片吸收进入到内部造成的,或者两者都有之。但是新叶中钕含量的增加,肯定是植物吸收的钕向上部运输的结果。同时作物体内钙的含量在喷施钕后都是下降的,并随着喷施钕浓度的增大,钙的含量下降也多(见附表)。

3 讨　论

油菜苗期喷施适当浓度的稀土元素钕对作物的生长起着有益的调节作用。它主要表现在钕促进了作物对氮、磷、钾的吸收,特别是使这些养分元素向喷施过的部位调运。这可能是因为稀土元素钕改善了作物生长发育过程中物质代谢的结果。因为氮、磷是构成细胞的物质基础,钾又是多种酶的激活剂。此外,在本试验中,油菜在喷施钕后叶片中叶绿素含量

增加,对光合作用有重要贡献的叶绿体膜上 Mg^{2+} - ATP 酶的活性提高,这就会提高作物的光合作用能力。植物的干物质约有 85%～90%来自光合作用,稀土元素钕提高了油菜光合作用的能力,为干物质及油菜籽产量的提高奠定了物质基础。

通过试验还发现,作物喷施钕后叶片中钕的含量增加而钙的含量量下降,这可能是因为稀土元素的化学性质相似,在生物体内钕有部分代替钙的作用。并且钕与许多生物活性物质结合能力远大于钙,从而替代了钙,并参与了原先需要钙参加的许多代谢活动的结果[8]。也许这些代谢活动的增强是油菜增产的又一个内在原因。

附表 喷施钕对油菜养分吸收、叶绿素含量、干物重、产量及酶活性的影响[1)]

Table Effect of spray rape with neodymiun on nutrition absorption, concentration of chlotophyll, dry weight, yield and activity of enzyme

Nd 浓度 Concentration (mg/L)	采样部位 Sampling Parts	养分吸收 Nutrients uptake N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Nd (mg/kg)	干物重 Dry wt. (g)	菜籽产量 Yield (g)	叶绿素含量 Concentration of Chl. (mg/g, DW)	ATP 酶活性 Activity of ATPase (Pi μmol. mL^{-1} . min^{-1})
0	新叶	47.32a	6.00a	44.03a	7.15a	2.09a	4.96a		11.6a	1.573a
20		44.72b	5.70b	41.49b	6.20b	2.24b	4.85b		10.8b	1.507b
100		42.24c	5.34c	37.62c	5.60c	3.25c	4.56c		10.5c	1.486c
0	老叶	45.30a	3.98a	61.27a	17.70a	5.15a	11.15a		12.1a	1.459a
20		47.74b	4.38b	61.61b	15.90b	9.24b	13.13b		12.8b	1.523b
100		49.48c	4.45c	63.29c	13.70c	23.1c	13.53c		13.2c	1.552c
0	全株						23.77a	5.20a		
20							26.43b	5.76b		
100							27.32c	6.37c		

1)6 次重复平均值,abc 为 P 0.05 显著性差异,ABC 为 P 0.01 显著性差异。

Values are means of six replicates. Values in each row followed by the different letter are significant according to Duncan's test at $p<0.05$(a, b, c)or $p<0.01$(A, B, C)

参考文献

1 郭伯生等. 稀土在农牧业的应用概况和研究工作的最新进展. 稀土, 1993, 14(6)37～43.

2 魏幼璋等. 稀土与油菜钾营养的研究. 浙江农业大学学报, 1990, 16(3):267～271.

3 邝炎华等. 稀土元素在甘蔗(*Saccharum officinarum* L.)体内运转、分配及其对磷、钾吸收的影响. 核农学报, 1991, 5(3)146～152.

4 焦根林等. 氯化镧对玉米根组织膜透性的影响. 中国稀土学报, 1992, 10(3):256～258.

5 魏幼璋. 测定植物和土壤中稀土元素的新方法. 浙江农业大学学报, 1988, 14(3):251～225.

6 Arnon DI. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenol oxidase in beta vagarise. Plant Physiol., 1949, 24:45～49.

7 王卓辉. 植物生理实验手册. 上海科学技术出版社, 1985, 100～101.

8 张金红等. 稀土元素 Pr^{3+}, Nd^{3+} 对蚕豆叶片原生质膜上 Ca^{2+}, Mg^{2+} - ATPase 活性的影响. 生物化学杂志, 1992, 8: 195～200.