

# 云南临翔区油菜主产区土壤养分调查与配方施肥

赵应学<sup>1</sup>, 杨景华<sup>2\*</sup>, 王建新<sup>2</sup>, 鲁耀<sup>2</sup>

(1. 云南省临翔区土壤肥料工作站, 云南临沧 677099; 2. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南昆明 650205)

**摘要** [目的] 了解云南省临沧市临翔区油菜主产区种植土壤养分现状, 提出充分发挥土壤生产潜力的配方施肥建议, 促进当地油菜增产、增收。[方法] 通过土样采集、室内检测, 结合油菜的需肥量调查, 进行配方施肥计算。[结果] 临翔区油菜种植主产区土壤有机质及氮磷钾等养分含量普遍处于中等或以上水平, 但一半多的土壤呈酸性和强酸性, 土壤 pH 在 5.5 以下, 土壤缺硼现象较严重, 平均值接近 60% 的土壤样本水溶态硼含量小于 0.5 mg/kg。[结论] 在 3 750 kg/hm<sup>2</sup> 的目标产量下, 肥料 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的总补施量分别为 300、195、195 kg/hm<sup>2</sup>。在施用农家肥 15 000 kg/hm<sup>2</sup> 的情况下, 化肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 应分别补施 240、150、75 kg/hm<sup>2</sup>。氮肥品种选择对土壤酸化作用最弱的是尿素 (含 N 46%), 施用量约为 525 kg/hm<sup>2</sup>, 用碱性钙镁磷肥 (含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20%) 替代普钙, 施用量为 750 kg/hm<sup>2</sup>, 硫酸钾 (含 K<sub>2</sub>O 50%) 为 150 kg/hm<sup>2</sup>, 土壤基施硼砂 7.5 kg/hm<sup>2</sup>, 在抽薹期喷施液体硼肥 7.5 g/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 临翔区; 油菜; 土壤养分; 配方施肥

**中图分类号** S634.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)29-11647-03

## Investigation on Soil Nutrients and Formulated Fertilization of Rapeseed in Lixiang County of Yunnan Province

ZHAO Ying-xue et al (Lixiang Soil and Fertilizer Station, Lincang, Yunnan 677099)

**Abstract** [Objective] The aims were to learn the soil nutrient status of the main rapeseed planting areas in Lixiang County, Yunnan Province, and propose recommendations for full production potential of soil and fertilizer, thereby promoting local rapeseed production and income. [Method] The soil samples collected in field and tested in laboratory, investigation on amount of fertilizer needed by rapeseed was combined to calculate the formulated fertilization. [Result] Most of the soil organic matter and nutrient content of NPK were at the middle or higher level in the main rapeseed planting areas in Lixiang County. However, more than half of the soils were acidic or strongly acidic, the soil pH were below 5.5. The shortage soil boron was more serious, the average content and nearly 60% of the sample of soil available boron were less than 0.5 mg/kg. [Conclusion] To achieve the goal of 3 750 kg/hm<sup>2</sup>, the total applied amount of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O were separately 300, 195, 195 kg/hm<sup>2</sup>. The applied amount of chemical fertilizer N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O should be respectively 240, 150, 75 kg/hm<sup>2</sup>, if the application amount of manure was 15 000 kg/hm<sup>2</sup>. The nitrogen species of urea (containing N 46%), causing weakest effect on soil acidification, was selected and applied about 525 kg/hm<sup>2</sup>. The alkaline calcium magnesium phosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20%), alternating superphosphate, was applied with about 750 kg/hm<sup>2</sup>. Sulfuric acid potassium (K<sub>2</sub>O 50%) was applied with about 150 kg/hm<sup>2</sup>. About 7.5 kg/hm<sup>2</sup> borax was applied into soil as basal fertilizer, while spraying 7.5 kg/hm<sup>2</sup> fluid boron at the bolting stage.

**Key words** Lixiang Region; Rapeseed; Soil nutrient; Formulated fertilization

临沧市临翔区是云南省十大油菜生产基地县(区)之一, 地处云南省西南部, 是临沧市交通、信息和政治文化中心, 位于 23°24' ~ 24°26' N, 99°45' ~ 100°26' E, 位于澜沧江畔, 最低海拔 730 m, 最高海拔 3 430 m, 年平均气温 17.2 °C, 年均降雨量 1 178 mm, 相对湿度 73%, 全年无霜期 290 d。临翔区辖 10 个乡镇(镇、街道), 除平村乡外, 其余乡(镇、街道)均种植甘蓝型油菜, 常年种植油菜在 0.34 万 hm<sup>2</sup> 以上<sup>[1]</sup>。

土壤肥力是土壤为植物生长供应和协调营养条件、环境条件的能力, 是衡量土壤生产力的综合指标。土壤养分状况是土壤肥力的基础。掌握土壤肥力状况, 才能保持土壤环境的良性循环, 以实现农业的可持续发展<sup>[2-3]</sup>。近几年, 云南临沧市临翔区油菜产业迅速扩大。大多数农民在不了解土壤肥力的情况下盲目施肥, 以致施肥效益下降, 造成土壤养分不均衡化, 土壤质量衰退, 油菜病虫害加重, 成本上升, 品质下降。因此, 摸清云南省临沧市临翔区主产区油菜种植土壤养分状况, 结合油菜的需肥特性, 提出耕地用养结合和充分发挥生产潜力的施肥建议, 从而促进当地油菜增产、增收, 实现油菜产业的可持续发展。

## 1 材料与方法

**1.1 土壤样品采集** 在云南省临沧市临翔区油菜主产区博尚镇和圈内乡共采集 586 个土壤样品。参照当地地形地貌、海拔、土壤类型及油菜面积等进行土壤样点的布设, 兼顾不同生态条件、不同肥力水平地块, 选取有代表性的油菜种植土壤。

采样深度为 0 ~ 20 cm, 每个地块按照“S”形路线采集, 一般取 10 个小样点土壤, 制成一个混合样。为了反映采样地块的真实养分状况和供肥能力, 采样时间集中在 2009 ~ 2012 年 9 月底 ~ 10 月初油菜前茬收获后油菜尚未施底肥和移栽前。

**1.2 土壤养分含量分析** 采集土样在室内风干后过 1 mm 筛, 进行室内检测, 包括有机质、pH、碱解 N、Olsen-P、速效 K 和水溶态 B 等指标。所有化验项目一律采用实验室常规分析方法<sup>[4]</sup>: 土壤有机质含量的测定采用重铬酸钾容量法 - 外加热法; 土壤碱解氮含量的测定采用碱解扩散法; 土壤 Olsen-P 含量的测定采用 0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub> 浸提 - 钼蓝比色法; 土壤速效钾含量的测定采用 1 mol/L NH<sub>4</sub>OAC 浸提 - 火焰光度计法; 土壤 pH 的测定采用电位法 (水土比 2.5:1); 土壤水溶态硼含量的测定采用沸水浸提 - 姜黄素比色法。

**1.3 配方施肥计算** 配方施肥计算公式及相关计算系数均参考文献<sup>[5]</sup>。

**基金项目** 国家科技支撑计划(2012BAD40B02)。

**作者简介** 赵应学(1967 - ), 男, 云南临沧人, 农艺师, 从事土壤肥料技术推广应用工作。\* 通讯作者, 实验师, 从事土壤肥料与植物营养研究工作, E-mail: yjh699@126.com。

**收稿日期** 2013-09-29

(1) 计算油菜携出养分量。

油菜携出  $N(P_2O_5, K_2O)$  量 = 目标产量  $\times$  油菜  $N(P_2O_5, K_2O)$  含量。

(2) 求土壤可提供养分量。

土壤可提供  $N$  量 = 土壤碱解  $N \times$  修正系数  $0.072(0.15 \times 0.8 \times 0.6) \times 15$

土壤可提供  $P_2O_5$  量 = 土壤 Olsen-P  $\times$  修正系数  $0.06(0.15 \times 0.8 \times 0.5) \times 15$

土壤可提供  $K_2O$  = 土壤速效  $K \times$  修正系数  $0.12(0.15 \times 0.8 \times 1.0) \times 15$

(3) 求补施养分量。

应补施  $P_2O_5$  量 = (油菜携出  $P_2O_5$  量 - 土壤可提供  $P_2O_5$  量) / 肥料  $P$  的利用率

油菜  $N, K_2O$  的携出量小于土壤可提供量的计算公式为:

应补施  $N/K_2O$  的量 = (油菜携出  $N/K_2O$  的量  $\times$  ( $N$  取系数  $0.4, K_2O$  取  $0.2$ ) / 肥料  $N/K_2O$  的利用率

## 2 结果与分析

**2.1 临翔油菜主产区土壤 pH 分析与酸性土壤管理** 由表 1、2 可知, 临翔区油菜主产区土壤 pH 平均值为 5.5, 最小值为 4.2, 最大值为 6.9, 其中有 53.4% 的土壤样本小于 5.5, 44.4% 的样本在 5.5~6.5 之间。由此可知, 临翔油菜主产区土壤总体呈酸性和强酸性。

相关研究表明, 油菜对土壤酸度反应敏感, 其适宜生长的土壤 pH 范围为 6~7<sup>[6]</sup>, 红壤油菜种植的适宜 pH 为 5.9~7.3<sup>[7]</sup>, 临翔区油菜主产区土壤有一半多的土壤样本 pH 在 5.5 以下, 因此应加强土壤酸性改良。首先, 在化肥的使用上, 应注意氮肥品种的选择。铵态氮肥的施用是加速土壤酸化的重要原因。不同品种的铵态氮肥对土壤酸化的影响程度不同, 对土壤酸化作用最强的是  $(NH_4)_2SO_4$  和  $(NH_4)_2HPO_4$ , 其次是  $(NH_4)_2HPO_4$ , 作用最弱的是尿素和硝酸铵<sup>[8]</sup>。同时, 施用钙镁磷肥代替普钙能有效改良土壤酸性<sup>[9]</sup>。其次, 加强有机物质的施用, 尤其是近年来具有更大关注度的生物(质)碳的施用<sup>[10-11]</sup>, 能有效改良土壤酸性。再次, 施用石灰和石灰石粉是改良土壤酸度的传统有效方

法。根据不同石灰种类对酸性土壤改良、油菜生长和产量的影响, 推荐适宜的石灰用量为熟石灰粉  $(Ca(OH)_2)$  1 125.0~1 687.5  $kg/hm^2$ 、碳酸钙粉 1 500.0~2 250.0  $kg/hm^2$ 、白云石  $(CaMg[CO_3]_2)$  粉 1 500.0~3 000.0  $kg/hm^2$ <sup>[12]</sup>。

表 1 临翔油菜主产区土壤 pH 分布

分级标准	pH	样本量//个	百分比//%
6级	<4.5	2	0.3
5级	4.5~5.5	313	53.4
4级	5.5~6.5	260	44.4
3级	6.5~7.5	11	1.9
2级	7.5~8.5	0	0
1级	$\geq 8.5$	0	0

**2.2 临翔油菜主产区土壤主要养分含量** 由表 2、3 可知, 临翔区油菜主产区土壤有机质含量平均值为 35.8  $g/kg$ , 最小值为 3.1  $g/kg$ , 最大值为 96.8  $g/kg$ , 近 30% 的土壤样本有机质含量在 40  $g/kg$  以上, 70% 以上在 30  $g/kg$  以上, 90% 以上在 40  $g/kg$  以上。土壤碱解氮含量平均值为 160.9  $mg/kg$ , 最小值为 15  $mg/kg$ , 最大值为 381  $mg/kg$ , 近 60% 的土壤样本碱解氮含量在 150  $mg/kg$  以上, 90% 以上在 90  $mg/kg$  以上。土壤有效磷含量平均值为 43.6  $mg/kg$ , 最小值为 2.7  $mg/kg$ , 最大值达 117.9  $mg/kg$ , 近 60% 的土壤样本有效磷含量在 40  $mg/kg$  以上, 90% 以上在 20  $mg/kg$  以上。土壤速效钾含量平均值为 161.8  $mg/kg$ , 最小值为 23  $mg/kg$ , 最大值为 796  $mg/kg$ , 近 25% 的土壤样本速效钾含量在 200  $mg/kg$  以上, 接近 70% 以上在 100  $mg/kg$  以上, 40~100  $mg/kg$  之间土壤样本占 30% 左右。土壤水溶态硼含量平均值为 0.49  $mg/kg$ , 最小值为 0.04  $mg/kg$ , 最大值为 2.17  $mg/kg$ , 近 60% 的土壤样本水溶态硼含量小于 0.5  $mg/kg$ , 近 40% 的样本在 0.5~1.0  $mg/kg$  之间, 只有不到 5% 的样本大于 1  $mg/kg$ 。

表 2 临翔油菜主产区土壤 pH 及主要养分含量

指标	pH	有机质 g/kg	碱解 N mg/kg	Olsen-P mg/kg	速效 K mg/kg	水溶态 B mg/kg
平均值	5.5	35.8	160.9	43.6	161.8	0.49
标准差	0.4	11.6	48.7	22.8	116.0	0.30
最小值	4.2	3.1	15.0	2.7	23.0	0.04
最大值	6.9	96.8	381.0	117.9	796.0	2.17

表 3 临翔区油菜主产区土壤主要养分含量丰缺状况

分级标准	有机质			碱解氮			Olsen-P			速效钾			水溶态 B		
	含量 g/kg	样本量 个	百分比 %	含量 mg/kg	样本量 个	百分比 %									
6级	<10	3	0.5	<60	10	1.7	<10	10	1.7	<40	17	2.9	<0.10	5	3.1
5级	10~20	46	7.8	60~90	28	4.8	10~20	32	5.5	40~100	181	30.9	0.10~0.25	17	10.7
4级	20~30	124	21.2	90~120	65	11.1	20~30	70	11.9	100~150	152	25.9	0.25~0.50	69	43.4
3级	30~40	227	38.7	120~150	133	22.7	30~40	137	23.4	150~200	92	15.7	0.50~1.00	62	39.0
2级	40~60	172	29.4	150~200	229	39.1	40~60	184	31.4	200~250	32	5.5	1.00~2.00	5	3.1
1级	$\geq 60$	14	2.4	$\geq 200$	121	20.6	$\geq 60$	153	26.1	$\geq 250$	112	19.1	$\geq 2.00$	1	0.6

**2.3 临翔油菜主产区氮磷钾等养分应补施量** 由表 4 可知, 根据临翔区油菜主产区土壤氮磷钾平均含量, 得知土壤可提供  $N, P_2O_5, K_2O$  量分别为 174.0、39.3、291.0  $kg/hm^2$ 。

在当地实际生产, 临翔油菜主产区油菜目标产量为 3 750  $kg/hm^2$ 。根据云南省土肥站统计每 100  $kg$  菜籽携出的  $N, P_2O_5, K_2O$  量, 计算得知油菜  $N, P_2O_5, K_2O$  的携出量分别为

147.00、65.25、160.20 kg/hm<sup>2</sup>。可见,油菜 N、K<sub>2</sub>O 的携出量小于土壤 N、K<sub>2</sub>O 的提供量,而油菜 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的携出量大于土壤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的提供量。

根据云南省土肥站实测油菜肥料 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的利用率分别为 19.70%、13.45%、16.89%,计算得知肥料 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的总补施量分别为 300、195、195 kg/hm<sup>2</sup>。按照施用

15 000 kg/hm<sup>2</sup> 农家肥,农家肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 实测平均含量分别为 1.41%、0.70%、1.26%,当季利用率分别为 30%、40%、60%,农家肥可以为油菜当季提供 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的量分别为 60、45、120 kg/hm<sup>2</sup>。由此可知,应分别补施化肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 240、150、75 kg/hm<sup>2</sup>。

表 4 在产量 3 750 kg/hm<sup>2</sup> 的目标下油菜养分携出量和肥料补施量

养分指标	养分携出量	土壤可提供 养分量//kg/hm <sup>2</sup>	肥料利用率 %	肥料总补 施量//kg/hm <sup>2</sup>	当季提供或补施量//kg/hm <sup>2</sup>	
					农家肥	化肥
N	147.00	174	19.70	300	60	240
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	65.25	39.3	13.45	195	45	150
K <sub>2</sub> O	160.20	291	16.89	195	120	75

### 3 结论与讨论

氮磷钾是油菜需要量最大的三种必需营养元素。氮磷钾配施能够显著提高油菜产量,促进养分的均衡吸收,明显改善植物生长状况,提高抗性<sup>[13]</sup>。有研究表明,油菜单产在 3 750 kg/hm<sup>2</sup> 以上的氮磷钾最佳配比为 N 181.50 ~ 221.25 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 815.00 ~ 106.95 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 98.10 ~ 125.10 kg/hm<sup>2</sup><sup>[14-15]</sup>。郭琼珍等<sup>[16]</sup>在云南玉溪红塔油菜种植区的研究表明,最佳用量 N 276.75 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 87.15 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 77.85 kg/hm<sup>2</sup>,可实现产量 3 000 ~ 3 360 kg/hm<sup>2</sup>。李明福等<sup>[17]</sup>在玉溪研和油菜种植区的研究表明,施 N 240 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>,可实现产量 3 435 kg/hm<sup>2</sup>。与该研究相比,化肥 N、K<sub>2</sub>O 的应补施量相当,但是化肥 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的应补施量低于该研究,主要原因是在临翔油菜种植主产区,氮肥和钾肥的施用较受重视,油菜土壤 N、K<sub>2</sub>O 含量较高,导致土壤 N、K<sub>2</sub>O 可提供量大于油菜 N、K<sub>2</sub>O 的携出量,而土壤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的提供量小于油菜 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的携出量,约占油菜 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的携出量的 60%,所以应补施 40% 的肥料 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。同时,研究中肥料氮钾利用率远低于邹娟<sup>[18]</sup>研究中油菜肥料氮钾的利用率(34.2%、36.9%),应引起重视。

硼是油菜必需且较敏感的微量元素。临翔区土壤水溶态硼的含量偏低,平均值和近 60% 的土壤样本在临界值(0.5 mg/kg)以下,其中有 13.8% 的种植油菜土壤样本严重缺硼(<0.25 mg/kg),43.4% 的轻度缺硼(0.25 ~ 0.50)mg/kg,还有 39% 存在潜在缺硼(0.50 ~ 1.00 mg/kg)。因此,临翔区种植油菜必顺重视增施硼。研究表明,对于油菜种植土壤有效硼含量在临界值 0.5 mg/kg 以下的,土壤基施硼砂 7.5 ~ 15.0 kg/hm<sup>2</sup><sup>[19]</sup>或在抽薹期喷施流体硼肥 13.5 kg/hm<sup>2</sup><sup>[20]</sup>,能有效提高油菜产量。

综上所述,在土壤酸性改良上,推荐适宜的石灰用量为熟石灰粉 1 125 ~ 1 687.5 kg/hm<sup>2</sup>、碳酸钙粉 1 500 ~ 2 250 kg/hm<sup>2</sup>、白云石粉 1 500 ~ 3 000 kg/hm<sup>2</sup>。结合临翔油菜种植主产区土壤养分现状,提出以下施肥建议:加强农家肥施用,作基肥,施用量不低于 15 000 kg/hm<sup>2</sup> 为佳;氮肥品种选择对土壤酸化作用最弱的尿素(含 N 46%),施用量为 525 kg/hm<sup>2</sup> 左右,其中在移栽期作基肥施用 75 ~ 150 kg/hm<sup>2</sup>,在移栽后

15 ~ 18 d 对水浇施 150 kg/hm<sup>2</sup> 左右的提苗肥,根据土壤肥力条件和植株长势追施苔花肥 150 ~ 225 kg/hm<sup>2</sup>;用碱性钙镁磷肥(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20%)替代普钙,施用量 750 kg/hm<sup>2</sup>,与硫酸钾(含 K<sub>2</sub>O 50%)150 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥,硫酸钾可部分作追肥在抽薹期施用;土壤基施硼砂 7.5 kg/hm<sup>2</sup>,在抽薹期喷施流体硼肥 7.5 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 包丽琼. 临翔区油菜高产高效生产技术[J]. 种子科技, 2012(5): 46 - 47.
- [2] 郑立臣, 宇万太, 马强, 等. 农田土壤肥力综合评价研究进展[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 156 - 161.
- [3] 骆东奇, 自洁, 谢德体. 论土壤肥力评价指标和方法[J]. 土壤与环境, 2002, 11(2): 202 - 205.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [5] 全国土壤肥料总站肥料处. 蔬菜配方施肥[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 84 - 86.
- [6] 孟踢福, 吴益伟, 水建国, 等. 施用石灰对红壤旱地土壤酸度和油菜产量的影响[J]. 中国油料, 1997, 17(2): 39 - 43.
- [7] 孟踢福, 傅庆林, 水建国, 等. 土壤酸度对大豆、油菜生长和产量的影响[J]. 中国农业科学, 1994, 27(3): 63 - 70.
- [8] 徐仁扣, COVENTRY D R. 某些农业措施对土壤酸化的影响[J]. 农业环境保护, 2002, 21(5): 385 - 388.
- [9] 陈建军, 陆泉宇, 蒋毅敏, 等. 施用碱性肥料对酸性土壤改良效果初报[J]. 广西农学报, 2012, 27(6): 18 - 20, 78.
- [10] 张洋, 王典, 姜存仓, 等. 生物炭及其对酸性土壤改良的研究进展[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(5): 997 - 1000.
- [11] 袁金华, 徐仁扣. 生物质炭对酸性土壤改良作用的研究进展[J]. 土壤, 2012, 44(4): 541 - 547.
- [12] 胡德春, 李贤胜, 尚健, 等. 不同改良剂对棕壤酸性的改良效果[J]. 土壤, 2006, 38(2): 206 - 209.
- [13] 杨勇, 刘强, 宋海星, 等. 氮磷钾配比对油菜养分吸收、碳氮代谢产物和籽粒产量的影响[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(1): 99 - 104.
- [14] 龙继锐, 马国辉. 不同氮磷钾用量及配比对晚稻茬油菜产量的影响[J]. 磷肥与复肥, 2007, 22(3): 72 - 73.
- [15] 李家贵. 氮磷钾配施对油菜产量和效益的影响[J]. 耕作与栽培, 2005(3): 39 - 40.
- [16] 郭琼珍, 陈克龙, 蔡亚东, 等. 红塔区油菜测土配方施肥“3414”试验初报[J]. 云南农业科技, 2010(2): 22 - 24.
- [17] 李明福, 李玉萍, 陈克龙, 等. 测土配方施肥对玉溪油菜生长与效益的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(3): 65 - 68.
- [18] 邹娟. 冬油菜施肥效果及土壤养分丰缺指标研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- [19] 全国微肥科研协作组. 几种主要农作物锌、硼肥施用技术规范的研究 III. 棉花、油菜硼肥施用技术规范的研究[J]. 土壤肥料, 1989(6): 1 - 4.
- [20] 朱飞翔, 傅志强, 沈建凯, 等. 施用硼肥对油菜产量的影响[J]. 作物研究, 2009, 23(4): 252 - 253.