

“中国油料籽作物硼、锌营养调控” 研究项目成果简介*

杨玉爱 谢振翅

(浙江农业大学, 310029) (湖北农科院, 430064)

R. W. Bell

(澳大利亚, 珀斯 Murdoch 大学)

摘 要

“中国油料籽作物硼、锌营养调控”项目(编号 ACIAR 9120)是澳大利亚国际农业研究中心资助的中澳国际合作科研项目。经 1992 年 7 月至 1994 年 7 月的研究,于 1994 年 11 月通过国内外专家的项目成果评估和技术鉴定。研究成果主要有:(1)研究了不同油菜品种耐缺硼的基因型差异及鉴别指标。试验证明油菜移栽后的植株存活率、落叶数比率、叶面积和根系增长速率是鉴别油菜 B——有效品种的重要标志;(2)在中国首次应用甲亚胺测硼方法代替姜黄素法诊断和预测土壤和油菜作物硼的营养状况,改进后的甲亚胺方法与姜黄素法比较,更容易操作和可靠,从而建立了一套适用油菜硼营养诊断和预测的技术和标准。运用这套技术和指标进行了大田油菜的普测,查明浙江省主要油菜产区的缺硼程度和区域分布;(3)在浙江和湖北省的不同土壤类型,不同土壤肥力及水-旱(旱-旱)轮作条件下,较系统地研究了优质单低(低芥酸或低硫代葡萄糖甙含量)、双低(低芥酸和低硫代葡萄糖甙含量)油菜品种的硼、锌肥施用量、施用方法、硼肥后效及环境因素(水分、温度)等对油菜生长和苗期存活率的影响。试验表明,硼、锌肥肥效与施用方法有关,缺素土壤上,油菜苗期供硼(或锌)是发挥肥效的关键时期;土施硼肥肥效比喷施稳定;硼肥残效与土壤性质有关;冬油菜移栽后 1—2 月内的干旱或低温是导致植株缺硼而引起油菜苗高死亡率的重要原因。

关键词 硼营养, 锌营养, 油菜, 营养诊断

一、概 况

“中国油料籽作物硼、锌营养调控”——Management of Boron and Zinc Nutrition of oilseed Crops in China (编号 ACIAR 9120)是根据中国与澳大利亚政府 1984 年在北京签订的关于农业合作研究的协议而产生的。具体项目来源于 1988 年 ACIAR (澳大利亚国际农业研究中心)在泰国召开的学术讨论会上中澳双方与会者的倡议。后经双方专家的多次考察和论证,并得到中国农业部国际合作司、ACIAR 基金会、浙江省、湖北省科委的批准于 1992 年 7 月正式立项的。研究年限三年。参加项目的单位有:西澳默多克大学(Murdoch university)、南澳阿德莱德大学(University of Adelaide)、中国浙江农业大学和湖北省农科院。

* 参加该项目协作研究的还有:王炳炎、蒋天臻、段盛大、黄中华、杨春雄、李素华、李建军、毛日红、李文芬、金健生、陆桂祥、张凤鸣、李新泉等同志,特此致谢。

中国是世界油菜生产大国,又是一个土壤缺硼、锌面积较大的国家。尤其是缺硼对油菜生产是限制因素。目前国内多数是通过喷施或土施硼肥的方法加以矫治,已取得明显的增产效果。然而随着农业生产的发展和施肥水平的提高,油菜硼肥施用和管理有待于改进和提高,首先表现在近几年来,各省育成和引种优质双低(低芥酸、低硫代葡萄糖甙含量)或单低(低芥酸或低硫代葡萄糖甙含量)油菜新品种,各地反映新品种对缺硼更为敏感;其次,在不同土壤肥力、尤其是高肥力水平的地区在引种优质油菜品种之后,如何合理施用硼肥,至今缺乏系统的认识;第三,随着人们对环境质量和过量硼对人畜健康影响的重视,对不同土壤类型和各种轮作制度下硼肥的后效和残留量问题,也缺乏客观的认识。至于油菜锌营养的研究,我国尚处于起始阶段。在澳大利亚锌对其他作物的营养已有很多研究,但对油菜施锌量几乎缺乏认识。为了中澳双方油菜产量的提高,研究方法的借鉴和成果的效益,ACIAR 9120 项目在中国的重点是着重于长江中下游油菜硼营养与调控,而在澳大利亚则着重油菜锌营养的研究。目标在于提高油菜缺硼预测的可靠性。

ACIAR 9120 项目在各级领导部门的支持下,经过两年多的研究,中方已完成以下主要内容:(1)完成了浙江省江山、嘉兴、金华、肖山、桐庐、嘉善等 6 个市县、湖北省 8 个市县共 9 个土壤类型(红壤、冲积土、紫色土、灰潮土、滨海盐土、水稻土等)、4 种作物(油菜、早稻、晚稻、单季早稻)上所布置的 40 个田间试验(包括硼锌肥施用技术、不同油菜品种对硼、锌反应,不同轮作下的硼肥后效及不同环境因素对油菜硼吸收影响等);(2)在温室条件下进行两年 7 项的盆栽试验;(3)完成 26 个市县计 200 多个试验点的农村调查、叶片、土壤含硼量(或含锌量)测定,并取得油菜籽粒产量数据;(4)完成 7000 多项次以上的养分含量及有关的相关分析;(5)在 ACIAR 和澳大利亚科工组织(CSIRO)的帮助下,在浙江农业大学改装建立紫外分光光度计甲亚胺测硼实验室;在湖北农科院建立起原子吸收测锌实验室。

二、主要成果

1. 本项目以植物营养系统科学理论为指导思想,针对国情和中国油菜生产的发展方向,以优质双低油菜品种为重点研究对象,根据不同土壤类型,不同土壤肥力、水旱(或旱-旱)轮作、硼肥不同用量等多因素对油菜营养影响的综合作用,对比研究长江中下游 35 个油菜品种(16 个供田间试验,35 个供盆栽试验)的耐缺硼基因型差异及鉴别指标。通过植株存活率、叶面积、落叶数比率;干重、根系生长速率、叶片含硼量等各参数的测定,并与油菜籽粒产量的相关程度比较的相关分析,率先提出植株存活率、落叶数比率、叶面积和根系增长速率是鉴别油菜耐缺硼基因型差异的可行指标。用上述指标鉴别,可发现在长江中下游推广的 16 种油菜品种中,中油 821、九二-13 系属于较耐缺硼品种,而湘油 11 和皖油 324 为缺硼较敏感品种。

2. 本研究在国内植物营养传统研究方法的基础上,参照国际先进研究方法,采用了一套室内分析、标样控制、温室生物试验和田间试验与国外设施控制试验相结合的方法,在中国低硼土壤条件下,首次采用甲亚胺方法代替传统的姜黄素测硼和自制合成粉状甲亚胺试剂获得成功。

油菜硼营养诊断和预测能否成功,关键的问题在于选择具有相当稳定和准确的测硼方法。中国传统的方法是采用沸水提取土壤硼并用姜黄素比色测硼值 $<0.5\text{mg/kg}$ 作为鉴别的临界指标,但实践证明,姜黄素测硼方法本身有缺陷,因其显色的物理、化学条件要求苛刻,使不同人员、不同季节、不同实验室测定结果误差较大且难于比较,常导致诊断的偏差。国外已有用 CaCl_2 溶液提取土壤并采用甲亚胺方法测硼获得较稳定的结果,但迄今尚无相应的营养诊断指标;而且国内无固体甲亚胺试剂出售(须分析前现配)给实际应用带来困难。本研究试制合成粉状甲亚胺试剂经与进口甲亚胺试剂对比试验,证明其灵敏度,显色光谱及对硼的回收率均与进口的相似,两者达显著相关。为甲亚胺方法的应用奠定了基础。参照 CSIRO CaCl_2 提取土壤硼用甲亚胺测硼和常规姜黄素测硼值,两者分别与油菜籽粒产量及施硼量等的相关分析表明,前者优于后者,甲亚胺方法适于低硼土壤含硼量的测定。

近半个世纪以来,国际上用植物分析标准来预测养分丰度程度及应用于植物营养诊断有较大的发展,认为植物本身更能反应根系吸收利用的实际情况。但采用植物分析和营养诊断,关键问题是植物的适宜取样时间和部位。本研究在硼肥不同用量的田间,盆栽试验和大田广泛调查测定的基础上,通过油菜不同生育期和不同叶位的含硼量测定(包括油菜大苗期、蕾苔期、花期等3个不同生育期,8个叶位——大苗期最新展开叶、完全展开叶、蕾苔期的无柄叶、短柄叶、长柄叶、花期的无柄叶、短柄叶、长柄叶等)并与籽粒产量的相关分析的对比筛选,证明油菜大苗期最新展开叶(yol)¹⁾是硼营养诊断的适宜时间和反应灵敏的取样部位。通过多点的综合研究提出了诊断指标:

yol 含硼量²⁾ $<11\text{mg/kg}$ 为严重缺硼指标

yol 含硼量 $10\text{—}20\text{ mg/kg}$ 为缺硼指标

yol 含硼量 $20\text{—}30\text{ mg/kg}$ 为可能缺硼指标

yol 含硼量 $>30\text{mg/kg}$ 为硼充足指标

根据上述技术和指标,查明了浙江省油菜产区缺硼程度及区域分布,并绘制了区域分布图,为今后油菜施用硼肥提供了重要的科学依据。

3. 对比研究了不同类型土壤上双低油菜的施硼技术,证明早期土施硼肥肥效优于喷施,肥效高且增产效果稳定;并查了硼肥的施用量与土壤类型、土壤有效硼含量、粘粒、有机质及 ECEC 等土壤性质有关。在不同轮作条件下,硼肥肥效及土壤有效硼含量不同年的盈亏变化计算表明,以每公顷施 15kg 硼砂的处理,对当年油菜增产幅度较大,而第二年(次年)的反应,则以头年施硼砂 30 kg/ha 处理增产幅度较大。油菜施用硼肥的产投比约为 9:1。

4. 较系统地研究了油菜施用锌肥的有效条件:(1) 查明了浙江省滨海盐土和青紫泥水稻土及湖北省的紫色土和石灰性土壤有效锌含量较低,施用锌肥的增产幅度与土壤有效锌含量有关,每公顷基施 15kg 硫酸锌,油菜增产幅度为 $10.1\text{—}19.7\%$;(2) 锌肥肥效与施锌方法有关,油菜苗期施锌是关键,早期施锌有利于根的生长而促进“早发”,从而提

1) yol 为油菜大苗期最新展开叶,即植株从上往下数,第一片平整展开的叶片。

2) 以元素 B 为单位计算。

高产量;旱地油菜条施或呈穴施化学锌肥,局部锌的高浓度有抑制根系生长而影响锌肥肥效。锌肥与有机肥料配合施用可显著提高肥效;锌肥肥效还与油菜品种有关,中油821,中双4号,湘油11,12号和准油等品种对锌营养比较敏感。

5. 在西澳默多克(Murdoch)大学的温室受控环境下和中国浙江省桐庐县的大田试验证明,温度和水分都明显影响不同油菜品种对硼的效应,油菜移栽后的干旱或低温、极大地增强植株对硼需求的迫切性,此时供硼不足,将导致缺硼油菜苗的大量死亡。

本研究成果和方法不仅有助于促进我国优质单低、或双低油菜生产的发展,而且对世界类似国家的油菜生产也有借鉴作用。

BRIEF INTRODUCTION TO THE APPRAISAL OF ACIAR PROJECT “MANAGEMENT OF B AND Zn NUTRITION IN OILSEED CROPS IN CHINA”

Yang Yuai

(Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Xie Zhenchi

(Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan 430064)

R. W. Bell

(Murdoch University, Perth, Western Australia)

Summary

The project “Management of B and Zn nutrition in oilseed crops in China”, called ACIAR Project 9120, is supported by the Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR). The project was carried out from July 1992 to July 1995, and the achievements of the project obtained have been highly appraised by the scientists both at home and abroad with major achievements summarized as follows:

(1) Systematical study on the cultivar difference of oilseed rape in responses to B deficiency showed that seedling mortality after transplanting, green leaf areas and root growth rate are the main plant traits for identifying B-efficient genotypes of rape.

(2) It was first in China to use the Azomethin-H method instead of the Curcumin method for diagnosis and prognosis of B status in soils and rape plants. The improved Azomethin-H method was shown to be more reliable and easier to handle than the Curcumin method. In addition, a set of techniques and standards for diagnosing and predicting B in oilseed rape have been developed. By applying these techniques to survey the farmers' fields, B status and distribution of B-deficient soils in Zhejiang Province have been classified.

(3) Extensive investigation on B and Zn application rates, methods as well as residual effects under different conditions of soil types, fertility levels and oilseed rape-rice rotation systems showed that soil application of fertilizer B is better than foliar application. The residual effect of B fertilizer varied with soil types and application rates.

(4) The investigation on the environment-genotype interaction showed that low temperature and dry season during 1—2 month after transplanting were the major factors responsible for high seedling mortality due to B deficiency in oilseed rape.

Key words Boron, Zinc, Oilseed rape, Nutritional diagnosis