



中国油菜的生产与 平衡施肥效果及技术

国际植物营养研究所 (IPNI) 中国项目

北京办事处

联系人：何 萍 李书田

电话：010-82108000

地址：北京市中关村南大街12号旧主楼628室109信箱

邮编：100081

成都办事处

联系人：涂仕华

电话：028-84549289

地址：成都市静居寺路20号科源大厦714-715室

邮编：610066

武汉办事处

联系人：陈防

电话：027-87510433

地址：中国科学院武汉植物园实验楼223室

邮编：430074

陈防 张过师 涂仕华

国际植物营养研究所 (IPNI) 武汉办事处

国际植物营养研究所 (IPNI) 成都办事处



中国油菜的生产及平衡施肥效果和技术

一. 油菜生产的基本情况

油菜(*Brassica L.*)是十字花科芸薹属一年生或二年生直根系草本植物,茎直立,分枝较少,一般株高60-120 cm,部分可达2m。总状无限花序,着生于主茎或分枝顶端;花黄色,花瓣4片,为典型十字形;长角果条形;种子球形,紫褐色。油菜是粮食作物的良好前作,在农作物轮作复种中占有重要地位。油菜根系能分泌有机酸,可溶解土壤粘土矿物中难以溶解的磷、钾等矿质元素,提高其生物有效性。油菜根、茎、叶、花、果壳等组织含有丰富的氮磷钾等营养元素,生长后期大量落花落叶以及收获后的残茬和秸秆还田能有效保持土壤肥力。

油菜是中国乃至世界的主要农作物和油料作物之一,经济价值较高。油菜籽除榨油外,其饼粕可作饲料、肥料。油菜亦可作绿肥和新垦荒地、盐碱地、休闲地等的先锋作物,还可以根据不同用途作为能源作物、青饲料作物、蔬菜作物、景观作物来栽培。此外,油菜花器多,花期长,具有蜜腺,是良好的蜜源植物,可以养蜂。芥菜型油菜的种子既可以制作芥末,也是芳香料的重要来源之一。

一般认为油菜起源在中国和印度,白菜型油菜在中国古代称为芸薹、胡菜;甘蓝型油菜的起源中心在欧洲,20世纪30-40年代引入中国。世界上种植油菜最多的地区在亚洲、欧洲、北美洲,亚洲和欧洲的油菜产量占全世界的78%,种植油菜最少的地区在南美洲和非洲。

虽然油菜在中国已有三千多年的种植历史,但生产迅速发展阶段始于二十世纪八十年代,1999年起我国成为世界上最大的油菜生产国,近年来油菜年种植面积达700万公顷,年产量达1000万吨,

油菜总产和播种面积均占世界的30%。中国油菜产区分布广泛,目前除北京、天津、辽宁和海南外,其余27个省区市均有种植。我国油菜分为春油菜和冬油菜两大产区,春油菜生育期一般80-130天,冬油菜生育期一般160-280天。六盘山以东和延河以南、太岳山以东为冬油菜区,六盘山以西和延河以北、太岳山以西为春油菜区。从种植面积和总产量来看以冬油菜为主。

油菜可分为白菜型油菜、芥菜型油菜和甘蓝型油菜三个类型。我国目前以甘蓝型油菜为主,约占总面积的70%以上。甘蓝型油菜(*Brassica napus L.*)又称洋油菜、黑油菜,其特点是株型较高大、子叶肾脏形,基叶椭圆、半抱茎,分枝部位中等、花瓣较大、角果大、种子大。分枝多,种子无辛辣味;适应高肥力条件、生长旺盛、增产潜力大、生育期长,为目前中国长江流域主要栽培品种类型。目前中国油菜籽单产平均约每公顷1,800公斤,油菜籽含油率39%-42%,出油率为35%左右;含蛋白质25%、芥酸45%-48%。双低油菜品种芥酸含量一般在1%以下,硫甙的含量也较低。

二. 油菜的营养特性和养分管理存在的问题

油菜的一生可划分为发芽出苗期、苗期、现蕾抽薹期、开花期和角果发育期等五个主要生育阶段,不同生育阶段的生育特点和对环境条件的要求各不相同。油菜在土壤pH值3.5-7.4的条件下种子均能正常萌发生长,以pH5.9为佳。它需肥较多,氮和钾的需要量是谷类作物的3倍,磷的需要量是谷类作物的3.5倍,对钙和硼的吸收量也大大超过其他作物,缺硼容易造成落花、落角果、花而不实。因此,栽培油菜要求土层深厚,土壤肥沃,排灌和通气条件良好。油菜的不同品种、不同生育期、不同部位的适宜养分含量有所不同,但总体上有一个适宜的范围,一般N含量为3.5-5.5%, P为0.3-0.7%, K为2-5%, Mg为0.15-0.6%, Ca为

1-2%, S为0.5-0.6%, Fe为50-150 mg/kg, Mn为20-250 mg/kg, Zn为25-70 mg/kg, Cu为4-25 mg/kg, B为20-60 mg/kg, Mo为0.3-1 mg/kg。甘蓝型油菜每形成100kg油菜籽, 需要吸收N 10 kg、P 3.9 kg、K 11.5 kg。白菜型油菜每形成100kg油菜籽, 需要吸收N 6 kg、P 2.4 kg、K 5.6 kg。一般中等以上产量的油菜其吸收N、P和K的比例大约为1 : 0.4 : 1.2。

目前我国油菜养分管理上存在的主要问题有: 有机肥料用量偏低、商品肥料养分间比例不协调; 养分管理技术的更新跟不上品种更新(缺少高产条件下现行推广品种的养分吸收规律)和种植技术发展的需要(缺少机械播种配套施肥技术、缺少免耕种植配套施肥技术); 缺乏不同轮作体系的肥料运筹和土壤培肥技术; 缺少必要的技术规程(施肥指标技术体系), 油菜施肥中的盲目性和随意性较大, 投入的肥料利用效率较低, 由于氮磷肥的流失造成的面源污染风险较大。长江流域是我国冬油菜主产区, 其面积和产量分别占全国的80%和85%, 该区土壤肥力状况和养分循环有其独特性, 主要表现在: 耕地复种指数较高, 作物收获从耕地中带走的养分多; 耕地养分的自然补充少, 主要靠大量施用商品化肥; 该区域降雨充沛但全年雨量分布不均匀, 雨季土壤养分流失量大, 农业面源污染风险较大; 经过多年的集约化种植和不尽合理的施肥习惯, 耕地不同养分间肥力水平不平衡, 常表现单个或多个养分的缺素症状, 在油菜生产上常见的有缺磷、缺钾、缺硼等症状。

三. IPNI中国项目油菜平衡施肥效果

自1982年开始至今, 国际植物营养研究所(IPNI)及其前身国际钾磷研究所/加拿大钾磷研究所(PPI/PPIC)中国项目部在全国范围的研究与技术示范合作项目中开展了500余个油菜平衡

施肥田间试验, 较全面地研究了平衡施肥对主产区油菜生产的影响和效果, 建立了油菜试验数据库, 并通过田间示范田、技术培训和新闻媒体等不同形式进行了大面积的技术示范和推广。根据IPNI东南地区合作研究项目田间试验示范和中国农业年鉴的统计数据显示, 目前在南方地区油菜产量一般可以达到2,000公斤/公顷。在长江流域油菜主产区多年多点的试验研究结果表明, 最近四十年来, 我国冬油菜主产区土壤除pH值由6.6下降为6.4外, 其他土壤肥力指标如有机质含量, 有效氮含量, 有效磷含量, 有效钾含量和有效硼含量都有不同程度上升。每年的残茬量随着油菜产量的增加而增加, 最高可达4吨/公顷, 这是同期土壤有机质提升的主要原因之一。由于施用硼肥已成为油菜栽培的主要施肥措施, 它也直接提升了土壤有效硼的含量水平。虽然目前长江流域油菜田土壤肥力水平比上世纪的60年代和80年代有所上升, 但土壤N、P、K、B缺乏的现象仍然很常见, 其主要原因是施肥不合理以及集约化生产提高了油菜对土壤的缺素临界指标。这些前期的研究结果为目前进一步实施IPNI的4R养分管理策略和应用开发油菜养分管理专家系统(Nutrient Expert®)打下了良好基础。

研究表明, 如果我们以90%最高产量条件下的土壤有效养分含量为标准, 则推荐以160mg N/kg, 25mg P/kg, 135mg K/kg和0.6mg B/kg作为这几种有效养分的土壤临界值。以此临界值为标准, 长江流域油菜主产区土壤N、P、K和B缺素的面积分别达95%、89%、79%和87%。合理的养分管理提高了油菜的产量和品质, 估计55%的增产来自于近年实施的平衡施肥技术。根据2001-2011年IPNI中国项目在南方地区8个省的93个油菜氮

肥试验，106个磷肥试验和110个钾肥试验的统计结果表明：油菜施氮处理平均产量为2182公斤/公顷，比不施氮处理增产80.2%，氮肥农学效率(AE)为4.89 kg/kg N；施磷处理平均产量为2176公斤/公顷，比不施磷处理增产30.4%，磷肥农学效率为5.64 kg/kg P₂O₅；施钾处理平均产量为2239公斤/公顷，比不施钾处理增产13%，钾肥农学效率为2.21 kg/kg K₂O。总的来看氮肥的效果好于磷肥，磷肥的效果好于钾肥，平衡施肥处理产量和经济效益比习惯施肥明显提高。

四．油菜平衡施肥的策略与技术

通过对土壤有效养分的分析测定，可以为油菜施肥提供较可靠的参考。表1、表2和表3分别列出了长江流域土壤有效氮、有效磷和有效钾的分级指标和油菜推荐施肥量。

表1 长江流域土壤速效氮分级及油菜氮肥用量推荐

产量水平 (kg/hm ²)	肥力等级	速效N (mg/kg)	N用量 (kg/hm ²)
2,250	极低	<60	170
	低	60-110	135
	中	110-160	113
	高	160-200	90
	极高	>200	68
3,750	极低	<60	317
	低	60-110	254
	中	110-160	212
	高	160-200	170
	极高	>200	126

表2 长江流域土壤有效磷分级及油菜磷肥用量推荐

产量水平 (kg/hm ²)	肥力等级	速效P (mg/kg)	P ₂ O ₅ 用量 (kg/hm ²)
2,250	极低	<5	120
	低	5-10	90
	中	10-20	70
	高	>20	45
3,750	极低	<5	180
	低	5-10	150
	中	10-20	105
	高	>20	75

表3 长江流域土壤速效钾分级及油菜钾肥用量推荐

产量水平 (kg/hm ²)	肥力等级	速效K (mg/kg)	K ₂ O用量 (kg/hm ²)
2,250	低	26-60	152
	中	60-135	90
	高	135-180	60
	极高	>180	30
3,750	低	26-60	282
	中	60-135	170
	高	135-180	115
	极高	>180	60

油菜施肥时要注意施足底肥、早施提苗肥、重视腊肥、看苗施薹肥、花期进行根外追肥，以保证各生育期对营养的要求。应结合土壤化验结果保持平衡施用氮、磷、钾、硼肥，建议肥料开沟深施及分次施用（包括苗床肥、基肥、苗肥、薹肥、花肥），有条件的可以施用农家肥或商品有机肥，也可以覆盖稻草6,000公斤/公顷左右。当土壤pH值小于5.5时，可施用石灰750-1,500公斤/公顷。目前长江流域地区一般推荐施用N 150-180公斤/公顷， P_2O_5 60-90公斤/公顷， K_2O 120-150公斤/公顷，硼砂15-30公斤/公顷。一般用40%-50%的氮肥、全部磷肥、钾肥和有机肥作基肥，如土壤质地较轻，建议用30-40%的钾肥作追肥。苗肥在定苗后施用，占氮肥追肥量的50%。薹肥在抽薹前施用，占氮肥追肥量的40%-50%。花肥一般情况下可以不施。如要施用，则多用于高产田或后期有脱肥现象的地块。宜在初花期施用，过迟则容易引起贪青晚熟，其施肥量占氮肥追肥量的10%左右。使用缓控释氮肥时，肥料可以全部基施，氮肥总用量可以减少20%左右。油菜对硼反应敏感，缺硼容易造成茎秆开裂、落花、落荚，花而不实。一般情况下，当土壤有效硼含量小于0.5mg/kg时，就应该施用硼肥。

目前国际植物营养研究所中国项目正在全国范围内开发推广油菜养分管理专家系统（Nutrient Expert®），该系统是在遵循4R养分管理策略的前提下，以经过实际验证的数学模型和计算机程序为手段，以大量的自然环境背景资料和当地作物种植的关键数据为基础，充分考虑和利用土壤本身的肥力条件和养分资源、作物类型、轮作制度及肥料的种类，在作物需要时给予施肥推荐的一种作物养分管理专家系统，具有与作物反应的相关性好、操作简便、及时，价格低廉、可利用网络进行推荐施肥等优点，已在世界的许多国家和我国许多地区进行推广。

五. 油菜常见缺素症状图谱





缺硼茎秆开裂



缺锰时幼叶呈现黄白色，叶脉仍绿色，开始时产生褪绿斑点，后除叶脉外，全部叶片变黄



油菜缺锌时，叶脉间褪绿，叶片小略增厚，严重的叶片全部变白