

我国油橄榄中试园土壤条件 及其营养指标的研究*

邓明全 赵丽华

(中国林业科学研究院林业研究所)

陈惠琳 肖光球

(湖北省林业科学研究所)

淡克德

(陕西省城固县林业局)

刘素凤

(陕西省汉中地区林业科学研究所)

摘要 1983—1987年对湖北省武昌、宜昌、当阳县和陕西省城固县油橄榄中试园土壤与营养状况进行了研究。结果表明：油橄榄生长较好的(一类树下)土壤条件是pH 7—8, $\text{CaCO}_3 > 5\%$, 有机质 $> 1.8\%$, 速效N $> 74.4-87.4 \text{ mg/kg土}$, 速效P $> 40 \text{ mg/kg土}$, 速效K $> 200 \text{ mg/kg土}$, 交换性Ca $103-181 \text{ m mol/kg土}$, 交换性Mg $24-34 \text{ m mol/kg土}$ 。生长结实好的一类树叶片营养指标为N $2.0-2.5\%$, P_2O_5 0.14% , K_2O 1.5% , CaO 4.0% , MgO 0.8% 。通过分析建立了预测产量和施肥控制的回归方程。

关键词 油橄榄; 土壤养分; 营养指标

近年来国内外一些学者认为我国引种油橄榄(*Olea europaea* L.)最大的困难之一是气候问题^[1-3]。但也有研究指出,在气候特征较为一致的种植区,由于土壤条件不同,油橄榄生长表现和产量有很大的差异^[4]。我国中亚热带和北亚热带的部分地区,气候因子尚能满足油橄榄的生长发育需要,然而真正获得引种成功的地方却为数不多。这就说明我国引种油橄榄不仅仅受气候因素的影响,更重要的是土壤条件。因此,研究油橄榄生长发育与土壤肥力的关系,对制定正确的栽培措施,评价现有油橄榄园的效益以及未来油橄榄园土壤的选择,具有重要的指导意义。

一、试区的自然概况及研究方法

(一) 自然概况

试区设在湖北、陕西省的武昌、宜昌、巴东和城固等7个县13个试验点,栽植油橄榄树35840株,总面积137.3 ha。试区地处东经 $107^{\circ}14'-114^{\circ}20'$,北纬 $30^{\circ}36'-33^{\circ}13'$ 。气

本文于1988年10月收到。

* 本文是油橄榄丰产栽培中试研究内容之一。参加人员还有湖北省林科所彭雪梅、张运山、张凤芝、于巧玲,陕西省城固县油橄榄场衡文华、杨明珍,汉中地区植物所邓辅坤。中国林科院林研所张衍法、杨斌完成土壤分析,并承刘寿坡副研究员审阅文稿,谨致感谢。

候条件较适宜,年平均温度 $14.3-16.9^{\circ}\text{C}$,日照时数 $1\,653.1-2\,028.4\text{ h}$,年降雨量 $800-1\,500\text{ mm}$ 。平均相对湿度 $77.0-78.7\%$,无霜期 $240-270\text{ d}$ 。试区的土壤为山地黄棕壤、黄红壤和紫色土等^[6]。据6个代表性中试园的土壤调查:湖北省巴东县三峡、雷家坪的土壤分别为石灰岩和页岩母质形成的黄褐土及紫色土;宜昌县金银岗、武昌县丁峰的土壤为砾岩、石英砂岩形成的黄棕壤及黄红壤;陕西省城固县油橄榄场、垣山的土壤为下蜀层黄褐土及夹姜石黄褐土。

(二) 研究方法

在上述6个油橄榄中试园里选择10年生已进入结果期的“佛奥”(Frantoio)作试材。根据生长状况及3—4 a的单株平均产量,将“佛奥”分为好、中、差三类。生长健壮,叶色灰绿,结果枝发育充实,徒长枝率 $<10\%$,生理落叶率 $<5\%$,结果正常的树为“一类树”(健壮树);树冠徒长,秋季生理落叶较重,产果量低称为“二类树”(徒长树);长势弱,生理落叶严重,不能结果的树为“三类树”(衰弱树)。每类树选出10—15株作为标准株。在生长季节每隔10 d测量一次新梢长度。生长停止后测定树高、干周(离地30 cm)、冠幅和记载单株鲜果产量,此项工作连续3—4 a。为了查清土壤条件与油橄榄生长、结实的关系,还进行了土壤及根系的调查。挖掘土壤剖面50个,在吸收根系分布区取分析土样141个(每20 cm为一土层共分4层)。每年6—7月在当年生枝条中部采集健康完整叶样82个。另外,还分析了1983年在意大利好、中、差三类油橄榄园采集的土样和叶样各9个作为对照。土壤和叶片测定项目及分析方法如下^[6]。

CaCO_3 野外用 10% HCl测定,室内用气量法;有机质用重铬酸钾容量法;速效N、P、K分别用碱解扩散法、比色法和火焰光度计测定;交换性Ca、Mg及pH用EDTA容量法与雷磁25型酸度计测定。

二、结果与讨论

(一) 土壤对油橄榄生长及结实的影响

在较一致的栽培管理条件下,中试园的土壤状况对油橄榄生长和结实的影响甚大,其中以巴东三峡林场种植在石灰性黄褐土深土层(100 cm以下)上的树生长及结实最好;紫色土浅土层(多数在30 cm以上)最差(表1)。前者须根量多,且集中分布在30 cm以下,生理落叶率 $<2\%$,因而平均单株鲜果产量最高;后者须根量少,集中分布在30 cm以上,生理落叶率 $>20\%$,因此产量低。显然,石灰性深土层土壤最适于油橄榄生长。

油橄榄根系发生发展还与土壤质地有关。据报道^[7],粘粒($<0.002\text{ mm}$) $>35\%$ 的土壤不适宜种植油橄榄。而上述各种土壤的粘粒占 $54.7-60.8\%$,均超过了油橄榄适生范围,但是,由于巴东林场中试园是修筑的梯田,土层不仅深厚,而且石砾等侵入体含量多,改善了土壤的通透性,所以油橄榄能够正常生长和结实;而雷家坪的紫色土的土层薄,根系浅,发育弱,因而生长不良,结实不稳定,这与国外对这一类土壤上生长的油橄榄的报道是一致的^[7]。

研究还认为生长发育正常的油橄榄树可根据树叶寿命($>1.5\text{ a}$)和土壤剖面须根量(土层深30—80 cm)来判断其适应性及结实效应。因为产量(Y)与剖面须根量(X_1)及树叶寿命

表 1 不同土壤的油橄榄树生长结实比较

地点及油橄榄 园名称	土壤类型	品种	树龄 (a)	距树干100 cm纵剖面 须根量 (根条数/100 cm ²)			干周 (cm)	平均新 梢生长 (cm)	平均生理 落叶率 ^① (%)	平均单株鲜 果产量 (kg)
				0—30 (cm)	30—80 (cm)	总计				
巴东三峡林场油橄榄园	黄褐土	佛奥	10	23.3	51.4	74.7	70.5	47.8	1.5	35.1
巴东雷家坪油橄榄园	紫色土	佛奥	10	19.5	6.8	26.3	51.7	30.0	21.3	3.2
宜昌县金银岗地区 林科所油橄榄园	黄棕壤	佛奥	10	19.3	29.6	48.9	65.6	31.4	2.4	31.4
武昌县丁峰油橄榄园	黄红壤	佛奥	10	33.4	9.4	42.7	64.0	26.6	17.3	10.6
城固县油橄榄场	黄褐土	佛奥	10	33.1	12.6	45.7	65.0	28.7	15.0	19.0
城固县垣山油橄榄园	夹姜石黄褐土	城固32号	10	14.7	30.5	45.2	42.0	32.8	6.7	24.7

① 生理落叶率是以当年生枝条的叶片数量与叶片自然脱落数量之比率。

(X_2)之间具有极密切的相关性, 可根据表 1 的数据总结出的回归方程式加以说明。

$$y = 25.99 + 0.16 x_1 - 1.19 x_2 \quad r_1 = 0.857 (r_{0.05[6]} = 0.795)$$

$$r_2 = 0.980 (r_{0.01[6]} = 0.886)$$

可见叶寿命和须根量是油橄榄对土壤适宜性反应的综合特征^[8]。

(二) 中试园土壤养分变化情况

1. 土壤酸碱度 油橄榄对土壤酸碱度有一定的要求, 以 pH 7—8 最适宜^[9]。中试园 0—60 cm 土层的一类树, pH 7.3—8.4, 三类树 pH 4.6—6.4, 与意大利高产园土壤 pH 8.1, 中、低产园 pH 6.6 近似。可见中试园的土壤酸碱度是影响油橄榄生长的一种因素。连年施碱性肥料或石灰可使酸性土壤的 pH 值由 6 左右提高到 7.3—8.2, 但这种改良措施投资大、效益低, 生产意义也不大。

2. CaCO_3 含量 图 1 表明, 对照园(意大利油橄榄园, 下同)土壤 CaCO_3 含量高, 变幅大。有 16% 的土壤含 $\text{CaCO}_3 > 50\%$, 另有 42% 的土壤为 30—40% 及 $< 0.1\%$; 我国中试园土壤 CaCO_3 含量比对照园低, 变幅小。有 16—68% 的土壤 CaCO_3 含量在 1—10% 等级, 大部分土壤 $< 0.1\%$ 。

土壤测定结果也说明 CaCO_3 含量丰富的土壤油橄榄生长好, 产量高。例如, 对照高产园的土壤 CaCO_3 含量 33—39%, 最高的达 59.6%; 我国中试园一类树下土壤 CaCO_3 含量 3.6—5.2%, 其中 9 年生佛奥株产鲜果 52.5 kg 的高产树下土壤 CaCO_3 为 8.9%; 二、三类树的土壤 CaCO_3 含量都 $< 0.1\%$ 。可以看出油橄榄产果量随土壤 CaCO_3 的增加而提高。这里值得提出的是, 意大利东海岸布林迪油橄榄高产园, 整个土体及地表混有许多大小不等的石灰岩块侵入体, 土样测定 CaCO_3 的含量高达 59.6%, 油橄榄能在含巨量 CaCO_3 土壤上生长, 而且生长得很好, 说明它是非常喜 Ca 的果树。至于油橄榄本身对 Ca 的吸收范围, 以及我国的油橄榄能否在这一类土壤上生长等问题有待于今后的研究。

图2表明了pH值高的土壤，其CaCO₃含量有高也有低，一般不超过8.5%。这一现象说明仅用pH值估计土壤CaCO₃的含量是不可靠的。因此，在施肥或选择土壤建园时测定CaCO₃的含量，比测定pH值更有指导意义。

3. 有机质含量 图3表明巴东三峡林场中试园土壤有机质含量较高。>1.5%及1.0~1.5%等级的土壤分别占34%及32%；宜昌金银岗及武昌县丁峰次之；城固垣山及巴东县雷家坪最低。对照园有机质>1.5%等级的占72%，比我国中试园高得多。油橄榄生长及结

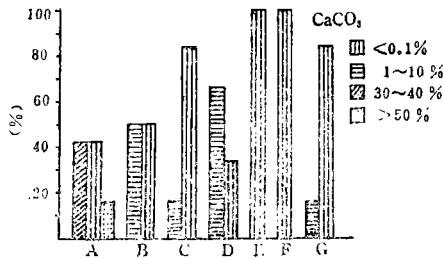


图1 各中试园土壤碳酸钙等级百分比

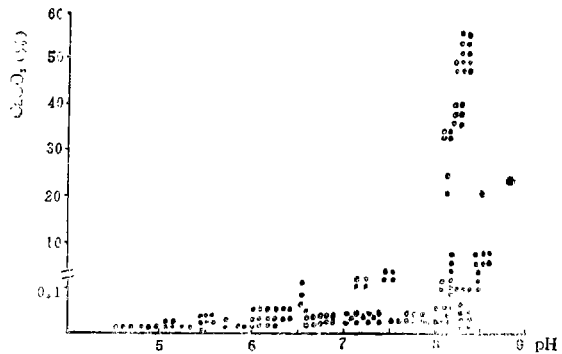


图2 碳酸钙与pH值相关性图

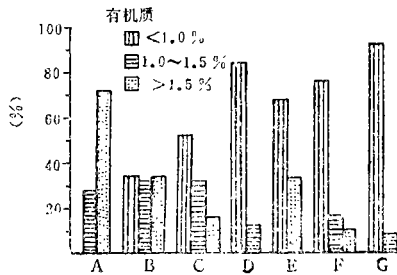


图3 各中试园土壤的有机质等级百分比

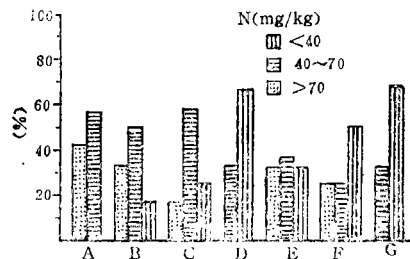


图4 各中试园土壤速效N等级百分比

A—意大利油橄榄褐土，B—巴东三峡林场中试园黄褐土，C—宜昌金银岗中试园黄棕壤；D—城固垣山中试园黄褐土，E—武昌丁峰中试园黄红壤，F—城固县油橄榄场黄褐土，G—巴东县雷家坪中试园紫色土

实与土壤有机质含量有密切的关系。一类树的土壤有机质为1.78—2.05%，与意大利油橄榄丰产园近似(1.88—2.12%)。这是由于连年向丰产单株施有机肥的结果。不施肥或少施肥三类树下的土壤有机质都<1.0%。

4. 速效N含量 图4可知，对照园土壤速效N的含量较高，>70 mg/kg土占44%，40—70 mg/kg土占56%；中试园含速效N>70 mg/kg土的土壤占的比重较低，而<40 mg/kg土的土壤占的比重较高。各中试园一类树下的土壤速效N为74.4—87.4 mg/kg土，三类树为11.7—36.9 mg/kg土，对照的土壤速效N为75.8—91.3 mg/kg土。油橄榄是非常喜N的果树^[7]。试验表明，在我国中试园土壤速效N>70 mg/kg土可以保证油橄榄正常生长及结实的需要；土壤速效N<40 mg/kg土，油橄榄生长弱，生理落叶率高，结果稀少。

5. 速效P及K含量 据报道^[7]，油橄榄植株对磷的消耗量相当少，平常很难观察到植株缺磷症状，因此施磷肥易被忽略。中试园速效P最低值0.9 mg/kg土(紫色土)，最高35.5

mg/kg土(黄褐土)；对照园速效P最低值14.7 mg/kg土，最高值187.1 mg/kg土。速效P > 25 mg/kg土等级的在中试园酸性土中占9—18%，碱性土占20—32%；对照园碱性土占59.5%(图5)。分类测定结果表明，中试园一类树下土壤平均速效P 41.3 mg/kg土、二类树10.1 mg/kg土、三类树2.4 mg/kg土。可见，油橄榄正常生长及结实的土壤，速效P应大于40 mg/kg土。缺P会使植株新陈代谢严重失调，生长缓慢，结果推迟。

中试园土壤速效K变化于107—275 mg/kg土之间。一类树土壤平均速效K为219.1 mg/kg土、二类树为161.5 mg/kg土、三类树为128.3 mg/kg土。对照园的分析数据表明，其速效K的含量变化很大。例如，在意大利布林迪省油橄榄丰产园耕作层(0—30 cm)速效K高达1323.4 mg/kg土。而一些中、低产园(古比奥和皮斯托亚油橄榄园)速效K在69.4—193.3 mg/kg土之间。

施K肥土壤见效快。宜昌和城固的中试园每年因施油渣肥，速效K含量比其它中试园有显著提高，>200 mg/kg土等级的分别占40—100%(图6)。

6. 交换性Ca、Mg含量 中试园土壤交换性Ca在碱性土中最高(图7)。Mg在酸、碱两类土中有高也有低(图8)。各中试园一类树土壤交换性Ca、Mg，在碱性土为240.8 mmol/kg土及15.6 mmol/kg土；在酸性土为41.0 mmol/kg土及13.3 mmol/kg土。三类树在碱性土Ca为129.2 mmol/kg土及7.5 mmol/kg土；酸性土分别为35.0 mmol/kg土及12.5 mmol/kg土。以上表明一类树土壤交换性Ca、Mg的含量都比较高，与对照的高产园土壤交换性Ca 235.7 mmol/kg土、Mg 40.4 mmol/kg土接近(Mg更高些)。Ca:Mg = 5.9:1，近似于Ca:Mg = 6:1的正常比值^[10]。Ca、Mg营养不平衡会使油橄榄

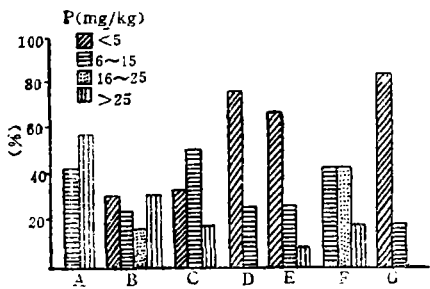


图5 各中试园土壤速效P等级百分比

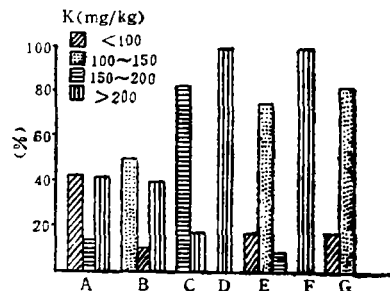


图6 各中试园土壤速效K等级百分比

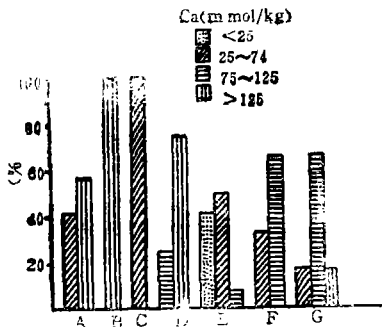


图7 各中试园土壤交换性钙等级百分比

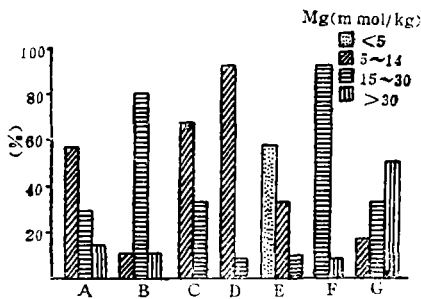


图8 各中试园土壤交换性镁等级百分比

A—意大利油橄榄园褐土，B—巴东三峡林场中试园黄褐土，C—宜昌金银岗中试园黄棕壤，D—城固塬山中试园黄褐土，E—武昌丁峰中试园黄红壤，F—城固县油橄榄场黄褐土，G—巴东县雷家坪中试园紫色土

叶片下垂,腋芽发育不良,甚至出现枯萎脱落。此现象在中试园二、三类树上普遍存在,需从土壤及营养生理上进一步研究。

(三) 树叶的营养含量与土壤可给态元素

1. 不同树势的叶片营养量的变化 一类树叶片营养含量最高,二类树居中,三类树最低(表2)。但一类树的总营养量及各营养成分之生理学比例仍不及意大利的油橄榄树高。对大多数栽培品种来说,总营养量值(N+P+K)以3.5%(N=2.1%、P=0.35%、K=1.05%),N:P:K=6:1:3为最佳^[10]。而我国一类树的总营养量为2.45%(表2),低于最佳值,其中以P含量最低,这就影响到树木的结实寿命及果园丰产的稳定性。我国多数地区的油橄榄树结果1—2 a后就出现不再结果的情况,是与总营养量不足、主要营养的生理学比例失调有关。

表2 不同生长势的佛奥叶片营养量(占干物质%)

树龄 (a)	树势	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	B (ppm)	总营养量(%) (N+P+K)
10	健壮树	1.53a ^①	0.13a	0.79a	3.96a	0.72a	47.8a	2.45
10	徒长树	1.11b	0.10b	0.65a	1.89b	0.63a	38.3b	1.86
10	衰弱树	0.60c	0.08b	0.33b	1.36c	0.21b	34.3b	1.74

① 每个平均数后面有相同字母的表明t测验差异没有达到0.5显著水平。

2. 叶片营养含量与土壤可给态养分的关系 从三种不同长势结果树的叶片及土壤分析结果来看,叶片营养含量与土壤可给态元素的容量是相关的。

$$N \text{ 与有机质} \quad y = 0.216 + 0.456x \quad r = 0.920 (r_{0.01[10]} = 0.708)$$

$$K_2O \text{ 与速效K} \quad y = 0.07 + 0.033x \quad r = 0.953$$

$$CaO \text{ 与交换性Ca} \quad y = 0.49 + 0.097x \quad r = 0.986$$

$$MgO \text{ 与交换性Mg} \quad y = 0.48 + 0.048x \quad r = 0.981$$

根据直线方程可列出中试园油橄榄叶片营养量及相对应的土壤养分指标(表3)。

表3数据可作为油橄榄施肥的参考,也可作为油橄榄果园选择适生土壤的一般标准。

表3 中试园佛奥叶片营养量与土壤养分指标

叶片营养	叶片(占干物质%)			土壤养分	土壤		
	最佳	适中	贫瘠		最佳	适中	贫瘠
N	2.5	1.5—2.0	<1.0	有机质(%)	2.4	1.3—1.8	<0.8
K ₂ O	1.5	0.7—0.8	<0.5	速效K(mg/kg土)	429.0	191—219	<130
CaO	4.0	2.0—2.5	<0.2	交换性Ca(mmol/kg土)	180.5	77.5—103.0	<75.0
MgO	0.8	0.6—0.7	<0.5	交换性Mg(mmol/kg土)	34.0	13.0—23.5	<5.0

注:磷在叶片及土壤中变化不一致,未能得出相应的指标。

参 考 文 献

- [1] Nigoond, J., 1982, Le chimat de Lolivier en republique populaire de chine, FAO, 2.
- [2] 陈宪初等, 1987, 湖北省油橄榄生物气候区的初步区划, 林业科学, 23(2): 200—207.
- [3] 姚丽华, 1981, 从气候资源分析城固县引种油橄榄的有利和不利条件, 北京林学院学报, (3): 1—8.
- [4] 四川省林科所油橄榄组, 1984, 四川油橄榄栽培与土壤条件的初步分析, 四川林业, (2): 12.
- [5] 湖北省林业厅编, 1979, 湖北省造林类型区划及造林典型设计.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所, 1978, 土壤理化分析, 上海科学技术出版社.
- [7] Fontanazza, G., 1984, La nuora olivicoltura, camera di commercio industria artigianato Agr., Lucca, 3—39.
- [8] 邓明全等, 1988, 油橄榄根系与土壤物理因子关系的研究, 林业科学研究, 1(4): 378—379.
- [9] Troncozo de Arce. A., 1968, Caracteres fisicos Y quimicos de Los suelos ocupados por La variedades de oliva de mesa de La prorincia de sevilla, control de La fertilizacion de Las plantas cultivadas, S. E., 149—150.
- [10] Baldini, E. et al., 1981, L'olivo «Frutticoltura anni'80», MANUALE, 80—86.

STUDIES ON SOIL CONDITIONS AND NUTRITIONAL INDICES OF CHINA'S OLIVE ORCHARD

Deng Mingquan Zhao Lihua

(The Research Institute of Forestry CAF)

Cheng Huiling Xiao Guanqiu

(Forestry Research Institute of Hubei Province)

Dan Kede

(Forestry Bureau of Chenggu county, Shanxi Province)

Liu Shufeng

(Forestry Research Institute of Hanzhong Region, Shanxi Province)

Abstract The soils of olive (*Olea europaea* L.) plantation in Hubei Province (Wuchang County, Yichang Region, and Dangyang County) and Shanxi Province (Chenggu County) were investigated and analysed from 1983 to 1987, at the same time, the relations between olive growth, fruit-bearing status and soil chemical properties were also studied. The results show that the best soil conditions being suitable for olive culture are pH 7—8, calcium carbonate >5%, organic matter >1.8%, available N 74.4—87.4 mg/kg, available P >40 mg/kg, available K >200 mg/kg, exchangeable Ca 103—181 mmol/kg, exchangeable Mg 24—34 mmol/kg and the foliar nutritional indices of fruitful tree are N 2.0—2.5%, P₂O₅ 0.14%, K₂O 1.5%, CaO 4.0%, and MgO 0.8%. Linear regressive equations were established for predicting the production and fertilization.

Key words olive; soil nutrient; nutritional index