

YOU LIAO ZUO WU
GAO CHAN
SHI FEI

油料作物高产施肥



江苏科学技术出版社

油料作物高产施肥

周传槐 编 著

江苏科学技术出版社

油料作物高产施肥

周传槐 编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：常州人民印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 2.5 字数 51,000

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数 1—7,390 册

书号：16196·208 定价：0.38 元

责任编辑 刘抒秋

前 言

本书是继江苏科学技术出版社1983年出版的《稻麦棉高产施肥》一书之后,续编而成的关于油料作物高产施肥问题的科普读物。在编写体例方面,本书与前一书基本相同,即每一作物自成一个部分;每部分中重点介绍三方面问题:一、该作物的增产潜力;二、作物一生的需肥规律;三、作物高产施肥技术。

本书依次介绍了江苏省四大油料作物油菜、大豆、花生和芝麻。通过对这四种油料作物已有高产施肥经验的叙述,可以看出,在使用适宜品种、注意防治病虫害和注意栽培方式等的情况下,采用高产施肥技术措施常可使作物产量大幅度增加,而且地力有增无减。但是尽管如此,我们在学习这些高产施肥经验的时候,有条件最好也能亲手做一些试验对比和测定。本书的第五部分,就是供进行油料作物施肥试验做记载和做土壤、植株测定时,参考用的。

限于编者的水平,书中不足之处,尚希读者多提宝贵意见,以便改正。

编 者

1984年9月

目 录

第一部分 油菜高产施肥	1
一、油菜一生的需肥规律	1
(一)油菜对氮、磷、钾、硼的吸收	2
(二)油菜缺素症状	6
二、油菜高产施肥技术	9
(一)移栽冬油菜高产施肥技术	9
(二)直播冬油菜高产施肥技术	15
第二部分 大豆高产施肥	17
一、大豆一生的需肥规律	17
(一)大豆对营养元素的吸收	17
(二)大豆缺素症状	19
二、大豆根瘤菌	21
(一)大豆根瘤的形成	21
(二)大豆根瘤菌的固氮作用	22
三、大豆高产施肥的土壤条件	23
(一)活土层厚度	23
(二)土壤温度	23
(三)土壤水分	24
四、大豆高产施肥技术	24
(一)春大豆高产施肥技术	26
(二)夏大豆高产施肥技术	27

(三)秋大豆高产施肥技术	30
第三部分 花生高产施肥	34
一、花生一生的需肥规律	34
(一)花生全生育期吸收主要营养元素的规律	34
(二)花生不同生育期对氮、磷、钾养分的吸收	35
(三)花生不同生育期的含钙情况	37
(四)花生缺素症状	38
二、花生根瘤菌	38
(一)花生根瘤的形成和特点	38
(二)花生根瘤菌生存的环境条件	39
三、花生高产施肥技术	40
(一)花生施肥原则	40
(二)春花生高产施肥技术	41
(三)夏花生高产施肥技术	44
(四)麦套花生高产施肥技术	46
(五)麦茬移栽花生高产施肥技术	48
第四部分 芝麻高产施肥	50
一、芝麻一生的需肥规律	50
二、芝麻高产施肥技术	51
(一)施足有机基肥	51
(二)适施种肥	52
(三)分期追肥	52
第五部分 附录	55
一、油料作物高产施肥试验生物学性状	
调查记载标准	55
(一)油菜	55
(二)大豆	57

(三)花生	60
(四)芝麻	62
二、高产施肥试验中土壤和植株的有效	
养分测定技术	65
(一)土壤和植株浸液的制备	65
(二)硝态氮的测定(二苯胺硫酸法)	66
(三)铵态氮的测定	68
(四)有效磷的测定	68
(五)有效钾的测定	69
(六)土壤微量营养元素钼的速测	70
(七)土壤微量营养元素硼的速测	71

第一部分 油菜高产施肥

油菜与大豆、花生、芝麻并列为四大油料作物，油菜是唯一的冬季油料作物，不和其它油料作物争地，较易安排茬口，具有较大的发展潜力。五、六十年代，江苏油菜种植面积基本维持在100~150万亩，平均亩产油菜子100~150斤；七十年代以来，种植面积上升到将近300万亩，平均亩产为150~180斤。近几年来，油菜面积进一步上升到450~470万亩，平均亩产为210~250斤。因此，从历史发展过程来看，油菜的生产形势是好的。但是，市与市之间的不平衡性还是很大的，少数市由于比较注意品种布局和耕作施肥管理，油菜子平均亩产接近300斤，更多的市平均亩产徘徊在200斤上下，个别市还有平均亩产仍在150~160斤的。另外，从全省所出现的高产记录来看，已有突破400斤的。这说明我省油菜生产仍有较大的潜力。

一、油菜一生的需肥规律

油菜一生所吸收的营养元素，除碳、氢、氧外，依数量多寡排列，依次为氮、钙、钾、硅、磷、镁、锰、硫、硼、钼、锌、铬、钡、铜等。根据多年试验的结果，氮、磷、钾、硼四种营养元素对油菜有较明显的增产效果。

(一)油菜对氮、磷、钾、硼的吸收

1. 油菜对氮素的吸收

氮是蛋白质的组成物质，因此油菜各部分器官的形成和发育都离不开氮。油菜植株细胞内原生质的形成、酶的形成、叶绿素的形成、甚至一些维生素的形成，都需要氮。

油菜对氮素的需要量是大的。以甘兰型油菜为例，在菜子亩产200~300斤时，每生产百斤菜子需吸收氮素（以纯N计，以下同）9~11斤。

油菜对氮素的吸收和积累，是随生育期的进展而增加的；氮素在油菜各器官内的分布，则随生长中心的转移而有变化。

幼苗阶段，油菜对氮素的积累量，约占全生育期积累总量的12.6%，吸收的氮素主要分布于叶片。越冬阶段，由于低温抑制了油菜的生长，氮的积累量最少，只占全生育期积累总量的3.8%，这时期，根部的氮素有所增加。返青阶段，油菜随着气温逐渐回升，对氮素的吸收量明显增加，积累量占全生育期积累总量的9.6%，根部的氮素进一步增加。抽苔阶段，油菜吸肥能力进一步提高，需氮量也大，氮素积累量占全生育期积累总量的28.2%，这一阶段，氮素在茎部的分布量逐渐增加。开花阶段，油菜对氮素的积累量猛增，是一生中的吸氮高峰期，约占全生育期积氮总量的29.1%，这一阶段，氮素在茎部的分布量增至30%，生长中心转至茎枝。

终花至成熟的结荚阶段，油菜继续吸收与积累氮素，所积累的氮量占全生育期积累总量的16.8%，这时期营养器官的氮素，迅速向角果集中，最后集中于种子的氮素占单株总

氮量的73~76%。当氮素从营养器官向种子急剧运送时，必然引起根、叶等营养器官机能的下降，如果供氮不足，油菜体内氮素再分配过早地进行，常会造成植株早衰。

2. 油菜对磷素的吸收

磷是合成核蛋白不可缺少的元素，核蛋白存在于生活机能最强的细胞核中，磷可以增强油菜植株细胞原生质的粘性和弹性，促进根系发育，因而能增强油菜抗寒、抗旱能力，磷还能促进油菜种子成熟，提高种子的含油量。

在甘兰型油菜子亩产200~300斤时，每生产百斤菜子需吸收磷素(以 P_2O_5 计，下同)3~3.9斤。油菜对磷的需要量虽然低于氮，但对磷素的反应是很敏感的，缺磷会严重影响油菜的生长发育。

油菜对磷素的吸收和积累，有两个比较明显的特点：一是在生长初期被油菜所吸收的磷，在各生育阶段可以反复参与新组织的形成和代谢作用，吸收的时期越早，效率越大，也就是说，供磷的时期越早，磷的增产作用越大。二是油菜根系具有特殊的吸磷能力，油菜根的分泌物可以使难溶性的磷溶解，供植株吸收利用。

油菜不同生育时期磷素在各器官的分配，大体与氮素相同。油菜新吸收的磷，有经常向代谢作用旺盛的幼嫩部分集中的趋势。科学研究证明，油菜生长初期，磷在根部积累，以后再从根部转移输送到叶片，由叶片至花瓣，最后由花积累到角果中。油菜最后集中到种子的磷素约占吸收总量的60~70%以上，而茎秆仅占5.9~11.1%。角壳仅占5.2~8.9%。

油菜生长期要求土壤速效磷含量保持在10~15ppm。
 < 5 ppm的土壤容易出现缺磷症状，必须及时补施磷肥。在这一条件下，施磷的增产效果尤为显著。

3. 油菜对钾素的吸收

钾在油菜生长发育中所起的作用有四：一、有利于植株体内碳水化合物的合成与运转。二、能促进油菜对氮素的吸收利用，从而有利于蛋白质的形成。三、提高纤维素的含量，促进植物体机械组织的发展，增强油菜的抗倒性与抗病性。四、提高细胞液浓度和渗透压，从而增强油菜的抗寒性。

油菜吸钾量大体与吸氮量相当，在甘兰型油菜子亩产200~300斤时，每生产百斤菜子需吸收钾素（以 K_2O 计，下同）8.5~12.8斤。

钾素在油菜各生育时期的吸收和分配特点是：在抽苔期植株体内钾素浓度最高，达3.0~3.2%，而苗期、越冬期和花期只有1.6~2.6%。钾主要分配在茎杆和果壳中，成熟时运转贮藏到油菜子中的不多，只占总吸收量的21.3~26.0%，分配到茎杆和果壳中的达到总吸收量的36.7~40.4%。可见虽然油菜种子需钾量不大，但要获得高产还必需满足茎杆、果壳对钾素的需要。

油菜不同生育阶段吸收钾素的比例，大致如下表所示：

表1-1 油菜不同生育阶段对钾素的吸收比例

生育阶段	秧苗阶段	大田苗期阶段	苔期阶段	开花至成熟阶段	合计
单株吸收钾素(K_2O)的毫克数	49.9	163.3	474.6	189.8	877.6
%	5.6	18.6	54.1	21.7	100

由表 1-1 可知，油菜苔期吸钾最多，其次为开花至成熟阶段和大田苗期阶段，秧苗阶段吸收最少。

4. 油菜对硼素的吸收

硼在油菜体内的作用有三：一、可以与碳水化合物构成络合物，促进碳水化合物在体内运转。缺硼时，大量的可溶性糖滞留于叶片中，使叶片含糖量明显高于正常植株，从而减少了碳水化合物向其它器官的运输，使油菜新生器官由于碳水化合物供应不足，蛋白质合成减少，最后造成生长停止。二、硼素可以促进油菜对钙及其它阳离子的吸收，从而促进细胞壁形成。缺硼时，油菜生长点和分生组织的新生细胞建成受阻，甚至坏死。三、硼素对花粉粒中生殖细胞的分化、子房和胚珠的分化发育、受精过程及胚的发育等，都是必需的，缺硼会造成油菜“花而不实”。因此，硼是油菜生长发育过程中极为重要的微量元素之一。

油菜不同器官都含有微量的硼素，据测定：花蕾为 27.1ppm，角果皮为 19.8ppm，种子为 14.2ppm，叶片为 8.4~11.0ppm，茎和枝为 7.3~9.8ppm。油菜植株地上部分硼素的相对含量，随生育进程而逐渐提高，初苔期为 9.6ppm，初花期为 10.6ppm，终花期为 10.8ppm，成熟期达到高峰，为 13.5ppm。油菜不同生育阶段，地上部分硼素积累的进程是：苗期积累的硼量占全生育期总积累量的 6.0%；苔期积累的硼量占全生育期总积累量的 6.7%；花期则积累量陡增，占 14.8%；结角成熟期积累最多，占 72.5%。

开花以后，硼的积累剧增，在花蕾、角果中，硼的相对含量都远较营养器官高，表明在生殖器官生长发育阶段需硼量较多，这时硼的多少，对生殖器官的形成和发育有重要影响。

(二)油菜缺素症状

1. 缺氮症状

油菜缺氮时，植株体内蛋白质的合成受到阻碍，叶绿素含量减少，光合作用变弱，植株矮小，分枝少，新叶出生慢，叶片长不大，叶面积小，叶色变淡，成黄绿色，茎下部叶缘有发红，并逐渐扩展到叶脉，严重时叶缘呈枯焦状。正常植株苗期叶绿素均较缺氮的高，至越冬期就更为明显。

油菜缺氮时，在植株体内各部位的氮素含量均明显下降，特别是叶片上的硝态氮含量*的减少尤为显著。营养诊断研究表明：苔前施肥量不同，苔期叶片上硝态氮含量存在明显差异。当叶片硝态氮在130ppm时，亩产菜子300斤以上；叶片硝态氮含量在40ppm以下时，亩产菜子只有200斤左右(表1-2)。

表1-2 油菜苔期硝态氮含量与产量关系

施肥 总量 (斤/亩)	项 目	苔前(包括年前)施肥量 (斤/亩)	苔期叶 片硝态 氮含量 (ppm)	产 量 (斤/亩)
氮素49.6,磷素26.9,钾素22.5		氮素49.6,磷素26.9,钾素22.5	130	310
氮素21.0,磷素7.5, 钾素15.0		氮素16.8,磷素7.5, 钾素15.0	40	209
氮素21.0,磷素7.5, 钾素15.0		氮素10.6,磷素7.5, 钾素15.0	10	198

2. 缺磷症状

油菜缺磷时，苗期表现为植株瘦小，生长慢，出叶迟，

* 分析方法，参见本书附录。

一般要比同时播种的正常油菜少1~3片叶。在全生育期缺磷的情况下，从第四叶起，基本上每死亡一片叶后才出现一片新叶，叶片瘦小，不能自然平展。植株鲜重只有正常植株的 $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{1}{3}$ ，且叶色深绿，而无光泽，后变成暗紫色，叶背面的叶柄、叶脉，均先呈明显紫红色，以后在叶脉边缘呈紫色斑点或斑块。据试验，油菜缺磷后植株体内含磷量减少，其氮、磷含量比例由正常植株的3~5:1变为10~12:1，过多的氮素形成了大量的叶绿素，故使叶片呈深绿。

缺磷症状在叶片上的表现，以植株中下部叶片上出现得早而明显，上部小叶一般出现较少或较迟。当植株上部小叶呈暗绿色或甚至是暗紫色时，说明植株已严重缺磷。

不缺磷的正常油菜植株，叶片鲜绿带有光泽，叶大而自然平展。如发现有的植株，叶脉、叶片呈紫红色，但只要叶片鲜绿有光泽、叶大而平展，一般不是缺磷表现。

缺磷油菜在苔花期也有明显症状，一般表现植株矮小，茎秆多呈紫红色，幼芽与根系生长受到强烈抑制，因而有效分枝少。在氮素供应还好的条件下，缺磷植株较正常植株，抽苔开花期迟2~3天，成熟期迟2天左右，单株角果数、每果粒数、粒重、含油量均显著下降。

油菜缺磷时，苗期植株内磷素含量显著下降，特别是无机磷含量的减少更为明显。苗期叶片无机磷含量，正常的约为0.31~0.47%，缺磷的仅有0.12%左右，当叶片无机磷含量在0.2%时，油菜植株无明显的缺磷症状。

3. 缺钾症状

油菜缺钾时，引起代谢紊乱，体内主要有机物的合成、

光合作用和呼吸作用的活性失常。由于钾在体内移动性大，所以缺钾症状首先在最下部的叶片上出现。

缺钾的幼苗，3~4片真叶时，由于花青素*增加，叶片和叶柄上有的呈现紫色。随后在下部叶缘可见“焦边”和淡褐色至暗褐色枯斑，叶肉组织呈明显“烫伤状”。植株明显缺钾时，叶片细胞失去膨压而枯萎。

叶片上的症状出现后，进一步发展到茎秆表面呈褐色条斑；病斑连成一片时，茎秆枯萎折断，造成现蕾开花不正常。严重缺钾时，出叶慢，各生育阶段推迟；根系弱小，颜色由白变黄，活力减退；菜子产量与含油量均明显降低。

4. 缺硼症状

土壤严重缺硼时(土壤水溶性硼含量在0.1ppm以下)，油菜在苗、苔期即可发病，病株萎缩死亡；土壤轻度缺硼时(土壤水溶性硼含量在0.1~0.35ppm)，花期后出现症状，病株花而不实。据研究，硼素缺乏在油菜各生育时期和各器官上都有症状表现。

苗期缺硼时，首先是幼根停止生长，没有根毛或侧根；有的根端有小瘤状突起，根皮变褐；有的根颈膨大，皮层龟裂，以至脱落坏死。随后近生长点的幼叶缺绿变褐，并逐渐蔓延至整个生长点，不久生长点由褐色变为焦枯，遂成死苗。

苔期缺硼根系发育不良，须根极少，表皮变褐，根茎膨

* 花青素是一种水溶性植物色素，存在于植株体内的细胞液中，其颜色随细胞液酸碱度的变化而改变，细胞液呈碱性时，为蓝色或紫色，酸性时为红色。

大，有的内部变成空髓，皮层龟裂；中部叶片先变暗绿色，叶质增厚、易脆、倒卷，有的表面呈皱缩状，随即叶缘先变为紫色，后变为蓝紫色，叶脉及附近组织变紫，最后形成一块块蓝紫斑，叶片提早脱落；抽苔迟缓，有的苔茎极度缩短，成为矮化株型。

花角期缺硼，花序顶端花蕾褪绿变黄，萎缩枯干或脱落；开花进程变慢或花朵不能正常开放，有的花瓣皱缩，颜色变深；主花序停止延伸或延伸缓慢；胚珠萎缩，不能发育成正常种子，形成空角或只有几粒不规则的粗大子粒；茎秆中、下部皮层，出现纵向开裂，上部呈现裂斑；角果皮和茎秆呈紫红色至蓝紫色。

二、油菜高产施肥技术

油菜高产施肥技术措施，贯穿在从种子处理一直到收获的各个生产环节中，并且是和其它高产农业技术措施相互配合的。移栽冬油菜和直播冬油菜的高产施肥技术也有差异。

(一)移栽冬油菜高产施肥技术

1. 硼肥浸种

凡土壤中水溶性硼含量低于0.35ppm的，种植甘兰型油菜良种，在种子处理过程中采取硼肥浸种，可以取得比对照高出20%以上的产量。溧阳等地的经验表明：油菜硼肥浸种，比在其它生育期施硼增产效果更大。

油菜用硼肥浸种后，明显表现出发芽快，发芽势强*，出苗早，苗期生长快，在后期则表现为增枝、增角、增粒、增粒重。溧阳县杨庄、周城等六个农技站的观测结果是：硼肥浸种的，发芽势达98.3%，比对照提高2%；苗期（七叶前）平均增0.9叶，后期株高增加22.5厘米，茎粗增加0.18厘米，大分枝增加0.72个，小分枝增加0.22个，单株角数增加34.7个，每角粒数增加3.07粒，千粒重增加0.23克，单产增加22.02%。

硼肥浸种的具体做法是：每斤油菜种子，用硼砂**1.25克。先将硼砂用40℃温水化开，再加入凉水，共用水1.5斤左右，然后把种子浸入，浸种0.5~1小时，最后取出种子晾干后即可播种。

硼肥浸种要注意：硼砂难溶解，必须用温水充分化开，否则效果差；浸种浓度不宜过高，否则会降低发芽势；浸种时间不能过长，避免种子吸水过多，增加晾干时间，影响播种；浸种后，还可用少量磷肥拌种。

2. 苗床施肥

苗床施肥要掌握好四个环节：

第一要选地和备好苗床中层肥。油菜苗床地以排灌方便、墒情良好的旱地为好，稻区旱地少，可选地势高爽的旱茬稻田。苗床土壤的质地不宜过于粘重，便于肥水分布均匀。将

* 发芽势是表示作物种子发芽速度和整齐度的指标，用百分率表示。在发芽试验中，从发芽开始到发芽最高峰止的一段时间内，计算发芽种子粒数占供试种子粒数的百分比，即为发芽势。

** 硼砂，分子式为 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，含B11%。