

田菁 (*Sesbania cannabina* Pers.)

结瘤固氮的研究

Ⅱ. 不同土壤水分对田菁生长与结瘤固氮的影响*

钟锡舜 卢仁骏 连兆煌

(土化系)

提 要

经过三年用土培、砂培、田间小区等方式做了十四批试验。得出淹水栽培的田菁在株高、茎叶产量、根瘤数量与重量、株瘤固氮总活性等主要性状上均劣于土壤水分状况为田间持水量的旱栽的结论。并找到了其必然性的原因。否定了田菁淹水栽培优于旱栽的说法。

田菁与土壤水分关系的生长曲线是以田间持水量为顶点的三次抛物线型。有别于前人以其他豆科作物作出的二次抛物线型。田菁耐淹力强于耐旱力。缺水(低于田间持水量的60%)的危害比水分过多(淹水)严重。生产中常出现淹水优于旱栽的现象,是两害相较轻为优的反映。在灌溉设施不完善的情况下,生产中实行淹水栽培还是可取的。

前 言

田菁 (*Sesbania cannabina* Pers.) 是优良的一年生夏季豆科绿肥作物,在我国栽培广泛,历史悠久。由于其耐涝性特强,能在淹水稻田中正常生长。广东省从六十年代初起将其套种于早稻行间,作为早晚稻之间的迹作绿肥。广东省新会县礼乐农技站1965年田间试验得到淹水栽培的田菁优于旱栽的结果。上海农科院丁前法等1977~1979年的试验,进一步提出田菁淹水栽培无论产量上还是结瘤固氮上都优于旱栽的结论^[1]。1980年全国生物固氮应用研究经验交流会的会议综述,肯定了丁前法等^[5]的结论。这个结论是与世界上豆科植物研究历史得出的传统结论不一致的。传统结论认为:豆科植物生长与结瘤固氮的最适土壤水分在最大持水量(即饱和水)的60~80%之间(约相当于田间持水量)偏离这个最适量都会导致豆科植物的减产,走向极端时可致死亡^{[3][4][6][7][8]}。丁前法等^[1]的试验没有说明旱栽的土壤水分状况,而“旱栽”是一个极泛指的概念,水分变化是很大的。因此,他们的试验不能说明淹水是田菁生长与结瘤固氮的最优水分条件。针对这点,我们在1981~1983年进一步做了十四批试验,以探索土壤水分状况对田菁生长与结瘤固氮的影响。

* 本研究的试验由华南农业大学土化系,1981、1982、1983 三届学生在农化研究法教学实习中完成。实习指导教师:钟锡舜;主讲教师:卢仁骏,连兆煌。

材 料 和 方 法

(一) 土培试验

容器用 $20 \times 20 \text{ cm}$ (装土5公斤), $25 \times 25 \text{ cm}$ (装土12公斤), $60 \times 50 \text{ cm}$ (装土150公斤)三种规格的底部有孔的涂釉陶盆。重复4~6次。中、小盆置于玻璃网室中、大盆在露天场地上进行。土壤采自华南农学院实习农场土化试验站2号水田上。属花岗岩发育红壤地区河谷冲积水稻土, 质地中壤, 有机质含量1.34%, 长期种水稻, 无肥栽培季亩产约500市斤干谷, 肥力中等, 中、小盆用土过3 mm孔, 此粒度的土壤饱和持水量为55.7%, 田间持水量为35.0%。大盆用土过1 cm孔。不施任何肥料。种子用新会县通用青荳田菁。以旱栽为基础的试验, 种植时直播于土壤水分控制在田间持水量的土壤中, 半月后定苗并作不同土壤水分状况处理。以淹水栽培为基础的试验, 先在旱栽苗床育苗, 1个月苗龄时移植于水分过饱和的糊状土壤中(模拟稻田状态), 淹水栽培半个月, 然后按各处理要求排水。排水造成旱栽状态后测得其饱和持水量为44.9%, 田间持水量为33.8%。用直径大于盆口的三孔瓷盖复于盆面, 植株自孔中长出, 能达到土面遮光的作用。淹水处理用度量法控制规定水层, 旱栽处理用称重法维持规定的水分状况, 淹水加渗漏处理用上滴下渗速度同步法维持水层不变, 渗速最高达每天5 cm水层。(渗出水回收循环使用)。在露天场地栽培的, 淹水处理以土面至盆口控制水层, 旱栽处理晴天时每天浇水4次, 水量湿透全盆至有水流流出为度, 多余的水在底孔排走, 维持一种自然田间持水量状态。

(二) 砂培试验

容器用土培中 $25 \times 25 \text{ cm}$ 规格的盆, 每盆装砂12公斤。全部盆钵均用瓷盖作土面遮光。10次重复, 在玻璃网室中培养。培养砂用花岗岩碎屑, 粒径控制在0.5~3 mm之间。每公斤砂用无氮培养剂 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.172克, $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$ 0.10克, KCl 0.16克, MgSO_4 0.06克, $\text{FeCl}_3 + 1\% \text{ EDTA}$ 0.025克, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.344克, B 0.5 ppm, Mn 0.55 ppm, Cu 0.02 ppm, Zn 0.05 ppm, Mo 0.05 ppm。装盆时一次放入。种子与种植与土培中以旱栽为基础的试验相同。播种后所有盆钵均用称重法维持田间持水量状况, 半月后作不同水分处理。淹水的维持3 cm水层。旱栽的加入和淹水处理相同的水量, 停留片刻后排入底盆, 每天循环2~3次, 蒸发去的水分, 每次循环浇灌时补回。

(三) 田间小区试验

试验地土壤性状见土培描述。小区面积1/20亩, 重复10次, 随机区组排列。全试区水整地, 成植稻状态然后分成小区。温室育苗移植, 种子同土培。不施任何肥料。1982年4月移植, 6月收获, 1983年4月移植, 7月收获。移植时全部试区保持浅水层(约1寸)至半个月。半个月后分别处理, 淹水的加深水层至2寸, 旱栽的排去水层, 靠降雨维持土壤水分。

(四) 测试方法

土壤水分参数测定, 饱和持水量用铜盆法, 田间持水量用环刀法, 土壤氧化还原电位测定, 用中山大学制造的1802型离子计, 甘汞—铂电极, 深度6 cm, 植株全氮测定:

凯氏半微量蒸馏法; 根系及根瘤收取; 整体洗净法; 根瘤固氮活性测定; 整株带瘤根置于定量容器中密封。准确注入定量乙炔, 30℃温育 1~1.5 小时, 抽样测定乙炔还原活性。以每分钟成生乙烯毫微克分子表示根瘤固氮活性。乙烯分析用上海分析仪器厂 100 型气相层析仪。U 型不锈钢管柱, 外径 6 mm, 内径 4 mm, 长 1 M, 管内装 60~80 目氧化铝, 固定液阿皮松 n。在柱温 80℃, 检测 80℃, 气化 100℃, 出口 110℃, 载气 (N₂) 流量 35 ml/分条件下, 乙烯保留时间约 1 分 15 秒, 乙炔 4 分 40 秒。乙烯定量计算按峰高比法^[3]。

含苗龄因素的复因素试验数据作对数转换后进行方差分析。单因素试验以原数据作方差分析。用数据右上标字母异同法, 表示数据之间差异显著性。有字母相同者为差异不显著, 字母不同者为差异显著。

试验结果与分析

(一) 田菁生长与结瘤固氮的最佳土壤水分状况

1. 盆栽试验结果: 用常规土培手续控制不同土壤水分状况, 对田菁的生长与结瘤固氮产生了显著的影响 (表 1)。

表 1 不同土壤水分状况对田菁生长与结瘤固氮的影响* 1983年

项 目 \ 处 理	淹 水	饱 和 持水量	田 间 持水量	75%田间 持水量	50%田间 持水量
收获时的株高 (cm)	68.3 ^c	73.7 ^c	89.4 ^a	80.9 ^b	50.6 ^d
茎叶产量 (干物克/盆)	17.36 ^c	20.02 ^{bc}	33.47 ^a	21.82 ^b	10.33 ^d
根瘤数 (个/盆)	177.3 ^b	183.5 ^b	238.5 ^a	137.8 ^c	47.0 ^d
根瘤重 (干物mg/盆)	580.8 ^b	620.4 ^b	837.1 ^a	582.8 ^b	109.4 ^c
固氮比活性 (毫微克分子C ₂ H ₄ /毫克干瘤·分)	0.015 ^b	0.014 ^b	0.021 ^{ab}	0.026 ^a	0.031 ^a
固氮总活性 (毫微克分子C ₂ H ₄ /盆·分)	8.9 ^b	8.8 ^b	16.7 ^a	15.2 ^a	3.6 ^c
黑 根 情 况	黑根	黑根	无	无	无

* 数据为 4 次重复平均值。控制土壤水分从 5 月 3 日开始至 6 月 11 日收获。淹水为 8 cm 水层, 饱和持水量为干土重的 55.7%, 田间持水量为干土重的 35.0%。同项目栏内数字右上角字母有相同者为两数差异不显著, 无字母相同者为差异显著, 下同。

表 1 表明, 田菁生长与结瘤固氮的数值以田间持水量为最高, 当土壤水分向两边变化时, 数值都逐渐下降。以田菁生物量与土壤水分关系描绘成一条生长曲线是属于抛物线型。其顶点在土壤水分田间持水量处 (图 1、图 2)。与传统结论^[3]描绘的生长曲线既相似又有所区别。传统结论的生长曲线也是以田间持水量为顶点的抛物线, 但属于二次型。即在横轴上土壤水分从零到饱和这一区间的两端, 豆科植物都不能活着, 从

而使抛物线的两端交于横轴。而田菁的曲线是三次抛物线型,即只有土壤水分趋向零的一端时,曲线才与横轴相交,而土壤水分趋向过饱和一端时,曲线下降到一定高度后即转为平缓而出现拐点,从而不与横轴相交。1982年所进行的同样试验其结果与1983年很一致。实际上稻底田菁是播种(或移植)在水整地的水田上的,在这种情况下水分的影响是否与旱整地有所不同。为此,我们于1983年做了盆栽模拟试验(表2)。

表2 移植流水栽培田菁排水效应试验结果^a

处 理 项 目	长期淹水	前 淹 后 排 的 旱 栽			
		田间持水量	田持80%	田持60%	田持40%
收获时株高 (cm)	68.0 ^c	96.7 ^a	92.9 ^a	75.1 ^b	55.6 ^d
茎叶产量 (干物克/盆)	26.5 ^c	41.4 ^a	34.4 ^b	18.8 ^d	13.6 ^c
根瘤数 (个/盆)	571.0 ^a	662.0 ^a	无 调 查	无 调 查	157.0 ^b
根瘤重 (干物克/盆)	2.15 ^b	2.92 ^a	" " "	" " "	0.83 ^c
黑 根 情 况	严 重	无	" " "	" " "	无

^a数据为6次重复平均值。4月16日移植,4月30日控制水分,6月20日收获。田间持水量为干土重的33.8%。

表2表明,田菁生长的最佳土壤水分状况仍是田间持水量。最差是缺水(田持60%以下)。与整地方式无关。这也澄清了稻底田菁一旦排去水层就会伤害适应形成于水层中的海绵根而导致减产的错觉。明确了稻底田菁排水是有好处的,只有排水过度(水分降至田持60%以下)才是有害的(图3)。

2. 田间试验结果:以稻底田菁方式所作的田间试验,淹水田菁排水改旱栽后出现减产。出现这种现象的原因是:1、从我们盆栽试验的结果可见,田菁生长与

结瘤固氮的最佳土壤水分状况是田间持水量,淹水居中,最差是田间持水量60%以下。淹水与最佳状况比,旱优于淹水,淹水与最差状况比,水优于旱。若排水以后,土壤水分状况下降到田间持水量60%以下就会出现上述结果见图8、4。2、根据我们测定,苗龄70天,株高约1米,阳光充足,最高气温35℃时,在白天12小时(上午6时至下午6时)每株田菁耗水可达442克。据此推算,夏季无雨5~7天,原来为饱和持水量的土壤水分,由于植株的蒸腾作用,可使土壤水分降至田间持水量的60%以下。因此在田间条件下,旱栽田菁常会出现水分缺乏,反而不及淹水栽培。

表3 田间试验结果^a

处 理 项 目	年 份	长期淹水	排水改旱栽	旱一淹差数及显著性
株 高 (cm)	1982年	68.6	64.1	-4.5
	1983年	156.6	141.2	-15.4 [*]
茎叶鲜产 (斤/区)	1982年	54.6	48.4	-6.2 [*]
	1983年	93.9	70.5	-23.4 ^{**}

^a数据为10次重复平均值。旱栽为靠降雨维持水分。显著性栏内^{*}为 $P < 0.05$, ^{**}为 $P < 0.01$

上述论证, 淹水和低于田间持水量60%以下的土壤水分状况都对田菁不利, 但淹水为害轻于缺水。两害相较轻者为优。在生产上迫于从两害中抉择, 那么实行淹水栽培是可取的。

(二) 田菁淹水栽培劣于田间持水量旱栽的原因分析

田菁生长与结瘤固氮的最佳土壤水分状况是田间持水量。已为上述多批试验所证实。淹水劣于旱栽的原因可能是①水生绿色植物(如藻类、水绵等)在水层中与田菁的海绵根争夺养分; ②苗龄太小, 耐淹力未达最佳状态; ③淹水日数太短, 未能形成强大的海绵根系; ④还原太强烈, 产生毒物造成黑根。针对以上各点, 设计了各种排除这些不利因素的试验, 结果如下。

1. 采用土面遮光排除水绵、藻类争夺养分后, 淹水同样劣于田间持水量。而且遮光与不遮光两条件下, 减产率无显著差异。说明水生绿色植物争夺养分不是淹水栽培劣于田间持水量的根本原因。

2. 在不同苗龄、不同淹水天数条件下, 淹水栽培都劣于田间持水量的旱栽。

表 4 不同苗龄下, 淹水对田菁的效应试验结果*

处 理 组 合 观 测 项 目	30天苗龄 (10叶)		20天苗龄 (6叶)		10天苗龄 (3叶)		1天苗龄 (1叶)	
	淹水	旱栽*	淹水	旱栽	淹水	旱栽	淹水	旱栽
淹水前株高 (cm)	26.0	26.0	13.5	13.5	7.5	7.5	4.5	4.5
收获时株高 (cm)	68.6 ^b	83.7 ^a	44.2 ^d	63.6 ^b	25.5 ^e	52.2 ^c	18.8 ^f	28.2 ^e
茎叶产量 (干重克/盆)	12.41 ^b	23.61 ^a	4.98 ^d	12.86 ^b	1.41 ^f	7.57 ^c	0.53 ^g	2.36 ^e
茎叶比旱栽减少%	47.4 ^c		61.3 ^b		81.4 ^a		77.5 ^a	
根瘤数 (个/盆)	337.5 ^b	571.8 ^a	119.2 ^c	334.8 ^b			17.5 ^e	36.8 ^d
根瘤干重 (mg/盆)	1119.3 ^b	2274.8 ^a	446.8 ^c	1007.4 ^b			20.3 ^e	53.7 ^d
固氮总活性 (毫微克分子 C_2H_4 /盆·分)	182.6 ^b	287.1 ^a					3.9 ^d	11.4 ^c
固氮比活性 (毫微克分子 C_2H_4 /毫克干瘤·分)	0.158 ^a	0.126 ^a					0.201 ^a	0.217
根 系 状 况	黑根	无黑根	黑根	无黑根	黑根	无黑根	黑根	无黑根

*旱栽的土壤水分田间持水量。数据为四次重复平均值。

表 4 表明各苗龄期淹水的田菁其主要性状都显著地差于田间持水量的旱栽。我们还做了一组30天与60天苗龄淹水的试验, 得到同样结果。综合两试验的5个苗龄期(1、10、20、30、60天)的茎叶减产率的观察: 1和10天的减产率最高, 而两者之间无显著差异; 20天的显著地低于10天的; 30天的又显著地低于20天的; 但60天的反而显著地高于30天的, 成一马鞍形趋势。增大苗龄可以降低减产率, 但不是愈大减产率愈低。表明靠增大苗龄不能使淹水优于田间持水量旱栽。

表 5 不同淹水天数对田菁的效应试验结果^{*}

项 目 \ 处 理	30天苗龄开始		30天苗龄开始		30天苗龄开始	
	淹水30天	同期旱栽	淹水60天	同期旱栽	淹水120天	同期旱栽 [*]
茎叶产量(干重克/盆)	28.1 ^c	55.1 ^d	97.7 ^c	244.2 ^b	284.4 ^b	846.9 ^a
比同期旱栽减产(%)	49.0 ^c		60.0 ^b		66.4 ^a	

^{*}数据为4重复平均值。旱栽的土壤水分田间持水量。

表5表明,淹水天数愈多减产百分率愈大。延长淹水天数亦不能使淹水优于田间持水量的旱栽。

3. 尽管采取加强渗漏,砂培除去有机质等削弱还原强度的措施,也收到一定效果。但毕竟淹水仍然显著地劣于田间持水量的旱栽。

4. 淹水劣于田间持水量旱栽的原因是淹水驱去了土中空气。

表 6 淹水田菁茎叶与根系动态变化测定结果^{*}

项目 \ 处理及比较	淹水后天数	3	6	9	12	18	24
株 高 (cm)	淹 水	13.5	14.2	16.9	17.6	21.6	29.6
	同期旱栽	13.7	14.6	20.7	23.8	36.2	62.3
	淹—旱差数及显著性	-0.2	-0.4	-3.8 [*]	-6.2 ^{**}	-14.6 ^{**}	-32.7 ^{**}
茎 叶 重 量 (干物克/盆)	淹 水	0.30	0.47	0.72	0.82	1.23	2.50
	同期旱栽	0.29	0.61	0.96	1.62	4.32	12.74
	淹—旱差数及显著性	+0.01	-0.14	-0.24 ^{**}	-0.80 ^{**}	-3.09 ^{**}	-10.24 ^{**}
根 系 重 量 (干物克/盆)	淹 水	0.10	0.27	0.39	0.50	0.95	1.69
	同期旱栽	0.09	0.20	0.28	0.35	1.27	3.49
	淹—旱差数及显著性	+0.01	+0.07	+0.11 ^{**}	+0.15 ^{**}	-0.32	-1.80 ^{**}
茎 叶 比 根 系	淹 水	3.0	1.7	1.8	1.6	1.3	1.5
	同期旱栽	3.2	3.1	3.4	4.6	3.4	3.7
海绵组织及新根	淹 水	海绵出现	海绵增厚	新根发生	新根增多	增厚增多	增厚增多
黑 根 情 况	淹 水	无	无	无	无	无	黑根出现
	同期旱栽	无	无	无	无	无	无
Eh (m.v)	淹 水	425	398	376	344	354	341
	同期旱栽	632	638	624	566	597	574

^a 旱栽的土壤水为田间持水量,数据为3次重复平均值。差数显著性 ^{*}P<0.05, ^{**}P<0.01。

表6中淹水田菁株高和茎叶重在淹后6天有劣于田间持水量旱栽的倾向,淹后9天达到显著,此时Eh值仍处于370m.v.以上,是黑根发生前半个月。此后继续两期(12、

18天)的测定,淹水田菁减产愈来愈严重。然而Eh值还不很低,而且还未发生黑根。表明土壤淹水后,不必达到强烈还原产生毒物的程度,只要土中缺氧,即足以使淹水田菁减产。

土壤淹水造成田菁减产的表现在于田菁被迫形成一个新的吸收系统。其过程是:在淹水后3天,田菁受淹的茎部及主根上即出现海绵组织的痕迹,以后逐渐增厚。这是一种在水中获取氧的器官。凡是受到淹浸,田菁必定产生海绵组织,已是公认的事实。至第9天茎部海绵层中长出新根,以后逐渐增多、伸长,根表也有海绵层包围。建立起一个以海绵组织和长在水层中的根系构成的新吸收系统。籍此系统,田菁才能生存于淹水环境中。据调查(见表7,8),淹水田菁的根系、根瘤及其固氮作用主要在土面以上,可见新吸收系统对淹水田菁的生存起决定性的作用。

表7 淹水栽培田菁根系分布情况调查结果*

处 理	项 目	株 高 (cm)	茎叶干重 (克/株)	根系干重 (克/株)	土面以上根重 (克/株)	土面以下根重 (克/株)	土下根相当于 土上根的%
淹 水 旱 栽		157.5	25.4	13.5	9.0	4.5	50
		194.3	65.9	21.2	0	21.2	

*数据为4次重复平均值。旱栽土壤水分田间持水量。

表8 淹水栽培田菁根瘤分布情况调查结果*

部 分	项 目	株根瘤数 (个)	株根瘤重 (干物mg)	固氮比活性 (毫微克分子 C_2H_4 /毫克干瘤·分)	固氮总活性 (毫微克分子 C_2H_4 /株·分)
土 面 以 上 的		567.1	1617.3	0.159	257.2
土 面 以 下 的		145.4	351.2	0.041	14.4
全 株		712.5	1968.5	0.138**	271.6**
土下相当于土上%		25.6	21.7		5.6

*数据为8次重复平均值。**数据不是直接测得,是计算出来的。

淹水田菁建立新吸收系统之所以会造成减产,是由于建立这个新吸收系统时要耗费额外的能源。在表6中可以看到淹水田菁在同一时间内根系增产,茎叶减产的事实。淹后6天即有此倾向,淹后9、12天达极显著程度。这是田菁受淹后将原来用于增长茎叶的光合产物削减一部分去形成新吸收系统的反映。换言之,建立新吸收系统以削弱茎叶生长为代价。说明淹水田菁的光合产物正常分配生理遭到扰乱。茎叶的削弱意味着下一步形成光合产物总量的减少。尽管淹水田菁将较大份额的光合产物用于根系。使根系一时重于田间持水量的旱栽,但由于总光合产物的减少,一定时间后,淹水田菁不但茎叶愈来愈不及田间持水量的旱栽,而且根系也从重于转变为轻于田间持水量的旱栽。

这样就从生理上决定了淹水不可能是田菁生长与结瘤固氮的最佳土壤水分状况,淹水栽培不可能优于田间持水量的旱栽。

结 论

(一) 在本研究试验过的所有条件下 (包括土面遮光, 幼苗期, 壮苗期, 成苗期, 短期淹水, 长期淹水, 轻渗漏, 强渗漏, 砂培除去有机质, 先淹后排等), 淹水栽培的田菁在株高, 茎叶产量, 根瘤数与重, 固氮总活性等主要性状上均显著地劣于土壤水分状况为田间持水量的旱栽。固氮比活性两处理间大多数无显著差异。

(二) 淹水驱去土中空气, 不必达到强烈还原程度, 即足以迫使田菁适应形成由海绵组织与浮生水中的根系所构成的新吸收系统。新吸收系统的建立以削弱茎叶的生长为代价。从生理上决定了淹水栽培田菁不可能优于田间持水量的旱栽。但这代价是值得的, 它换来了田菁的生存, 并有较好的产量。

(三) 不同土壤水分状况对田菁的生长与结瘤固氮的效应, 以田间持水量为最佳, 偏离这状况都使田菁减产。缺水 (低于田间持水量的60%) 的为害比过多 (淹水) 严重。田菁耐淹力比耐旱力强得多。田菁与土壤水分关系的生长曲线是三次抛物线型。有别于前人以其他豆科作物作出的二次抛物线型。前人得出淹水优于旱栽的结果, 实际上是两害相较轻为优的反映。

(四) 在稻底田菁的方式下, 排水改旱栽 (维持土壤水分在田间持水量水平) 优于继续淹水, 只有排水过度 (土壤水分降至田持60%以下) 才比继续淹水差。

(五) 在灌溉条件不完善, 无法维持土壤水分处于田间持水量水平的情况下, 迫于从两害中抉择, 两害相较取其轻, 因而对田菁实行淹水栽培还是可取的。

参 考 文 献

- [1] 丁前法等: 水栽田菁根瘤固氮酶活性研究, 《上海农业科技》, (3) 1980: 22—24。
- [2] 上海植生所固氮室, 固氮研究中乙炔还原定量测定法, 《植物学报》, 16 (4) 1974: 382—384。
- [3] 陈华癸: 《微生物学》, 158, 农业出版社, 1979年。
- [4] 陈华癸: 《豆类——根瘤菌的共生关系及其农业利用》, 156—158, 上海科技编译馆, 1964年。
- [5] 贾醉公: 全国生物固氮应用研究经验交流会综述, 《土壤肥料》, (1) 1981: 39。
- [6] 彭克明: 《农业化学》, 196, 农业出版社, 1980年。
- [7] 樊庆笙: 环境对根瘤形成和固氮作用的影响, 《土壤农化 (参考资料) 》, (5) 1978: 13—19。
- [8] Hardy: 《A treatise on Dinitrogen Fixation (■ Biology) 》p. 499—501, by John Wiley & Sons Prin, U.S.A.

A STUDY ON THE NODULATION AND NITROGEN

FIXATION OF *SESBANIA CANNABINA* Pers.

I. Effect of Plant growth and nodulation and Nitrogen by Different Soil Moisture

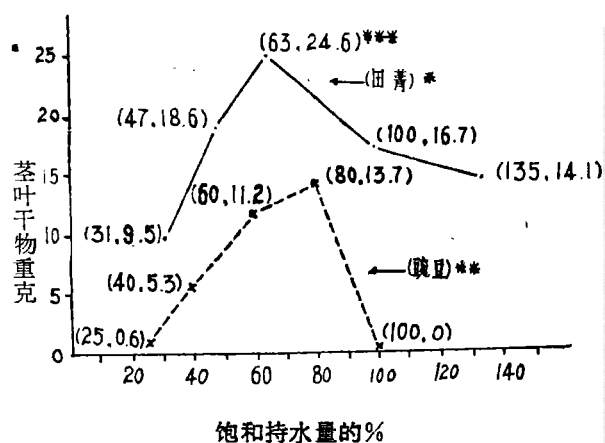
Zhong Xilin Lu Renjun Lian Zhaohuang

(Department of Soil and Agrochemistry)

ABSTRACT

Fourteen experiments, using the methods of soil culture, sand culture and field plot culture etc., were carried out in the last three years (1981-1983). The chief characters of the plant *Sesbania cannabina* Pers. such as plant height, stem and leaf yield, nodule dry weight, nodule number and N_2 -fixation activity of root-nodule per plant etc., were lower under flood culture condition than under upland culture condition with soil moisture holding capacity contrary to the former statement that *Sesbania cannabina* Pers. grew better under flood culture than under upland culture.

The growth curve reflected the relationship between plant growth (*Sesbania cannabina* Pers.) and soil moisture was in the cubic parabola shape with the soil moisture holding capacity as the vertex. This differed from that of quadratic parabola shape with other leguminous plants as formerly stated. *Sesbania cannabina* Pers. was more tolerant to flooding than drought. To *Sesbania cannabina* Pers. it appeared more harmful during water deficiency (less than 60% soil moisture holding capacity) than during water excess (submergence). In some occasions, plant growth appeared better under flood culture than under upland culture because under field conditions the soil moisture was less than 60% soil moisture holding capacity. Thus if irrigation facilities were lacking, the flood culture method might be preferred.



• 数据来源为本研究1982年试验结果

• • 数据来源见文献[4]

• • • 饱和持水量的63% = 田间持水重

图1 豆科作物生长与土壤水分关系曲线类型图

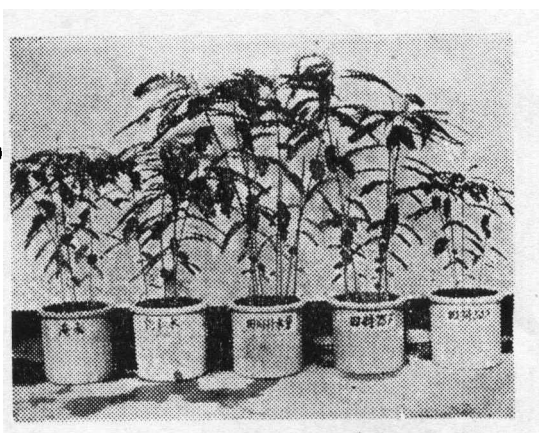


图2 田菁生长与土壤水分关系的形象

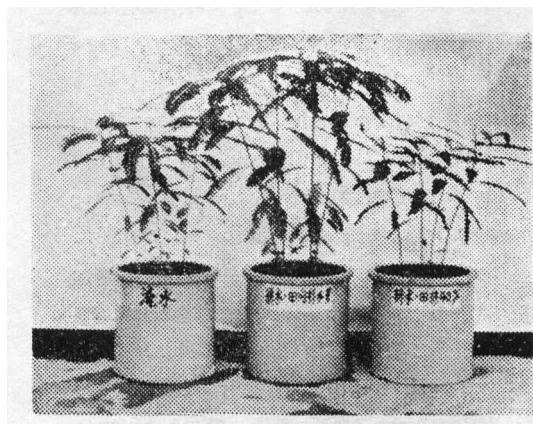


图3 淹水栽培田菁排水效应

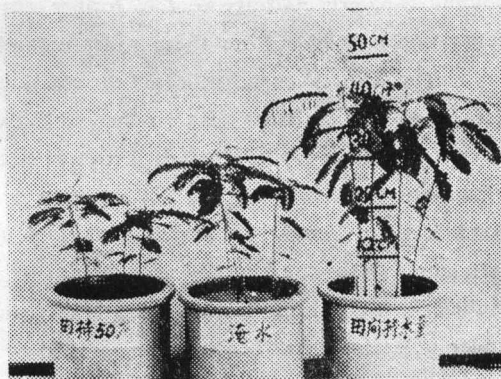


图4 淹水栽培的田菁既优于旱栽，也劣于旱栽的形象。