



陈扬春 编著



满江红

科学出版社



满江红

陈扬春 编著

内 容 简 介

满江红是近年来发展的一种稻田绿肥。本书作者根据多年的科学实验和生产实践，对满江红的形态、生长发育规律、栽培技术等作了全面系统的介绍。着重阐述了满江红固氮作用的机理，满江红孢子果形成条件、满江红营养与施肥技术以及防治虫害等。

本书可供广大农村科技人员、知识青年以及农业的有关专业师生阅读。

满 江 红

陈扬春 编著

责任编辑 王伟济 张继红

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1985年4月第一版 开本：787×1092 1/32

1985年4月第一次印刷 印张：6·7/8

印数：0001—3,800 字数：155,000

统一书号：13031·2872

本社书号：4132·13—6

定价：1.30 元

前 言

满江红是稻田重要绿肥之一。它广泛地分布在热带、亚热带和温带,在亚、欧、美、澳各大洲均有分布。在我国,主要分布在南方各省和长江流域地区。在东南沿海各地以“稻田壅萍”做肥料,相传已有两个世纪;以浙江省温州地区和福建省长乐县历史最为悠久。据温州地区报道,种植满江红稻田,一般一亩能增收稻谷10%左右,对晚季稻还有后效,能增产3—5%。在广东、江苏、湖南、湖北、四川、安徽、江西、广西等省的部分地区,也相继发展养殖满江红,作为水稻肥料,并积累了经验。近年来,往北发展到山东等地。在泰国、印度、越南等国也有利用满江红作为水稻肥料的经验。1975年以来,菲律宾国际水稻研究所,也进行了满江红作为稻田肥料的研究。

多年来生产实践表明,利用稻田水面养殖满江红,能收到粮肥双丰收。它不与粮争地,能改善土壤理化性质,抑制田间杂草滋生,是促进粮食持续增产的重要措施之一。因此受到广大农民的欢迎,养殖面积有了很大的发展。近几年来,由于耐肥的杂交水稻进一步推广、畜牧业的发展、耕作轮作制中绿肥位置的合理安排、农业体系中生态平衡的开始重视和细叶满江红的引进,使我国更加重视这种不消耗能源、不污染环境、适应性广、繁殖快、固氮量高、能以田养田的生物氮源的利用和发展。首先在浙江省温州地区推广细叶满江红100多万亩,收到了良好效果。现在已在我国南方各省广为推广,将有一个大的发展。辽宁、山东部分地区试养细叶满

江红成功，大大打破了满江红养殖史的地理界限。

从五十年代开始，我国开始了满江红调查研究，较为系统地总结了散落在各地的养殖经验。六十年代中，作了满江红生物学特性、满江红肥田实质和利用技术、满江红营养与施肥、以及主要虫害防治等方面的研究，取得了新的成就。

七十年代里，由于应用了气相色谱仪、电子显微镜等先进科研手段和开展了国际间学术交流以及满江红种类交换，促进了科研工作。主要包括：（1）研究了细叶满江红的生态学特点、固氮能力、忍耐力等方面，探讨提高其肥效与经济效益的可行方法。（2）对多果满江红、细叶满江红等产孢率高的种类，研究其形成规律，探讨其可能利用的途径。

（3）从形态上，组织培养上，开始研究满江红与鱼腥藻的共生关系。（4）系统地观察了二带萍摇蚊及其防治方法。在这些方面都获得了可喜的进展。

现将多年来实验结果，与各地调查资料，并结合国内外先进经验和理论基础，汇集成书，供农村科技人员、知识青年和有关科研人员、教学人员参考，希望有助于将满江红研究成果直接用来指导满江红生产，促进满江红生产进一步发展，以期完成和超额完成满江红生产任务。为我国农业现代化服务。

本书承福建农学院土壤农化系主任林景亮教授在百忙中予以仔细审定。谨致深切的谢意！

陈扬春

1983年

目 录

第一章 满江红的肥田作用与饲料价值	(1)
一、稻田养殖满江红对土壤肥力的作用	(1)
二、稻田养殖满江红对水稻器官生长发育的影响	(16)
三、满江红的饲料价值与前景	(21)
第二章 满江红属的分类与形态构造	(24)
一、满江红属的分类及其分布	(24)
二、满江红属的外部形态与内部构造	(27)
第三章 满江红繁殖与世代交替	(43)
一、满江红的无性繁殖	(43)
二、满江红的有性繁殖	(44)
三、满江红的世代交替	(82)
第四章 满江红的固氮作用和环境的关系	(91)
一、满江红与鱼腥藻的共生关系	(91)
二、满江红与鱼腥藻的固氮能力	(103)
三、满江红的固氮作用与环境的关系	(104)
第五章 满江红营养与施肥技术	(118)
一、各种营养元素的肥效	(118)
二、四季施肥技术	(128)
三、实生苗的营养与施肥	(135)
第六章 满江红的主要虫害与防治技术	(142)
一、萍灰螟	(142)
二、萍螟	(155)
三、二带萍摇蚊	(171)
四、萍象蚜	(179)
五、椎实螺	(181)

第七章 细叶满江红越夏与满江红越冬	(185)
一、细叶满江红越夏	(185)
二、满江红越冬	(193)
三、越冬期间的管理技术	(198)
第八章 满江红的本田养殖与利用技术	(201)
一、满江红在早稻田的养殖技术	(201)
二、满江红在单季稻田的养殖特点	(209)
三、对连作晚季稻田养殖满江红问题的商榷	(210)
主要参考文献	(213)

第一章 满江红的肥田作用 与饲料价值

满江红（俗称红萍）生长繁殖的适宜范围很广，只要掌握养殖技术、加强田间管理、注意压青时间与技术，在不同地区、不同土壤、不同稻作类型上，都能收到增产的效果。兹分作三个问题加以阐述。

一、稻田养殖满江红对土壤肥力的作用

（一）对土壤温度、水层温度的影响

由于满江红覆盖水面，阳光不能直接地照射水面，土温、水温受气温变化的影响小，比不养殖满江红的稻田明显地起着降温作用，日温差也相应地缩小（图1-1）。养殖满江红的稻田的降温作用与气候变化有着密切关系：晴天变化大，可降土温 2°C ，缩小日温差 3°C ；雨天变化小，降低土温仅 0.4°C ，缩小日温差 1.2°C ；一般说来，能降温 1.3°C 左右，缩小日温差 1.6°C 左右。土壤日温差的变化，不但影响着土壤中养分的转化，对水稻体内物质的积累也起着一定的作用。

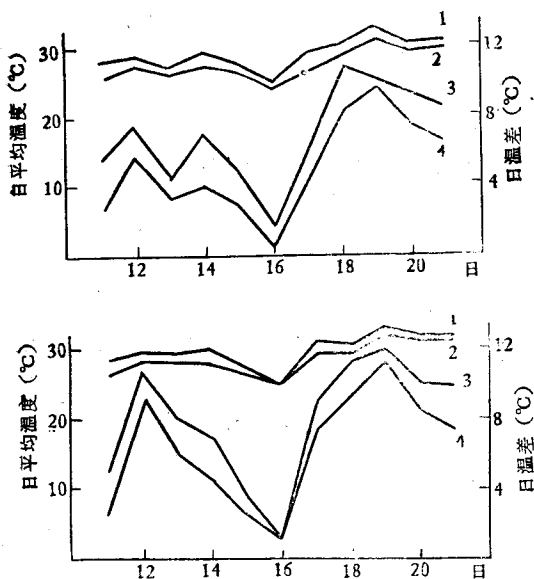


图1-1 稻田养殖满江红对土温、水温的影响
(陈扬春等, 1964)

上图, 土温; 下图, 水温

日平均温度: 1——不养; 2——养殖满江红

日温差: 3——不养; 4——养殖满江红

(二) 满江红的改土效果

满江红体含水量占鲜重的93%左右, 有7%的有机质(干物重)在满江红死亡后进入土壤表层; 如每亩以3,000斤计, 将有210斤有机质。三年测定结果, 养殖满江红后田里土壤有机质都有所增加, 比不养殖的提高了0.10—0.38%, 似乎还有一点递增的作用, 浙江省农科院绿肥组的比较试验, 养殖田增加有机质0.04—0.16%; 宁波地区农业科学研究所的试验证明也增加了0.379%; 广西壮族自治区农业科

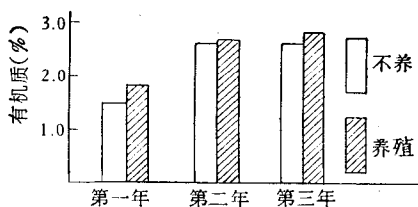


图1-2 早稻田养殖满江红后对有机质的增加作用
(陈扬春等, 1963—1965)

学院土肥室的试验结果,养殖满江红田的有机质从2.147%提高到2.366%,增加了0.219%。以上说明了虽然处在南方高温多雨地区,养殖满江红还是能增加土壤中的有机物质。满江红所以能改善土壤,主要是因它能为土壤提供有机质。各种绿肥的有机体所含化学组成不同,所形成土壤有机质的数量也各不相同,差异甚大。腐植化系数^①愈高的绿肥作物,为土壤提供有机质也愈大(表1-1)、(图1-2)。满江红的腐植化系数高于紫云英、水葫芦、田菁、怪麻、稻草。根据相关分析,植物有机质的腐植化系数的大小,与木质素含量

① 以单位重量的有机物质,经一年时间腐解作用,形成腐植质的数量叫做腐植化系数。

表1-1 腐植化系数与水溶性物质、木质素含量的相关性
(施书莲, 1979)

样 品	腐植化系数	水溶性物质 (%)	木质素 (%)	相关系数及显著性测定
满江红	0.43	19.5	20.2	r _{1.2} = -0.535 不显著 (P > 0.05)
蚕豆秆	0.21	27.8	8.65	
紫云英	0.18	18.2	8.58	
水葫芦	0.24	15.7	10.2	r _{1.3} = 0.900 非常显著 (P < 0.01)
田 菁	0.37	8.69	11.8	
怪 麻	0.36	11.6	15.3	
稻 根	0.50	5.41	17.4	
麦 根	0.32	5.34	20.7	r _{1.23} = -0.166 不显著
稻 草	0.23	11.40	12.5	

是正相关。其相关系数为0.900，达到非常显著水平 (P < 0.01)。看来，满江红的腐植化系数主要是木质素含量较高所致，而与水溶性物质含量还未能证实其相关性的存在。由于满江红腐植化系数高，所以满江红在土壤里累积的有机质相对地要比其他绿肥多。

从腐解的外界条件来说，在不同的小气候条件下，同一植物有机物的腐植化系数也有所不同。即使在同一小气候条件下，也可因水分状况、土壤质地不同而异。一般说来，水

田的腐植化系数较早地大（表1-2），而以绝对嫌气条件下最大；粘质土壤又较轻质土壤为大（表1-2）。

表1-2 不同腐解条件下满江红等腐植化系数的比较
(施书莲, 1979)

植 物 种 类	水 田	旱 地
满 江 红	0.43	0.34
田 菁	0.37	0.24
稻 草	0.23	0.22
紫 云 英	0.18	0.16

在水田里养殖满江红，由于其腐植化系数高，养殖一段时间后，土壤往往变黑、变松，便于耘田，耕性大为改善。耕性的改善，是与土壤的物理性状相关连的；而土壤物理性状的优劣又与土壤里有机质含量的多寡有着一定相关性。据我们三年连续测定：养殖田土壤容重比不养的减少0.03—0.13克/厘米³（表1-3），广西试验也降低了0.08克/厘米³，浙江试验下降了0.10—0.11克/厘米³，使土壤更加熟化；养殖田的孔隙度增大了1.08—2.57%（见表1-3），浙江测定增加了3.7%，从而改善了土壤的通气条件。多年养殖满江红，既改善了土壤结构，又降低土块抗压强度（公斤/厘米²），从31.4下降到27.9。因此，养殖满江红是建设高产稳产农田的有效措施之一。

由于紫云英的易分解组分较高，直接施用，在其腐解过程中，特别是分解到剧烈时期，是否会导致土壤原有有机质急剧地矿化，反而降低了土壤有机质的含量，导致地力的

表1-3 稻田养殖满江红对土壤物理性状的影响
(陈扬春等, 1963—1965)

物理性状	年份	养萍	不养	增值
容重 (克/厘米 ³)	第一年	0.90—1.00	1.03	-0.03—-0.13
	第二年	0.97	1.04	-0.07
	第三年	0.91	0.99	-0.08
孔隙度 (%)	第一年	63.64—63.67	62.14	1.5—1.53
	第二年	63.22	62.14	1.08
	第三年	63.85	61.28	2.57

衰竭呢？这个问题也就是“激发效应”。中国科学院南京土壤研究所用¹⁴C标记过的紫云英进行的培育试验证明，除个别情况外，土壤加入新鲜绿肥后，可形成的有机质数量总是大于激发量（表1-4）。可见，激发率的大小与所加的植物的数量多少关系不大，却与土壤原有的有机质含量的高低有一定的关系。在同种土壤上，有机质含量较低的土壤其激发率较高。意味着培养地力是何等的重要！满江红的腐植化系数较大，其所形成的土壤有机质的量，远较紫云英等绿肥为多。由此可以估计出，满江红在土壤有机质更新、平衡过程中将起着重要的作用。

此外，土壤中氧化还原电位也随着起变化。这是由于满江红、水稻等光合作用和呼吸作用，尤其是植株根系脱落和群体更新的结果。在水稻分蘖期，养殖满江红的田比不养的氧化还原电位从396.4降至344.0；在孕穗期，也从372.7降至

表1-4 紫云英在土壤有机质平衡中的作用①
 (单位: 毫克碳/100克土)
 (中国科学院南京土壤研究所, 1979)

土 类	全 碳 量		土 壤 矿 化 碳 量	激 发 损 失 碳 量	紫 云 英 积 累 碳 量	紫 云 英 净 积 累 碳 量	土 壤 净 积 累 碳 量
	土 壤	紫 云 英					
砖红壤	5,340	784	249.3	43.5	360.4	316.9	67.6
乌泥土(高肥)	1,690	784	213.1	27.9	274.5	246.6	33.5
红土(低肥)	940	784	126.0	105.1	332.6	227.5	101.5
鱗血土(高肥)	1,750	784	200.9	59.2	320.8	261.6	60.7
黄棕壤	1,070	784	175.3	107.2	328.0	220.8	45.5
黑 土	3,620	784	286.5	32.5	310.0	277.5	-9.3

① 培养249天, 紫云英整体及其各组分的放射性比值为15.38—15.97微居里/克碳。

327.7。大致可以说明, 养殖满江红田有机质增多后, 消耗土壤里的氧气较多, 同时满江红群体覆盖水面, 阻碍了空气交流作用。可见, 养殖满江红田应该注意调节土壤通气状况。如在耘田时结合排水后分次压青, 以及适时烤田, 对改善土壤通气状况将产生良好的影响。

(三) 满江红氮素及其有效性

一亩水稻田套养满江红20天后, 可收到2,000斤左右鲜满江红, 折140斤干满江红, 按3%含氮量计算, 相当于增

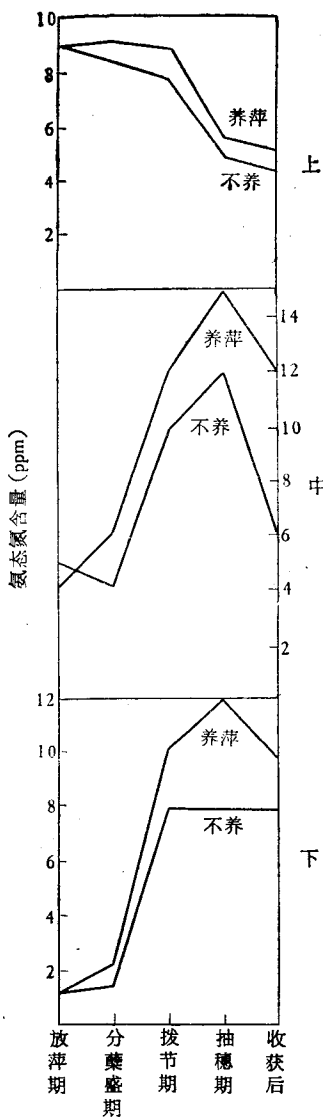


图1-3 养殖满江红对不同土类氨态氮含量的变动影响(陈扬春等,1964)

上,泥土田;中,烂泥田;下,黄泥田

施5.2斤的氮素。除水稻多吸收外,收割后的土壤剩余含氮量均比对照组高(表1-5)。广西试验结果也类似,其增加幅度在0.0040—0.0157%。

再从不同的土壤类型、水稻的不同生育期来看,当养殖满江红后,也起着增加速效氮的作用,这就为水稻提供了部分氮肥来源(图1-3)。

由于满江红群体更新或压青之后,对土壤起着增氮作用,这就是人们养殖满江红作肥料的目的所在。但满江红氮素的有效性与其本身化学组成、碳/氮比值、以及土壤性质有着密切的关系。只有研究这些问题的实质,才会弄清养殖满江红不增产的原因,从而加以克服,达到充分发挥满江红肥效的目的。

表1-5 稻田养殖满江红对土壤全氮(%)的影响
(陈扬春等, 1963—1965)

年 份	养 殖 满 江 红	不 养	增 值
第 一 年	0.138—0.147	0.133	0.005—0.014
第 二 年	0.186	0.178	0.007
第 三 年	0.195	0.179	0.016

1. 满江红的C/N比值与满江红氮素有效性

据分析, 满江红植株含氮量随着品种、气温、施肥种类和数量的差异而变化着, 一般波动在2.34—4.23%之间, 甚至在2%以下。浙江省农业科学院土壤肥料研究所的研究结果也是如此(表1-6)。满江红生长强弱所引起的含氮量的差别, 造成了满江红本身的C/N比值的不同。而C/N比值是衡量一切绿肥作物中氮素有效性的主要指标之一。一般说来, 比值愈小, 其氮素有效性愈大。C/N比值为17.5的满江红, 它的氮素几乎不能被当季水稻所利用, 对后季水稻的有效性也同样很低。这就回答了养殖满江红后反而招致减产的

表1-6 满江红生长强弱与养分含量(%)的关系
(引自浙江省农业科学院土壤肥料研究所)

植株生长状况	烘 干 重	含N量	含P ₂ O ₅ 量	含K ₂ O量
生长正常的	6—7	3—4	0.6—1.5	1.5—2.5
生长较不正常的	8—10	2—3	0.3—0.6	1.0—1.5
生长濒临衰亡的	10—15	<2	<0.3	<1.0

表1-7 满江红的C/N比值与其氮素有效性的关系①
(施书莲, 1979)

处 理	C/N	第 一 年		第 二 年	
		植株吸收的总N量 (毫克/盆)	利用率 (%)	植株吸收的总N量 (毫克/盆)	利用率 (%)
对照		227.9	/	103.6	/
满江红 ₂	17.5	234.3	2.2	118.7	3.7
满江红 ₃	12.0	279.8	17.3	110.9	1.1
紫云英	10.0	413.7	61.9	118.8	3.7

① 供试土壤为小粉土, C为1.03%, N为0.124%。

原因所在。由此可见, 养好满江红不但提高满江红产量, 同时也要增进其质量。既要提高植株含氮量, 又要增进其氮素利用率。压青时期, 也要选择植株在健壮的时期, 才能收到应有的肥效。从表1-7、表1-8结合来看, 细叶满江红在长沙地区最合适的压青时期是在4月份或5月中旬, 到了5月下旬其氮素利用率就很低了, 6月以后几乎不能被利用。

2. 满江红的化学组成与其氮素有效性的关系

据报道, C/N比值为11.2的满江红, 其氮素利用率总是低于C/N比值为14.8的紫云英。分别在黄泥土、沙土、白土上试验, 前者的利用率为26.3—45.8%, 后者为52.4—70.8%。可见, 满江红的氮素利用率低于紫云英, 并不是由C/N比值所引起的, 而是满江红的根量在整个植株中所占比重较大, 在化学组成上木质素含量较高的结果。据一些研究