

三熟制双季稻超高产栽培理论与技术研究

马国辉

国家杂交水稻工程技术研究中心 长沙 410125

摘要 本研究以双季稻三熟制 $\geq 10\text{C}$ 的临界积温为基本立足点,以双季稻每 hm^2 单产18t和增产30%~50%为超高产目标,从宏观和微观的角度研究了三熟制双季稻超高产的理论及配套技术。主要结果如下:①在光热资源被认为仅能作早三熟的中低产地区,三熟制双季稻仍具有超高产潜力。②LAI先合适期是三熟制双季稻超高产的基础栽培理论之一,利用不同育秧方式增加积温、调整生产重心、扩大叶面积指数、本田期迅速创建一个较大的叶面积指数,促进水稻群体尽早进入先合适期是挖掘光能生产潜力的核心。③组装形成了三熟制双季稻超高产栽培的高起点、中群体、壮根、壮穗、满负荷运转的综合配套技术体系。④继承性地研创了“早育软盘抛秧两段秧”新型育秧方式。

关键词 三熟制 双季稻 超高产 “高中壮”满负荷栽培 先合适期

回首20世纪下半叶,过度开采资源,垦荒造地、围湖造田、开山造梯田一度成为我国农业生产发展的主旋律,据报道素有“八百里洞庭”之称的洞庭湖目前方圆不足“三百里”,人们在解决温饱的同时也品尝了水土流失、河流淤塞、自然灾害频繁的恶果。展望新世纪,我国人口将增至16亿之多,粮食需求总量的增加和土地减少带来的粮食危机是摆在我们面前随时可以预见的严峻现实。因此,我们既要力促退田还湖、退耕还林、退田还草,实现生态环境保护良性发展,又要实现粮食总量的稳定增加,确保我国粮食安全和农业可持续发展。据此,我们以洞庭湖三熟制双季稻区为研究基地,以实现双季稻超高产为目标,以提高良田地力生产潜力为特征,试图探讨三熟制条件下实现双季稻单产(667m^2)跨“三纲”的可能及其理论基础,以期建立大面积高产栽培的技术储备,对广大南方稻区具有重要的理论价值与实践意义。

1 研究概况

1.1 研究基地概况

根据高亮之等所划定的三熟制双季稻的临界积温指标($\geq 10\text{C}$ 的活动积温为 5100C),选择具有三熟制双季稻临界等温线意义的湖南省临澧县为研究基地(图1)。该基地地处东经 $111^{\circ}24'$ ~ $111^{\circ}49'$,北纬

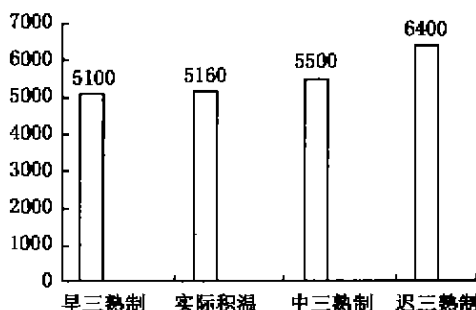


图1 不同类型三熟制临界积温值与临澧实际温值比较(C)

Fig 1 The critical accumulated temperature (AT) comparison between different types of tricropping system and local condition

$29^{\circ}17'$ ~ $29^{\circ}46'$,为武陵山余脉向洞庭湖盆地的过渡地带,该县 $\geq 10\text{C}$ 的活动积温仅超过临界指标 66.8C ,属双季稻早三熟区。临澧不仅是湖南省中低产地区的代表,而且具有季节茬口矛盾突出、温光资源欠丰以及大面积水稻产量低三大特点。特别是三季作物生长期严重重叠,如油稻迟配迟三熟作物要求全生长期一般为490d左右,最长达503d,而一年除三茬接茬的农耗时间外,其有效生长期至多358d,生长期差距平均相差132d左右,因此双季稻单产近20年来徘徊在 $11.25\text{t}/\text{hm}^2$ 左右的低产水平。

1.2 研究方法思路

我们围绕试验区温光不足、季节矛盾突出、稻作水平较低三大矛盾,立足实现双季每 667m^2 单产跨“三纲”的目标,通过大量的调查研究确立了以挖掘温光潜力为前提、为改革传统落后的技术为突破口,以稳定良制为主体、以推广良种为基础、以研究高产机理为重点、以组装形成良法作保障的攻关策略。

2 主要研究结果及分析

2.1 三熟制双季稻超高产实践及攻关结果

1996~1998在专家挂牌田、 6.7hm^2 高产样方和核心试验区三个层次上攻关的结果表明,三熟制地区双季稻可以大幅度提高单产,实现双季稻单产每

667m² 跨“三纲”的超高产水平。验收结果表明(表 1):

①专家挂牌田双季单产连续 3 年在 17.3t/hm² 左右,即每 667m² 接近“三纲”水平;

②6.7hm² 样方双季单产连续 3 年超过 16.5t/hm²;

③核心试验区 270.5 hm² 双季单产 16t/hm² 左右,使 667m² 产量稳定过 1t;

④专家挂牌田、6.7hm² 样方和核心试验区较非试验区双季稻产量平均分别增产 41.4%、38.6%、38.1%。其中早稻增产幅度最大,6.7hm² 样方平均达 57.4%;

⑤创造了洞庭湖三熟稻区“三个”历史最好水平,即油稻稻制最高早稻单产 8.94t/hm²、最高晚稻单产 11.20t/hm²、最高双季稻单产 18.91t/hm²。

表 1 洞庭湖三熟稻区双季稻产量攻关结果(1996~1998,临澧,t/hm²)

Table 1 High yielding practices for the double-rice under tri-cropping system in Tongtinghu Area

| 年分及季别 Year and season | 专家挂牌田 Guiding demonstration field by expert tract | | | 6.7hm ² 样方 6.7hm ² demonstration fields | | | 核心试验区 Main experimental area | | | |
|--------------------------|--|---|-----------------------------|--|---|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|------|
| | 平均单产 Average increase | 较非试验区增* Increase over in-experimental fields | 增产(%) Yield increase (%) | 平均单产 Average increase | 较非试验区增* Increase over in-experimental fields | 增产(%) Yield increase (%) | 平均单产 Average increase | 较非试验区增* Increase over in-experimental fields | 增产(%) Yield increase (%) | |
| 96 年 | 早稻 Early rice | 8.36 | 3.39 | 71.4 | 7.96 | 3.08 | 63.2 | 7.54 | 2.67 | 54.7 |
| | 晚稻 Late rice | 8.96 | 1.78 | 24.7 | 8.67 | 1.47 | 20.4 | 8.27 | 1.07 | 14.9 |
| | 双季 Double rice | 17.34 | 5.17 | 43.5 | 16.63 | 4.55 | 37.2 | 15.81 | 3.74 | 30.8 |
| 97 年 | 早稻 Early rice | 8.13 | 2.80 | 47.9 | 8.40 | 3.23 | 60.9 | 8.08 | 2.75 | 51.7 |
| | 晚稻 Late rice | 9.08 | 2.67 | 41.6 | 8.30 | 1.89 | 29.5 | 8.20 | 1.79 | 28.0 |
| | 双季 Double rice | 17.21 | 5.47 | 44.5 | 16.70 | 5.12 | 43.6 | 16.28 | 4.54 | 38.7 |
| 98 年 | 早稻 Early rice | 8.19 | 2.71 | 49.3 | 8.15 | 2.67 | 48.6 | 7.98 | 2.50 | 45.5 |
| | 晚稻 Late rice | 8.68 | 1.70 | 24.4 | 8.58 | 1.61 | 23.1 | 8.21 | 1.24 | 17.7 |
| | 双季 Double rice | 16.89 | 4.41 | 35.4 | 16.73 | 4.28 | 34.3 | 16.19 | 3.74 | 30.0 |
| 平均 | 早稻 Early rice | 8.22 | 2.94 | 55.6 | 8.17 | 2.89 | 54.6 | 7.87 | 2.58 | 48.9 |
| | 晚稻 Late rice | 8.91 | 2.05 | 29.9 | 8.52 | 1.66 | 24.1 | 8.23 | 1.37 | 19.9 |
| | 双季 Double rice | 17.13 | 4.99 | 41.1 | 16.69 | 4.54 | 37.4 | 16.10 | 3.95 | 32.5 |

* 系指与县统计局调查试验区外大面积的平均值比较

2.2 三熟制双季稻超高产光温资源利用的理论分析

对洞庭湖三熟制稻区(临澧为例)大面积双季稻现实生产力与其光温潜力水平差异调查研究,结果表明:三熟制稻区双季稻具有较高的光温潜力,早稻最高单产可达 10.38t/hm²,晚稻可达 12.48t/hm²;其光温潜力平均值为大面积近 10 年的现实生产力平均值的 1.8 倍,表明其光温资源没有得到充分利用。

2.2.1 从气候生产潜力的时空分布看实现双季稻超高产的突破口 对三熟制双季稻而言,气候生产潜力在年内各时段的分布取决于各时段的辐射量、温度和叶面积指数(LAI)的变化。根据临澧的气候资源 LAI 实测值的逐旬模拟对全年各时段光能潜力、光温潜力进行分析,图 2 结果表明:

①三熟制双季稻区光能潜力的峰值与平均温度有较好的对应关系,光能潜力 5~8 月基本处于高峰期(以 7 月中旬最高),表明充分利用高峰期的光能对提高全年产量至关重要;

②5~8 月光温潜力的两个峰值与 LAI 的峰值有较好的对应关系,表明扩大叶面积是提高现实生产力的关键。与此同时,水稻在不同生育时期因温度差异、叶面积的大小,其 F(T)和 F(LAI)值均会发生较大

的变化,在温度较高时、叶面积较大时其光能潜力也最大。因此对于三熟制双季稻来说,存在一个 LAI 光合适期(当 LAI≥5 时,F(LAI)=1),栽培上如何迅速创建一个较大的叶面积指数,促进水稻群体尽早进入光合适期以挖掘光能生产潜力,既是三熟制双季稻高产的理论问题也是技术关键所在。

③从 5~8 月光能高峰期结合其最高峰值和叶面积峰阔,可以认为,目前现实生产力低主要在于一年中光能潜力最大的 7 月中、下旬早、晚稻 LAI 均处于低值期,没有充分利用一年最好的光能资源,同时生产上早配迟模式中,早稻迟播浪费了早春的光温有效资源。

2.2.2 三熟制双季稻超高产光温资源利用理论与策略

①调整生产重心、提高双季稻光温生产潜力 王宏广认为延长作物生育期可较大幅度提高作物的光温水生产潜力。我们的研究表明(表 2):早稻每提早 10d 播种、推迟 7d 成熟,光温生产潜力每 hm² 可净增产 1.17t,表明生产实践中调整目前三熟制稻区生产重心有其理论根据;从全年高产来看,挖掘早稻光温潜力,实行生产重心相对平衡,是实现三熟制双季稻超高产的理论基础之一。

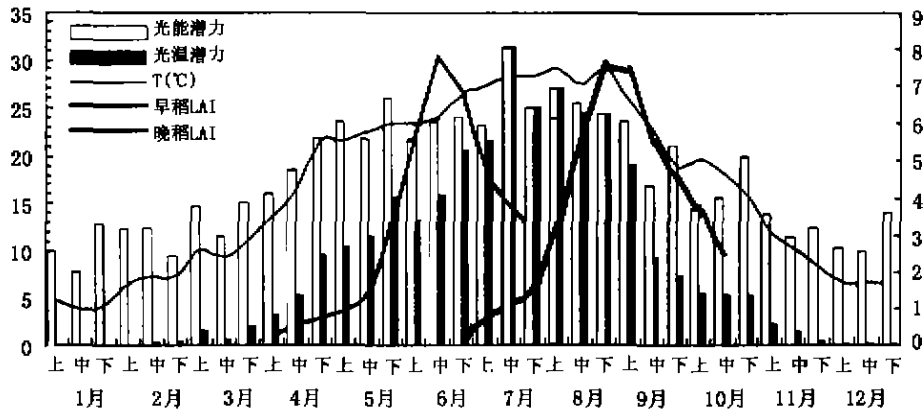


图2 年内各旬光能潜力(×10)、光温潜力(×10)、早晚稻 LAI 及平均气温的分布(临澧, 1996~1998)

Fig 2 The year variation of the light energy potential, light-temperatures potential, LAI of double rices and average temp. in Linli County

表2 调整生产重心对光温生产潜力的影响

Tab 2 The effects on the productivity potential by regulating the growth period

| 调整方式与时间 Items type and time | 早 稻 (t/hm ²) early rice | | | | 晚 稻 (t/hm ²) late rice | | | | | | |
|--|-------------------------------------|------|------|-----------------------------------|------------------------------------|------|------|--|-------|-------|-------|
| | 提早播种(d) | | | 推迟成熟(d) | | | | 推迟移栽(d) | | | |
| | Days of earlier sowing | | | Days of delaying sowing | | | | Days of delaying transplanting | | | |
| 项 目 regulation | 10 | 15 | 20 | 3 | 5 | 7 | 10 | 3 | 5 | 7 | 10 |
| 光温潜力效应 Light & temp. potential productivity efficiency | 0.41 | 0.56 | 0.63 | 1.44 | 2.36 | 3.15 | 4.23 | -1.15 | -1.77 | -2.39 | -3.30 |
| 群体功能效应① population function | 0.32 | 0.44 | 0.45 | 0.74 | 1.16 | 1.46 | 1.91 | -0.14 | -0.29 | -0.44 | -0.68 |
| 参照时间 Refer time | 以4月5日播种为准 sowing at April 5 | | | 以7月15日成熟为准 Ripening at July 15 | | | | 以7月17日移栽为准 Transplanting at July 17 | | | |

① 群体功能指因 LAI 提早进入光合高峰期利用光温的生产能力, 其效应值 $\Delta Y_{mp} = \sum (Y_{mp_i} - Y_{mp_j})$

Population function: the productivity to utilize the light and temperature through making LAI increase up to the photosynthesis peak and the value $\Delta Y_{mp} = \sum (Y_{mp_0} - Y_{mp_i})$

② 扩大 LAI 调整光合适期, 合理开发利用光温资源 栽培上尽快扩大 LAI, 力求与一年中的光合潜力高峰期相吻合, 以提早进入光合适期, 充分挖掘光温潜力。图 3~4 比较了迟配迟和早配迟, 因 LAI 提早进入光合适期而引起光温生产潜力 (Y_{mp}) 的变化

情况, 结果表明: 通过早晚双季两段育秧、实行早起点栽培(插植较多的基本苗), 在早稻前期提高 LAI, 中期较早进入 LAI 光合适期(当 $LAI \geq 5$ 时, $F(LAI) = 1$), 在一年的光能高峰期维持较大的 LAI, 因而其总体光温潜力迟配迟要高于早配迟。

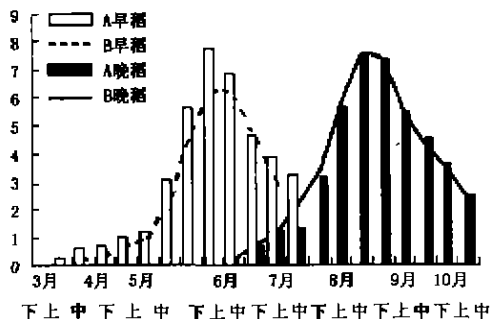


图3 不同搭配方式早晚稻 LAI 动态变化 (A: 迟配迟, B: 早配迟, 临澧, 1996~1998)

Fig 3 The comparisons for the LAI development of double rice between two collocation models

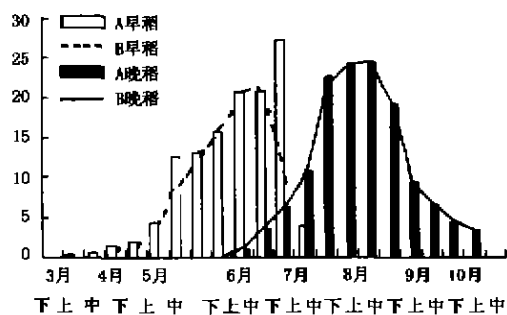


图4 不同搭配方式光温生产力(×10)旬变化 (A: 迟配迟, B: 早配迟, 临澧, 1996~1998)

Fig 4 Comparisons for the productivity potential variation between two collocation models

2.3 三熟制双季稻“高中壮”满负荷超高产栽培理论与技术研究

2.3.1 水稻“高中壮”满负荷超高产栽培的技术特点 以研创的“早育软盘抛秧两段育秧”技术为基础,实行“高起点”栽培,以扩建LAI,启动物质生产高惯性;实施“中群体”控苗,实行高库容水平下苗穗粒目标定向控制,确保大穗、足穗,物质生产高积累;整合各项先进的高产栽培技术,实现技术配套“满负荷”;以中配迟、迟配迟为主搭配,实行品种搭配“满负荷”;稳定三熟良制,调整生产重心,实现双季三熟全年高产,确保地力生产“满负荷”。

2.3.2 双季稻品种搭配“满负荷”的增产作用 研究表明(表略):

①以迟配迟、中配迟为主体的“满负荷”搭配有利于提高双季单产。典型户及大面积示范迟配迟较迟配中、中配迟及大面积早配迟双季单产(1996年)分别高7.1%、12.0%、40.4%,双季达16.95t/hm²;定位试验结果表明:迟配迟、中配迟和迟配中三种搭配模式较早配迟分别增产15.7%、11.5%、13.0%。新复极差测定,双季稻产量水平差异达5%显著水平,早稻产量差达1%极显著水平。

②“满负荷”搭配通过挖掘早稻潜力,实现了早晚两季光温利用相对平衡。从产量贡献来看,迟配迟、中配迟和迟配中搭配模式中早稻产量比重占全年总产的50%左右,而早配迟仅占41.9%,而且一旦遇到不良气候所占比重更低,如1996年仅占36.9%。

2.3.3 “满负荷”条件下三熟制双季稻生育特点与生育相的合理安排 目前生产上采用的早熟早稻配迟熟晚稻甚至配特迟熟晚稻,违背了水稻高产的生育规律与光合生产规律,因为油菜收后已是5月中、下旬(1996为5月18~22日),早熟早稻插后本田基本营养期短而无法形成大穗。研究表明,早配迟类型早稻插后至幼穗分化始期很短,仅为5d,如果返青期长,本田基本营养生长期则几近为0,因而调整早稻生育相,延长早稻秧龄期,争取秧田前期积累,延长本田营养生长期,适当推迟成熟,是挖掘早稻生产潜力的基础。图5表明利用迟配迟可使本田营养生长期相对延长4d以上,幼穗分化时期延长,移栽至始穗延迟,从而有利于形成大穗。在季节茬口时间的安排上,应设计好三季作物的大田生产时段:即油菜为10月中、下旬至次年5月中旬,早稻5月中旬至7月中下旬(最迟不超过7月24日)、晚稻7月中下旬至10月中旬。

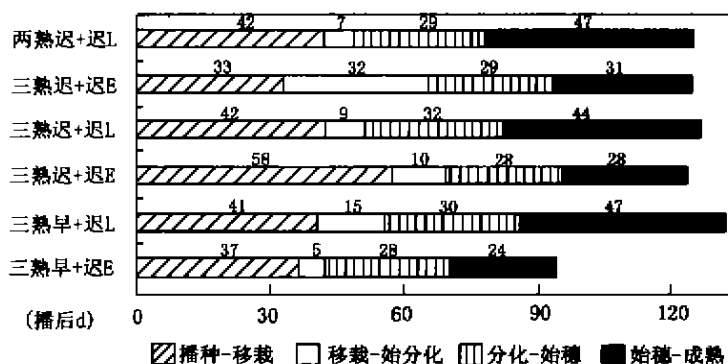


图5 不同稻作制度、不同搭配方式生育时段分布比较

(E:早稻,L:晚稻 1996~1998)

Fig 5 The growth period comparisons between different cropping systems and collocation models

2.3.4 新型育秧方式的技术功能及其对“高起点”栽培的作用 “早育软盘抛秧两段育秧技术”融耐寒早育秧、双(多)两大育秧、软盘育秧、抛秧和两段育秧等多种育秧技术为一体,吸取了众多育秧方式的长处,具有抵御低温、增强秧龄弹性、增加有效穗、省工、增产的主要功能。综合1996~1997年的试验结果,早育软盘抛秧两段秧较“双两大”两段育秧大穗增加32.8%,有效穗增多4%~16%,晚稻秧龄弹性率可提高96.4%,用工减少34.4%,特别是劳动强度大的寄插工减少76.1%,产量增产4.3%~10.7%。该技术通过寄秧田的集约管理将增加有效穗的任务提前进入秧田期,缓解了三熟制稻田本田基本营养生长期短,多穗与大穗的矛盾,形成了三熟制双季稻栽培“高起点”的突出特点;通过提高秧龄弹性增强了“满负荷”栽培遭遇异常气候(如1996、1997年的早季低温)实现全年稳产的能力;通过技术规范克服了大面积密度难于保证、有效穗少而低产的突出弱点;通过减轻寄插劳动强度,促进了高产栽培走向轻型化。

2.3.5 “高起点”栽培群体干物质的积累特性研究 一般双季高产稻区有效穗形成的决定期在本田,而三熟制的稻作生态环境没有在大田给高产栽培提供这样一个高产穗数的决定期,移栽后至幼穗分化始期仅6~10d(图5),因而三熟制稻田建立起移栽后本田可迅速高效率积累干物质的群体,是三熟制超高产必须解决的理论与技术问题。我们的研究表明,通过新型育秧方式定向培育壮秧,大田插足基本苗(270~330万苗/hm²),实现“高起点”栽培,启动物质生长惯性,建立超高产群体物质增长的“复利”基数,尽快扩大LAI,从而保证了抽穗前迅速积累较高的干物质(图6~7)。图6表明,尽管三熟制高起点群体较两熟制者

晚移栽 13d,但在孕穗期其单位面积干物质几乎接近,而远较常规栽培(水育秧)者要高,分析分蘖至始穗的干物质日增长速率时发现(图7):三熟制实现高起点栽培抽穗前的干物质积累速度与早插两熟制高

群体几乎接近,而比较同熟制“低起点”的积累速度高,表明三熟制超高产栽培宜通过“高起点”栽培,短期内建立起高产群体结构。

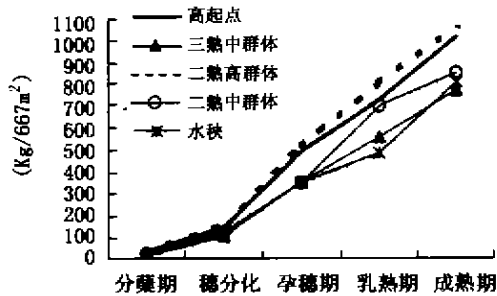


图6 不同栽培方式干物质积累动态

Fig 6 The comparisons of Dry matter accumulation between different cultural models

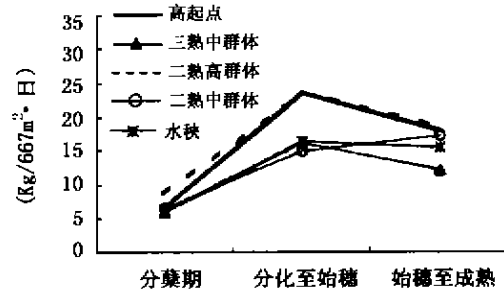


图7 不同栽培方式干物质积累速率比较

Fig 7 The comparisons of dry matter accumulation rate between different cultural models

2.3.6 三熟制双季稻群体调控目标 研究表明(表3):高产典型丘及双季单产 8.25t/hm² 以上的稻田极好地协调了产量结构因子关系,突出特征是有有效穗多、穗大、总颖花数多、结实率高,其最高库容量每 667m² 达到了 4554 万。不同产量水平的差异主要受有效穗和每穗总粒数的影响,而使总库容形成差距,差距最大的达 15×10⁷ 枚/hm²。通径分析的结果表明有效穗($p_{2y}=0.6964$);晚稻依次为:有效穗($p_{1y}=0.5800$)

>每穗颖花数($p_{2y}=0.5840$)>结实率($p_{3y}=0.2881$)>千粒重($p_{4y}=0.04475$)。有效穗(X_1)、每穗颖花数(X_2)、结实率(X_3)和千粒重(X_4)对产量的贡献大小(直接通径系数)早稻依次为:有效穗($p_{1y}=1.2147$)>千粒重($p_{4y}=1.0647$)>每穗颖花数($p_{2y}=0.8736$)>结实率,表明有效穗是早、晚两季实现高产的主攻方向,在此基础上早稻宜通过增加每穗颖花数,晚稻必须确保大穗,达到扩大库容的目的,实现双季高产。

表3 三熟制双季稻不同产量水平产量结构(1996~1998)

Tab 3 Yield components in different yielding level of the double-rice under tri-cropping system

| 产量水平(t/hm ²) Yield level | 品种(组合) Varieties and combinations | 有效穗(万/hm ²) Effective panicals | 穗总粒(粒/穗) Grains per panicle | 总颖花 (×10 ⁵ /hm ²) Total grains | 结实率(%) Seed setting rate(%) | 千粒重(g) 1000-grain weight | 实际产量 (t/hm ²) Actual yield |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|--|
| 高产典型 Typical high-yielding field | 香两优 68 Xiang liangyou | 487.5 | 96.5 | 4.70 | 78.3 | 26.4 | 8.90 |
| | 湘早籼 19 Xiang zaoxian | 400.5 | 111.5 | 4.46 | 76.7 | 27.4 | 8.94 |
| | 香 S/5066 Xiang 125s/5066 | 367.5 | 134.3 | 4.98 | 64.1 | 30.4 | 8.69 |
| | 培两优特青 Pei liangyou teqing | 384.0 | 172.1 | 6.83 | 75.2 | 20.9 | 11.00 |
| ≥9t | 培两优特青 Pei liangyou teqing | 340.5 | 160.8 | 5.34 | 78.3 | 22.3 | 9.58 |
| | 新香优 63 Xin xiangyou 63 | 339.0 | 165.1 | 5.60 | 74.4 | 21.5 | 9.46 |
| | 培两优特青 Pei liangyou teqing | 348.0 | 163 | 5.67 | 77.3 | 20.9 | 8.74 |
| 8.25t~8.99t | 湘早籼 19 Xiang zaoxian 19 | 412.5 | 103.3 | 4.26 | 76.0 | 29.4 | 8.67 |
| | 湘早籼 24 Xiang zaoxian 24 | 481.5 | 109.5 | 5.27 | 65.0 | 25.5 | 8.45 |
| | 香两优 68 Xiang liangyou 68 | 462.0 | 101.1 | 4.67 | 72.0 | 25.8 | 8.36 |
| | 新香优 63 Xin xiangyou 63 | 355.5 | 129 | 4.59 | 81.4 | 21.5 | 8.25 |
| | 培两优特青 Pei liangyou teqing | 348.0 | 163 | 5.67 | 77.3 | 20.9 | 8.74 |

3 讨论

3.1 高起点栽培与三熟制全年高产稳产性

三熟稻区本田基本营养生长期短,插秧至始穗历期早,晚稻一般仅为33~35d,常规育秧方式难于达到预定的苗数,早春温度较低时尤为突出,显然在不利于形成高产群体、大穗的状况下,创立“高起点”条件下的中群体,协调群体与个体、大穗与多穗的关系,走“数量群体(高起点)”与“质量群体(壮根系、壮茎系、壮穗系)”相结合的栽培道路,把单纯追求群体数量、多穗高产或小群体、壮个体转为追求高起点条件下的“高质量中群体”是夺取三熟制双季稻高产的必要条件。因此,我们研创了“早育软盘抛秧两段新型育秧技术”,通过培育壮秧、调整生育相、多插基本苗,力促壮个体、壮根系、壮穗系,体现多头并举,迅速扩大了本田期LAI,实现了“数量群体”的高质量,干物质生长的高积累和早、晚两季全年高产稳产。

3.2 洞庭湖稻区三熟制双季稻超高产实践的现实意义

依据高亮之等的研究,洞庭湖现有温光资源只较早三熟临界积温多60℃,而较中三熟、迟三熟临界积温分别少340℃、1240℃,因此在洞庭湖稻区只能种早三熟。然而,在具有北界线意义的三熟制双季稻区湖南省临澧县,采用“高中壮满负荷”超高产栽培技术,在油菜高产的前提下,连续3年不仅较大面积上达到了双季稻单产16.5t/hm²的高产水平,而且在生产实践中创下了三熟制双季稻单产18.91t/hm²的超高产实例。

这一研究结果给我们以下三点启示:

①我国南方稻区蕴藏着巨大的生产潜能,与洞庭湖双季稻区相比,光热资源更加丰富的广大南方稻区,理应具有更高的产量潜力,关键是如何综合利用各种先进的技术挖掘其光热资源。

②复种增产是确保粮食安全和生态环境良性发展的需要。一方面,我国三熟地区耕地面积约3013万hm²,占全国耕地面积的31.5%。我国复种指数的理论值可达198%,目前复种指数不足150%,其巨大的潜力对确保粮食安全具有重大意义;另一方面,确保粮食安全必须与环境保护相适应。近年来,我国南方稻区灾害频繁,为了实现农业的可持续发

展,必须在努力提高土地生产效率的基础上,力促退田还湖、退耕还林、退田还草,实现生态环境保护的良性发展。

③“综合”本身就是科学,综合是实现系统功能大于部分功能之和的重要手段。美国阿波罗登月计划的总指挥韦伯有句名言:“阿波罗计划中没有一项新发明的自然科学理论和技术,都是现成技术的运用,关键在于综合。”洞庭湖三熟制稻区双季稻较大面积上成功地实现了双季高产,正是综合组装的结果。综合组装在洞庭湖稻区真正做到了“把天拉长、把地拓宽”,实现了三熟全年高产稳产。

参 考 文 献

- 1 王宏广. 中国农业生产潜力及发展道路研究. 博士论文, 中国农业大学, 1990
- 2 沈学年, 刘巽浩等. 多熟种植. 北京, 农业出版社, 1983, 4~8, 14, 84~94
- 3 梅方权, 吴宪章等. 中国水稻种植区划研究. 中国农作物种植区划论文集, 北京, 科技出版社, 1987
- 4 高亮之等. 中国水稻的气候生态研究. 中国农业气候资源和农业气候区划论文集, 北京, 气象出版社, 1986, 226~232
- 5 侯光良, 刘允芬. 我国气候生产潜力及其分区. 自然资源, 1985(3)
- 6 高亮之等. 我国水稻的光温资源与生产力. 中国农业科学, 1984, 84(1)
- 7 农业部. 中国超级稻育种——背景, 现状和展望. 农业部, 新世纪农业曙光计划项目, 1996
- 8 元生朝. 双季稻三熟制. 中国的多熟制种植(刘巽浩, 韩湘玲主编), 61~65. 北京, 北京农业大学出版社, 1987
- 9 湖南省临澧县农业区划委员会. 临澧县综合农业区划报告. 1985
- 10 杨庭秀. 开拓农业科学的崭新领域. 农业现代化探讨, 1982(2)
- 11 李建国等. 湖南省双季稻田吨粮种植模式经济生态技术效益研究. 长沙, 湖南省科技出版社, 1995
- 12 马国辉, 何英豪等. 油稻三熟制区培两优特青超高产栽培技术研究. 杂交水稻, 1997, (3)
- 13 马国辉, 徐叔云等. 三熟制稻区“早育软盘抛秧两段育秧”方式的研究. 作物研究, 1998(4)
- 14 马国辉, 张玉焯等. 三熟制双季稻超高产栽培理论与技术研究. 作物研究, 1997, 12(1)
- 15 佐藤尚雄. 水稻超高产研究. 国外农学, 1984, (2)
- 16 Khush, G. S., Prospects of and approaches to increasing the genetic yield potential of rice. In "Rice Research in Asia. Progress and priorities", edited by R. E. Evenson et al.
- 17 B. R. Wan, The overall production capacity of Chinese agriculture. Problems of Agriculture Economy, 1991, (9): 52~55
- 18 IRRI, Filling the World's Rice Bowl. IRRI in Brief 1993~1994

Cultural Theory and Techniques for the Super-high-Yielding of Double Rice under Tri-cropping System

Ma Guohui

(China Hybrid Rice Research and Development Center Changsha 410125)

Abstract This study had carried out in lili county, Hunan during 1996~1998 where is located at the critical accumulated temperature($\geq 10\text{C}$) to grow the double rice based tricropping system(DRT). And the main results were as follows: ①The lower & middle yielding area has the super-high-yielding potential for the yield of tri-cropping double rice where was considered as only for early tri-cropping model; ②It is the key point on the cultural theory and technology of super-high-yielding how quickly to create a larger LAI in the paddy field, when it connected the lower real rice productivity with the existing right LAI period for the photosynthesis. And the basic tactics to utility the resources of L&T for the super-high-yielding has been discussed; ③Study to form the synthetic technology system for the super-high-yielding management which possesses the characteristics of high starting point, middle plant population, strong root system, large panicle type, full capacity collocation. ④It has been successful to develop a new seedling raising method

Key word Tri-cropping system Double rice Super-high-yielding Full capacity culture of high-middle-strong Right period for the photosynthesis

【科普知识】

地球十大污染物

1. 汞 污染环境,在人体内积累会损害神经系统
2. 铅 在人体内积累能损坏脑功能并导致痴呆症
3. 辐射 可对人体造成严重的损伤并引起亚性肿痛
4. 石油 污染海洋,会破坏大海中的浮游生物、植物和鱼类资源
5. 氧化氮 汽车尾气中含有大量氧化氮,可导致人的肺部器官发生癌变
6. 磷酸盐 能造成湖泊、河流污染
7. 一氧化碳 大量积累,破坏大气温层的平衡
8. 二氧化硫 严重污染大气,引起并加重呼吸系统疾病的发生
9. 二氧化碳 可使大气产生温室效应,严重污染环境
10. PPT 农药 过量使用会导致鸟类和鱼类的死亡,还会导致人癌变

沙 尘 暴

沙尘暴是一种风与沙相互作用的灾害性天气现象,它的形成与地球温室效应、厄尔尼诺现象、森林锐减、植被破坏、物种灭绝、气候异常等因素有着不可分割的关系。其中,人口膨胀导致的过度开发自然资源、过量砍伐森林、过度开垦土地是沙尘暴频发的主要原因。

沙尘暴作为一种高强度风沙灾害,并不是在所

有有风的地方都能发生,只有那些气候干旱、植被稀疏的地区,才有可能发生沙尘暴。裸露的土地表层浮土很容易被大风卷起形成沙尘暴甚至强沙尘暴。

沙尘暴对人畜和建筑物的危害绝不亚于台风和龙卷风。近5年来,我国西北地区累计遭受到的沙尘暴袭击有20多次。