

胡法龙,郑桂萍,于洪明,等. 寒地水稻不同群体叶面积指数、干物质量与产量的关系[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):93-97.

寒地水稻不同群体叶面积指数、干物质量与产量的关系

胡法龙¹, 郑桂萍¹, 于洪明², 马艳¹, 王声旭¹, 赵洋¹, 蔡永胜¹, 李晓蕾¹

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319; 2. 黑龙江省绥滨农场, 黑龙江绥滨 156203)

摘要:以分蘖力差异较大的水稻品种中龙香 1 号和龙洋 16 为试验材料, 为明确水稻不同群体叶面积指数和干物质量与产量的关系, 采取裂区设计进行试验研究。结果表明, 中龙香 1 号各时期的叶面积指数和干物质量与产量均呈负相关, 分蘖期相关系数高于其他时期, 栽培上应以“控”为主; 龙洋 16 与之相反, 均呈正相关, 齐穗期相关系数最大, 栽培上应延长齐穗期的绿叶面积。在供试土壤条件下, 高产群体的最优配置也不同: 中龙香 1 号播量为 90 g/盘时, 插秧密度为 4 苗/穴; 龙洋 16 播量为 90 g/盘时, 插秧密度为 6 苗/穴。因此, 高产栽培要根据品种进行播种量和插秧密度设计。

关键词:水稻; 群体; 叶面积指数; 干物质量; 产量; 分蘖力; 播种量

中图分类号: S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0093-05

叶面积指数(leaf area index, LAI)是水稻群体结构的重要量化指标, 干物质积累是水稻产量的物质基础, 二者对水稻产量的提高起到了至关重要的作用。有关水稻叶面积指数、干物质量与产量的关系问题国内外许多学者已进行了大量研究。研究表明, 适当增大群体的 LAI 是提高水稻单位面积产量的主要途径之一, 抽穗期适宜的叶面积指数是水稻高产的主要标志, 是协调源库关系和各器官平衡发展的基础^[1-5], 水稻的高产群体必须有一个适宜的最大叶面积指数^[6]; 在水稻

生育期间, 随着密度增加, 单穴干物质的积累逐渐减少^[7]; 并且水稻中后期干物质积累能力在品种间有显著差异, 冠层叶片直立、最适叶面积指数较大的品种有明显的中后期干物质积累优势^[8-14]。已往研究主要针对单一品种或分蘖力相似的品种来进行不同群体的叶面积指数、干物质量与产量的关系的分析, 而本试验选用分蘖力不同的水稻品种配以相应的种植密度, 研究高产水稻品种叶面积和干物质积累动态, 探讨不同分蘖力水稻叶面积指数、干物质积累量与产量的关系, 旨在为寒地水稻因品种高产栽培提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验田基本情况

试验于 2010 年在黑龙江省虎林市 856 农场农业科技示范园区试验田进行, 供试土壤是草甸白浆土, 2010 年土壤碱解氮含量 243.80 mg/kg, 有效磷含量 29.00 mg/kg, 速效钾含量 194.00 mg/kg, 有效硅含量 103.30 mg/kg, 有机质含量 48.70 mg/kg, 土壤 pH 值 5.58。

1.2 供试品种

供试品种为中龙香 1 号, 主茎 12 张叶品种, 分蘖力较强;

收稿日期: 2013-09-24

基金项目: 黑龙江省科技攻关重点项目(编号: GA10B102); 黑龙江省科技攻关项目(编号: GA09B102-4-*) ; 黑龙江省农垦总局重点科技示范推广项目(编号: HNK10TG-01); 黑龙江省农垦总局科技攻关项目(编号: HNK10A-02-02、HNK10A-01-01-02)。

作者简介: 胡法龙(1987—), 男, 黑龙江佳木斯人, 硕士研究生, 研究方向为水稻产量和品质的生理生态。E-mail: 516942891@qq.com。

通信作者: 郑桂萍, 教授, 博士生导师, 从事作物产量和品质的生理生态研究。E-mail: dqzgp@163.com。

[10] Durgaprasad K M R, Muthukumarasamy M, Ipanneerseivam R. Changes in protein metabolism induced by NaCl salinity in soybean seedlings [J]. *Indian Journal of Plant Physiology*, 1996, 1(2): 98-101.

[11] 张美云, 钱吉, 钟扬, 等. 野生大豆若干耐盐生理指标的研究[J]. *复旦学报: 自然科学版*, 2002, 41(6): 669-673.

[12] 张海燕, 赵可夫. 盐分和水胁迫对盐地碱蓬幼苗渗透调节效应的研究[J]. *植物学报*, 1998, 40(1): 56-61.

[13] 霍仕平, 晏庆九, 宋光英, 等. 玉米抗旱鉴定的形态和生理生化指标研究进展[J]. *干旱地区农业研究*, 1995, 13(3): 67-73.

[14] Ott T, Clarke J, Birks K. Regulation of the photosynthetic electron transport chain[J]. *Planta*, 1999, 209(2): 250-258.

[15] Durand M, Lacan D. Sodium partitioning within the shoot of soybean [J]. *Physiologia Plantarum*, 1994, 91(1): 65-71.

[16] Kingsbury R W, Epstein E. Salt sensitivity in wheat [J]. *Plant Physiology*, 1986, 80(3): 651-654.

[17] 於丙军, 罗庆云, 刘友良. NaCl 胁迫下野生和栽培大豆幼苗体内离子的再转运[J]. *植物生理与分子生物学报*, 2003, 29(1): 39-44.

[18] 张殿忠, 汪沛洪, 赵会贤. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J]. *植物生理学通讯*, 1990(4): 62-65.

[19] 石连旋, 胡勇军, 宫亮, 等. 不同盐碱化草甸羊草越冬根茎中可溶性糖和蛋白研究[J]. *东北师大学报: 自然科学版*, 2008, 40(2): 88-92.

[20] Herralde F De, Biel C, Save R, et al. Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants[J]. *Plant Science*, 1998, 139(1): 9-17.

[21] Soussi M, Ocana A, Lluch C. Effects of salt stress on growth, photosynthesis and nitrogen fixation in chick-pea (*Cicer arietinum* L.) [J]. *Journal of Experimental Botany*, 1998, 49(325): 1329-1337.

龙洋 16, 主茎 13 张叶品种, 分蘖力较差。

1.3 试验设计

试验采用裂区设计(表 1), 以播种量及穴苗数的不同配置来构建不同的群体。主处理 B 为播种量不同的 3 个水平, 分别为 B₁ = 50 g/盘、B₂ = 70 g/盘、B₃ = 90 g/盘(单个秧盘面积为 1/6 m²), 副处理 M 为每穴苗数不同的 3 个水平, 分别为 M₁ = 2 苗/穴、M₂ = 4 苗/穴、M₃ = 6 苗/穴, 每 667 m² 约 18 500 穴, 共 9 个处理, 并以处理 B₂M₂ 为对照。3 次重复, 重复区组处理如表 1。在试验处理中, 小区行长为 20 m, 每一品种插 10 行, 行株距为 30 cm × 12 cm, 田间管理按照“三化栽培技术”要求进行, 栽培方式按常规旱育稀植, 以叶龄计划管理来进行, 单排单灌, 9 月 26 日收获测产。

表 1 裂区设计处理					
主处理 B	副处理 M	重复区组			
		I	II	III	
B ₁	M ₁	B ₁ M ₁ 至 B ₁ M ₃	B ₁ M ₁ 至 B ₁ M ₃	B ₁ M ₁ 至 B ₁ M ₃	
	M ₂	3 个小区	3 个小区	3 个小区	
	M ₃				
B ₂	M ₁	B ₂ M ₁ 至 B ₂ M ₃	B ₂ M ₁ 至 B ₂ M ₃	B ₂ M ₁ 至 B ₂ M ₃	
	M ₂	3 个小区	3 个小区	3 个小区	
	M ₃				
B ₃	M ₁	B ₃ M ₁ 至 B ₃ M ₃	B ₃ M ₁ 至 B ₃ M ₃	B ₃ M ₁ 至 B ₃ M ₃	
	M ₂	3 个小区	3 个小区	3 个小区	
	M ₃				

1.4 测定项目和方法

叶面积指数和干物质量测定: 用长宽系数法测定上三叶的叶面积, 并据此求出干物质生产动态、叶面积指数动态; 于分蘖期、齐穗期和结实期, 每小区隔 14 d 采平均样 1 次, 按照

平均茎数, 取样 3 穴, 分叶片、茎鞘、穗 3 个部分, 105 ℃ 杀青, 80 ℃ 烘干至恒重, 3 次重复, 考察各部分干重。

产量测定: 于成熟期, 连续调查 20 穴穗数, 每处理按照平均穗数取样 3 穴, 进行理论测产。考种项目包括每穴穗数、实粒数、秕粒数、空粒数及粒重, 并计算理论产量。

1.5 数据处理

采用 Excel 2007 和 DPS 分析软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同群体对中龙香 1 号和龙洋 16 产量与产量构成因素的影响

如表 2 所示, 中龙香 1 号在播种量一定时, 穗数随着插秧苗数的增加而增加, 穗粒数、成粒率随着插秧苗数的增加而减少, 而千粒重的变化规律不明显。产量构成方面, 穗数以处理 B₁M₃ 最多, 较对照提高了 9.3%, 穗粒数、成粒率、千粒重达到最高值的处理与对照的差异均不显著。在播种量和插秧密度的互作下, 产量水平在 8 000 kg/hm² 以上的处理有 5 个, 其中处理 B₃M₂ 的产量最高, 为 8 560.0 kg/hm², 较对照处理增产 0.7%。

不同处理对龙洋 16 的产量影响较大, 各处理产量均较对照提高, 整体上插秧密度为 6 苗/穴时的产量较高, 产量水平在 8 000 kg/hm² 以上的处理有 2 个, 其中以处理 B₃M₃ 的产量最高, 较对照增产 41.8%, 可获得 9 543.7 kg/hm² 的高产。产量构成因素方面以处理 B₃M₃ 的单位面积穗数最多, 较对照提高了 76.2%, 除了与 B₂M₃ 间的差异不显著外, 与其他各处理间的差异均达到了显著或极显著水平, 这是使该处理产量高于其他处理的主要原因; 处理 B₁M₁ 穗粒数、成粒率均高于对照; 千粒重以处理 B₁M₂ 最高, 但与对照差异不显著(表 2)。

表 2 各水稻品种不同处理产量及产量构成

品种	不同处理		穗数 (穗/m ²)	穗粒数 (粒/穗)	成粒率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
中龙香 1 号	B ₁	M ₁	437.6bcdA	89.4aA	81.8abA	26.4abA	8 428.5aA	-0.8
		M ₂	515.7abcA	72.9bB	76.4bcA	26.0abA	7 345.9aA	-13.6
		M ₃	541.7aA	73.6bB	75.4cA	26.5abA	7 852.1aA	-7.6
	B ₂	M ₁	432.8cdA	88.9aAB	81.0abcA	26.5abA	8 234.2aA	-3.1
		M ₂	495.7abcdA	78.6abAB	80.9abcA	27.1abA	8 500.3aA	0.0
		M ₃	497.5abcdA	74.0bAB	76.6bcA	27.2abA	7 591.9aA	-10.7
	B ₃	M ₁	421.2dA	82.1abAB	82.3aA	27.7aA	7 949.6aA	-6.5
		M ₂	512.5abcdA	79.3abAB	82.6aA	25.6bA	8 560.0aA	0.7
		M ₃	531.3abA	73.7bAB	78.3abcA	27.5aA	8 393.1aA	-1.3
龙洋 16	B ₁	M ₁	182.6dC	190.5aA	81.9aA	27.6aAB	7 919.1abA	17.6
		M ₂	222.8bcdBC	176.0abAB	70.3cA	28.4aA	7 759.1abA	15.2
		M ₃	259.3bcABC	133.1eC	80.7abA	26.9abAB	7 393.6abA	9.8
	B ₂	M ₁	190.0cdBC	169.7abcAB	78.5abcA	27.2abAB	6 883.1bA	2.2
		M ₂	195.7cdBC	165.0bcdABC	75.9abcA	27.3aAB	6 732.6bA	0.0
		M ₃	285.9abAB	144.3deBC	75.1abcA	27.9aAB	8 385.6abA	24.6
	B ₃	M ₁	186.9cdBC	187.7abA	76.8abcA	27.0abAB	7 349.9abA	9.2
		M ₂	200.0cdBC	176.0abAB	70.3cA	26.8abAB	6 768.6bA	0.5
		M ₃	344.9aA	150.1cdeBC	72.3bcA	25.4bB	9 543.7aA	41.8

注: 同列数据后不同大、小写字母分别表示同品种相比差异达到显著(P < 0.05)、极显著(P < 0.01)水平。

2.2 不同群体的叶面积指数变化及与其产量的关系

2.2.1 不同群体的叶面积指数变化

由图 1 可见, 2 个品种各处理在不同时期的叶面积指数的变化规律基本一致, 播量一定时, 分蘖期→齐穗期→结实期的叶面积指数均先增大后

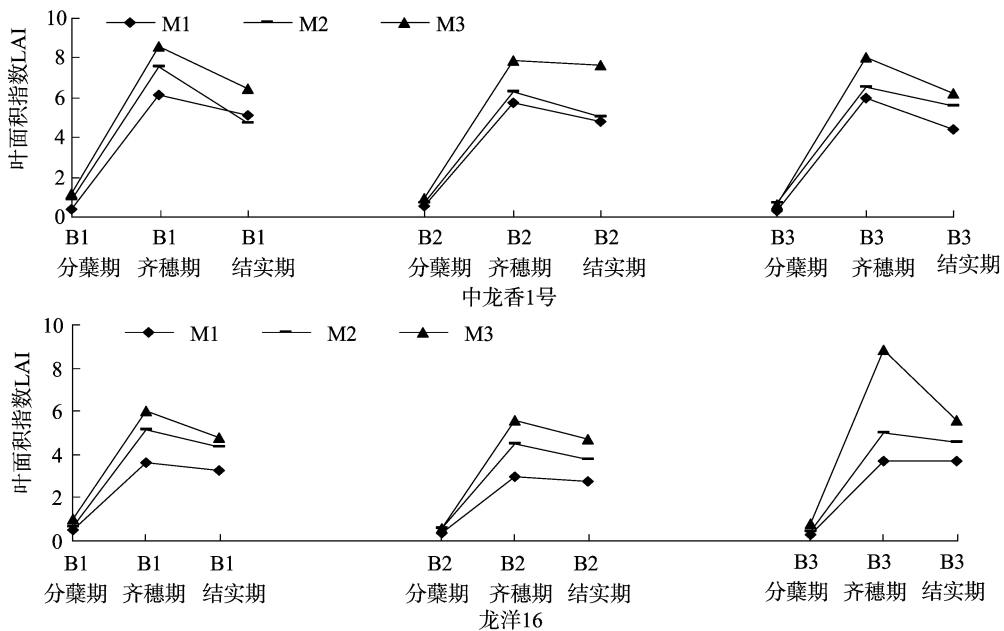


图1 中龙香1号和龙洋16不同处理各时期的叶面积指数动态变化

减小,且以齐穗期时的叶面积指数最高,其次是结实期。在各时期,不同播量均以高密度互作时的叶面积指数最高,中龙香1号以处理 B₁M₃ 的叶面积指数最高,龙洋16 则以处理 B₃M₃ 的叶面积指数最高。这种差异与2个品种的分蘖能力不同有关。

2.2.2 不同群体各时期叶面积指数差异比较 由表3可知,对于中龙香1号,分蘖期在 B₁ 和 B₂ 的播种量固定时,叶面积指数随着插秧密度增加而增大,其中以处理 B₁M₃ 的 LAI 最高,较对照提高了71.4%,与其他处理间的差异达到了显著或极显著水平,可见处理 B₁M₃ 可以显著提高分蘖期叶面积指数;不同处理齐穗期的叶面积指数变化趋势比较一致,特别

是在播种量一定时,叶面积指数均随着密度增加而增大,仍以处理 B₁M₃ 的 LAI 最高,且叶面积指数显著高于对照,达到8.6;结实期的叶面积指数在播种量一定时,均以高密度互作时的叶面积指数最大,其中以处理 B₂M₃ 的 LAI 最高,与对照的差异不显著,只与 B₁M₂、B₂M₁、B₃M₁ 间的差异达到显著水平。

龙洋16 分蘖期的叶面积指数变化趋势比较一致,播种量一定时,叶面积指数均随着密度增加而增大,其中以处理 B₁M₃ 的 LAI 最高,较对照提高了66.7%,除了与处理 B₃M₃ 差异不显著外,与其余差异均达到了显著或极显著水平;齐穗期时不同播种量对叶面积指数影响效果比较一致,叶面积指数均随着苗数增加而增加,以处理 B₃M₃ 的 LAI 最高,达到8.8,显著高于对照;不同处理对结实期的叶面积指数影响表现在播种量固定时,均以高密度互作时的叶面积指数最高,叶面积指数均随着插秧密度增加而增大,且高密度的叶面积指数极显著高于低密度的叶面积指数,其中处理 B₃M₃ 的 LAI 最高,较最低值提高了103.7%。

2.2.3 不同群体的叶面积指数与产量的相关性 由图2可见,中龙香1号各时期的相关性大小为分蘖期>齐穗期>结实期,且均呈负相关,相关系数接近显著水平;龙洋16各时期的相关性大小为分蘖期<齐穗期<结实期,且均呈正相关,差异不显著。因此,对于分蘖力较强的中龙香1号,应适当降低分蘖期的栽插密度,适当降低叶面积指数,以达到高产;而对于分蘖力较差的龙洋16,应密插来提高各时期的叶面积指数,从而达到高产的目的。

2.3 不同群体的干物质质量变化及其与产量的关系
2.3.1 不同群体干物质质量的变化 水稻干物质的积累和分配是产量形成的基础,而干物质的生产与积累是一个复杂、动态的生命过程。如图3所示,各品种不同处理的干物质质量的动态变化规律基本一致,不同处理分蘖期干物质积累量差异不大,分蘖期→齐穗期→结实期的干物质质量迅速增大,分蘖

表3 不同处理各时期的叶面积指数差异比较

品种	不同处理	叶面积指数			
		分蘖期	齐穗期	结实期	
中龙香 1 号	B ₁	M ₁	0.4efDE	6.2cdAB	5.1abA
		M ₂	0.9bcBC	7.6abcdAB	4.7bA
		M ₃	1.2aA	8.6aA	6.4abA
	B ₂	M ₁	0.6deCDE	5.7dB	4.8bA
		M ₂	0.7cdBCD	6.3bcdAB	5.1abA
		M ₃	1.0bAB	7.9abcAB	7.6aA
	B ₃	M ₁	0.3fE	6.0dB	4.4bA
		M ₂	0.7cdBCD	6.6bcdAB	5.6abA
		M ₃	0.6deCDE	8.0abAB	6.2abA
龙洋 16	B ₁	M ₁	0.5cdeBC	3.6bB	3.3cdBC
		M ₂	0.7bcABC	5.1bAB	4.4bcAB
		M ₃	1.0aA	6.0abAB	4.8abAB
	B ₂	M ₁	0.3deC	3.0bB	2.7dC
		M ₂	0.6bedeBC	4.5bAB	3.7bedBe
		M ₃	0.6bedBC	5.6bAB	4.7abAB
	B ₃	M ₁	0.3eC	3.7bB	3.7bedBC
		M ₂	0.4cdeC	5.0bAB	4.6abAB
		M ₃	0.8abAB	8.8aA	5.5aA

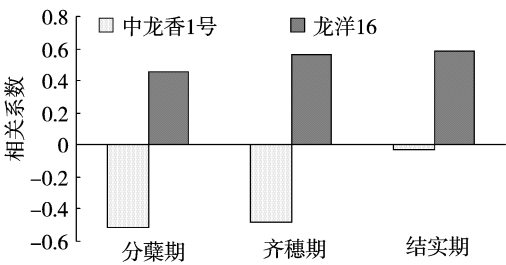


图2 中龙香1号和洋16不同时期叶面积指数与产量的相关系数

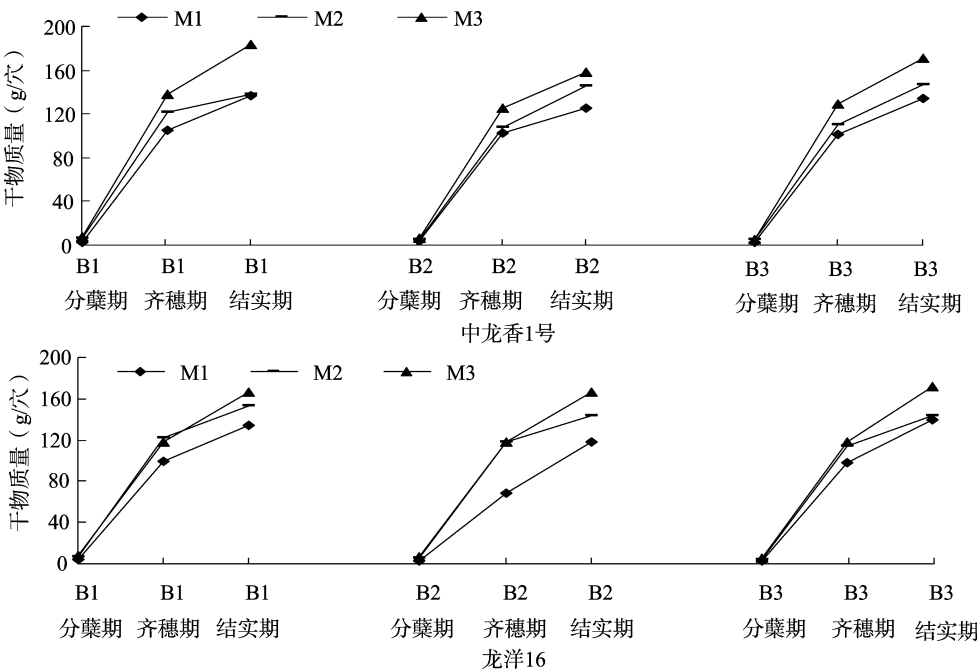


图3 中龙香1号和龙洋16不同处理各时期的干物质质量动态变化

表 4 不同处理各时期的干物质质量差异比较

品种	不同处理	干物质质量(g/穴)			
		分蘖期	齐穗期	结实期	
中龙香1号	B ₁	M ₁	2.7eE	105.4cdBC	136.6cdBC
		M ₂	6.4bAB	121.9abcABC	138.3cdBC
		M ₃	7.7aA	137.8aA	183.3aA
	B ₂	M ₁	3.6deDE	102.0dBC	125.3dC
		M ₂	4.5cdCD	107.0cdBC	145.2bcdBc
		M ₃	6.3bB	124.9abcABC	158.8abcABC
	B ₃	M ₁	2.3fE	100.9dC	133.9cdC
		M ₂	4.8cCD	110.0bedBC	146.5bcdBC
		M ₃	5.2cBC	128.9abAB	170.7abAB
龙洋16	B ₁	M1	4.2cBCD	99.6aAB	134.4cdAB
		M ₂	6.2bAB	122.5aA	153.2abcAB
		M ₃	8.1aA	117.6aA	166.6abA
	B ₂	M ₁	2.6dD	68.6bB	117.6dB
		M ₂	4.9bcBC	117.5aA	144.2abedAB
		M ₃	6.1bAB	118.7aA	166.8abA
	B ₃	M ₁	2.5dD	97.5aAB	139.8bcdAB
		M ₂	3.8cdCD	113.5aA	143.1abedAB
		M ₃	6.0bAB	118.1aA	171.6aA

期→齐穗期的增幅大于齐穗期→结实期。中龙香1号齐穗期→结实期时均以高密度互作时的干物质量最高;而龙洋16在齐穗期时,插秧苗数为4、6苗/穴的干物质量相差不大,到结实期时均以高密度互作时的干物质量最高。

2.3.2 不同群体各时期干物质量差异比较 由表4可知,不同处理对各时期干物质积累具有较大影响,齐穗期的干物质量显著高于分蘖期,结实期的干物质量略高于齐穗期。中龙香1号分蘖期干物质量在播种量一定时,均随着密度增加逐渐增大,且差异也比较明显,以处理B₁M₃的干物质量最大,较对照提高了71.1%,差异达到了极显著水平;齐穗期的干

物质量在播种量一定时,随着插秧苗数增加逐渐增大,且均以6苗/穴互作时的干物质量最高,高于对照,但是当插秧苗数均为6苗/穴时,不同的播种量对干物质积累的大小不一,影响结果为B₁>B₃>B₂,可见对干物质积累最优的处理组合为B₁M₃,说明稀播密植能够有效地促进干物质的积累;结实期的干物质量各处理均以6苗/穴互作时的干物质量最高,以处理B₂M₃的干物质量最大。

龙洋16各时期的干物质量均以高密度互作时较大。分蘖期以处理B₁M₃的干物质量最大,较对照提高了65.3%,差异达到了极显著水平,与其他各处理间的差异也达到了显著或极显著水平。齐穗期和结实期分别以处理B₁M₂、B₃M₃干物质量最大,较对照分别提高了4.3%、19.0%,与对照差异均不显著。这与该品种分蘖能力差有关。

2.3.3 不同群体干物质量与产量的相关性 由图4可见,2个品种的干物质量与产量的相关系数变化规律与叶面积指数同产量的关系基本一致,中龙香1号各时期的相关性大小为分蘖期>齐穗期>结实期,且均呈负相关,但不显著;龙洋16各时期的相关性大小为分蘖期<齐穗期<结实期,且均呈正相关,其中齐穗期的相关系数接近显著水平。因此,对于分蘖力较强的中龙香1号,应适当降低分蘖期的栽插密度,降低叶

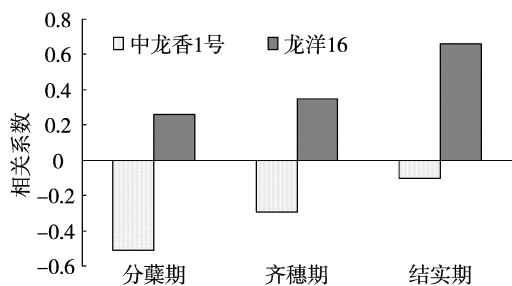


图4 中龙香1号和龙洋16不同时期干物质质量与产量的相关系数

面积指数,从而提高产量;而对于分蘖力较差的龙洋 16,应密插来提高各时期的叶面积指数,提高干物质质量,从而达到增产的目的。

3 结论

不同群体对中龙香 1 号和龙洋 16 的产量及产量构成的影响差异较大,高产群体的最优配置也不同,中龙香 1 号为处理 B_3M_2 ,产量达到 $8\,560.0\text{ kg/hm}^2$,较对照 B_2M_2 增产 0.7% ,产量构成因子均与对照差异不显著;龙洋 16 则为处理 B_3M_3 ,最高产量为 $9\,543.7\text{ kg/hm}^2$,较对照 B_2M_2 提高了 41.8% ,差异达到了显著水平,产量构成方面,穗数极显著高于对照 B_2M_2 ,千粒重显著低于对照。

中龙香 1 号和龙洋 16 播量一定时,以齐穗期时的叶面积指数最高,在分蘖期、齐穗期、结实期,播种量一定时,叶面积指数均以高密度互作时最大,且与对照差异达到显著或极显著水平。对 2 个品种不同时期的叶面积指数、干物质质量与产量的相关系数进行分析,中龙香 1 号分蘖期 > 齐穗期 > 结实期,且均呈负相关,但未达到显著水平;龙洋 16 则与之相反,均呈正相关,相关系数接近显著水平。叶面积指数与干物质积累有着极为密切的关系,二者呈极显著正相关(中龙香 1 号 $r=0.966^{**}$ 、龙洋 16 $r=0.941^{**}$)。

4 讨论

创建合理的群体结构对提高寒地水稻产量具有重要作用,栽培密度一直是水稻科技工作者用于调节群体结构、提高产量、降低成本的一种手段。许多学者研究表明,密植栽培时单位面积基本苗数较多,生物产量较高,易于保证单位面积穗数,具有稳产作用。而与稀植相比,有效分蘖期短,成粒率和饱满粒率会偏低,随着密度加大,单位面积的有效穗数会增加,每穗的实粒数则会减少,但单位面积上总粒数也在随之增加,导致单位产量也随之增加^[15-16]。袁隆平等研究认为随着密度减少,每穗总粒数会增加,结实率也随之提高^[17-18]。本研究结果表明,播量一定时,2 个品种均随着密度增加穗数也增加,而稀植时成粒率均最高。该结果与前人研究一致;2 个品种均以高播量、苗数在 4 苗和 6 苗时,高产群体产量获得最优配置。齐春艳等人研究表明,随着密度增加,单穴干物质的积累逐渐减少^[7]。翁仁宪等认为中后期干物质积累能力在品种间有显著差异,冠层叶片直立、最适叶面积指数较大的品

种有明显的中后期干物质积累优势^[8-14]。因此分蘖力强的中龙香 1 号前期叶面积指数、干物质质量大,即群体过大不利于高产,栽培上应以控为主。而分蘖力差的龙洋 16 与之相反,后期叶面积指数、干物质质量大,利于高产,栽培上应尽量采取措施,延长齐穗期的绿叶面积。

由此可见,生育期适当地提高叶面积指数,可以增加干物质的积累量,但要因品种辅以相应的高产栽培技术措施,调控群体后期的叶片寿命,可以获得高额产量。因此,高产栽培的关键是要因品种选择适宜的播种量和栽插密度,辅以相应的高产栽培技术措施,以保证单位面积的收获穗数,在此基础上兼顾每穗粒数,为高产奠定基础。

参考文献:

- [1] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海:上海科学技术出版社,2000.
- [2] 孙旭初. 水稻叶型的类别及其与光合作用关系的研究[J]. 中国农业科学,1985(4):49-55.
- [3] 杨守仁,张龙步,王进民. 水稻理想株形育种的理论和方法初论[J]. 中国农业科学,1984(3):6-13.
- [4] 郭宏文,姚彪发. 汕优 63 群体叶面积动态研究[J]. 江西农业学报,1991,3(1):8-15.
- [5] 凌启鸿. 水稻群体质量的理论与实践[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [6] 广东省农业科学院水稻生态室. 水稻叶向积、叶开角与光能利用率的研究[J]. 植物学报,1977,19(1):34-39.
- [7] 齐春艳. 不同密度和叶龄移栽对水稻生长发育及产量的影响[D]. 长春:吉林农业大学,2005.
- [8] 翁仁宪,武田友四郎. 水稻的子实生产に开する物质生产的研究 2. 出穗前におけるの乾物质生产の品种间差[J]. 日本作物学会纪事,1982,51(4):510-518.
- [9] 葛东生,张秀云,刘 襄. 杂交中稻及杂交双晚适宜播期的研究[J]. 安徽农业科学,1995,23(1):22-23.
- [10] 谢 戎,何光华,左永树,等. 两系杂交水稻产量性状的相关性及对播期的反应[J]. 生态农业研究,1998,6(1):25-29.
- [11] 王才林,张亚东,朱 镇,等. 水稻优质抗病高产育种的研究与实践[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):921-927.
- [12] 谢光辉,苏宝林,石 磊,等. 湘西武陵山区单季稻生长发育及物质生产的研究:Ⅱ. 不同海拔播期对杂交稻物质生产的影响[J]. 中国农业大学学报,1996,1(1):89-94.
- [13] 郑根龙,葛 翔,方守地,等. 杂交早稻不同播期对生育期影响初报[J]. 杂交水稻,1998(增刊):56-57.
- [14] 郎有忠,王美娥,吕川根,等. 水稻叶片形态、群体结构和产量对种植密度的响应[J]. 江苏农业学报,2012,28(1):7-11.
- [15] 陈温福,徐正进,张文忠,等. 北方超级梗稻育种研究进展与前景[J]. 北方水稻,2007(1):1-8.
- [16] 陈付琴,雷冬梅,刘金波,等. 杂交梗稻育种研究进展[J]. 现代农业科技,2009(14):56-58.
- [17] 袁隆平,唐传道. 杂交水稻选育的回顾、现状与展望[J]. 中国稻米,1999(4):3-6.
- [18] 谢 辉,荆彦辉,曾 强,等. 中国杂交梗稻发展的必要性及趋势[J]. 北方水稻,2007(3):10-13.