汪本福,程建平,李阳,等.播期对湖北省粳麦生产区粳稻生育期、产量及温光资源利用的影响[J]. 华中农业大学学报,2020,39(5):68-75.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2020.05.010

播期对湖北省粳麦生产区粳稻生育期、产量及温光资源利用的影响

汪本福[1],程建平[1],李阳[1],张枝盛[1],杨晓龙[1],潘高峰[2],陈展鹏[3],李进兰[3],王晴芳[1]

1.农业农村部华中地区作物栽培科学观测实验站/粮食作物种质与遗传改良湖北省重点实验室,武汉 430064;
2.湖北省襄阳市农业科学院,襄阳 441057; 3.湖北省黄冈市农业科学院,黄冈 438000

摘要　为推进湖北省“籼改粳”,明确 3 个不同类型粳稻在湖北省粳麦生产区的生态适应性,以甬优 4949、鄂香 2 号等 5 个粳稻品种为材料,在机插条件下,设置 4 个播期,研究播期对 3 个类型粳稻产量、生育期、品质及温光资源利用的影响。结果表明:供试 3 个类型粳稻随着播期推迟,其生育期缩短,各生育进程加快,产量不同程度下降,全生育期有效积温利用率和日照时数利用率均呈下降趋势。根据 3 个粳麦生产区温光资源条件和小麦腾茬时间,初步确定了 3 个粳麦区适宜粳稻品种类型和播种期,襄阳适宜选用的粳稻品种类型为早熟中粳和生育期较短的中熟中粳;孝昌适宜选用的品种类型为早熟中粳和中熟中粳;江陵适宜选用的品种类型为早熟中粳、中熟中粳和早熟晚粳。

关键词　播期; 粳稻; 籼改粳; 产量; 生育期; 温光资源利用

中图分类号　S 511.2^{+}2.01　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　1000-2421(2020)05-0068-08

近年来,粳米因其口感、品质优势,在我国居民饮食中消费比例不断扩大,人均消费量年增加 0.5 kg 以上,粳米消费市场不断上升导致粳米产需不平衡[1],优质粳米市场供不应求[2]。而国际粳米市场可供调剂或进口的优质粳米非常有限,要保障我国粳米的供给,必须立足扩大国内粳稻生产[3]。我国水稻生产是籼粳并存,以“秦岭-淮河”为南北界线[4],界线以北主要种植粳稻[5],种植比例达 93.7%;界线以南主要种植籼稻[6],长江流域籼粳并存[7];籼粳并存适宜区面积大,如湖北省,以种植籼稻为主,粳稻所占比例小,但适宜种植粳稻面积近 66.7 万 hm^2,发展优质粳稻潜力巨大。因此,加强南方省份(安徽、湖北、江西)的宜粳稻区优质粳稻配套栽培技术研究,已成为当下我国稻作研究领域的重要课题之一[8]。

湖北省温光资源丰富,降水适宜,以籼稻种植为主,面积占水稻总面积的 87%以上[9],适宜粳稻种植区年均气温 15.9～17.0 ℃,年活动积温4 800～5 200 ℃,能满足晚粳稻和一季粳稻生长所需的热量条件。为满足不断提高的粳稻消费需求,湖北省将“籼改粳”纳入政府规划和粮食丰产工程,计划籼改粳面积增加到 66.7 万 hm^2,占水稻面积的 30%。但由于籼、粳稻生物学特性不同,籼改粳后粳稻的区域生物学规律、产量、品质形成的温光生态特性及其基本规律等都还缺乏系统研究,本研究立足于湖北省 3 个宜粳生态区,设置 4 个不同播种期,选用当地大面积应用的早熟中粳甬优 4949 和早熟晚粳鄂香 2 号同时引入中熟中粳南粳 9108、武运粳 80 和丰粳 3227 为供试材料,研究播种期对 3 个宜粳生态区下 5 个优质粳稻品种生育进程、产量、产量形成及温光资源利用的影响差异,以期为湖北地区“籼改粳”提供理论参考。

1　材料与方法

1.1　试验设计

试验于 2017 年在鄂北的襄阳(31°04′N,112°05′E)、鄂中北的孝昌县(30°56′N,113°54′E)、江汉平原的江陵县(29°94′N,112°42′E)3 个试验点

收稿日期: 2019-10-20
基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0301305; 2017YFD0301402; 2016YFD0300503); 湖北省技术创新专项重大项目(2018ABA078); 湖北省自然科学基金项目(2017CFB336); 湖北省农业科学院青年基金项目(2018NKYJJ01)
汪本福,副研究员. 研究方向:水稻栽培. E-mail: wbfben@163.com
通信作者: 王晴芳,副研究员. 研究方向: 作物栽培. E-mail: 195035892@qq.com

进行，襄阳地处湖北省西北部，年均温度 15～16 ℃，年降水量 820～1 100 mm，其中夏季 400～450 mm，年平均总日照时数为 1 800～2 100 h，热量资源丰富，具有较明显的过渡性，兼备了南北气候特点，是湖北省籼粳交叉地带；孝昌县地处湖北省东北部，年均温度 16.1 ℃，年降水量 1 130 mm，其中夏季 459 mm，年平均总日照时数为 2 150 h，为湖北省优质粳稻主产区；江陵县地处江汉平原南部，年均温度 16.6 ℃，年降水量 1 100～1 300 mm，年平均总日照时数为1 800～2 000 h，为湖北省籼粳种植过渡区。各试验点选择有代表性的田块，肥力中等，前茬小麦，小麦收获后秸秆全量还田。肥、水、病虫害防治等统一按照高产栽培技术要求管理。

1)供试品种。以 3 个生态区近年来常用粳稻品种和引入的适宜粳稻品种为供试材料，其中早熟中粳为甬优 4949、中熟中粳为南粳 9108、武运粳 80、丰粳 3227、早熟晚粳为鄂香 2 号。

2)播期设置。根据 3 个参试生态区稻麦模式接茬时间，以及当地的温光资源条件，设置适宜的 4 个播期。分别为 5 月 12 日(播期Ⅰ)、5 月 19 日(播期Ⅱ)、5 月 26 日(播期Ⅲ)、6 月 2 日(播期Ⅳ)。

3)试验设置与田间管理。试验为裂区设计，播期、品种分别为主区和副区，重复 3 次，小区面积 4 m×5 m。各处理秧龄均为 20 d，杂交粳稻 2 ～3 本/穴栽插，常规稻 4 ～6 本/穴栽插，株距×行距为 30 cm×14 cm，移栽返青后及时查漏补缺。小区间用塑料薄膜护埂，保证各小区水肥独灌独排。施用氮磷钾比例为 1∶0.5∶0.5，氮肥施用标准为纯氮 270 kg/hm^2，氮肥基蘖穗肥比例为 4∶3 ∶3，分蘖肥在栽插后 7 d 施入，穗肥作 2 次分别在倒 4 叶和倒 3 叶期施入，磷肥一次性做基肥施入，钾肥作 2 次施入，基肥∶穗肥＝1∶1。病虫害防治各小区统一按高产栽培技术要求进行。

1.2　测定项目与方法

1)生育时期。准确记载各品种的播种期、移栽期、拔节期、抽穗期、成熟期等 5 个关键生育期的日期。

2)温光资源利用及气象资料。各试验地点生育期气温和日照时数等气象资料取自当地气象局。温光资源计算时间为第Ⅰ期播种时间为起点至第Ⅳ期最迟收获时间为终点[10]，襄阳点以 5 月 12 日至 10 月 29 日计，孝昌点以 5 月 12 日至 10 月 31 日计，江陵点以 5 月 12 日至 11 月 3 日计，温光资源利用率以各处理全生育期内利用的温光总量占总的温光资源的比例计算。

有效积温利用率＝

(全生育期有效积温/总有效积温)×100%；

日照时数利用率＝

(全生育期日照时数/总日照时数)×100%。

3)产量构成因素及产量。成熟期每处理选取长势均匀植株，连续调查 10 穴，3 次重复，计算有效穗数，每小区按调查的有效穗数取样 5 穴用于室内考种，考查每穗粒数、穗实粒数、结实率和千粒重。成熟期在小区中央选取 10 行，每行 10 穴，收割后去除杂质，测定含水量，折合实产。

1.3　数据统计与分析

数据录入和整理使用 Microsoft Excel 2003，统计分析使用 SPSS19.0 软件进行。

2　结果与分析

2.1　播期对 3 个生态区粳稻产量的影响

由表 1 可知，播期处理显著影响不同类型粳稻品种的产量。同一试验点，各类型粳稻品种产量随着播期的推迟呈显著下降趋势，3 个类型粳稻播期Ⅰ产量在襄阳、孝昌和江陵 3 个生态区的平均实际产量分别是 8.77、9.06 和 8.42 t/hm^2；在播期Ⅳ分别为 7.73、7.67 和 7.19 t/hm^2，分别降低了 1.04、1.39 和 1.23 t/hm^2；即播期每推迟 7 d，襄阳、孝昌、江陵平均实际产量分别下降 0.34、0.41 和 0.12 t/hm^2，有随着纬度降低产量也下降的趋势。

不同类型粳稻在 3 个生态区表现不同，早熟中粳类型品种甬优 4949 在低纬度的江陵点以播期Ⅱ产量最高，在襄阳点和孝昌点以播期Ⅰ产量最高，表明该类品种在高纬度地区要适当早播，而在低纬度区可适当推迟播期，可为前茬小麦接茬提供更多接茬期；中熟中粳类和早熟晚粳类品种在 3 个生态区均以播期Ⅰ产量最优，随着播期推迟产量显著下降，表明该类品种在茬口允许条件下要适当早播。

不同纬度间，随播期下降，3 个粳稻类型平均产量以孝昌点下降幅度最大，江陵点次之，襄阳点下降幅度最小，同纬度内不同粳稻类型间也呈现出类似趋势，即纬度越高，推迟播期对产量影响越大。

表1 不同生态区播期对不同类型粳稻产量的影响

Table 1 Effect of sowing date on grain yield of different variety types of rice in different ecological regions t/hm²

试验地点 Site	品种 Varieties	播期 Sowing date Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	平均值 Average
襄阳 Xiangyang	鄂香2号 Exiang 2	8.09a	7.68b	7.17c	7.04cd	7.49c
	南粳9108 Nanjing 9108	8.58a	7.98b	7.92b	7.26c	7.93b
	武运粳80 Wuyunjing 80	8.51a	8.32ab	7.79b	7.42c	8.01b
	丰粳3227 Fengjing 3227	8.36a	7.92b	7.86bc	7.82c	7.99b
	甬优4949 Yongyou 4949	10.32a	10.24a	9.95ab	9.13c	9.91a
	平均值 Average	8.77a	8.43b	8.14c	7.73d	
孝昌 Xiaochang	鄂香2号 Exiang 2	8.12a	8.03b	7.91b	7.53c	7.89c
	南粳9108 Nanjing 9108	9.32a	8.19b	8.12c	7.40d	8.25b
	武运粳80 Wuyunjing 80	8.61a	8.27b	7.82c	7.09d	7.95c
	丰粳3227 Fengjing 3227	8.42a	8.21b	7.86c	7.97d	8.12b
	甬优4949 Yongyou 4949	10.84a	10.58b	9.66c	8.37d	9.86a
	平均值 Average	9.06a	8.65b	8.27c	7.67d	
江陵 Jiangling	鄂香2号 Exiang 2	8.37a	7.61b	7.07c	6.71d	7.44bc
	南粳9108 Nanjing 9108	8.04a	7.55b	7.43c	7.31d	7.58b
	武运粳80 Wuyunjing 80	8.10a	8.03a	7.77b	6.54c	7.61b
	丰粳3227 Fengjing 3227	7.94a	7.58b	7.11c	6.68d	7.32c
	甬优4949 Yongyou 4949	9.68b	10.76a	9.29c	8.73d	9.61a
	平均值 Average	8.42a	8.30b	7.73c	7.19d	

注:播期Ⅰ:5月12日;播期Ⅱ:5月19日;播期Ⅲ:5月26日;播期Ⅳ:6月2日;同行不同字母表示在5%水平差异显著。下同。

Note: Sowing date Ⅰ: May 12; Sowing date Ⅱ: May 19; Sowing date Ⅲ: May 26; Sowing date Ⅳ: June 2; Different letters in the same rows indicate significant differences at the 5% level. The same as follows.

采用回归分析法进一步对3个粳麦生产区5个品种产量潜力发挥情况进行分析(表2),除江陵点早熟中粳甬优4949外,其他粳稻类型品种和处理决定系数R^2在0.925 1*～0.999 2**,均达显著和极显著关系。从最大产量潜力(Y_{max})来看,3个试验点均以早熟中粳型品种甬优4949产量潜力最大,而其他品种在3个试验点表现不一,但中熟型品种均大于晚熟型品种鄂香2号,这与鄂香2号品种特性亦有关系。从产量潜力实现率(Y_{mean}/Y_{max})来看,襄阳点以早熟中粳型品种甬优4949最大,为95.9%,孝昌点以中熟中粳型品种丰粳3227最大,为97.4%,江陵点以中熟中粳型品种南粳9108最大,为96.1%。各类型品种在3个生态区产量潜力实现率均大于80%,表明所有类型品种均能在3个生态区种植,但从产量潜力实现率的大小来看,襄阳试验点早熟中粳和中熟中粳型品种产量实现率要高于早熟

表2 不同品种在各生态区产量潜力实现率

Table 2 Realization rate of yield potential of different varieties in each ecological area

试验地点 Site	品种 Varieties	R^2	Y_{mean}/(t/hm²)	Y_{max}/(t/hm²)	Y_{mean}/Y_{max}/%
襄阳 Xiangyang	鄂香2号 Exiang 2	0.998 3**	379.7	478.2	83.5
	南粳9108 Nanjing 9108	0.919 8*	519.9	567.0	91.7
	武运粳80 Wuyunjing 80	0.985 7**	533.8	622.2	85.8
	丰粳3227 Fengjing 3227	0.998 5**	490.8	530.6	92.5
	甬优4949 Yongyou 4949	0.995 1**	660.6	688.7	95.9
孝昌 Xiaochang	鄂香2号 Exiang 2	0.991 7**	478.2	490.9	97.4
	南粳9108 Nanjing 9108	0.981 8**	546.7	635.3	86.1
	武运粳80 Wuyunjing 80	0.998 6**	529.7	586.4	90.3
	丰粳3227 Fengjing 3227	0.956 2*	545.7	560.1	97.4
	甬优4949 Yongyou 4949	0.999 2**	657.5	725.3	90.7
江陵 Jiangling	鄂香2号 Exiang 2	0.957 1*	483.0	512.0	94.3
	南粳9108 Nanjing 9108	0.925 1*	517.7	538.8	96.1
	武运粳80 Wuyunjing 80	0.982 8**	507.2	544.1	93.2
	丰粳3227 Fengjing 3227	0.978 3**	482.8	507.1	95.2
	甬优4949 Yongyou 4949	0.719 2	640.7	694.0	92.3

注:Y为产量,Y_{mean}为平均产量,Y_{max}为理论最大产量,Y_{mean}/Y_{max}为产量实现率[10]。Note: Y is the yield, Y_{mean} is the average yield, Y_{max} is the yield potential, Y_{mean}/Y_{max} is the yield realization rate[10].

晚粳型品种，孝昌试验点早熟晚粳和中熟中粳产量实现率要高于早熟中粳，江陵试验点 3 个类型品种均表现为适宜种植，能发挥出最大产量潜力。

2.2　播期对 3 个类型粳稻生育进程及生育期的影响

由图 1 可知，播期对 3 个类型粳稻品种生育进程有显著影响。从全生育期时长来看，随着播期的推迟，各生态区 5 个供试粳稻品种生育期时长呈缩短趋势，因品种类型不同缩短的时长亦不同。随播期推迟，各供试粳稻品种的生育期时长缩短时间在相同的播期内，随着纬度升高呈缩短趋势，从第Ⅰ播期到第Ⅳ播期，纬度每升高 1°，生育期分别缩短4.2、1.0、0.6、0.6 d，即播期越迟纬度影响越小，缩短的时期主要为播种至始穗的营养生长阶段和始穗至齐穗营养生长与生殖生长并进阶段。同纬度内，播期推迟生育期亦缩短，江陵点平均生育期缩短 11.8 d，孝昌点缩短 9.6 d，襄阳点缩短 13.2 d，随纬度升高呈增加趋势；不同纬度间，播期对生育期的影响存在显著差异，襄阳点播期越迟缩短时长越少，4 个播期间缩短时长分别为 6.8、4.8、1.6 d，孝昌点缩短时长分别为 3.6、4.4、1.6 d，江陵点播期越迟缩短时长越多，分别为0.8、4.8、6.2 d。

随着播期的推迟，与播期Ⅰ相比，各类型粳稻品种的拔节期、抽穗期、成熟期均相应推迟，其中以播种－拔节期阶段缩短最多，3 个生态区分别缩短时长为襄阳点缩短 7.8 d、孝昌点缩短 8.6 d、江陵点缩短 7.6 d，拔节期－抽穗期、抽穗期－成熟期则变化幅度很小，可知，播期缩短生育期主要是播种－拔节期，即营养生长阶段时长受温光资源的影响最大，而生殖生长阶段时长受温光影响较小。

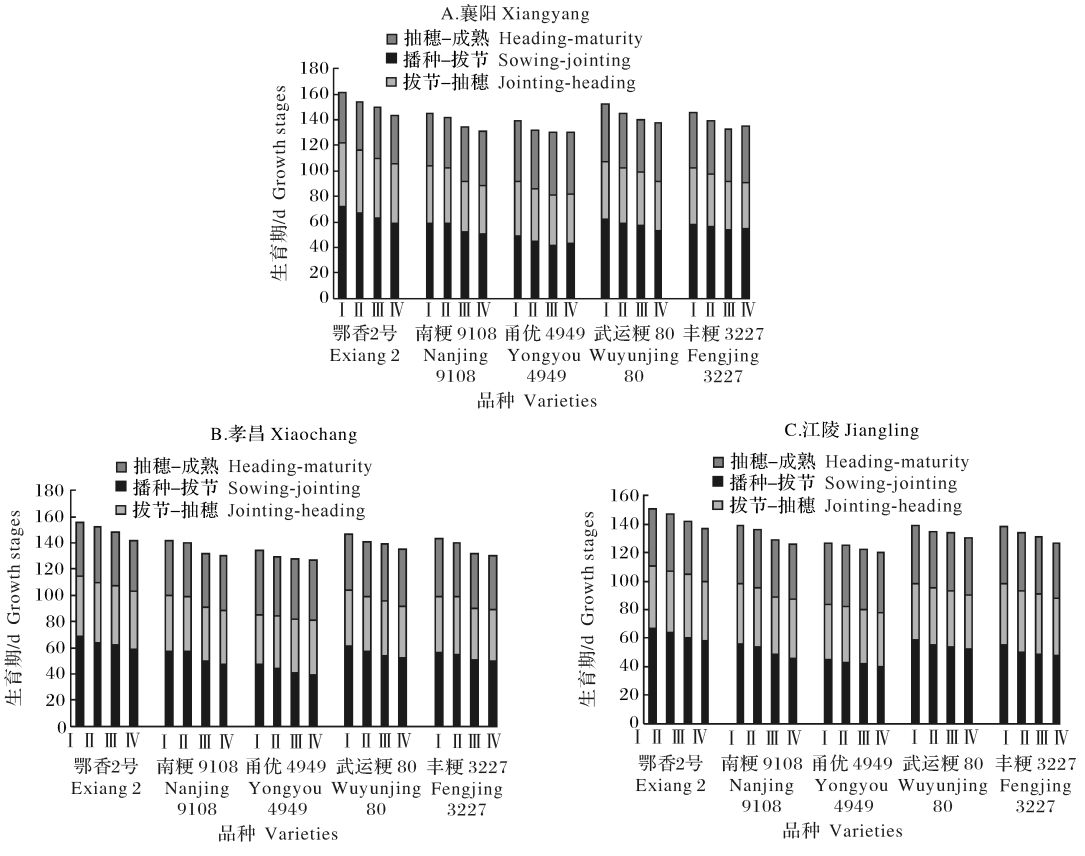

图 1　播期对不同类型粳稻品种在 3 个生态区的生育进程影响

Fig.1　Effect of sowing date on growth process of different types of japonica rice varieties in three ecological regions

2.3　播期对不同类型粳稻品种温光资源利用率的影响

随着播期的推迟，3 个类型粳稻品种的生育期缩短，生育期内有效积温和日照时数也逐渐减少，同一类型品种，随着播期推迟，其日照时数和有效积温均呈下降趋势，日照利用率和有效积温利用率也呈下降趋势，同一类型品种在不同生态区间有效积温利用率表现出低纬度地区大于高纬度地区，江陵＞孝昌＞襄阳；日照时数也表现出低纬度地区大于高纬度地区的趋势（表 3）。

表3 播期对3个类型粳稻品种全生育期有效积温和日照时数的影响

Table 3 Effects of effective accumulated temperature and sunshine hours on three types of japonica rice varieties at sowing date

品种 Varieties	播期 Sowing date	有效积温 Effective accumulated temperature						日照时数 Sunshine hours					
		江陵 Jiangling		襄阳 Xiangyang		孝昌 Xiaochang		江陵 Jiangling		襄阳 Xiangyang		孝昌 Xiaochang	
		积温/℃ Accumulated temperature	利用率/% Utilization ratio	积温/℃ Accumulated temperature	利用率/% Utilization ratio	积温/℃ Accumulated temperature	利用率/% Utilization ratio	时长/h Hours	利用率/% Utilization ratio	时长/h Hours	利用率/% Utilization ratio	时长/h Hours	利用率/% Utilization ratio
鄂香2号 Exiang 2	Ⅰ	2 399	59.6	2 316	58.8	2 396	59.5	870	100.0	870	98.7	786	100.0
	Ⅱ	2 412	60.0	2 227	56.5	2 318	58.0	799	91.8	814	92.4	693	92.8
	Ⅲ	2 421	60.2	2 137	54.2	2 237	55.9	767	88.1	781	88.6	642	87.0
	Ⅳ	2 430	60.4	2 031	47.0	2 133.	53.3	716	82.3	707	80.2	571	77.6
南粳9108 Nanjing 9108	Ⅰ	2 296	57.1	2 240	56.9	2 295	57.4	863	99.1	866	100.0	776	98.4
	Ⅱ	2 252	56.0	2 160	54.8	2 318	58.0	794	91.3	810	91.8	736	91.3
	Ⅲ	2 180	54.2	2 062	52.3	2 150	53.8	763	87.6	757	85.8	623	84.8
	Ⅳ	2 066	51.4	2 000	50.8	2 195	52.1	712	81.8	696	79.0	553	82.7
甬优4949 Yongyou 4949	Ⅰ	2 144	53.3	2 184	55.4	2 084	54.9	848	97.4	856	97.1	756	90.2
	Ⅱ	2 120	52.7	2 160	54.8	2 157	53.9	788	90.6	810	91.8	683	88.5
	Ⅲ	2 069	51.4	2 057	52.2	2 105	52.6	757	86.9	757	85.8	642	80.4
	Ⅳ	1 996	49.6	2 000	50.8	2 039	51.0	706	81.1	692	78.5	571	76.9
武运粳80 Wuyunjing 80	Ⅰ	2 296	57.1	1 472	37.3	2 330	58.3	863	99.1	866	100.0	756	97.2
	Ⅱ	2 252	56.0	2 160	54.8	2 247	56.2	794	91.3	810	91.8	683	90.3
	Ⅲ	2 180	54.2	2 103	53.4	2 190	54.8	763	87.6	760	86.2	642	85.2
	Ⅳ	2 066	51.4	2 011	51.0	2 105	52.6	712	81.8	696	78.9	571	82.1
丰粳3227 Fengjing 3227	Ⅰ	2 296	57.1	2 205	57.1	2 306	57.7	863	99.1	866	98.2	736	97.2
	Ⅱ	2 252	56.0	1 333	33.3	2 213	55.3	794	91.3	810	91.8	683	90.3
	Ⅲ	2 180	54.2	2 062	52.3	2 160	54.0	763	87.6	757	85.8	643	85.2
	Ⅳ	2 066	51.4	2 000	50.8	2 095	52.4	712	81.8	696	79.0	565	82.1

2.4　供试粳稻类型品种适宜播期的初步确定

适期播种能保证水稻最有效地利用当地温光资源，从而实现水稻生产的高产高效。本试验条件下，可根据产量潜力实现率来初步判断该品种在该生态区的最佳播期（产量潜力实现率≥90%）和适宜播期（产量潜力实现率≥80%），并综合考虑襄阳、孝昌和江陵 3 地的温光资源特点、小麦腾茬及当地适宜播种时期等因素，对供试的 3 个粳稻类型品种在不同生态区最佳播期和适宜播期作了初步划分（表 4）。

表 4　不同类型粳稻品种在 3 个生态区适宜播期初步确定

Table 4　Preliminary division of suitable sowing dates for different types of japonica rice varieties in three ecological regions

品种 Varieties	襄阳 Xiangyang		孝昌 Xiaochang		江陵 Jiangling	
	最佳播期 Optimum sowing date	适宜播期 Suitable sowing date	最佳播期 Optimum sowing date	适宜播期 Suitable sowing date	最佳播期 Optimum sowing date	适宜播期 Suitable sowing date
鄂香 2 号 Exiang 2	前茬 Fore crop—05/05	05/06—05/17	前茬 Fore crop—05/17	05/18—05/25	前茬 Fore crop—05/21	05/22—05/27
南粳 9108 Nanjing 9108	前茬 Fore crop— 05/18	05/19—05/27	前茬 Fore crop—05/13	05/14—05/22	前茬 Fore crop—05/23	05/24—05/29
武运粳 80 Wuyunjing 80	前茬 Fore crop—05/02	05/03—05/22	前茬 Fore crop—05/15	05/16—05/26	前茬 Fore crop—05/22	05/23—05/28
丰粳 3227 Fengjing 3227	前茬 Fore crop—05/11	05/12—05/27	前茬 Fore crop—05/19	05/20—05/27	前茬 Fore crop—05/22	05/23—06/01
甬优 4949 Yongyou 4949	05/01—05/24	05/25—06/01	前茬 Fore crop—05/18	05/19—05/26	前茬 Fore crop—05/26	05/27—06/01

3　讨　论

3.1　播期对粳稻生育期及产量的影响

合理的播期可以充分利用当季的温光资源，是发挥水稻高产潜力的主要措施之一[10-11]，前人对播期影响水稻产量已经做了大量研究，但由于种植方式、地点和肥水管理方式的不同，播期影响产量的因素不尽相同，朱练峰等[12]的研究结果表明播期主要影响了结实率和千粒重，从而引起水稻减产；王夫玉等[13]认为，播期推迟直接影响了水稻成熟期推迟，从而导致成熟度下降，籽粒充实度降低而减产。本试验在襄阳点和孝昌点，3 个类型粳稻品种产量均随着播期推迟而下降，这与前人的研究结果一致。而在江陵点，早熟中粳型品种甬优 4949 的最高产量出现在播期Ⅱ，即随着播期推迟，其产量表现出先增后减趋势，分析原因可能是早熟中粳型品种甬优 4949 属有效分蘖早生快发型，播期虽然推迟，但对其前期的生长影响较小，而在播期Ⅱ，江陵点生育中期的温光资源充足，加上甬优 4949 叶片宽大、光合能力强、茎秆粗壮，后期光合物质输送通畅，因而播期虽推迟 7 d，但其产量并未下降。

3.2　播期对温光资源利用的影响

温光条件是影响水稻生长发育及最终产量的重要限制因子[14-15]，本试验条件下，随着播期推迟，3 个粳稻类型品种温光资源利用均随着播期推迟而下降，播期越迟，其对温光利用的差异越小，是因为随着播期推迟，温度在升高，有效积温在增加，从而其利用的温光差异在缩小，进而也促使各类型品种的生育进程加快，缩短了生育期。

3.2　适宜播期和水稻品种类型的初步规划

播期对水稻生长发育特性的影响前人已经做了很多的研究[16-17]，但由于生态区的不同、环境条件差异较大，播期对生育期的影响也呈现较大的变动和差异。本试验条件下，根据各品种在不同生态区的产量潜力实现率，将各品种的不同播期划分为最佳播期和较适宜播期（表 4），本试验中部分粳稻类型品种播期设置未在最佳播期范围内，是综合考虑湖北省小麦收获结束时期在 5 月 31 日左右，为确保翻耕整地等农事操作顺利进行，故而将第Ⅰ播期设置为 5 月 12 日，栽插时间为 6 月 2 日，是综合考虑小麦腾茬和农事操作后设置的最早播期。将最佳播期与品种温光利用特性结合，以充分利用当季的温光资源，获得最高的光合生物产量，从而发挥出品种的最大产量潜力。因此，在襄阳试验点，结合小麦收获腾茬时间，适宜选用的粳稻品种类型为早熟中粳和生育期较短的中熟中粳类型，晚粳，三者类型品种因生育期过长，在襄阳地区种植不能完全发挥出最佳产量潜力；在孝昌试验点，结合小麦收获腾茬时间，适宜选用的品种类型为早熟中粳和中熟中粳；在江陵试验点，结合小麦收获腾茬时间，适宜选用的品种

类型为早熟中粳、中熟中粳和早熟晚粳，三者均可发挥最佳产量潜力。

在湖北省稻麦两熟区，早熟中粳、中熟中粳及早熟晚粳型品种随着播期推迟，其生育期缩短，各生育进程加快，除江陵点早熟中粳型品种甬优4949外，产量均不同程度下降，全生育期有效积温利用率和日照时数利用率均呈下降趋势。根据3个生态区温光资源条件和小麦腾茬时间，襄阳适宜选用的粳稻品种为早熟中粳和生育期较短的中熟中粳类型；孝昌适宜选用的品种类型为早熟中粳和中熟中粳；江陵适宜选用的品种类型为早熟中粳、中熟中粳和早熟晚粳，三者均可发挥最佳产量潜力。

参考文献 References

[1] 王一凡，隋国民，王友芬，等.粳稻持续快速发展的思考与对策[J].北方水稻，2008，38(6)：8-10. WANG Y F，SUI G M，WANG Y F，et al. Reflections on the rapid and continuous development of japonica rice and countermeasures[J]. North rice，2008，38(6)：8-10(in Chinese with English abstract).

[2] 邓建平，杜永林.江苏粳稻生产现状及发展对策[J].中国稻米，2006(4)：8-11. DENG J P，DU Y L. Current situation and development strategy of japonica rice production in Jiangsu[J]. China rice，2006(4)：8-11(in Chinese).

[3] 陈波，周年兵，郭保卫.南方稻区"籼改粳"研究进展[J].扬州大学学报，2017，38(1)：67-74.CHEN B，ZHOU N B，GUO B W. Progress of "indica rice to japonica rice" in southern China[J]. Journal of Yangzhou University，2017，38(1)：67-74(in Chinese with English abstract).

[4] ZHANG T Y，ZHU J，YANG X G，et al. Correlation changes between rice yields in north and northwest China and ENSO from 1960 to 2004[J]. Agr forest meteorol，2008，148：1021-1033.

[5] LI G H，XUE L H，GU W，et al. Comparison of yield components and plant type characteristics of high-yield rice between Taoyuan，a 'special eco-site' and Nanjing，China [J]. Field Crops Res，2009，112：214-221 (in Chinese with English abstract).

[6] 龚金龙，张洪程，李杰，等. 超级稻生态育种及超高产栽培特征与途径的研究进展[J].中国农业科技导报，2011，13(1)：25-33. GONG J L，ZHANG H C，LI J，et al. Research progress on ecological breeding and cultivation characteristics of super rice and approaches of super high yield[J]. Journal of agricultural science and technology，2011，13(1)：25-33(in Chinese with English abstract).

[7] 廖西元.水稻区域目标产量生产技术规范[M].北京：中国农业科学技术出版社，2010. LIAO X Y. Technology for regional rice target production[M]. Beijing：China Agricultural Science and Technology Press，2010(in Chinese).

[8] 龚金龙，胡雅杰，葛梦婕，等. 南方粳型超级稻氮肥群体最高生产力及其形成特征的研究[J]. 核农学报，2012，26(3)：558-572. GONG J L，HU Y J，GE M J，et al.The highest population productivity of N fertilization and its formation characteristics on japonica super rice in South China[J]. Journal of nuclear agricultural sciences，2012，26(3)：558-572(in Chinese with English abstract).

[9] 万素琴，秦鹏程，邓环，等. 湖北省一季中稻籼改粳气象条件利弊分析[J].气象，2016，42(5)：628-636. WAN S Q，QIN P C，DENG H，et al. Analysis of advantage of climatic conditions in Hubei Province for single season rice to switch from indica to japonica type[J]. Meteorological monthly，2016，42(5)：628-636(in Chinese with English abstract).

[10] 孙建军，张洪程，陈波，等. 不同生态区播期对机插水稻产量、生育期及温光利用的影响[J].农业工程学报，2015，6(3)：113-121.SUN J J，ZHANG H C，CHEN B，et al. Effects of sowing date on yield，growth period and utilization of temperature and sunshine of mechanical transplanting rice in different ecological regions[J]. Transactions of the Chinese society of agricultural engineering，2015，31(6)：113-121 (in Chinese with English abstract).

[11] 李杰，张洪程，董洋阳，等. 不同生态区栽培方式对水稻产量、生育期及温光利用的影响 [J].中国农业科学，2011，4(13)：2661-2672. LI J，ZHANG H C，DONG Y Y，et al. Effects of cultivation methods on yield，growth stage and utilization of temperature and illumination of rice in different ecological regions[J]. Scientia agricultura sinica，2011，4(13)：2661-2672 (in Chinese with English abstract).

[12] 朱练峰，禹盛苗，欧阳由男，等.播栽期对水稻生长和产量构成因素的影响[J].中国稻米，2009，15(3)：13-17.ZHU L F，YU S M，OUYANG Y N，et al. Effects of seeding time on growth and yield components in different rice varieties[J]. China rice，2009，15(3)：13-17(in Chinese).

[13] 王夫玉，张洪程.播期对淮北粳稻产量构成因素的影响[J].上海交通大学学报，2001，19(3)：211-215. WANG F Y，ZHANG H C. Effect of seeding time on yield component of japonica-type rice in Huaibei[J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University，2001，19(3)：211-215 (in Chinese with English abstract).

[14] 蔡昆争，骆世明.不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响[J].应用生态学报，1999，10(2)：193-196. CAI K Z，LUO S M. Effect of shading on growth，development and yield formation of rice[J]. Chinese journal of applied ecology，1999，10(2)：193-196 (in Chinese with English abstract).

[15] 朱萍，杨世民，马均，等，遮光对杂交水稻组合生育后期光合特性和产量的影响[J].作物学报，2008，34(11)：2003-2009. ZHU P，YANG S M，MA J，et al. Effect of shading on the photosynthetic characteristics and yield at later growth stage of hybrid rice combination[J]. Acta agronomica sinica，2008，34(11)：2003-2009(in Chinese with English abstract).

[16] 李秀芬，贾燕，黄元才，等.播栽期对水稻产量和产量构成因素

及生育期的影响[J].生态学杂志，2004，23(5)：98-100. LI X F，JIA Y，HUANG Y C，et al. Effects of seeding time on grain yield，yield components and growth duration in different rice varieties[J].Chinese journal of ecology，2004，23(5)：98-100(in Chinese with English abstract).

[17] 姚义，霍中洋，张洪程，等.不同生态区播期对直播稻生育期及温光利用的影响[J].中国农业科学，2012，45(2)：633-647. YAO Y，HUO Z Y，ZHANG H C，et al. Effects of sowing date on growth stage and utilization of temperature and illumination of direct seeding rice in different ecological regions[J]. Scientia agricultura sinica，2012，45(2)：633-647(in Chinese with English abstract).

Effects of sowing date on growth period，yield and utilization of temperature and light resources of japonica in japonica wheat production areas of Hubei Province

WANG Benfu[1]，CHENG Jianping[1]，LI Yang[1]，ZHANG Zhisheng[1]，YANG Xiaolong[1]，PAN Gaofeng[2]，CHEN Zhanpeng[3]，LI Jinlan[3]，WANG Qingfang[1]

1.*Ministry of Agriculture and Rural Affairs Key Lab of Crop Cultivation*，*Scientific Observation and Experiment Station in Central China/Hubei Province Key Laboratory of Food Crop Germplasm and Genetic Improvement*，*Wuhan* 430064，*China*；

2.*Xiangyang Academy of Agricultural Science*，*Hubei Province*，*Xiangyang* 441057，*China*；

3.*Huanggang Academy of Agricultural Sciences*，*Hubei Province*，*Huanggang* 438000，*China*

Abstract　Four sowing dates were set under machine transplantation and five japonica varieties were used to study the yield，growth period，quality，utilization of temperature and light resources of japonica rice varieties，clarify the ecological adaptability of japonica varieties in different japonica wheat production areas of Hubei Province and promote "transition from cultivating indica to cultivating japonica in Hubei Province" The results showed that the growth period of the varieties tested was shortened and the growth process was accelerated when the sowing date was postponed. The yield decreased to varying degrees. The utilization rate of accumulated temperature and the utilization rate of sunshine hours in the whole growing period showed a downward trend. The suitable types and sowing dates of three japonica areas in the three japonica wheat areas were preliminarily determined based on the conditions of temperature and light resource and the time of wheat stubble removal in the three japonica wheat production areas. The suitable japonica varieties in Xiangyang are early/intermediate maturing medium japonica with short growth period. The suitable varieties in Xiaochang are early/intermediate maturing medium japonica. The suitable varieties in Jiangling are early/intermediate maturing medium japonica and early maturing late japonica. They can exert the best yield potential.

Keywords　sowing date；japonica rice；transition from indica rice to japonica rice；yield；growth period；utilization of temperature and light resources

（责任编辑：张志钰）