

秧龄对烟后水稻秧苗素质、产量及稻米品质的影响

卢燕回¹ 宋战锋² 李虎³ 刘广林³ 陈传华³ 罗群昌³ 吴子帅³

(¹中国烟草总公司广西壮族自治区公司, 530022, 广西南宁; ²广西壮族自治区烟草公司百色市公司, 533000, 广西百色; ³广西农业科学院水稻研究所/广西水稻遗传育种重点实验室, 530007, 广西南宁)

摘要 为探究烟稻复种中适宜的水稻秧龄, 以水稻品种桂香 99、桂香 18、金针香和桂玉美香为材料, 研究不同秧龄对秧苗素质、产量和稻米品质的影响。结果表明, 延长秧龄能增加秧苗素质指标, 但根数、根长和根干重在秧龄超过 35 d 后不再增加, 30 d 秧龄时本田期比 20 d 秧龄时显著缩短了 2~3 d, 但与超过 35 d 秧龄时差异不显著, 不同秧龄下最高分蘖数基本相同, 但 35 d 以上秧龄能较快达到最高分蘖数; 齐穗期、成熟期的干物质量及分蘖期—齐穗期、分蘖期—成熟期、齐穗期—成熟期干物质积累量随秧龄的延长呈降低趋势; 产量在 20、25 和 30 d 秧龄间差异不显著, 但显著高于其他秧龄, 有效穗数和结实率在 20、25 和 30 d 秧龄间差异不显著; 20、25 和 30 d 秧龄有利于提高糙米率和整精米率, 但也增加了垩白粒率。综上, 20~30 d 秧龄是优质常规稻桂香 99、桂香 18、金针香和桂玉美香作为烟后稻种植时实现高产优质相协调的最适秧龄。

关键词 烟稻复种; 秧龄; 产量; 稻米品质; 秧苗素质

烟稻复种即烟草和水稻年内轮作, 属水旱轮作的一种, 该种植模式能够改良土壤菌落环境^[1]、提高土壤肥力^[2], 实现土地用养结合, 还能减少烟、稻病虫害的发生, 提高烟、稻产量和品质^[3], 兼顾经济效益和生态效益, 是我国南方烟区的主要种植模式^[4]。2023 年广西烟后水稻种植面积达 0.74 万 hm², 烟稻复种率达 71.9%^[5], 烟稻复种能有效解决稻、烟争地的难题^[6], 对稳定粮食生产面积、保障粮食安全有重要意义。适宜的秧龄既是水稻高产形成的关键^[7], 也能有效协调烟叶终采期与水稻插秧期之间争人工、争时间的矛盾, 因此, 研究烟后水稻适栽秧龄, 对稳定烟后稻种植面积、提高农户复种积极性意义重大。

长秧龄导致水稻秧苗的存活率降低, 伤根程度和伤苗率增加^[8], 其秧苗素质、群体茎蘖数、叶面积指数、叶片叶绿素相对含量 (SPAD 值)、根系活力、群体干物质量、阶段干物质积累量、根系生长及氮素利用特性均比短秧龄差^[9-11], 延长秧龄能缩短移栽—成熟的本田期, 但播种—成熟的全生育期延长^[12]。目前普遍认为超过最适秧龄会导致减产^[13]。有研究^[14]表明长秧龄导致有效穗数、穗粒数和结实率降低, 也有研究^[15]表明长秧龄导致穗粒数和千粒重降低, 亦有研究^[13]表明长秧龄导致有效穗

数显著减少, 最终导致减产。关于秧龄对稻米品质的影响方面, 马义虎等^[14]研究表明延长秧龄使整体稻米品质变优, 但彭福燕等^[13]认为延长秧龄不利于加工品质, 张桂莲等^[15]则认为加工和外观品质随秧龄延长呈先提高后降低的趋势。前人^[9-12]研究秧龄对水稻产量及稻米品质的影响, 多聚焦在机插秧的种植方式下, 在烟稻复种这种兼顾粮食安全与经济效益的种植模式中, 秧龄对水稻秧苗素质、产量及稻米品质影响的研究鲜见报道。鉴于此, 以广西烟区当前主推的烟后种植的优质常规水稻品种桂香 99、桂香 18、金针香和桂玉美香为供试材料, 研究不同秧龄对烟后水稻秧苗素质、生育期、茎蘖动态、干物质积累、产量及其构成因素和稻米品质的影响, 为烟稻复种中确定适宜的水稻秧龄提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试水稻品种为桂香 99 (桂审稻 2020186 号)、桂香 18 (桂审稻 2020183 号)、金针香 (桂审稻 2022161 号) 和桂玉美香 (桂审稻 2022163 号), 均为优质常规水稻品种。

1.2 试验地概况

试验于 2023 年在广西靖西市新靖镇 (23°6' N,

作者简介: 卢燕回, 主要从事烟叶生产技术研究及粮烟复种推广工作, E-mail: 5930008@163.com

吴子帅为通信作者, 主要从事优质稻新品种选育及栽培技术研究工作, E-mail: 631369545@qq.com

基金项目: 中国烟草总公司广西壮族自治区公司科技计划项目 (202345000024079); 广西农业科学院基本科研业务专项资助项目 (桂农科 2024YP039); 国家现代农业产业体系广西创新团队建设 (nycytxgxcxt-d-2021-01-03)

收稿日期: 2025-10-23; 修回日期: 2025-12-11; 网络出版日期: 2026-04-02

106°21'E) 进行, 试验田块土壤为砂质黏土, 长期作为烟稻复种田, 移栽前试验地土壤基本理化性质为 pH 6.8、水解性氮 187.7 mg/kg、有效磷 10.3 mg/kg、速效钾 35.4 mg/kg、有机质 38.9 g/kg。

1.3 试验设计

开展品种和秧龄的双因素区组试验。供试品种分批浸种催芽后分期播种于育秧盘中, 分期播种时期为 6 月 15 日、6 月 20 日、6 月 25 日、6 月 30 日、7 月 5 日和 7 月 10 日, 所有处理统一移栽时间为 7 月 30 日, 即设置了 6 个不同天数的秧龄处理: 45、40、35、30、25 和 20 d, 共计 24 个处理。育秧盘规格为 30 cm×60 cm×3 cm, 每个品种每个秧龄处理播种 6 个育秧盘, 每个育秧盘播种 50 g。人工双苗移栽, 株行距 20.0 cm×13.0 cm, 每个品种每个秧龄处理均设 3 次重复, 共计 72 个田间小区, 小区面积 8.0 m×4.0 m。试验小区尿素 (N=46.2%) 用量为 324.7 kg/hm², 按 30% 基肥、45% 分蘖肥和 25% 穗肥施用, 过磷酸钙 (有效磷=16.0%) 用量为 450.0 kg/hm², 均作基肥施用, 氯化钾 (K₂O=62.0%) 用量为 265.2 kg/hm², 按 60% 分蘖肥、40% 穗肥施用。试验小区水分管理按水稻种植常规方法进行。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 秧苗素质 移栽前从各处理的育秧盘中选代表性的 1 盘, 在秧盘中央选取代表性秧苗 30 株, 数叶龄和根数, 用直尺测定苗高和根长, 用游标卡尺测茎基宽。将根和地上部分开洗净, 在 105 °C 烘箱内杀青 30 min 后, 保持 80 °C 恒温烘干至恒重后称重, 测地上部干重和根干重。

1.4.2 生育期 记录各处理返青期、分蘖期、始穗期、齐穗期和成熟期。以 80% 的叶片吐露为返青完成标准, 以 50% 的植株出现分蘖为分蘖期, 以 10% 的稻穗顶露出为始穗期, 以 90% 的稻穗顶露出为齐穗期, 以 90% 稻谷粒颖壳变黄为成熟期。

1.4.3 茎蘖动态 各处理小区选择第 3 行同一方向连续标记 10 蔸, 从移栽后 7 d 起至分蘖出现下降, 每 7 d 调查 1 次分蘖情况, 高峰期每 5 d 调查 1 次, 记录最高苗数及分蘖情况。

1.4.4 干物质积累量 分别于分蘖期、齐穗期和成熟期, 每小区根据平均分蘖数取代表性 3 蔸, 将叶、茎、穗分开洗净, 在 105 °C 烘箱内杀青 30 min 后, 保持 80 °C 恒温烘干至恒重后称重, 并折算成每公顷 (3.0×10⁵ 蔸/hm²) 干物质量。

1.4.5 产量及其构成因素 成熟后按五点取样法

从各小区取 5 蔸, 调查穗粒数、结实率和千粒重, 有效穗数按 10 蔸的平均数计。产量按小区实收, 晒干后称重并按单位面积折算。

1.4.6 稻米品质 各小区收获脱粒后, 取稻谷测定稻米品质, 用 TP-JLG-2018 蓉谷机 (浙江托普云农科技股份有限公司) 测定糙米率, 用 5599 降温型智能精米机 (欧米亚) 测定整精米率, 采用 SC-E 型大米外观品质检测分析仪系统 (杭州万深检测科技有限公司) 测定粒长、长宽比、垩白度和垩白粒率, 用 SATAKE RLTA10B-KC 食味仪 (日本佐竹) 测定直链淀粉含量。

1.5 数据处理

用 DPS v9.01 软件按双因素区组试验进行统计分析和相关分析, 采用 LSD 法检测差异显著性, 用 WPS 进行数据整理、作表和作图。

2 结果与分析

2.1 秧龄对烟后优质稻品种秧苗素质的影响

秧龄对供试品种的秧苗素质指标影响均达极显著 (表 1)。供试品种的叶龄、苗高和地上部干重随秧龄延长而显著增加, 茎基宽随秧龄的延长而增加, 但在 20 和 25 d 秧龄之间差异不显著。根数、根长和根干重在秧龄 20、25、30 和 35 d 时随秧龄的延长而显著增加, 但在秧龄 40 和 45 d 时增加不显著。延长秧龄虽能增加秧苗素质指标, 但秧龄超过 35 d 后, 根数、根长和根干重不再随秧龄延长而显著增加。

2.2 秧龄对烟后优质稻品种生育期的影响

秧龄对供试品种移栽到不同生育时期天数的影响均极显著 (表 2)。随着秧龄的延长, 返青出现不同程度的推迟, 秧龄越长, 移栽后返青需要的天数越长。从移栽到分蘖、始穗、齐穗和成熟所需的天数均随着秧龄的延长而出现不同程度的缩短, 这表明延长秧龄能使供试品种的分蘖、抽穗和成熟提早。移栽一齐穗的天数在 35、40 和 45 d 秧龄间差异不显著。与 20 d 秧龄时相比, 30 d 秧龄时桂香 99、桂香 18、金针香和桂玉美香的本田期分别显著缩短 2.3、2.6、3.3 和 3.0 d, 桂香 99、桂香 18 和桂玉美香在 30 d 秧龄时的本田期与 35、40 和 45 d 秧龄时无显著差异, 金针香 30 d 秧龄时的本田期与 35、40 d 秧龄时无显著差异, 这表明持续延长秧龄对提早齐穗、提早成熟的促进作用有限。供试品种的全生育期均随秧龄的延长而显著增加。

表 1 不同秧龄下各烟后优质稻品种的秧苗素质
Table 1 Seedling quality of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	叶龄 Leaf age	苗高 Plant height (cm)	茎基宽 Stem diameter (mm)	根数 Root number	根长 Root length (cm)	地上部干重 (mg/株) Aboveground dry weight (mg/plant)	根干重 (mg/株) Root dry weight (mg/plant)
桂香 99 Guixiang 99	45	5.38±0.22a	33.27±0.34a	4.49±0.07a	18.2±1.0a	8.78±0.10a	98.71±1.00a	28.21±0.31a
	40	5.05±0.15b	32.90±0.30b	4.32±0.06b	17.7±1.5ab	8.79±0.10a	97.61±0.88b	28.26±0.31a
	35	4.62±0.22c	28.89±0.32c	3.87±0.05c	17.4±1.2b	8.47±0.09b	85.72±0.94c	27.21±0.30b
	30	4.13±0.22d	24.90±0.29d	3.46±0.05d	14.6±1.1c	7.60±0.08c	73.89±0.87d	24.41±0.27c
	25	3.53±0.18e	20.99±0.30e	2.86±0.05e	14.0±0.9c	6.01±0.06d	62.27±0.89e	19.31±0.21d
	20	3.05±0.15f	17.62±0.29f	2.83±0.05e	10.6±1.1d	4.69±0.05e	52.29±0.86f	15.07±0.17e
桂香 18 Guixiang 18	45	5.50±0.00a	39.74±0.40a	4.29±0.07a	18.0±1.1a	9.68±0.11a	117.91±1.19a	31.10±0.34ab
	40	5.05±0.15b	39.30±0.36b	4.12±0.06b	18.0±1.5a	9.69±0.11a	116.59±1.05b	31.16±0.34a
	35	4.62±0.22c	34.51±0.38c	3.69±0.05c	17.8±1.1a	9.33±0.10b	102.39±1.12c	30.96±0.67b
	30	4.13±0.22d	29.75±0.35d	3.30±0.06d	14.7±1.1b	8.37±0.09c	88.26±1.04d	26.91±0.29c
	25	3.62±0.43e	25.07±0.36e	2.74±0.04e	13.7±0.9c	6.62±0.07d	74.39±1.07e	21.29±0.23d
	20	3.03±0.13f	21.05±0.35f	2.72±0.21e	10.4±1.1d	5.17±0.06e	62.46±1.03f	16.61±0.18e
金针香 Jinzhexiang	45	5.55±0.15a	38.46±0.39a	4.79±0.07a	18.6±0.7a	9.57±0.10a	114.11±1.15a	30.75±0.34a
	40	5.05±0.15b	38.03±0.34b	4.60±0.07b	18.3±1.4a	9.58±0.11a	112.84±1.02b	30.80±0.35a
	35	4.62±0.22c	33.40±0.36c	4.11±0.06c	18.2±0.9a	9.23±0.10b	99.10±1.08c	30.73±0.49a
	30	4.12±0.22d	28.79±0.34d	3.67±0.04d	14.4±1.1b	8.28±0.09c	85.42±1.01d	26.61±0.29b
	25	3.62±0.43e	24.26±0.35e	3.03±0.05e	14.2±0.8b	6.55±0.08d	71.99±1.03e	21.05±0.23c
	20	2.98±0.21f	19.74±0.33f	3.02±0.05e	10.7±1.2c	5.11±0.06e	58.57±0.97f	16.43±0.18d
桂玉美香 Guiyumeixiang	45	5.57±0.17a	39.25±0.40a	4.39±0.07a	19.0±0.9a	9.57±0.10a	116.46±1.18a	30.69±0.33ab
	40	5.05±0.15b	38.81±0.35b	4.22±0.06b	18.7±1.3a	9.55±0.11a	115.16±1.04b	30.75±0.34a
	35	4.62±0.22c	34.09±0.37c	3.77±0.04c	17.6±1.1b	9.21±0.10b	101.13±1.10c	30.54±0.54b
	30	4.12±0.22d	29.38±0.35d	3.37±0.04d	14.6±1.1c	8.26±0.09c	87.17±1.03d	26.56±0.29c
	25	3.62±0.43e	24.76±0.36e	2.78±0.04e	13.9±0.9d	6.54±0.07d	73.47±1.06e	21.01±0.23d
	20	5.38±0.21f	20.79±0.34f	2.77±0.05e	10.1±1.1e	5.10±0.06e	61.68±1.02f	16.40±0.18e
	45 d	5.50±0.17a	37.68±2.63a	4.49±0.20a	18.4±1.0a	9.39±0.37a	111.80±7.79a	30.19±1.20a
	40 d	5.05±0.15b	37.26±2.59b	4.32±0.19b	18.1±1.5b	9.41±0.38a	110.55±7.69b	30.24±1.21a
	35 d	4.62±0.21c	32.72±2.28c	3.86±0.17c	17.8±1.1c	9.06±0.36b	97.08±6.78c	29.86±1.62b
	30 d	4.13±0.22d	28.20±1.97d	3.45±0.15d	14.6±1.1d	8.13±0.32c	83.68±5.85d	26.12±1.04c
	25 d	3.60±0.38e	23.77±1.67e	2.85±0.13e	13.9±0.9e	6.43±0.26d	70.53±4.97e	20.66±0.82d
	20 d	3.01±0.18f	19.80±1.39f	2.84±0.16e	10.4±1.1f	5.02±0.20e	58.75±4.13f	16.13±0.64e
	秧龄 Seedling age	**	**	**	**	**	**	**

不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)， “**” 表示差异极显著 ($P < 0.01$)， 下同。

Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$), “**” indicates extremely significant differences ($P < 0.01$), the same below.

表 2 不同秧龄下各烟后优质稻品种的生育期
Table 2 Growth duration of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	移栽—返青 Transplanting-Green recovery	移栽—分蘖 Transplanting-Tillering	移栽—始穗 Transplanting-Panicle initiation	移栽—齐穗 Transplanting-Full heading	移栽—成熟/本田期 Transplanting-Maturity/ Paddy field stage	播种—成熟/全生育期 Sowing-Maturity/ Whole growth stage
桂香 99 Guixiang 99	45	5.0±0.0a	8.3±0.6c	58.3±0.6bc	61.3±0.6bc	86.7±1.5c	131.3±1.2a
	40	5.0±0.0a	8.3±0.6c	58.0±0.0c	60.3±0.6c	86.3±0.6c	126.3±0.6b
	35	4.3±0.6ab	9.0±0.0b	59.0±1.0ab	61.7±1.2bc	87.0±1.0c	122.0±1.0c
	30	4.0±0.0b	9.3±0.6b	59.3±1.2a	62.3±0.6ab	87.7±1.5bc	117.7±1.5d
	25	4.0±0.0b	10.0±0.0a	59.3±1.2a	63.3±0.6a	89.0±1.0ab	114.0±1.0e
	20	4.0±0.0b	10.0±0.0a	59.7±0.6a	63.7±0.6a	90.0±2.6a	110.3±0.6f
桂香 18 Guixiang 18	45	5.0±0.0a	8.7±0.6b	58.3±0.6cd	60.7±1.2cd	86.3±1.5b	131.3±1.5a
	40	5.0±0.0a	8.7±0.6b	58.0±0.0d	60.3±0.6d	86.7±1.2b	126.7±1.2b
	35	4.7±0.6ab	9.0±0.0b	58.3±0.6cd	61.3±0.6cd	87.3±0.6b	122.3±0.6c
	30	4.7±0.6ab	9.0±0.0b	59.0±0.0bc	62.0±0.0bc	87.7±1.5b	117.7±1.5d
	25	4.0±0.0b	10.0±0.0a	59.7±0.6ab	63.0±0.0ab	89.7±0.6a	114.7±0.6e
	20	4.0±0.0b	10.3±0.6a	60.3±0.6a	63.7±0.6a	90.3±1.2a	110.3±0.2f

续表 2 Table 2 (continued)

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	移栽—返青 Transplanting-Green recovery	移栽—分蘖 Transplanting-Tillering	移栽—始穗 Transplanting-Panicle initiation	移栽—齐穗 Transplanting-Full heading	移栽—成熟/本田期 Transplanting-Maturity/ Paddy field stage	播种—成熟/全生育期 Sowing-Maturity/ Whole growth stage
金针香 Jinzhenxiang	45	4.7±0.6a	8.7±0.6b	57.7±1.2c	61.0±1.7d	88.0±1.7d	133.0±1.7a
	40	4.7±0.6a	8.7±0.6b	58.0±0.0c	62.0±1.7cd	89.0±1.7cd	129.0±1.7b
	35	4.3±0.6ab	9.0±0.0b	58.3±0.6bc	62.3±1.5cd	89.3±1.5cd	124.3±1.5c
	30	4.0±0.0abc	9.0±0.0b	59.0±0.0b	63.0±1.7bc	90.0±1.7c	120.0±1.7d
	25	3.7±0.6bc	10.0±0.0a	60.0±0.0a	64.0±1.7ab	91.3±2.1b	116.7±2.1e
	20	3.3±0.6c	9.7±0.6a	60.7±0.6a	64.7±2.1a	93.3±0.6a	113.3±0.6f
桂玉美香 Guiyumeixiang	45	5.0±0.0a	8.3±0.6c	58.0±1.0c	60.3±0.6c	96.3±0.6c	141.3±0.6a
	40	4.7±0.0a	8.0±0.0c	58.0±1.0c	61.0±0.0c	97.0±0.0c	137.0±0.0b
	35	4.3±0.6ab	9.0±0.0b	58.3±2.5c	61.0±0.0c	97.0±0.0c	132.0±0.0c
	30	3.7±0.6b	9.0±0.0b	59.0±0.0bc	61.7±0.6bc	97.7±0.6bc	127.7±0.6d
	25	3.7±0.6b	10.0±0.0a	60.3±0.6ab	63.0±0.0ab	99.0±0.0b	124.0±0.0e
	20	3.7±0.6b	9.3±0.6b	61.0±1.0a	63.7±0.6a	100.7±0.6a	120.7±0.6f
	45 d	4.9±0.3a	8.5±0.5c	58.1±0.8c	60.8±1.0c	89.3±4.4e	134.3±4.5a
	40 d	4.8±0.4a	8.4±0.5c	58.0±0.4c	60.9±1.1c	89.8±4.6de	129.8±4.6b
	35 d	4.4±0.5b	9.0±0.0b	58.5±1.2bc	61.6±1.0bc	90.2±4.3cd	125.2±4.3c
	30 d	4.1±0.5bc	9.1±0.3b	59.1±0.5b	62.3±1.0b	90.8±4.5c	120.8±4.5d
25 d	3.8±0.4c	10.0±0.0a	59.8±0.7a	63.3±0.9a	92.3±4.0b	117.3±4.3e	
20 d	3.8±0.5c	9.8±0.6a	60.4±0.8a	63.9±1.1a	93.6±4.1a	113.7±4.5f	
秧龄 Seedling age	**	**	**	**	**	**	**

2.3 秧龄对烟后优质稻品种茎蘖动态的影响

不同秧龄下供试品种的分蘖进程一致，均逐渐达到最高分蘖数后再降低，不同秧龄下的最高分蘖数基本相同（图 1）。20、25 和 30 d 秧龄时，桂香 99 的最高分蘖数出现在移栽后 33 d，35、40 和 45 d 秧龄时，桂香 99 的最高分蘖数出现在移栽后 28 d。

桂香 18、金针香和桂玉美香在各秧龄时的最高分蘖数均出现在移栽后 33 d，但 35、40 和 45 d 秧龄时，桂香 18、金针香和桂玉美香在移栽后 28 d 的分蘖数已接近最高分蘖数。以上结果表明延长秧龄能加速分蘖进程，较快达到最高分蘖，但不影响最高分蘖数量和茎蘖变化趋势。

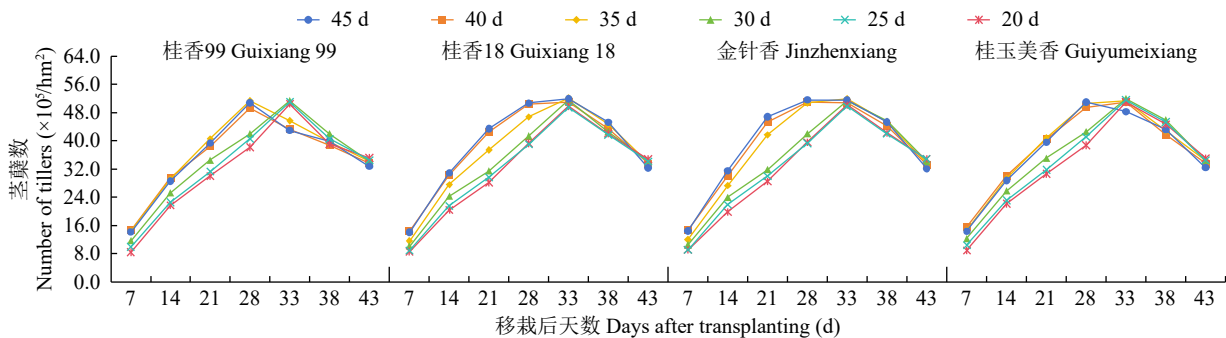


图 1 不同秧龄下各烟后优质稻品种的茎蘖变化
Fig.1 The changes in tillers of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages

2.4 秧龄对烟后优质稻品种干物质积累的影响

秧龄对供试品种各时期干物质质量的影响均达极显著（表 3）。整体上看，随秧龄的延长，分蘖期干物质质量逐渐增加，而齐穗期和成熟期的干物质质量逐渐降低，分蘖期—齐穗期、分蘖期—成熟期、齐穗期—成熟期干物质积累量随秧龄的延长而降低。35、40 和 45 d 秧龄时分蘖前干物质质量较高，但是分蘖后干物质积累量低，20、25 和 30 d 秧龄时，成熟期干物质质量及分蘖期—成熟期干物质积累量较高。

2.5 秧龄对烟后优质稻品种产量及其构成因素的影响

秧龄对供试品种有效穗数、结实率和产量的影响均达极显著（表 4）。产量在 20、25 和 30 d 秧龄间差异不显著，但显著高于其他秧龄时的产量，超过 30 d 秧龄后，产量随秧龄延长而下降。有效穗数在 20、25 和 30 d 秧龄间差异不显著，其中桂香 99、桂玉美香在 20 和 25 d 秧龄时的有效穗数显著高于 40 和 45 d 秧龄，但与 30 和 35 d 秧

表 3 不同秧龄下各烟后优质稻品种的干物质积累
Table 3 Dry matter accumulation of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages t/hm²

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	分蘖期 Tillering stage	齐穗期 Full heading stage	成熟期 Maturity stage	分蘖期—齐穗期 Tillering-Full heading	分蘖期—成熟期 Tillering-Maturity	齐穗期—成熟期 Full heading-Maturity
桂香 99 Guixiang 99	45	1.01±0.02a	9.92±0.12b	13.09±0.18c	8.91±0.10c	12.08±0.17c	3.17±0.16c
	40	1.01±0.01a	9.88±0.12b	13.12±0.06c	8.87±0.11c	12.11±0.06c	3.25±0.17c
	35	0.92±0.04b	10.20±0.35b	13.83±0.33b	9.27±0.31bc	12.90±0.30b	3.63±0.11abc
	30	0.73±0.01c	10.25±0.11b	14.26±0.14a	9.52±0.10b	13.53±0.13a	4.01±0.03a
	25	0.73±0.03c	10.81±0.30a	14.62±0.20a	10.08±0.29a	13.89±0.17a	3.81±0.22ab
	20	0.72±0.03c	10.99±0.26a	14.31±0.19a	10.27±0.27a	13.58±0.16a	3.32±0.40bc
桂香 18 Guixiang 18	45	1.11±0.02a	10.15±0.29c	12.92±0.18b	9.04±0.31c	11.81±0.16c	2.77±0.45a
	40	1.11±0.01a	10.18±0.43c	13.05±0.36b	9.07±0.43c	11.94±0.35c	2.88±0.12a
	35	1.02±0.04b	10.56±0.11bc	13.61±0.48a	9.55±0.08b	12.60±0.45b	3.05±0.42a
	30	0.79±0.03c	11.06±0.34a	13.63±0.23a	10.27±0.31a	12.84±0.20ab	2.57±0.22a
	25	0.79±0.06cd	10.98±0.24ab	13.61±0.48a	10.18±0.29a	12.82±0.51ab	2.63±0.27a
	20	0.75±0.03d	11.00±0.11a	13.90±0.27a	10.26±0.12a	13.16±0.30a	2.90±0.28a
金针香 Jinzhexiang	45	0.90±0.01a	9.98±0.15ab	12.76±0.17d	9.09±0.16c	11.86±0.18e	2.77±0.18b
	40	0.88±0.01a	9.94±0.12b	13.44±0.47c	9.07±0.12c	12.56±0.47d	3.50±0.36a
	35	0.81±0.03b	10.11±0.31ab	13.46±0.23c	9.30±0.28bc	12.65±0.20cd	3.35±0.20a
	30	0.63±0.01c	10.32±0.24ab	13.58±0.33bc	9.69±0.25ab	12.95±0.34bc	3.26±0.56ab
	25	0.62±0.01c	10.39±0.48a	13.90±0.13ab	9.76±0.48a	13.28±0.14ab	3.51±0.61a
	20	0.62±0.01c	10.34±0.19ab	13.99±0.36a	9.72±0.18ab	13.36±0.36a	3.65±0.50a
桂玉美香 Guiyumeixiang	45	1.22±0.03a	11.20±0.36c	14.23±0.20d	9.99±0.38b	13.01±0.18d	3.03±0.53bc
	40	1.22±0.01a	11.35±0.39c	14.26±0.06d	10.13±0.39b	13.05±0.07d	2.92±0.45c
	35	1.12±0.04b	11.49±0.13bc	15.01±0.25c	10.38±0.08b	13.89±0.22c	3.52±0.20ab
	30	0.88±0.01c	11.83±0.14ab	14.99±0.53c	10.95±0.14a	14.11±0.52c	3.16±0.41bc
	25	0.88±0.01c	12.09±0.07a	15.50±0.15b	11.21±0.06a	14.63±0.16b	3.42±0.19abc
	20	0.85±0.05c	12.06±0.37a	15.97±0.52a	11.21±0.41a	15.12±0.55a	3.92±0.17a
	45 d	1.06±0.13a	10.31±0.58d	13.25±0.62d	9.26±0.50d	12.19±0.53e	2.94±0.36c
	40 d	1.05±0.13a	10.34±0.67d	13.47±0.56c	9.28±0.58d	12.42±0.51d	3.14±0.37bc
	35 d	0.97±0.13b	10.59±0.61c	13.98±0.70b	9.62±0.50c	13.01±0.60c	3.39±0.32ab
	30 d	0.76±0.09c	10.87±0.70b	14.12±0.67b	10.11±0.62b	13.36±0.60b	3.25±0.62ab
25 d	0.76±0.10c	11.07±0.71ab	14.41±0.80a	10.31±0.63ab	13.65±0.75a	3.34±0.55ab	
20 d	0.74±0.09c	11.10±0.68a	14.54±0.93a	10.36±0.60a	13.81±0.87a	3.45±0.50a	
秧龄 Seedling age		**	**	**	**	**	**

表 4 不同秧龄下各烟后优质稻品种的产量及其构成因素
Table 4 Yield and its components of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	有效穗数 Effective panicle number (×10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Grains per panicle	结实率 Seed-setting rate (%)	千粒重 1000-grain weight (g)	产量 Yield (t/hm ²)
桂香 99 Guixiang 99	45	264.0±6.0c	191.6±0.8a	75.5±0.4b	21.3±0.2a	7.20±0.03d
	40	269.0±4.6bc	191.4±2.3a	75.8±0.4b	21.5±0.4a	7.33±0.10c
	35	276.0±10.8ab	192.1±1.8a	78.9±1.0a	21.6±0.2a	7.43±0.01b
	30	277.0±4.6ab	191.5±1.6a	79.9±1.8a	21.5±0.2a	7.53±0.03a
	25	280.0±6.9a	191.8±1.9a	80.0±0.5a	21.3±0.2a	7.59±0.05a
	20	282.0±0.0a	191.6±2.1a	79.4±0.8a	21.7±0.1a	7.54±0.03a
桂香 18 Guixiang 18	45	262.0±1.7c	187.5±1.4a	78.7±1.9a	22.0±0.4a	6.55±0.03c
	40	271.0±3.5b	187.5±2.2a	79.0±2.0a	22.0±0.4a	6.67±0.09b
	35	272.0±9.2b	188.2±1.7a	79.4±1.0a	21.9±0.4a	6.72±0.15b
	30	278.0±6.2ab	187.7±1.5a	80.5±1.8a	22.1±0.3a	6.85±0.03a
	25	279.0±5.2ab	188.0±1.8a	80.5±0.5a	21.9±0.5a	6.85±0.07a
	20	282.0±0.0a	187.8±2.1a	79.9±0.8a	22.0±0.5a	6.86±0.03a
金针香 Jinzhexiang	45	260.0±1.7c	191.3±1.5a	75.7±1.3c	20.9±0.3a	6.93±0.06c
	40	268.0±3.7bc	191.3±2.3a	76.9±0.4c	21.0±0.1a	6.98±0.08c
	35	270.0±9.0b	192.0±1.8a	80.0±1.0b	21.0±0.3a	7.10±0.07b
	30	275.0±6.2ab	191.4±1.6a	81.1±1.8ab	21.4±0.2a	7.27±0.05a

续表 4 Table 4 (continued)

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	有效穗数 Effective panicle number ($\times 10^4/\text{hm}^2$)	穗粒数 Grains per panicle	结实率 Seed-setting rate (%)	千粒重 1000-grain weight (g)	产量 Yield (t/hm^2)
桂玉美香 Guiyumexiang	25	276.0 \pm 5.3ab	191.7 \pm 1.9a	82.1 \pm 0.6a	20.9 \pm 0.3a	7.26 \pm 0.03a
	20	281.0 \pm 3.4a	191.5 \pm 1.2a	80.5 \pm 0.8ab	21.0 \pm 0.3a	7.26 \pm 0.02a
	45	263.0 \pm 3.5c	187.6 \pm 1.2a	75.5 \pm 1.4c	20.9 \pm 0.3a	6.67 \pm 0.06c
	40	267.0 \pm 6.0bc	187.5 \pm 2.2a	76.7 \pm 0.4c	21.0 \pm 0.2a	6.64 \pm 0.02c
	35	275.0 \pm 7.6ab	188.2 \pm 1.7a	79.5 \pm 0.5b	20.7 \pm 0.2a	6.85 \pm 0.03b
	30	275.0 \pm 4.6ab	187.6 \pm 1.5a	80.9 \pm 0.8ab	20.6 \pm 0.2a	6.98 \pm 0.05a
	25	277.0 \pm 6.9a	187.9 \pm 1.8a	81.6 \pm 0.7a	20.9 \pm 0.2a	6.96 \pm 0.04a
	20	281.0 \pm 1.7a	187.4 \pm 1.5a	81.9 \pm 0.5a	20.8 \pm 0.3a	6.97 \pm 0.02a
	45 d	262.3 \pm 3.5e	189.5 \pm 2.3a	76.4 \pm 1.9c	21.3 \pm 0.5a	6.84 \pm 0.27d
	40 d	268.8 \pm 4.1d	189.4 \pm 2.8a	77.1 \pm 1.5c	21.4 \pm 0.5a	6.91 \pm 0.30c
	35 d	273.3 \pm 8.2c	190.1 \pm 2.5a	79.5 \pm 0.8b	21.3 \pm 0.6a	7.03 \pm 0.29b
	30 d	276.3 \pm 4.9bc	189.6 \pm 2.4a	80.61 \pm 4a	21.4 \pm 0.6a	7.16 \pm 0.28a
	25 d	278.0 \pm 5.5ab	189.8 \pm 2.6a	81.1 \pm 1.0a	21.2 \pm 0.5a	7.17 \pm 0.30a
	20 d	281.5 \pm 1.7a	189.6 \pm 2.6a	80.4 \pm 1.2a	21.4 \pm 0.6a	7.16 \pm 0.28a
	秧龄 Seedling age		**	ns	**	ns

“ns”表示差异不显著，下同。

“ns” indicates no significant differences, the same below.

龄时差异不显著，桂香 18、金针香在 20 d 秧龄时有效穗数显著高于 35、40 和 45 d 秧龄，但与 25 和 30 d 秧龄时差异不显著。从整体上看，35、40 和 45 d 秧龄时的结实率低于 20、25 和 30 d 秧龄。以上结果表明，20、25 和 30 d 秧龄时，供试品种能够获得较高的有效穗数和结实率，从而获得较高

的产量。

相关分析（表 5）发现，齐穗期、成熟期、分蘖期—齐穗期、分蘖期—成熟期、齐穗期—成熟期的干物质积累与有效穗数、结实率及产量均呈显著正相关，表明分蘖后干物质的积累是决定产量形成的关键因素。

表 5 产量及其构成因素与干物质积累量间的相关性

Table 5 The correlation between yield and its components and dry matter accumulation indicators

项目 Item	产量 Yield	有效穗数 Effective panicle number	穗粒数 Grains per panicle	结实率 Seed-setting rate	千粒重 1000-grain weight
分蘖期干物质质量 Dry matter weight at tillering stage	-0.97**	-0.91**	-0.18	-0.93**	0.02
齐穗期干物质质量 Dry matter weight at full heading stage	0.96**	0.94**	0.28	0.94**	-0.13
成熟期干物质质量 Dry matter weight at maturity stage	0.96**	0.98**	0.42	0.95**	-0.10
分蘖期—齐穗期干物质积累量 Dry matter accumulation from tillering to full heading	0.97**	0.93**	0.26	0.94**	-0.10
分蘖期—成熟期干物质积累量 Dry matter accumulation from tillering to maturity	0.97**	0.98**	0.37	0.96**	-0.08
齐穗期—成熟期干物质积累量 Dry matter accumulation from full heading to maturity	0.81*	0.92**	0.60	0.84*	0.00

“**”表示相关性极显著 ($P < 0.01$)，“*”表示相关性显著 ($P < 0.05$)。

“**” indicates extremely significant correlation ($P < 0.01$), “*” indicates significant correlation ($P < 0.05$).

2.6 秧龄对烟后优质稻品种稻米品质的影响

秧龄对供试品种糙米率、整精米率、垩白度和垩白粒率的影响均达极显著（表 6）。糙米率和整精米率随秧龄的延长呈降低趋势，糙米率在 20、25 和 30 d 秧龄时较高且处理间差异不显著，桂香 99 和桂玉美香的整精米率在 20、25 和 30 d 秧龄时较高且处理间差异不显著，桂香 18 和金针香的整精米率在 30 和 25 d 秧龄间差异不显著，在 25 和

20 d 秧龄间差异亦不显著。垩白粒率随秧龄的延长而降低，桂香 99 的垩白度随秧龄的延长也呈降低趋势，但桂香 18 和桂玉美香的垩白度在不同秧龄处理间无显著差异。同一品种不同秧龄处理间的粒长、长宽比、透明度和直链淀粉含量均无显著差异。以上结果表明，与 35、40 和 45 d 秧龄相比，20、25 和 30 d 秧龄有利于供试品种的糙米率、整精米率，但不利于垩白粒率。

表 6 不同秧龄下各烟后优质稻品种的稻米品质
Table 6 Rice quality of high-quality rice varieties following tobacco under different seedling ages

品种 Variety	秧龄 Seedling age (d)	糙米率 Brown rice rate (%)	整精米率 Head rice rate (%)	粒长 Grain length (mm)	长宽比 Length-width ratio	垩白度 Chalkiness degree (%)	垩白粒率 Chalkiness rate (%)	透明度 Transparency	直链淀粉含量 Amylose content (%)
桂香 99 Guixiang 99	45	76.20±0.54b	55.92±0.55c	6.940±0.211a	3.43±0.10a	0.60±0.05d	2.42±0.12c	1.0±0.0a	15.74±1.48a
	40	77.21±0.97b	57.68±0.92b	6.826±0.239a	3.50±0.12a	0.71±0.05c	2.33±0.19c	1.3±0.6a	15.40±0.60a
	35	79.57±2.07a	59.05±1.70ab	6.739±0.212a	3.41±0.06a	0.73±0.06bc	3.15±0.14ab	1.3±0.6a	15.41±1.96a
	30	80.43±1.57a	59.37±0.93ab	6.871±0.189a	3.36±0.05a	0.80±0.05bc	2.93±0.21b	1.3±0.6a	16.02±0.28a
	25	80.79±0.77a	60.62±1.12a	6.900±0.247a	3.42±0.02a	0.83±0.04b	3.55±0.18a	1.3±0.6a	15.46±1.20a
桂香 18 Guixiang 18	20	79.25±0.99a	59.17±0.84ab	6.982±0.099a	3.44±0.11a	0.99±0.06a	3.41±0.27a	1.3±0.6a	16.89±1.08a
	45	75.38±0.38c	50.62±1.81d	7.652±0.118a	4.47±0.07a	0.03±0.06a	0.13±0.12d	1.0±0.0a	14.66±0.73a
	40	76.43±0.82bc	52.15±0.80cd	7.745±0.046a	4.44±0.06a	0.03±0.06a	0.55±0.34cd	1.0±0.0a	14.50±1.62a
	35	77.29±0.18b	54.14±1.28ab	7.757±0.106a	4.43±0.06a	0.08±0.02a	0.53±0.03cd	1.3±0.6a	15.90±1.30a
	30	79.34±1.35a	54.66±0.65a	7.771±0.039a	4.47±0.10a	0.07±0.06a	0.79±0.27bc	1.0±0.0a	16.25±0.81a
金针香 Jinzhexiang	25	79.27±2.20a	53.67±1.02abc	7.753±0.115a	4.45±0.05a	0.04±0.04a	1.31±0.15a	1.0±0.0a	14.74±1.27a
	20	79.72±1.95a	52.55±0.43bc	7.822±0.041a	4.50±0.08a	0.08±0.01a	1.23±0.28ab	1.0±0.0a	16.14±0.49a
	45	76.62±0.07d	54.75±0.87c	7.669±0.285a	4.37±0.10a	0.14±0.12b	0.40±0.29c	1.3±0.6a	17.83±0.82a
	40	77.54±0.23cd	54.90±0.43c	7.686±0.129a	4.43±0.12a	0.26±0.05a	0.65±0.07c	1.7±0.6a	17.16±1.81a
	35	79.00±0.39bc	57.62±0.46a	7.754±0.115a	4.49±0.08a	0.31±0.04a	1.30±0.34b	1.3±0.6a	16.91±0.61a
桂玉美香 Guiyumeixiang	30	80.54±1.33ab	57.30±1.91a	7.587±0.182a	4.43±0.02a	0.26±0.02a	1.46±0.43b	1.3±0.6a	17.14±1.13a
	25	79.94±0.93ab	57.12±1.16ab	7.655±0.272a	4.46±0.19a	0.28±0.06a	2.07±0.34a	1.7±0.6a	18.10±2.52a
	20	80.69±0.36a	55.49±1.01bc	7.548±0.220a	4.45±0.02a	0.07±0.12b	2.47±0.18a	1.3±0.6a	18.01±1.91a
	45	76.44±0.50c	49.82±0.25b	7.866±0.157a	4.49±0.10a	0.15±0.03a	0.02±0.04e	1.0±0.0a	15.49±1.41a
	40	77.59±0.26bc	50.49±1.19b	7.745±0.204a	4.54±0.11a	0.13±0.01a	0.49±0.43d	1.0±0.0a	15.17±0.47a
秧龄 Seedling age	35	78.79±0.25ab	53.52±1.48a	7.725±0.106a	4.51±0.10a	0.11±0.10a	1.28±0.29c	1.3±0.6a	16.19±2.59a
	30	79.56±0.19a	53.36±0.59a	7.636±0.098a	4.58±0.05a	0.13±0.04a	1.55±0.26c	1.0±0.0a	16.17±1.93a
	25	80.18±0.33a	53.05±1.11a	7.710±0.163a	4.63±0.06a	0.12±0.02a	2.67±0.63b	1.0±0.0a	14.55±0.65a
	20	79.66±0.59a	52.98±0.79a	7.714±0.076a	4.54±0.06a	0.15±0.01a	3.16±0.34a	1.0±0.0a	14.67±1.41a
	45 d	76.16±0.61d	52.78±2.87d	7.532±0.406a	4.19±0.47a	0.23±0.24b	0.74±1.03d	1.1±0.3a	15.93±1.57a
40 d	77.19±0.74c	53.81±2.95c	7.501±0.433a	4.23±0.45a	0.29±0.27a	1.01±0.84c	1.3±0.5a	15.56±1.49a	
35 d	78.66±1.26b	56.08±2.70b	7.494±0.471a	4.21±0.49a	0.31±0.28a	1.57±1.03b	1.3±0.5a	16.10±1.62a	
30 d	79.97±1.19a	56.18±2.57a	7.466±0.385a	4.21±0.52a	0.31±0.30a	1.69±0.85b	1.2±0.4a	16.40±1.12a	
25 d	80.04±1.22a	56.11±3.29a	7.504±0.408a	4.24±0.51a	0.32±0.32a	2.40±0.91a	1.3±0.5a	15.71±2.00a	
20 d	79.83±1.12a	55.05±2.81a	7.517±0.355a	4.23±0.48a	0.32±0.41a	2.57±0.91a	1.2±0.4a	16.43±1.70a	
秧龄 Seedling age		**	**	ns	ns	**	**	ns	ns

3 讨论

3.1 不同秧龄对秧苗素质、生育期和干物质积累的影响

秧龄直接影响秧苗素质，进而影响大田初始期群体建成，最终影响水稻产量，秧龄过大或过小均会导致秧苗素质低、移栽时植伤严重、成活率低^[16-17]。本研究中苗高和叶龄等秧苗素质指标随秧龄的延长而增加，这与当前普遍的研究^[18-19]结论是一致的。但秧龄超过 30 d 后，秧苗素质指标随秧龄延长而增加的幅度变缓，这是因为长秧龄下秧苗个体生长后期对育秧盘提供的营养和空间竞争激烈，导致秧苗生长变缓，因此本研究认为不能仅通过延长秧龄来获得较好的秧苗素质。

随秧龄的延长，全生育期延长，本田期小幅度

缩短^[20-21]，本田期缩短的天数因品种的光温敏感类型和基本营养生长特性不同而有所不同^[22-23]。本研究表明，供试品种在 30 d 秧龄时比 20 d 秧龄时提早成熟 2~3 d，但超过 30 d 秧龄时比 30 d 秧龄时的本田期没有明显缩短。因此，20~30 d 范围内延长秧龄对缩短本田期有一定作用。

干物质积累量取决于作物光合作用能力，对产量形成至关重要^[24]，长秧龄造成全生育期的叶面积指数和结实期的光合速率下降，导致干物质积累量减少^[25]，曹静^[20]研究表明，20 d 秧龄时分蘖期的干物质积累低于 40 d 秧龄时，但齐穗期和成熟期干物质积累高于 40 d 秧龄时。本研究结果表明，35~45 d 秧龄有利于分蘖前干物质的积累，但 20~30 d 秧龄有利于分蘖后干物质的积累，分析其原因发现，35~45 d 秧龄比 20~30 d 秧龄能更快开始分蘖，也

能更快达到最高分蘖数。同时本研究还发现,分蘖后干物质的积累对产量起决定作用,20~30 d 秧龄时供试品种的成熟期干物质质量及分蘖期一成熟期干物质积累量较高,这是该秧龄下品种高产形成的内在基础。

3.2 不同秧龄对产量及其构成因素和稻米品质的影响

合理的秧龄对移栽后群体质量乃至产量形成至关重要,过长的秧龄造成群体的有效穗数、穗粒数和结实率降低,从而导致产量降低^[14]。彭福燕等^[13]研究指出,在12~30 d 秧龄范围内,产量随秧龄的延长先增加后降低,短秧龄时因有较高的有效穗数而获得较高产量。胡谷琅等^[26]研究认为,20~40 d 秧龄范围内,20 d 秧龄时因有效穗数和穗粒数的增加而获得高产。不同类型品种的最适秧龄有区别,如籼型杂交稻泰两优217高产与优质的最适秧龄比粳型杂交稻甬优1540短5~7 d^[14],本研究表明,供试的籼型优质常规稻品种在20~30 d 秧龄时的产量显著高于35~45 d 秧龄时,具体表现在该秧龄下有效穗数和结实率高。本研究还发现,不同秧龄处理下供试品种的分蘖进程和最高分蘖数基本相同,然而超过35 d 秧龄时的最终有效穗数低于20~30 d 秧龄时,这说明长秧龄会导致更多的分蘖转变为无效分蘖。

秧龄通过影响水稻各生育阶段的光温资源分配,尤其是抽穗一成熟期所处的气候环境状态,从而间接地影响稻米品质的形成^[27-28]。本研究结果表明,供试品种的糙米率和整精米率在20~30 d 秧龄时较高,超过35 d 秧龄明显下降,这与马义虎等^[14]的研究结论不一致,可能是不同类型的品种对光温条件的响应不同造成的。本研究中,供试品种的垩白粒率随秧龄的延长逐渐降低,这与前人^[13-14]研究结果一致,垩白度随秧龄的延长而降低的变化趋势不明显,特别是桂香18和桂玉美香的垩白度在不同秧龄间差异不显著,分析其原因发现,本研究中所用的供试品种均是低垩白的优质稻品种,延长秧龄能够进一步降低垩白度的空间很小。本研究中供试品种在各秧龄处理下的垩白度均<1%,符合《食用稻品种品质》^[29]优质一等对垩白度的要求。各秧龄处理下,供试品种的透明度均是1级或2级,直链淀粉含量均在13.0%~20.0%,均符合《食用稻品种品质》^[29]优质二等以上对透明度和直链淀粉含量的要求,这说明20~30 d 秧龄时供试品种有较高的

加工品质,其他稻米品质指标也能达优质等级。

烟叶种植中往往为提高上部烟叶成熟度而延长终采期,从而带来烟后水稻播种、插秧时劳动力不足和田块茬口紧张等问题。广西优质晚稻生产中,秧龄一般是20 d左右^[30],但本研究表明,供试品种的产量、品质在25、30 d 秧龄与20 d 秧龄时没有显著区别,因此采用20~30 d 秧龄,即可保证烟后水稻产量和品质,又能有足够的时间跨度协调烟叶终采期与水稻插秧期间的茬口矛盾。

4 结论

20~30 d 秧龄是优质常规稻桂香99、桂香18、金针香和桂玉美香作烟后稻种植时实现高产优质相协调的最适秧龄。

参考文献

- [1] 薛琳,陈楠,王学瑛,等.长期烟稻轮作对烟田土壤微生物多样性和群落结构的影响.农业资源与环境学报.(2025-06-18) [2025-10-23]. <https://doi.org/10.13254/j.jare.2025.0067>.
- [2] 艾亥麦提·艾麦尔江,黄佳,成志军,等.不同轮作模式对植烟土壤团聚体稳定性及烟叶品质的影响.湖南农业大学学报(自然科学版),2023,49(1):18-24.
- [3] 周启运,郑重谊,荆永锋,等.湘南稻作烟区不同土层土壤有机质含量与氮磷钾关系研究.作物杂志,2021(5):114-119.
- [4] 李云霞,杨佳萌,李洋洋,等.不同移栽期对烟稻轮作烟区烤烟生长发育及产量和质量的影响.作物杂志,2025(2):222-227.
- [5] 徐江峰.广西跑出烟草农业高质量发展“加速度”.东方烟草报,2024-07-22(004).
- [6] Lei Y P, Xiao Y L, Li L F, et al. Impact of tillage practices on soil bacterial diversity and composition under the tobacco-rice rotation in China. *Journal of Microbiology*, 2017, 55: 349-356.
- [7] Lampayan R M, Faronilo J E, Tuong T P, et al. Effects of seedbed management and delayed transplanting of rice seedlings on crop performance, grain yield, and water productivity. *Field Crops Research*, 2015, 183(14): 303-314.
- [8] 王亚梁,朱德峰,张玉屏,等.连作杂交晚稻精准条播长秧龄机插的生长及产量特性分析.作物学报,2022,48(1):215-225.
- [9] 李应洪,王海月,吕腾飞,等.不同秧龄下机插方式与密度对杂交稻光合生产及产量的影响.中国水稻科学,2017,31(3):265-277.
- [10] 李应洪,孙永健,李玥,等.不同秧龄下机插方式与密度对杂交稻根系生长及氮素利用特征的影响.中国水稻科学,2017,31(6):599-610.
- [11] 罗琼,王昆,许靖波,等.秧龄对机插杂交晚稻生长发育及产量的影响.杂交水稻,2017,32(2):38-42.
- [12] 张均华,林育炯,黄洁,等.基质类型及烯效唑对不同秧龄晚稻机插质量和产量的影响.农业工程学报,2018,34(1):44-52.
- [13] 彭福燕,杨罗浩,高俊阳,等.播期及秧龄对湖北二期晚粳产量和品质的影响.华中农业大学学报,2021,40(3):105-112.
- [14] 马义虎,何贤彪,陈剑,等.秧龄对浙东南地区优质稻产量和品质的影响.作物杂志,2023(3):116-125.
- [15] 张桂莲,刘逸童,向超豪,等.不同秧龄移栽对优质杂交晚稻产量和稻米品质的影响.杂交水稻,2017,32(5):66-70.

- [16] Li Y X, Liu Y, Wang Y H, et al. Effects of seedling age on the growth stage and yield formation of hydroponically grown long-mat rice seedlings. *Journal of Integrative Agriculture*, 2020, 19: 1755-1767.
- [17] 陈立才, 祁兵, 黄俊宝, 等. 大苗插秧机对杂交晚稻群体质量构建及产量的影响. *江西农业大学学报*, 2021, 43(4): 721-730.
- [18] 王坤庭, 冯源, 刘梦竹, 等. 播种量和秧龄对机插籼粳杂交稻秧苗素质、产量和加工品质的影响. *中国稻米*, 2024, 30(3): 91-97.
- [19] 何勇, 张诗骞, 王志成, 等. 印度梨形孢与复合肥组合施用对水稻机插秧秧苗素质的影响. *中国水稻科学*, 2025, 39(3): 412-422.
- [20] 曹静. 水稻秧龄及设置方式对不同品种农学表现的影响及机理. 武汉: 华中农业大学, 2021.
- [21] Lampayan R M, Xangsayasane P, Bueno C. Crop performance and water productivity of transplanted rice as affected by seedling age and seedling density under alternate wetting and drying conditions in Lao PDR. *Water*, 2019, 11: 1816.
- [22] 王孟佳, 殷敏, 褚光, 等. 长江中下游双季晚粳稻产量、生育时期及温光资源配置的生态性差异. *中国水稻科学*, 2021, 35(5): 475-486.
- [23] 刘蕾蕾. 气候变化、品种更新和管理措施对我国水稻生育期及产量影响的研究. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [24] 吴子帅, 李虎, 罗群昌, 等. 施氮量对优质常规稻‘桂育 11 号’干物质生产及氮肥利用率的影响. *分子植物育种*. (2022-12-09) [2025-10-23]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20221208.1818.006.html>.
- [25] 李杰, 张洪程, 龚金龙, 等. 稻麦两熟地区不同栽培方式超级稻分蘖特性及其与群体生产力的关系. *作物学报*, 2011, 37(2): 309-320.
- [26] 胡谷琅, 薛占奎, 闫川, 等. 播种期、秧龄及施氮量对杂交粳稻春优 84 产量及生产特性的影响. *浙江农业学报*, 2014, 26(3): 564-569.
- [27] 赵庆勇, 朱镇, 张亚东, 等. 播期和地点对不同生态类型粳稻稻米品质性状的影响. *中国水稻科学*, 2013, 27(3): 297-304.
- [28] Dou Z, Tang S, Li G H, et al. Application of nitrogen fertilizer at heading stage improves rice quality under elevated temperature during grain-filling stage. *Crop Science*, 2017, 57(4): 2183-2192.
- [29] 农业农村部种植业管理司. 食用稻品种品质: NY/T 593-2021. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [30] 广西壮族自治区农业厅. 优质常规稻高产栽培技术规程: DB45/T 1205-2015. 南宁: 广西壮族自治区质量监督局, 2015.

Effects of Seedling Age on Seedling Quality, Yield and Grain Quality of Rice following Tobacco

Lu Yanhui¹, Song Zhanfeng², Li Hu³, Liu Guanglin³, Chen Chuanhua³, Luo Qunchang³, Wu Zishuai³

(¹Guangxi Zhuang Autonomous Region Company of China National Tobacco Corporation, Nanning 530022, Guangxi, China; ²Baise Company of Guangxi Zhuang Autonomous Region Tobacco Corporation, Baise 533000, Guangxi, China; ³Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Guangxi Key Laboratory of Rice Genetics and Breeding, Nanning 530007, Guangxi, China)

Abstract To explore the suitable rice seedling age in tobacco-rice multiple cropping, four rice varieties (Guixiang 99, Guixiang 18, Jinzhenxiang, and Guiyumeixiang) were used to study the effects of seedling ages on seedling quality, yield, and grain quality. The results showed that extending the seedling age increased the seedling quality indexes, but root number, root length, and root dry weight did not increase further after 35 days. The field growth period of the tested varieties at 30 days seedling age was significantly shorter (by 2-3 days) than at 20 days, while there was no significant difference between 30 days and over 35 days. The maximum tiller number was similar across all seedling ages, but seedling ages over 35 days reached the maximum tiller number more quickly. Dry matter weight at the full heading and maturity stages, as well as the dry matter accumulation during the tillering-heading, tillering-maturity, and heading-maturity period, all showed a decreasing trend with the extension of seedling age. Yield at 20, 25 and 30 days seedling ages showed no significant differences but was significantly higher than at other seedling ages. There were no significant differences in effective panicle number and seed-setting rate among seedling ages of 20, 25, and 30 days. Seedling ages of 20, 25, and 30 days were conducive to improving the brown rice rate and head rice rate, but they also increased the chalkiness rate. In conclusion, for the high-quality conventional rice varieties (Guixiang 99, Guixiang 18, Jinzhenxiang and Guiyumeixiang) planted following tobacco, a seedling age of 20-30 days is optimal for achieving a balance between high yield and superior rice quality.

Key words Tobacco-rice multiple cropping; Seedling age; Yield; Grain quality; Seedling quality