

生物有机肥对中稻及再生稻产量和品质的影响研究

李龙辉^{1,2} 周伟³ 张甲² 晏承兴² 卿明敬² 李承端² 周静²

(¹ 重庆三峡学院生物与食品工程学院, 万州 404020; ² 重庆三峡农业科学院, 万州 404155;

³ 重庆市万州区农业技术与机械推广中心, 万州 404120)

摘要: 为了完善和发展再生稻生物有机肥的施用方法, 助力重庆市再生稻产业新发展, 以重庆市开州区竹溪镇为例, 采用大田小区试验, 用生物有机肥代替部分无机肥, 研究不同施肥处理对中稻和再生稻产量以及品质的影响。结果表明: 施用生物有机肥, 对中稻产量的增幅为 3.28%~5.01%, 对再生稻产量的增幅为 1.64%~17.09%, 对总产量的增幅为 3.16%~8.26%。生物有机肥的施用, 提高了中稻和再生稻的有效穗数、成穗率和结实率, 进而提高二者产量, 且对再生稻的提升效果要高于中稻; 并且能够有效降低稻米的垩白度、垩白粒率、直链淀粉含量和蛋白质含量, 提高稻米的糙米率、整精米率、淀粉含量和食味值, 有效提高稻米外观品质、加工品质、蒸煮食味品质和营养品质, 进而提升稻米品质。从综合效益出发, 推荐施肥方式为生物有机肥 2.25t/hm²+75% 常规施肥(尿素 261kg/hm²、过磷酸钙 750kg/hm²、氯化钾 200kg/hm²)。

关键词: 生物有机肥; 产量; 品质; 中稻; 再生稻

Effect of Bio-organic Fertilizer on Yield and Quality of Mid-season Rice and Ratooning Rice

LI Longhui^{1,2}, ZHOU Wei³, ZHANG Jia², YAN Chengxing²,
QING Mingjing², LI Chengduan², ZHOU Jing²

(¹ College of Biology and Food Engineering, Chongqing Three Gorges University, Wanzhou 404020, Chongqing ;

² Chongqing Three Gorges Academy of Agricultural Sciences, Wanzhou 404155, Chongqing ;

³ Wanzhou Agricultural Technology and Machinery Extension Center, Wanzhou 404120, Chongqing)

水稻作为我国最重要的粮食作物之一, 其产量和品质对国家粮食安全以及社会稳定等方面均有着巨大作用。我国的水稻种植范围广泛, 年栽培面积超过了 2900 万 hm²^[1], 不过受国家农业产业结构调整、社会经济发展和自然条件变化等一些因素的影响, 我国水稻的真实种植面积有一定的下降^[2], 而水稻产量和品质的提高, 除了耕地面积增加和水稻育种突破之外, 耕作栽培技术水平的提高也是重要方

面之一^[3]。再生稻是采用一定的农艺措施, 在头季稻收割后利用稻桩上的休眠芽萌发、生长、抽穗至成穗成熟, 达到一种两收的目的, 是提高复种指数和经济效益的有效措施之一^[4-7], 具有省种、省工、节水、调节劳力、生育期短、生产成本相对较低等优势, 是一种环境友好型的水稻栽培模式^[8-10]。生物有机肥是以各种优质肥料型有机质为载体, 并且加入特定功能微生物复合而成的一类肥料, 它兼具了微生物肥和有机肥的效应^[11-12]。研究表明, 施用生物有机肥能有效提高土壤有机质含量、改善土壤理化性状, 调节植物生长发育、增强植物抗病(虫)能力, 改善植物根际营养环境, 提升农产品品质^[13], 是改良地

基金项目: 重庆市创新创业团队“三峡库区农作物种业研发创新创业团队”(cstc2017kjrc-excytd0404); 重庆市技术创新与应用发展专项重点项目(cstc2021jscx-tpyzxX0005); 重庆三峡学院研究生科研创新项目(YJSKY22046)

通信作者: 周静

力的有效方式^[14]。本试验通过研究生物有机肥不同施用水平对中稻和再生稻产量以及品质的影响,以期为中稻和再生稻生物有机肥的施用提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间和地点 试验于2022年3–11月在重庆市开州区竹溪镇平溪村进行(31°6′35″N, 108°15′27″E, 海拔190m)。

1.2 试验地概况 试验田土壤碱解氮155mg/kg,有效磷6.8mg/kg,速效钾145.4mg/kg,有机质42.1g/kg, pH值7.0,地力均匀,地势平坦,排灌方便。

1.3 供试材料

1.3.1 供试水稻品种 供试水稻品种为川农优538(渝审稻20210007)。

1.3.2 供试肥料 (1)科特宝贝生物有机肥:由重庆诺道邦农业发展有限公司提供,总养分(N+P₂O₅+K₂O ≥ 2.95%)、有机质(以干基计) ≥ 40%、水分 ≤ 45%、pH值6.4、有效活菌数 ≥ 0.2亿/g;(2)灭活后的科特宝贝生物有机肥;(3)有机肥:未加生物菌剂的生物有机肥,由重庆诺道邦农业发展有限公司提供;(4)无机化肥包括尿素(N ≥ 46.2%,四川天华股份有限公司)、过磷酸钙(P₂O₅ ≥ 12.0%,湖北兴发化工集团股份有限公司)、氯化钾(K₂O ≥ 60%,中农集团控股股份有限公司)、锌肥(ZnSO₄·7H₂O ≥ 96%,重庆市万州区镁帅农资经营部)。

1.4 试验设计 试验共设置8个处理,分别是处理1(CK):不施肥;处理2(L1):常规施肥(尿素261kg/hm²、过磷酸钙750kg/hm²、氯化钾200kg/hm²);处理3(L2):科特宝贝生物有机肥2.25t/hm²+常规施肥;处理4(L3):科特宝贝生物有机肥3.75t/hm²+常规施肥;处理5(L4):科特宝贝生物有机肥2.25t/hm²+75%常规施肥;处理6(L5):科特宝贝生物有机肥3.75t/hm²+75%常规施肥;处理7(L6):灭活后的科特宝贝生物有机肥3.75t/hm²+75%常规施肥;处理8(L7):有机肥3.75t/hm²+75%常规施肥。为防止水稻坐兜,所有处理都施用锌肥45kg/hm²作底肥。科特宝贝生物有机肥、灭活后的科特宝贝生物有机肥、有机肥、过磷酸钙、氯化钾作底肥一次性施用。尿素80%作底肥,20%待插秧后7~10d转青后施用。

试验每个处理设3次重复,田间随机区组排

列。小区面积13.34m²,窝行距20.8cm×30cm。3月7日播种,4月16日移栽,每穴栽壮苗2株。试验四周设置4行以上保护行,重复间走道50cm,区组间不设走道。各小区单独做埂,地膜包裹,独排独灌,防止水肥串连。各处理中稻成熟后及时单收,留桩高度约40cm。所有处理中稻收割前10d施尿素225kg/hm²作为再生稻促芽肥,中稻收割后7d施尿素150kg/hm²作为再生稻提苗肥。其他田间管理与当地一般大田保持一致。

1.5 测定指标

1.5.1 产量性状考察 每个处理定点调查10穴取平均值计算出有效穗数、株高和成穗率。在中稻和再生稻的成熟期,按照单窝有效穗数每小区选取5穴,晾晒过后进行穗长、千粒重、结实率、穗平着粒数等产量性状的考种;各小区实收产量经过脱粒晾晒后进行称重,取3次重复平均值,按水分含量13%的标准,折算成单位面积的产量。

1.5.2 品质性状考察 稻米的加工品质采用糙米机、精米机测定,营养品质采用多功能谷物近红外分析仪NIRS™DA1650测定,食味值采用大米食味计JSWL-II测定。

1.6 数据处理与分析 试验数据采用Excel 2007和SPSS 27.0进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理中稻和再生稻产量分析 如表1所示,中稻产量中,L3、L4、L5、L7四者产量均超过了12.00t/hm²,余下四者产量也达到11.40t/hm²以上;除L6以外,其余处理产量均高于对照,排名第一的为L7,产量达到12.56t/hm²,与对照相比,增产幅度达到8.46%;排在第2位、第3位的为L4和L3,增产幅度均为5.01%,二者产量几乎相同;L6产量11.47t/hm²,低于对照组产量11.58t/hm²,减产幅度为0.95%。再生稻产量中,所有处理产量均高于对照组产量,L2、L3、L4、L7四者产量超过了6.00t/hm²,增产幅度都超过了10%,其中L2产量最高,达到6.44t/hm²,增产幅度达到了17.09%;余下四者产量也达到5.50t/hm²以上,增产幅度最小的为L5,仅有1.64%。两季总产量中,所有处理产量均高于对照组产量,L2、L3、L4、L7产量超过了18.00t/hm²,增产幅度都超过了7%,其中L7产量最高,达到18.64t/hm²,增产幅度达到了9.13%;余下四者产量

达到 17.00t/hm² 以上,增产幅度最小的为 L6,仅有 1.70%。对中稻产量、再生稻产量以及两季总产量的方差显著性分析显示,三者均未达到显著性水平,差异不明显。不同施肥处理对中稻的增减产幅度为 -0.95%~8.46%,极差为 9.41%,对再生稻的增减产幅度为 1.64%~17.09%,极差为 15.45%,对两季总产量的增减产幅度为 1.70%~9.13%,极差为 7.43%,对再生稻的增减产幅度超过了 10.00%,对中稻的增减产幅度未达到 10.00%,所以,生物有机肥的施用对再生稻的增产效果最为明显,对中稻的增产效果次之。本次试验中,L7 的产量最高,L3、L4 次之,在产量上所有处理都没有显著性差异,从生产成本综合考虑,推荐施用 L4,即科特宝贝生物有机肥 2.25t/hm²+75% 常规施肥。

2.2 不同处理中稻和再生稻产量构成分析 由表 2 可知,不同处理下,中稻的农艺性状表现为:株高变幅为 125.6~138.3cm,L4 最高,L6 最低;穗长变幅为 26.6~30.7cm,CK 最长,L4 最短;有效穗数变幅为 225.3 万~281.7 万 /hm²,CK 最少,L1 最多;成穗率变幅为 64.6%~75.8%,L6 最高,L7 最低;穗平着粒数变幅为 197.5~275.1 粒 /穗,CK 最高,L7 最低;结实率变幅为 78.3%~89.4%,L3 最高,CK 最低;千粒重变幅为 26.0~27.6g,L4 最高,L1 和 L5 最低。中稻的株高、穗长、有效穗数、成穗率、穗平着粒数、结实率和千粒重的部分处理间差异达到显著和极显著水平,且各处理的有效穗数和结实率均高于对照组。

再生稻的农艺性状表现为:株高变幅为 99.0~108.4cm,L1 最高,L6 最低;穗长变幅为 18.6~20.7cm,CK 最长,L6 最短;有效穗数变幅为

289.7 万~403.5 万 /hm²,CK 最少,L6 最多;成穗率变幅为 84.6%~89.0%,L4 最高,CK 最低;穗平着粒数变幅为 82.0~106.1 粒 /穗,CK 最高,L6 最低;结实率变幅为 69.5%~83.8%,L7 最高,L3 最低;千粒重变幅为 24.5~26.0g,CK 和 L7 最高,L6 最低。再生稻的株高、穗长、有效穗数、穗平着粒数、结实率和千粒重部分处理间的差异达到显著和极显著水平,且各处理的有效穗数均高于对照组,成穗率未达到显著差异水平。与中稻相比,再生稻的株高、穗长、穗平着粒数、结实率和千粒重均呈现明显的下降趋势,而有效穗数和成穗率却有明显的上升趋势。

2.3 不同处理中稻和再生稻农艺性状对产量的通径分析 为探究中稻和再生稻农艺性状对各自产量的影响,展开了有效穗数(X_1)、穗粒数(X_2)、结实率(X_3)、千粒重(X_4)、株高(X_5)、穗长(X_6)、成穗率(X_7)对产量(y)的通径分析。由表 3 可知,中稻各农艺性状中,有效穗数、结实率、千粒重和株高与产量呈正相关趋势,穗粒数、穗长和成穗率与产量呈负相关趋势。其中对中稻产量的直接作用较大的为有效穗数、穗粒数、结实率和穗长,直接通径系数分别为 2.873、2.138、1.114、1.118,其余因素直接通径系数均小于 1,对中稻产量的直接作用较小。株高与产量的相关系数为 0.658,对中稻产量的影响达到显著水平。再生稻各农艺性状中,有效穗数、结实率、成穗率三者与再生稻产量呈正相关趋势,其余因素与再生稻产量呈负相关趋势,有效穗数、千粒重、株高三者的直接通径系数大于 1,对再生稻产量的直接作用较大,其余因素直接通径系数均小于 1,对再生稻产量的直接作用较小。有效穗数与再生稻产量

表 1 不同施肥处理产量表现

处理	中稻产量 (t/hm ²)	排名	增减产幅度 (%)	再生稻产量 (t/hm ²)	排名	增减产幅度 (%)	总产量 (t/hm ²)	排名	增减产幅度 (%)
CK	11.58aA	7	0	5.50aA	8	0	17.08aA	8	0
L1	11.89aA	6	2.68	5.89aA	6	7.09	17.78aA	5	4.10
L2	11.96aA	5	3.28	6.44aA	1	17.09	18.41aA	4	7.79
L3	12.16aA	3	5.01	6.34aA	2	15.27	18.49aA	2	8.26
L4	12.16aA	2	5.01	6.31aA	3	14.73	18.47aA	3	8.14
L5	12.03aA	4	3.89	5.59aA	7	1.64	17.62aA	6	3.16
L6	11.47aA	8	-0.95	5.89aA	5	7.09	17.37aA	7	1.70
L7	12.56aA	1	8.46	6.08aA	4	10.55	18.64aA	1	9.13

同列不同小写和大写字母分别表示处理间在 0.05 和 0.01 水平上的显著性差异,下同

表 2 不同施肥处理中稻和再生稻产量构成表现

季别	处理	株高 (cm)	穗长 (cm)	有效穗数 (万 /hm ²)	成穗率 (%)	穗平着粒数 (粒 / 穗)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (t/hm ²)
中稻	CK	129.5bB	30.7aA	225.3eE	66.6dD	275.1aA	78.3dD	26.4bcBC	12.79aA
	L1	132.4bB	27.4deDE	281.7aA	74.7aA	213.6cC	82.3cC	26.0cC	12.89aA
	L2	130.9bB	28.9bcBC	256.4cC	68.6cC	210.9cdCD	88.2aA	26.9abcABC	12.81aA
	L3	137.0aA	29.0bB	246.2dD	69.6cC	224.1bB	89.4aA	26.6bcBC	13.12aA
	L4	138.3aA	26.6eE	266.4bB	72.9bB	215.9cC	82.5cC	27.6aA	13.08aA
	L5	136.2aA	27.3deDE	278.1aA	69.4cC	215.9cC	83.4cC	26.0cC	13.05aA
	L6	125.6cC	28.1cdCD	267.0bB	75.8aA	205.3dD	86.6bB	26.5bcBC	12.59A
再生稻	L7	132.4bB	27.7dD	281.6aA	64.6eE	197.5eE	88.1aA	27.0abAB	13.25aA
	CK	107.6aA	20.7aA	289.7eE	84.6aA	106.1aA	75.3dD	26.0aA	6.03aA
	L1	108.4aA	20.3abAB	355.8cC	85.5aA	91.7cC	76.2cdCD	25.4abcABC	6.32aA
	L2	103.2abcABC	20.3abAB	367.9bcBC	85.4aA	92.7cC	79.6bB	25.2abcABC	6.83aA
	L3	106.2abAB	19.2abcABC	393.5aA	88.8aA	102.0bB	69.5fF	25.0bcBC	6.99aA
	L4	106.4aA	19.2abcABC	381.6abAB	89.0aA	93.5cC	75.3dD	25.5abAB	6.85aA
	L5	104.6abcABC	20.1abAB	326.9dD	87.7aA	101.1bB	71.8eE	25.4abcABC	6.03aA
	L6	99.0cC	18.6cC	403.5aA	88.2aA	82.0dD	77.8cC	24.5cC	6.32aA
	L7	99.6bcBC	19.2bcBC	321.9dD	85.6aA	92.5cC	83.8aA	26.0aA	6.48aA

表 3 不同施肥处理中稻和再生稻各因素对产量的通径分析

季别	因子	相关系数	直接效应	间接效应						
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
中稻	X_1	0.438	2.873		-2.433**	0.753	-0.167	0.457	-2.528**	0.836
	X_2	-0.478	2.138	-1.811		-1.479*	-0.498	-0.201	1.627*	-0.590
	X_3	0.447	1.114	0.292	-0.771		0.270	0.036	-0.164	-0.101
	X_4	0.434	0.870	-0.050	-0.186	0.211		0.238	-0.191	-0.124
	X_5	0.658*	0.630	0.100	-0.059	0.020	0.172		-0.277	-0.083
	X_6	-0.444	1.118	-0.984	0.851	-0.164	-0.245	-0.491		-0.493
	X_7	-0.494	0.063	0.018	-0.018	-0.006	-0.009	-0.008	-0.028	
再生稻	X_1	0.655*	3.180		-1.898	-0.598	-2.732**	-0.677	-2.147*	2.255*
	X_2	-0.304	0.359	-0.214		-0.198	0.196	0.227*	0.210	-0.062
	X_3	0.155	0.511	-0.096	-0.282		0.148	-0.312	-0.053	-0.272
	X_4	-0.286	2.052	-1.763	1.118	0.595		0.603	1.049	-1.207
	X_5	-0.147	1.211	-0.258	0.764	-0.739	0.356		0.754*	-0.116
	X_6	-0.394	0.899	-0.607	0.525	-0.093	0.459	0.560		-0.643*
	X_7	0.318	0.415	0.294	-0.071	-0.221	-0.244	-0.040	-0.297	

有效穗数(X_1)、穗粒数(X_2)、结实率(X_3)、千粒重(X_4)、株高(X_5)、穗长(X_6)、成穗率(X_7)；数值右上角的*和**分别表示在0.05和0.01水平差异显著和极显著

的相关系数最大,为 0.655,对再生稻产量的影响达到显著水平,其余因素均未达到。

2.4 不同处理中稻和再生稻稻米品质分析 由表 4 得出,不同处理的中稻稻米加工品质和外观品质,其糙米率、粒长和长宽比均无明显差异,而精米率、整精米率、垩白粒率和垩白度差异较为明显。与对照组相比,其余处理的垩白度均有所降低。除 L5 的垩白粒率高于对照组外,其余处理均低于对照组。L3 和 L6 的精米率略高于对照,其余处理的精米率均低于对照。L1、L2、L4 的整精米率低于对照组,其余处理均高于对照组。再生稻稻米加工品质和外观品质中,糙米率、垩白粒率和长宽比无明显差异,而精米率、整精米率、垩白度和粒长差异较为明显。与对照组相比,其余处理的垩白粒率均有所降低。L3、L5、L6 的精米率高于对照组,其余处理均低于对照组。L1、L2、L3 的整精米率低于对照组,其余处理均高于对照组。L1 和 L6 的垩白度高于对照组,L5 与对照几乎相同,其余处理比对照组要低。

由表 5 可得,不同处理的中稻稻米营养品质和食味品质,其脂肪含量、蛋白质含量、直链淀粉含量以及淀粉含量均有明显的差异。除 L3 脂肪含量略高于对照组外,其余处理均低于对照组。与对照组

相比,所有处理蛋白质含量均低于对照组,而淀粉含量均高于对照组。直链淀粉含量 L3 最高,L5 和 L7 与对照组相同,其余处理低于对照组。不同处理的再生稻稻米营养和食味品质,其脂肪含量、蛋白质含量、直链淀粉含量以及淀粉含量也均有明显的差异。除 L3 和 L6 脂肪含量略高于对照组外,其余处理均低于或等于对照组。除 L7 蛋白质含量高于对照组外,其余处理均低于对照组。L5 和 L7 的直链淀粉含量略高于对照组,其余处理均低于对照组。L4 的淀粉含量低于对照组,其余处理均高于对照组。在食味值上,中稻和再生稻均是对照组分值最低。

3 结论与讨论

稻米是由淀粉、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质以及一些挥发性物质等化学物质构成,其中对稻米品质影响最大的是淀粉和蛋白质含量,一些挥发性物质也影响着食味值^[15-16]。稻米品质主要由加工品质、外观品质、营养品质和蒸煮食味品质构成。优质的食用稻米要具备易于加工、外观好看和食味值高等要素,才能在市场竞争中脱颖而出,从而被更多的人认可。糙米率、精米率和整精米率是衡量稻米加工品质的重要指标。精米的形状和垩白性状是决定稻米外观品质的重要因素,在优质大米评价中垩

表 4 不同施肥处理中稻和再生稻稻米加工品质及外观品质

季别	处理	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	垩白粒率 (%)	垩白度 (%)	粒长 (mm)	长宽比
中稻	CK	80.99aA	69.21abAB	54.81cC	16abAB	3.5aA	6.79aA	3.0aA
	L1	81.21aA	68.52bB	51.64eE	14cC	2.6cC	6.65aA	3.0aA
	L2	80.91aA	69.05bB	52.66dD	15bcBC	2.7cC	6.72aA	3.0aA
	L3	81.31aA	69.29abAB	57.83aA	12dD	2.7cC	6.52aA	3.0aA
	L4	81.05aA	67.03cC	51.86deDE	15bcBC	2.2dD	6.81aA	3.0aA
	L5	80.93aA	67.19cC	55.04cC	17aA	3.0bB	6.78aA	3.1aA
	L6	81.05aA	69.93aA	56.07bB	14cC	3.3aA	6.80aA	3.1aA
	L7	80.59aA	66.74cC	58.05aA	12dD	2.3dD	6.70aA	3.0aA
再生稻	CK	80.45aA	72.52abAB	54.68cC	14aA	3.1abAB	6.99abAB	3.2aA
	L1	80.84aA	70.84cC	54.64cC	13aA	3.5aA	7.12aA	3.2aA
	L2	80.77aA	71.78bcBC	53.19dD	12aA	3.0abAB	6.88abAB	3.3aA
	L3	80.94aA	73.00aA	52.63dD	12aA	2.9bB	6.86bB	3.2aA
	L4	79.94aA	71.50bcBC	54.78cC	12aA	2.9bB	6.98abAB	3.2aA
	L5	80.35aA	73.08aA	63.87aA	13aA	3.1abAB	7.01abAB	3.2aA
	L6	81.38aA	73.08aA	60.90bB	13aA	3.2abAB	6.89abAB	3.2aA
	L7	80.28aA	71.79bcBC	54.92cC	13aA	2.3cC	6.98abAB	3.2aA

表 5 不同施肥处理中稻和再生稻营养品质及食味品质

季别	处理	水分 (%)	脂肪含量 (%)	蛋白质含量 (%)	直链淀粉含量 (%)	淀粉含量 (%)	食味值 (分)
中稻	CK	14.29bB	0.68bB	8.16aA	15.13aA	74.19dD	78.9dD
	L1	14.34bB	0.63cC	7.52dD	14.03bB	75.16bcBC	86.3bB
	L2	14.12dD	0.62cC	7.82cC	14.77aA	75.72abAB	84.3cC
	L3	14.14cdCD	0.73aA	8.11aA	15.17aA	74.74cdCD	79.1dD
	L4	14.19cC	0.52dD	7.57dD	14.13bB	76.19aA	89.8aA
	L5	14.33bB	0.61cC	7.97bB	15.13aA	75.30bcBC	83.5cC
	L6	14.54aA	0.61cC	7.79cC	14.83aA	74.52dD	87.0bB
再生稻	L7	14.50aA	0.53dD	8.11aA	15.13aA	74.50dD	86.8bB
	CK	14.92bB	0.56bB	10.06aA	19.97aA	72.13abAB	83.0fF
	L1	15.02aA	0.56bB	9.5cC	19.07abAB	72.70abAB	89.5bB
	L2	14.85bcBC	0.55bcBC	9.25dD	18.00bB	73.31abAB	91.5aA
	L3	15.05aA	0.57abAB	9.74bB	19.10abAB	72.37abAB	89.6bB
	L4	15.02aA	0.53cC	9.97aA	19.93aA	72.03abAB	86.4dD
	L5	14.86bcBC	0.56bcBC	10.01aA	20.07aA	72.87bB	85.1eE
	L6	15.04aA	0.59aA	9.47cC	19.03abAB	72.79abAB	88.0cC
	L7	14.81cC	0.55bcBC	10.08aA	20.23aA	73.54aA	85.1eE

白度和垩白粒率是重要指标,降低垩白度和垩白粒率是水稻育种家们的重要目标^[17]。直链淀粉含量是稻米蒸煮食味品质的决定性因素之一,食味值可以直观地反映出稻米品质的好坏。随着直链淀粉含量的增加,它会抑制淀粉在加热过程中的溶胀和膨胀,从而增加糊化温度,并降低稻米品质^[18]。淀粉、脂肪和蛋白质都是稻米的重要营养元素,稻米中蛋白质含量高时,会抑制淀粉的吸水、膨胀以及糊化,使食味变差^[19]。在一定范围内,提高稻米脂肪含量能极显著地改善稻米食味品质,脂肪含量高的米经过蒸煮后,表面光亮,米饭适口性和香气都较好^[20-21]。

试验结果表明,生物有机肥的施用有利于中稻和再生稻产量的提高,并且对再生稻的增产效果要高于中稻,生物有机肥施用过后,中稻和再生稻的有效穗数、成穗率和结实率有所提高,进而提升水稻的产量。生物有机肥的施用对中稻和再生稻稻米品质也有一定的提升作用。从稻米的加工品质和外观品质来看,施用生物有机肥的处理,对中稻和再生稻稻米的垩白粒率有降低作用,对中稻的垩白度也有明显的降低作用,而且能够提高其糙米率和整精米率。从稻米的营养品质以及食味品质来看,施用生物有

机肥的处理,其脂肪含量,无论是中稻还是再生稻,都有一定的降低,直链淀粉含量方面也是如此,并且这一现象在蛋白质含量方面表现的更为明显。而在稻米淀粉含量上,施用生物有机肥的处理,中稻和再生稻都有所增加。中稻和再生稻稻米的食味值,均表现为对照组分值最低,并且二者食味值最高的处理,均为施用生物有机肥的处理。综上所述,生物有机肥的施用可以一定程度上提高中稻和再生稻稻米的品质。综合生产成本和经济效益考虑,本研究推荐的施肥方式是科特宝贝生物有机肥 2.25t/hm²+75% 常规施肥。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 2020 中国统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2020
- [2] 顾铭洪. 水稻高产育种中一些问题的讨论. 作物学报, 2010, 36(9): 1431-1439
- [3] 董慧, 文继兵, 李娜, 鲁梦醒, 宋先懿, 魏素君, 邬刚, 杨中. 生物有机肥部分替代化肥对水稻产量和品质的影响. 安徽农业通报, 2021, 27(15): 107-108
- [4] 姚雄, 唐永群, 文明, 张现伟, 李经勇. 西南生态区再生稻研究进展及发展建议. 南方农业学报, 2013, 44(6): 1059-1064
- [5] 方立魁, 丛云飞, 刘丽, 何光华, 李杰. 渝西地区再生稻高产品种筛

(下转第 125 页)

南省审定的抗南方锈病品种不断增多,比例不断增加,目前已审定的秋乐 368、秋乐 618、云台玉 35、农华 137、MC876 等抗性品种在市场上依然占主导地位^[1,13]。

随着全球气候的变化和栽培制度的制约,玉米南方锈病在河南时有暴发,选育高产抗病玉米品种是解决问题的关键。目前河南省从多个方面加强生物育种和化学防治,如加大基础研究,克隆抗病基因,加强抗病种质资源的利用,选育和推广抗病品种,提高病害的监测、预警和宣传,以减轻南方锈病对玉米生产造成的损失。

参考文献

- [1] 刘海静,张香粉,张留声,时小红,刘桂珍. 2022 年河南省秋作物生产形势及品种利用情况. 种业导刊,2023 (2): 3-11
- [2] 张香粉. 2021 年河南省玉米南方锈病抗性分析及产量表现. 中国种业,2023 (3): 95-98
- [3] 张青. 黄淮海夏玉米南方锈病研究综述. 安徽农学通报,2020,26 (10): 97-99
- [4] 马占鸿,孙秋玉,李磊福,张克瑜,高建孟,董佳玉. 我国玉米南方锈病研究进展. 植物保护学报,2022,49 (1): 276-282
- [5] 田耀加,赵守光,张晶,王秋燕,黄亮华,陈红弟. 中国玉米锈病研究进展. 中国农学通报,2014,30 (4): 226-231
- [6] 王振营,王晓鸣. 我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策. 植物保护,2019,45 (1): 1-11
- [7] 张茹琴,王琰,王志奎,孙振鑫,杨红梅,夏淑春,王凯荣,鄢洪海. 黄淮海地区夏玉米种质资源的丰产性及主要病虫害抗性评价. 江苏农业科学,2020,48 (19): 56-61
- [8] 杜青,唐照磊,李石初,农倩,覃兰秋. 玉米种质资源抗南方锈病鉴定与评价. 南方农业学报,2013,44 (5): 765-768
- [9] 祝尊友. 安徽省玉米品种对南方锈病的抗性分析. 安徽农业科学,2021,49 (18): 144-146
- [10] 施艳,燕照玲,王珂,赵清爽,席靖豪,李冠楠,刘焱昆,袁虹霞,李洪连. 河南省夏玉米品种对 6 种主要病害的抗性评价. 河南农业科学,2019,48 (6): 95-98,105
- [11] 郭宁,刘树森,石洁,孙华,马红霞,张海剑. 黄淮海夏玉米近年国审品种及主栽品种对南方锈病的抗性分析. 玉米科学,2023,31 (3): 160-167
- [12] 刘杰,姜玉英,曾娟,刘万才. 2015 年玉米重大病虫害发生特点和趋势分析. 中国植保导刊,2016,36 (10): 53-58
- [13] 张留声,刘海静,张香粉,周宁. 2021 年河南省秋作物生产形势及品种利用情况. 种业导刊,2022 (2): 20-30

(收稿日期: 2023-08-30)

(上接第 121 页)

- 选及株型特征分析. 西南师范大学学报:自然科学版,2018,43 (4): 69-73
- [6] 林强,蔡秋华,崔丽丽,姜照伟,蒋家煊,吴方喜,罗曦,肖晏嘉,谢华安,张建福. 强再生力水稻品种筛选与选育研究进展. 中国稻米,2022,28 (5): 1-6
- [7] 唐启源,青先国. 湖南再生稻技术进步与生产发展对策. 杂交水稻,2023,38 (1): 1-9
- [8] 段秀建. 杂交中稻机收蓄留再生稻高产高效栽培技术. 杂交水稻,2019,34 (1): 44-46
- [9] 肖人鹏,刘强明,张现伟,文明,姚雄,张巫军,段秀建,唐永群,李经勇. 适宜重庆地区直播中稻蓄留再生稻品种筛选及其丰产性分析. 南方农业学报,2021,52 (1): 104-114
- [10] 刘忠贤,王开周,周静,王文华,李龙辉,张甲. 开州再生稻产业现状及发展. 耕作与栽培,2022,42 (4): 142-145
- [11] 中华人民共和国农业部. NY/884-2004 生物有机肥料国家标准. 北京:中国农业出版社,2005
- [12] 邹原东,范继红. 有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展. 中国农学通报,2013,29 (3): 12-16
- [13] 谭欣. 生物有机肥对低产稻田土壤养分和水稻产量的影响. 南方农业,2019,13 (21): 8-10
- [14] 刘迎春,高星爱,黄泉,潘晓峰,崔彦如,凤鹏,郝登宝,李权,郝卫星,高海. 生物有机肥在水稻上的应用效果研究. 现代农业科技,2014 (24): 32,34
- [15] 黄发松,孙宗修,胡培松,唐绍清. 食用稻米品质形成研究的现状与展望. 中国水稻科学,1998,12 (3): 172-176
- [16] 钟海明,柳美南,颜春龙,黄蓉芬,胡志萍. 稻米品质形成机理研究进展及水稻品质育种技术策略. 江西农业学报,2007 (6): 5-11
- [17] 王忠,顾蕴洁,陈刚,熊飞,李运祥. 稻米的品质和影响因素. 分子植物育种,2003,1 (2): 231-241
- [18] Zhu D W, Zhang H C, Guo B W, Xu K, Dai Q G, Wei C X, Wei H Y, Gao H, Hu Y J, Cui P Y, Huo Z Y. Effect of Nitrogen management on the structure and physicochemical properties of rice starch. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64 (42): 8019-8025
- [19] 陈道宗. 稻米品质及其影响因素的分析. 中国农业信息,2013 (21): 220
- [20] 于永红,朱智伟,程方民. 稻米的脂肪. 中国稻米,2006 (03): 12-13
- [21] 于永红,周鹏,段彬伍,闵婕,朱智伟. 水稻脂肪含量分布及与食味品质的相关性分析. 浙江农业科学,2007 (6): 669-671

(收稿日期: 2023-09-01)