

水稻直播栽培对稻米品质的影响

陈 丽, 刘 炜, 贺 奇, 王兴盛, 孙建昌*

(宁夏农林科学院农作物研究所, 银川 750002)

摘 要:为了探明直播栽培方式下稻米品质特性,以插秧栽培方式为对照,通过对8个水稻品种(系)在保墒旱直播和播后上水两种不同直播栽培方式下的比较试验,研究其加工、外观、蒸煮食味及营养品质之间的差异。结果表明,加工品质方面,保墒旱直播和播后上水稻米的整精米率和出糙率与插秧稻米的整精米率和出糙率差异不显著;外观品质方面,参试材料的垩白粒率表现出插秧优于播后上水优于保墒旱直播,垩白度表现出插秧优于保墒旱直播优于播后上水,粒型在插秧、保墒旱直播、播后上水三种栽培方式间无明显差异;蒸煮食味品质方面,直链淀粉含量和胶稠度在保墒旱直播、播后上水和插秧三种栽培方式下差异不明显,碱消值在保墒旱直播条件下低于播后上水和插秧,播后上水和插秧间无明显差异;营养品质方面,蛋白质含量在播后上水条件下显著高于保墒旱直播和插秧栽培方式,保墒旱直播和插秧之间蛋白质含量差异不明显。由此可知,保墒旱直播和播后上水稻米的外观品质明显比插秧稻米差;播后上水稻米营养品质明显优于插秧,保墒旱直播与插秧无显著差异;在加工品质和蒸煮食味品质方面保墒旱直播、播后上水与插秧无显著差异。

关键词:保墒旱直播;播后上水;品质;影响

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2023)02-0001-05

Effect of Direct Seeding Cultivation on Rice Quality

CHEN Li, LIU Wei, HE Qi, WANG Xingsheng, SUN Jianchang*

(Institute of Crop Sciences, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: In order to ascertain the quality characteristics of rice under direct seeding cultivation mode, the comparative experiment of eight rice varieties (lines) under two different direct seeding cultivation methods: Soil moisture preservation and dry direct sowing, irrigation after sowing. The difference between processing, appearance, cooking taste and nutritional quality. The results showed that: In terms of processing quality, there was no significant difference between the whole milled rice rate and the roughness rate of the rice in the live-drying and post-sowing of the flood control and the whole milled rice rate and the roughness rate of the transplanted rice. There was no significant difference between the cultivation methods. The quality of cooking and eating, the amylose content and the gel consistency were not significantly different under the three cultivation methods: Soil moisture preservation and dry direct sowing, irrigation after sowing and transplanting. It can be seen that the appearance quality of rice after direct seeding and post-sowing is obviously worse than that of rice transplanted. The rice nutritional quality of irrigation after sowing is obviously better than that of soil moisture preservation and dry direct sowing. There is no significant difference between that three ways in terms of processing quality and cooking taste quality compared to transplanting.

Key words: Soil moisture preservation and dry direct sowing; Irrigation after sowing; Quality; Effect

水稻直播以其省工、省力^[1-2]、节约秧田、节约用水、减轻病虫害危害等^[3]优点,一直是美国、澳大利亚、意大利等发达国家采用的主要种植方式^[4-5]。

随着农村经济发展、农业经济规模的扩大以及现代化进程的加快^[1],我国水稻直播得到了快速发展,尤其在人少地多和劳动力缺乏的情况下,直播顺应了轻简化、机械化的发展方向,面积呈现逐年扩大趋势。

目前,宁夏直播稻面积占水稻种植面积的90%以上,随着直播种植面积逐渐扩大,以及大众对优质稻米的需求不断提高,直播稻稻米品质也成为育种家关注的一个焦点。当前关于直播稻的研究主要集中在机械直播^[6]、养分管理^[7-9]、物质积

收稿日期:2020-04-01

基金项目:宁夏回族自治区基金项目(2019AAC03154);宁夏农林科学院青年基金项目(NKYQ-18-07);科技人才托举工程培养项目(TJGC2019068)

作者简介:陈 丽(1985-),女,助理研究员,硕士,主要从事水稻遗传育种研究。

通讯作者:孙建昌,男,博士,研究员,E-mail: nxsjch@163.com

累与分配及直播增产^[10]方面,关于保墒早直播和播后上水两种直播条件下的水稻稻米品质还未见报道。本试验通过对8个水稻品种(系)的保墒早直播、播后上水和插秧三种栽培方式的对比试验,研究其加工、外观、蒸煮食味及营养品质间的差异,旨在为直播水稻稻米品质研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料共8份,分别是宁粳38、宁粳48、宁粳49、宁粳50、富源4号、181、节15、宁粳51。

试验于贺兰通义进行,采用保墒早直播和播后上水两种方式进行播种,插秧为对照栽培方式。保墒早直播于4月14日人工开沟撒播播种,每小区4行,行长2 m,行距0.264 m,随机排列,2次重复,每行播种400粒(12.5 kg/667 m²),播深2~3 cm,播后镇压保墒。播后上水于5月6日人工开沟撒播播种,试验设计、播量同上,播种后灌水。插秧于5月26日进行,其他栽培管理一致。

1.2 加工品质测定

稻米出糙率、精米率、整精米率按照 GB/T 17891-2017^[11]方法进行测定。

1.3 外观品质测定

稻谷的长、宽用游标卡尺测定,垩白粒率按照 GB/T 17891-1999^[12]测定,垩白度按照 GB/T 17891-

2017^[11]的方法进行测定。

1.4 蒸煮食味品质测定

直链淀粉质量分数和胶稠度按 GB/T 17891-2017^[11]的方法进行测定,碱消值按农业农村部标准 NY147-88^[13]的方法进行测定。

1.5 营养品质测定

蛋白质含量按照 GB/T 17891-1999^[12]的方法进行测定。

1.6 统计分析

采用 Excel 2017 及 DPS 7.05 软件进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 加工品质比较分析

由表1可知,稻米的整精米率、出糙率在保墒早直播、播后上水和插秧条件下变异较大。其中整精米率在三种栽培方式下的变异趋势为:保墒早直播>插秧>播后上水;出糙率的变异趋势为:保墒早直播>播后上水>插秧。整精米率、出糙率均值在保墒早直播、播后上水和插秧下表现出插秧>播后上水>保墒早直播。由此可知,参试材料的整精米率和出糙率在保墒早直播、播后上水和插秧条件下表现出插秧优于播后上水优于保墒早直播的变化趋势。

为了进一步明确不同栽培方式间参试水稻稻

表1 不同栽培方式水稻稻米整精米率、出糙率

变量	栽培方式	均值	标准差	最大值	最小值	变异系数(%)
整精米率(%)	保墒早直播	51.68	6.53	64.40	41.20	12.63
	播后上水	54.24	5.32	60.30	40.70	9.81
	插秧	54.39	6.73	67.00	41.60	12.38
出糙率(%)	保墒早直播	80.42	4.79	82.70	62.80	5.96
	播后上水	81.86	2.48	86.30	75.10	3.03
	插秧	82.48	0.77	84.00	80.80	0.93

米的加工品质差异,对不同栽培方式稻米精米率、出糙率进行方差分析,结果表明,虽然参试材料的整精米率和出糙率具有插秧优于播后上水优于保墒早直播的变化趋势,但在保墒早直播、播后上水、插秧栽培间差异不显著。对保墒早直播、播后上水、插秧栽培方式下稻米的整精米率和出糙率进行多重比较,直播稻米的整精米率和出糙率与插秧稻米差异不显著(图1)。由此可见,就稻米加工品质而言,播后上水、保墒早直播与插秧间无明显差异。

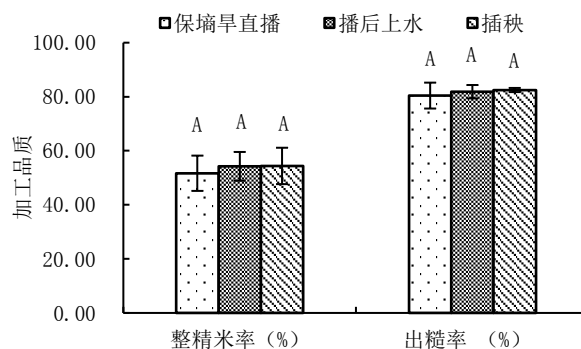


图1 不同栽培方式水稻稻米整精米率、出糙率比较

2.2 外观品质的比较分析

由表2可知,在三种栽培条件下,垩白度变异幅度最大,其次是垩白粒率,粒型变异最小。垩白粒率、垩白度变异趋势为:插秧>保墒早直播>播后上水;粒型变异趋势为:插秧>播后上水>保

墒早直播。就垩白粒率、垩白度、粒型均值在三种栽培方式下表现而言,垩白粒率为保墒早直播>播后上水>插秧,垩白度为播后上水>保墒早直播>插秧,粒型变化趋势与垩白度变化趋势相同。

不同栽培方式水稻外观品质分析结果表明,

表2 不同栽培方式水稻稻米外观品质

变量	栽培方式	均值	标准差	最大值	最小值	变异系数(%)
垩白粒率(%)	保墒早直播	29.20	11.61	54.60	11.20	39.78
	播后上水	24.88	5.29	39.00	11.2	21.25
	插秧	13.11	5.78	27.40	1.90	44.11
垩白度(%)	保墒早直播	8.50	3.89	16.30	3.30	45.74
	播后上水	13.18	4.57	22.20	5.60	34.67
	插秧	3.86	1.88	7.90	0.40	48.73
粒型(长宽比)	保墒早直播	1.88	0.16	2.20	1.60	8.75
	播后上水	1.91	0.17	2.20	1.70	8.88
	插秧	1.86	0.17	2.10	1.60	9.03

参试材料的垩白粒率、垩白度、粒型在三种栽培方式间存在差异。其中,垩白粒率、垩白度在栽培方式间存在极显著差异,粒型在品种间存在极显著差异。进一步对保墒早直播、播后上水、插秧栽培方式下稻米的垩白粒率、垩白度和粒型进行多重比较见图2,保墒早直播与播后上水稻米的垩白粒率和垩白度与插秧稻米间存在极显著差

异,保墒早直播和播后上水栽培方式稻米的垩白粒率差异不显著,粒型在插秧、保墒早直播、播后上水三种栽培方式间差异不显著。由此可知,参试材料的垩白粒率表现出插秧优于播后上水优于保墒早直播,垩白度则表现出插秧优于保墒早直播优于播后上水的趋势。两种直播栽培方式下稻米外观品质相比,垩白粒率在播后上水条件下较优,垩白度在保墒早直播条件下表现较好。粒型(粒长/粒宽)在三种栽培方式间无明显规律。

2.3 蒸煮食味品质比较分析

不同栽培方式稻米蒸煮食味品质见表3。在三种栽培条件下,胶稠度的变异幅度最大,其次是直链淀粉含量,碱消值变异幅度最小。其中直链淀粉含量变异趋势为:播后上水>插秧>保墒早直播;胶稠度为:保墒早直播>播后上水>插秧;碱消值变异趋势为:保墒早直播>插秧>播后上水。直链淀粉含量均值表现为:播后上水>保墒早直播>插秧;胶稠度为:插秧>播后上水>保墒早直

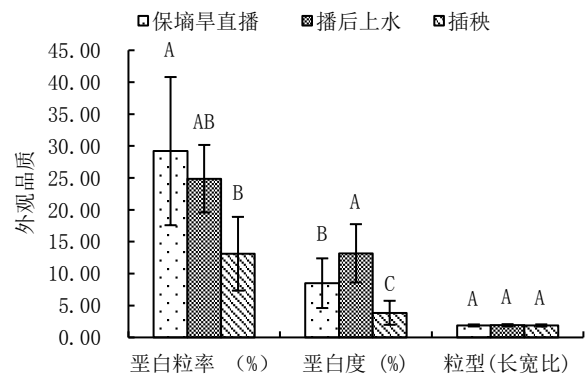


图2 不同栽培方式水稻稻米外观品质比较

表3 不同栽培方式稻米蒸煮食味品质

变量	栽培方式	均值	标准差	最大值	最小值	变异系数(%)
直链淀粉(%)	保墒早直播	15.38	0.52	16.22	14.42	3.4
	播后上水	15.67	0.78	16.95	14.80	5.00
	插秧	15.34	0.63	16.32	14.50	4.13
胶稠度(mm)	保墒早直播	60.13	7.64	73.00	51.00	12.71
	播后上水	62.75	4.92	71.00	54.00	7.84
	插秧	65.50	3.54	71.00	59.00	5.40
碱消值(级)	保墒早直播	6.65	0.15	6.90	6.63	2.32
	播后上水	7.00	0.10	7.10	6.89	1.50
	插秧	6.91	0.11	7.10	6.8	1.57

播;碱消值为:播后上水>插秧>保墒早直播。直链淀粉含量越高,胶稠度越低,蒸煮食味品质越差^[14-15],蒸煮食味品质表现出插秧优于播后上水优于保墒早直播的趋势。

进一步对直链淀粉含量、胶稠度和碱消值进行方差分析,结果表明直链淀粉含量和胶稠度在保墒早直播、播后上水和插秧三种栽培方式下差异不显著,碱消值在保墒早直播条件下与播后上水和插秧存在极显著差异,播后上水和插秧间差异不明显(图3)。可见,蒸煮食味品质插秧虽表现出优于播后上水优于保墒早直播的趋势,但差异不明显。

2.4 营养品质比较分析

由表4可知,不同栽培方式间蛋白质含量存在明显差异,播后上水蛋白质含量最高,其次是保墒早直播栽培方式,插秧方式最低。播后上水

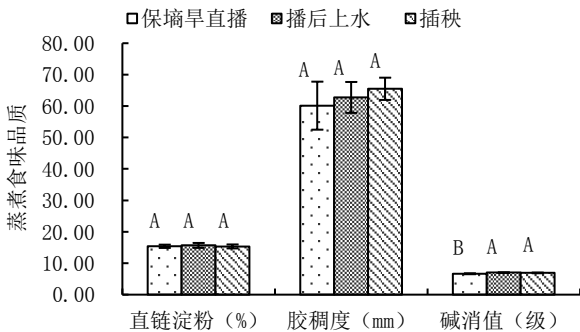


图3 不同栽培方式稻米蒸煮食味品质比较

栽培下稻米蛋白质含量变异幅度为7.64%~10.40%,均值为8.87%;保墒早直播稻米蛋白质含量最小值为6.90%,最大值为8.63%,均值为7.71%;插秧稻米蛋白质含量变异幅度为6.54%~8.30%,均值为7.46%。参试材料蛋白质含量表现出播后上水优于保墒早直播优于插秧。

表4 不同栽培方式稻米的蛋白质含量 %

变量	栽培方式	均值	标准差	最大值	最小值	变异系数
蛋白质	保墒早直播	7.71	0.48	8.63	6.90	9.81
	播后上水	8.87	0.88	10.40	7.64	9.87
	插秧	7.46	0.57	8.30	6.54	7.68

参试材料营养品质方差分析结果表明,蛋白质含量在栽培方式间呈极显著水平。多重比较分析表明,蛋白质含量在播后上水条件下显著高于保墒早直播和插秧栽培方式,保墒早直播和插秧之间,虽然保墒早直播表现出优于插秧的趋势,但蛋白质含量差异不显著(图4)。

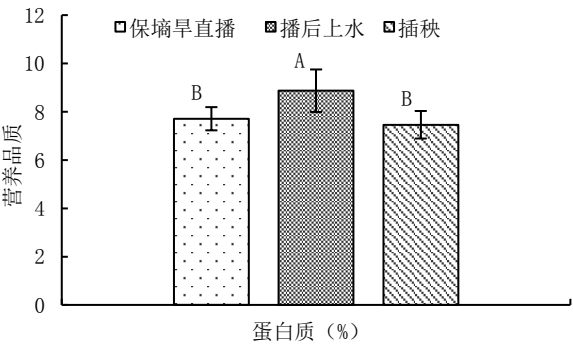


图4 不同栽培方式稻米的蛋白质含量比较

通过对直播稻加工、外观、蒸煮食味和营养品质的分析,结果表明,各参试材料稻米品质在保墒早直播、播后上水和插秧不同栽培方式间存在一定差异性。稻米加工品质方面,直播稻米的整精米率和出糙率与插秧稻米的整精米率和出糙率间差异不显著;外观品质方面,参试材料的垩白粒率表现出插秧优于播后上水优于保墒早直

播,垩白度则表现出插秧优于保墒早直播优于播后上水,粒型在插秧、保墒早直播、播后上水三种栽培方式间无明显差异;蒸煮食味品质方面,直链淀粉含量和胶稠度在保墒早直播、播后上水和插秧三种栽培方式下差异不明显,碱消值在保墒早直播条件下低于播后上水和插秧,播后上水和插秧间无明显差异;营养品质方面,蛋白质含量在播后上水条件下显著高于保墒早直播和插秧栽培方式,保墒早直播和插秧之间蛋白质含量差异不明显。由此可见,插秧稻的外观品质明显优于保墒早直播和播后上水;营养品质与保墒早直播无显著差异,但明显差于播后上水;在加工品质和蒸煮食味品质方面与保墒早直播、播后上水无显著差异。

3 讨论

稻米品质不仅取决于基因型,而且与气候条件、栽培技术^[16-18]、氮肥^[19-23]、水分管理^[24-30]等密切相关^[31-36]。多数人认为,直播稻的稻米品质差于插秧稻^[37]。杨波^[38]研究表明,直播稻具有糙米率和精米率高,垩白粒率、垩白度低,蛋白质含量高,直链淀粉含量低等特点。不同学者研究结果也并不相同。霍中洋等^[39]研究认为,与手栽稻和

机插稻相比,直播稻的外观品质较好,而加工品质、蒸煮食味品质、营养品质较差。

众所周知,在稻米加工和外观品质方面,稻米的整精米率越高,单位重量的稻谷碾出更多整精米,加工品质越好^[40],垩白度越小,则稻米外观品质越好^[41~42]。本研究结果表明,直播稻稻米的出糙率和整精米率较低,垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量和蛋白质含量高。试验表明,保墒早直播、播后上水和插秧在加工品质间无显著差异;外观品质方面,保墒早直播、播后上水明显比插秧差,这可能与直播稻干物质积累快慢有关;蒸煮食味品质与营养品质方面,保墒早直播和播后上水稻米的直链淀粉含量和蛋白质含量均比插秧高,其中直链淀粉含量变幅在14.42%~16.95%,蛋白质含量变幅为6.90%~10.40%。直链淀粉含量是稻米蒸煮食味品质中最重要的评价指标。国内外均认为粳稻直链淀粉含量在15%~20%的品种食味较好,而籼稻直链淀粉含量在18.6%~24.5%的品种食味较好,过高或过低都会使稻米的蒸煮食味品质下降^[43~45]。蛋白质含量越高,营养品质越好,但过高的蛋白质含量会使稻米的食味品质降低,一般认为蛋白质含量小于7%时较适宜^[10]。与粳稻标准相比^[10,43~45],保墒早直播和播后上水稻米的直链淀粉含量略低,蛋白质含量略高。方差分析结果表明插秧营养品质明显差于播后上水,但与保墒早直播无显著差异,这可能与两种直播栽培方式的生育期长度不同有关。

本研究结果总体表现为插秧栽培下稻米品质优于直播栽培,尤其表现在外观方面。参试材料中一些品种在直播栽培方式下的品质与插秧栽培无差异,甚至有些品质指标优于插秧栽培,表明品种对不同直播栽培方式的适应性不同,且稻米品质不仅取决于品种自身,还与气候条件、栽培技术、管理水平等密切相关。因此,要针对当地具体情况,选择与品种相适应的直播栽培方式、配套管理技术,从而全面提升直播稻米的品质。

参考文献:

- [1] 毛永兴.直播水稻生长发育特性及其配套栽培技术研究[J].耕作与栽培,2003(1):30-31.
- [2] 程建平,罗锡文,樊启洲,等.不同种植方式对水稻生育特性和产量的影响[J].华中农业大学学报,2010,29(1):1-5.
- [3] 赵步洪,戴正元,谢成林,等.直播水稻的研究与应用进展及发展策略[J].江苏农业科学,2010(5):13-15.
- [4] 邹应斌,李克勤,任泽民.水稻的直播与免耕直播栽培研究进展[J].作物研究,2003(1):52-58.
- [5] 王 洋,张祖立,张亚双,等.国内外水稻直播种植发展概况[J].农机化研究,2007(1):48-50.
- [6] 王在满,罗锡文,唐湘如,等.基于农机与农艺相结合的水稻精量穴直播技术及机具[J].华南农业大学学报,2010,31(1):91-95.
- [7] 张祖建,谢成林,谢仁康,等.苏中地区直播水稻的群体生产力及氮肥运筹的效应[J].作物学报,2011,37(4):677-685.
- [8] 张文忠,苏 悦,殷延勃,等.北方水稻直播栽培的农艺问题与对策[J].沈阳农业大学学报,2012,43(6):699-703.
- [9] 刘元英,吴振雨,彭显龙,等.养分管理对寒地直播稻生长发育及产量的影响[J].东北农业大学学报,2014,45(7):1-8.
- [10] 莫惠栋.我国稻米品质的改良[J].中国农业科学,1993,26(4):8-14.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会.GB/T 17891-2017.优质稻谷[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会.GB/T17891-1999.优质稻谷[S].北京:中国标准出版社,1999.
- [13] 中华人民共和国农业部.NY147-88.米质测定方法[S].北京:中国标准出版社,1988.
- [14] 赵黎明.稻米成分与品质的关系[J].北方水稻,2009,39(5):65-71.
- [15] 李贤勇,王元凯,王楚桃.稻米蒸煮食味品质与营养品质的相关性分析[J].西南农业学报,2004,14(3):21-24.
- [16] 洛 育,孙世臣,张凤鸣,等.免耕与少耕栽培对水稻产量和品质的影响及其经济效益分析[J].黑龙江农业科学,2014(8):39-42.
- [17] 刘世平,聂新涛,戴其根,等.免耕套种与秸秆还田对水稻生长和稻米品质的影响[J].中国水稻科学,2007,21(1):71-76.
- [18] 章秀福,王丹英,邵国胜.垄畦栽培水稻的产量、品质效应及其生理生态基础[J].中国水稻科学,2003,17(4):343-348.
- [19] 李广宇,彭显龙,刘元英,等.前氮后移对寒地水稻产量和稻米品质的影响[J].东北农业大学学报,2009,40(3):7-11.
- [20] 刘代银,伍菊仙,任万军,等.氮肥运筹对免耕高留茬抛秧稻氮素吸收、运转和籽粒品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(3):514-521.
- [21] 张洪程,王秀芹,戴其根,等.施氮量对杂交稻两优培九产量、品质及吸氮特性的影响[J].中国农业科学,2003,36(7):800-806.
- [22] 徐春梅,王丹英,邵国胜,等.施氮量和栽插密度对超高产水稻中早22产量和品质的影响[J].中国水稻科学,2008,22(5):507-512.
- [23] 孙国才,崔月峰,卢铁钢,等.氮肥用量及前氮后移模式对水稻产量及品质的影响[J].中国稻米,2012,18(5):49-52.
- [24] Yang J C, Zhang J H, Wang Z Q, et al. Activities of enzymes involved in sucrose-to-starch metabolism in rice grains subjected to water stress during filling[J]. Field Crops Research, 2003, 81: 69-81.
- [25] 张自常,李鸿伟,陈婷婷,等.畦沟灌溉和干湿交替灌溉对水稻产量与品质的影响[J].中国农业科学,2011,44(24):4988-4998.

(下转第113页)

接影响各性状在综合评价中的比重,其值直接关系到综合评价结果的准确性和精确性。理想值的确定方法比较普遍,在小麦、玉米、水稻等作物中已有广泛研究。本研究的权重是在结合前人研究经验,立足湖北地区育种目标的基础上确定的,具有一定的代表性。同异联系势分析法要进一步被广泛应用,应针对作物各主产区的育种目标及育种经验确立各性状广谱性的权重比例,可使分析结果更加具有科学性和精准性。本研究结果与方差分析结果相差不大,说明本研究所选的理想值与权重值有一定的科学性。

同异联系势分析法是一个综合性的评价方法,对多因素的试验分析还有不足。例如对产量性状的分析仅利用多点或者多年的均值,并没有体现品种产量的稳定性,也无法反映品种在不同试验点的表现情况。本研究结果表明,华薯6号、08HB18-4和鄂马铃薯17综合表现优良,可考虑参加在湖北中晚熟生产区域推广种植。其余品种表现良好,需进一步试验观察。从整个计算分析过程来看,同异联系势分析法计算简单,易于掌握,数据信息量大,且本研究将产量多点分析的变异度作为单一的性状加入综合分析中,使结果分析更加全面、科学。同异联系势分析法可用于

综合评价马铃薯的品种比较试验,能比较全面地判断马铃薯品种的优劣。

参考文献:

- [1] 纳添仓. 方差分析模型对马铃薯区域试验结果的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(5): 33-34.
- [2] 纳添仓. 模糊综合评判法分析马铃薯区域试验结果[J]. 青海农林科技, 1999(1): 26-28.
- [3] 李玉发, 王佰众, 张学军, 等. AMMI模型在花生区试数据分析中的应用[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(6): 12-16.
- [4] 苏义臣, 苏桂华, 金明华, 等. GGE双标图在玉米区域试验中的应用[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(3): 4-7.
- [5] 唐家瑞, 何二良, 郭天顺, 等. 应用灰色关联度分析法评价马铃薯区试品种[J]. 中国马铃薯, 2010, 24(3): 10-13.
- [6] 郭瑞林. 同异分析的联系势测验及其在小麦品种区域试验中的应用[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(1): 63-65.
- [7] 卢道文, 孙海潮, 芦连勇, 等. 同异分析方法在玉米杂交种评价中的应用[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 42-44.
- [8] 马洪文, 殷延勃, 张振海. 同异分析法在水稻品种评价中的应用[J]. 种子, 2002(1): 64-65.
- [9] 范阳, 周青, 徐淑霞. 大豆品种区域试验的同异分析方法研究[J]. 种子, 2007(8): 78-79.
- [10] 杨昆, 刘家勇, 赵俊, 等. 甘蔗品种区域性试验的同异分析及联系势测验[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2010, 25(6): 763-768.
- [11] 张绍荣, 龙国. 应用同异分析法对马铃薯品种(系)综合评估[J]. 贵州农业科学, 2005(3): 34-35.

(责任编辑:王昱)

(上接第5页)

- [26] 刘立军, 王康君, 卞金龙, 等. 结实期干湿交替灌溉对籽粒蛋白质含量不同的转基因水稻的生理特性及产量的影响[J]. 中国水稻科学, 2014, 28(4): 384-390.
- [27] 刘凯, 张耗, 张慎凤, 等. 结实期土壤水分和灌溉方式对水稻产量与品质的影响及其生理原因[J]. 作物学报, 2008, 34(2): 268-276.
- [28] 王成媛, 王伯伦, 张文香, 等. 土壤水分胁迫对水稻产量和品质的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(1): 131-137.
- [29] 徐国伟, 王朋, 唐成, 等. 旱种方式对水稻产量与品质的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(1): 112-117.
- [30] 钱水德, 李金峰, 郑桂萍, 等. 垄作栽培对寒地水稻根系生长的影响[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(3): 238-242.
- [31] 董元香, 周鸿章, 贾春水. 影响水稻品质的因素分析[J]. 北方水稻, 2014, 44(1): 78-80.
- [32] 徐洁芬, 张庆, 朱邦辉, 等. 常规粳稻育种中稻米品质改良的探讨[J]. 上海农业科技, 2015(4): 30-32, 34.
- [33] 崔桂霞. 栽培条件对水稻产量及品质影响的研究现状[J]. 天津农林科技, 2014(6): 29-31.
- [34] 高继平, 隋阳辉, 张文忠, 等. 水稻灌浆期灌层温度对植株生理性状及稻米品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2015, 29(5): 501-510.
- [35] 刘博, 韩勇, 解文孝, 等. 灌浆结实期弱光对水稻产量、生理及品质的影响[J]. 中国稻米, 2008(5): 36-40.

- [36] 殷春渊, 王书玉, 刘贺梅, 等. 不同密度和施氮量对稻米品质特性的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(9): 15-18.
- [37] 张喜娟, 来永才, 孟英, 等. 水直播对寒地粳稻产量和品质性状的影响[J]. 中国稻米, 2016, 22(2): 43-46, 50.
- [38] 杨波. 淮北地区水稻不同栽培方式的生产力比较研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2010.
- [39] 霍中洋, 李杰, 许轲, 等. 高产栽培条件下栽培方式对不同生育类型粳稻米质的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(19): 3932-3945.
- [40] 邱学岚, 郑先哲. 稻米品质的评价[J]. 农机化研究, 2005(4): 34-36.
- [41] 刘艳春, 邵高能, 胡培松. 水稻垩白性状研究进展[J]. 中国稻米, 2012, 18(3): 1-8.
- [42] 廖斌, 张桂莲. 水稻垩白的研究进展[J]. 作物研究, 2015, 29(1): 77-83.
- [43] 张运锋, 谭学林. 水稻直链淀粉的影响因素、直链淀粉对加工品质的影响及遗传[J]. 福建稻麦科技, 2004, 22(3): 9-11.
- [44] Williams P C, Kuzina F D, Hlynka I. A Rapid colorimetric methods for estimating the amylose content of starches and flours [J]. Cereal Chemistry, 1970, 47(4): 411-420.
- [45] Juliano B O, Perez C M, Blakeney A B, et al. International cooperative testing on the amylose content of milled rice [J]. Starch/Stärke, 1981, 33(5): 157-162.

(责任编辑:刘洪霞)