

刘 凯,孙明法,严国红,等. 近红外光谱技术辅助选择水稻食味品质育种[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):121-122,126.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.032

近红外光谱技术辅助选择水稻食味品质育种

刘 凯,孙明法,严国红,唐红生

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

摘要:以江苏沿海地区农业科学研究所选育的 120 份水稻育种材料为对象,利用 FOSS Analytical A/B 近红外品质分析仪测定了水稻精米样品中水分、直链淀粉含量、蛋白质含量以及对应的食味值。相关分析结果表明,在杂交籼稻和常规粳稻中,水分含量与食味值之间呈现负相关,但不显著;而蛋白质含量和直链淀粉含量与食味值之间呈极显著负相关,相关系数分别为 -0.403 、 -0.922 和 -0.593 、 -0.857 ,且蛋白质含量与直链淀粉含量呈显著负相关。以上结果表明,稻米中水分含量对水稻食味品质的影响甚小,而在一定范围之内通过降低蛋白质和直链淀粉的含量,能够明显提高水稻稻米的食味品质,这为水稻育种家在选育优质食味品质的水稻品种提供了科学依据。

关键词:近红外光谱技术;水稻;食味品质;育种

中图分类号: S511.03 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0121-02

近红外光谱技术是光谱学无损检测技术应用于快速检测农产品内在品质的成功典范^[1]。将近红外光谱分析仪应用于农作物品质分析主要是对谷物和油料作物中的蛋白质、脂肪、直链淀粉含量和水分等品质指标进行检测。传统化学方法检测稻米品质有着污染大、耗时长、结果精准度不高等缺点,不适合大批样品的测定和筛选育种的中间材料。如果将其应用于水稻育种,必将会改善我国水稻稻米的品质^[2-4]。

水稻食味品质是指米饭在入口时咀嚼的综合感觉,主要受稻米中淀粉、蛋白质、糖类、游离氨基酸、脂类、矿物质以及相关酶的含量等多个因素影响^[5]。其中,直链淀粉含量(AC)和蛋白质含量(PC)是影响稻米食味和蒸煮品质的重要因素,目前我国大多数水稻品种 2 项指标含量都无法都达到国家标准^[6-7]。水稻稻米中 AC 一般变异于 6%~34%,一般认为 AC 在超过一定范围与稻米食味品质呈显著或极显著负相关,高 AC 会引起米饭粗糙无光泽、冷后质硬、米粒延伸性不好,低 AC 煮成的米饭胀性小、较湿黏而又光泽偏软、口感差^[8]。而 PC 通常与食味品质呈负相关,不同的品种 PC 变异于 5%~16%,其中籼稻要比粳稻要高 2~3 百分点,国外优质籼米的 PC 在 8% 左右,粳稻在 6%,有学者研究认为稻米中蛋白质含量大于 9% 时,稻米的食味品质就会下降^[9-10],因此在一定范围内提高稻米的蛋白质含量能显著改善稻米的营养品质和食味品质^[11]。

本研究利用近红外品质分析仪分别测定稻米中水分、蛋白质、直链淀粉的含量以及相应的食味值等指标,进行相关性分析,以期水稻食味品质育种提供可靠的分析方法和准确的分析数据。

收稿日期:2016-02-03

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2015BAD01B03);江苏省盐城市农业科技创新专项引导资金项目(编号:YK2015016)。

作者简介:刘 凯(1984—),男,硕士,助理研究员,从事水稻分子育种工作。E-mail:liukai11121@163.com。

通信作者:严国红,研究员,主要从事水稻育种与栽培工作。

E-mail:guohongye@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以江苏沿海地区农业科学研究所水稻室选育的 120 份水稻育种材料为研究对象,其中杂交籼稻品系 50 份(编号为杂籼 01~杂籼 50)份,常规粳稻品系 70 份(编号为粳鉴 01~粳鉴 70)。

1.2 材料种植

120 份育种材料于 2015 年夏种植于江苏沿海地区农业科学研究所南洋试验场,5 月 10 号播种,6 月 5 号栽插,采用单本宽窄行栽培,杂交籼稻行株距 30.0 cm×13.3 cm,常规粳稻株行距 25.0 cm×13.3 cm,田间管理同常规方法。水稻成熟后收获、脱粒、晾晒备用。

1.3 材料处理

水稻谷粒用浙江台州市粮仪厂生产的小型磨米机(型号 JLGJ4.5)除去颖壳,再用小型磨米机(型号 SDJ-100)将糙米磨成精米,分别装入小塑料袋中封口,存放于干燥器中备用。

1.4 近红外测定水稻稻米品质指标

每份水稻育种材料称取精米 150 g,放入进样槽中,用 FOSS Analytical A/B 近红外品质分析仪测定仪(型号 Foss Infrac Tec 1241)对样品进行扫描。每份样品重复扫描 3 次,取其平均值,贮存于计算机中。

1.5 数据分析

杂交籼稻以盐两优 2208(国审稻 2013026)为对照品种,水分含量 12.42%,蛋白质含量 8.46%,直链淀粉含量 18.32%,食味值 99.08;常规粳稻以淮稻 9 号(苏审稻 200607)为对照品种,水分含量 11.95%,蛋白质含量 7.91%,直链淀粉含量 18.07%,食味值 99.04;数据分析用 SPSS 19.0 和 Microsoft Office Excel 2010。

2 结果与分析

2.1 不同杂交籼稻品系食味品质相关指标变异

将 50 份杂交籼稻精米样品放入近红外仪中扫描,结果(表 1)显示,供试样品中稻米水分含量变异幅度为 11.31%~

13.29%, 蛋白质含量变异幅度为 7.46% ~ 9.70%, 直链淀粉含量变异幅度为 15.38% ~ 19.40%, 食味值变异范围为 83.00 ~ 118.32; 从变异系数看, 水分最小, 食味值最大, 达 9.39, 表明不同供试样品的食味值差异较大。从测定的数据(数据未列出)得出 50 份杂交籼稻品系中, 食味值超过对照的有 30 个品系, 占总品种数的 60%, 表明近红外仪器在选择食味品质高的水稻育种材料上具有较好的可靠性。

表 1 不同杂交籼稻食味品质指标变异

统计指标	水分 (%)	蛋白质含量 (%)	直链淀粉含量 (%)	食味值
平均数	12.06	8.51	17.63	102.06
标准差	0.47	0.61	0.97	9.58
最大值	13.29	9.70	19.40	118.32
最小值	11.31	7.46	15.38	83.00
中间值	12.00	8.45	17.63	102.31
变异系数	3.91%	7.21%	5.52%	9.39%

2.2 不同常规粳稻食味品质相关指标变异

同上, 将 70 份常规粳稻精米样品放入近红外仪中扫描, 结果(表 2)显示, 供试样品中水分含量变异幅度为 10.33% ~ 12.97%, 蛋白质含量变异幅度为 5.22% ~ 8.76%, 直链淀粉含量变异幅度为 15.07% ~ 20.07%, 食味值变异范围在 67.35 ~ 117.26; 从变异系数看, 同样是水分含量最低, 食味值最高, 相比杂交籼稻, 常规粳稻食味值的变异系数更大, 超过 10%, 在 70 个常规粳稻品系中只有 22 个品系食味值高于对照, 占总品种数的 31%, 要显著低于杂交籼稻的品系数, 表明常规粳稻的食味品质可能受水分、蛋白质含量以及直链淀粉含量的影响更大一些。

表 2 不同常规粳稻食味品质指标变异

统计指标	水分 (%)	蛋白质含量 (%)	直链淀粉含量 (%)	食味值
平均数	11.84	7.93	18.19	91.55
标准差	0.69	0.70	1.08	12.10
最大值	12.97	8.76	20.07	117.26
最小值	10.33	5.22	15.07	67.35
中间值	11.74	8.02	18.21	90.19
变异系数	5.82%	8.85%	5.94%	13.22%

2.3 杂交籼稻稻米食味品质相关性分析

从表 3 可以看出, 在供试籼稻样品中, 水分含量与食味值之间呈负相关, 但并不显著, 表明水分对稻米食味品质的影响较小; 蛋白质含量和直链淀粉含量与食味值之间呈极显著负相关, 相关系数分别为 -0.403 和 -0.922, 表明对于杂交籼稻来说, 直链淀粉含量比蛋白质含量对稻米食味品质的影响更大, 这与前人研究的结果^[12]相一致。同时供试样品中直链淀粉含量跟蛋白质含量也呈现极显著负相关。

表 3 杂交籼稻食味品质性状间的相关系数

性状	水分	蛋白质含量	直链淀粉含量	食味值
水分	1.000			
蛋白质含量	-0.201	1.000		
直链淀粉含量	0.226	-0.470 **	1.000	
食味值	-0.180	-0.403 **	-0.922 **	1.000

注: * 表示在 0.05 水平差异显著; ** 表示在 0.01 水平显著极显著。

2.4 常规粳稻稻米食味品质相关性分析

从表 4 可以看出, 在供试粳稻样品中, 水分、直链淀粉含量以及蛋白质含量三者与食味值之间均呈负相关, 而只有蛋白质含量和直链淀粉含量呈现极显著相关, 相关系数分别为 -0.593 和 -0.857, 与前文中杂交籼稻的分析结果相一致, 可见在所有供试样品中随着蛋白质含量和直链淀粉含量的提高, 稻米的食味品质有下降的趋势。同样在常规粳稻稻米中直链淀粉含量和蛋白质含量呈显著负相关, 相关系数为 -0.375, 相关性比杂交籼稻略低。

表 4 常规粳稻食味品质性状间的相关系数

性状	水分	蛋白质含量	直链淀粉含量	食味值
水分	1.000			
蛋白质含量	-0.082	1.000		
直链淀粉含量	-0.048	-0.375 *	1.000	
食味值	-0.099	-0.593 **	-0.857 **	1.000

注同表 3。

3 讨论

本研究利用近红外技术对稻米中与食味品质相关的主要指标进行测定, 结果显示在 50 个杂交籼稻品系和 70 个常规粳稻品系中, 食味值超过对照品种的分别占总品种数的 60% 和 31%, 证实近红外分析技术定量分析稻米食味品质是完全可行的。从近红外分析结果看, 虽然本试验测定的蛋白质含量和直链淀粉含量偏高, 但是由于在相同条件下测定, 其含量消长趋势是相同的, 因而可以支持本研究的结论。

蛋白质含量和直链淀粉含量是影响稻米食味品质和蒸煮品质最重要的 2 个因素。国内外学者进行了大量的研究, 本研究基于研究室所选育的水稻育种材料, 进行了相关性分析, 结果表明, 蛋白质含量和直链淀粉含量与食味值之间呈极显著负相关, 作者在测定数据表中发现蛋白质含量高的水稻品种, 测得的食味值相应偏低, 这是由于在稻米中蛋白质含量高, 米粒的结构致密, 造成糊化温度升高, 蒸煮米饭的黏度降低, 硬而且松软, 适口性差^[13]。同样直链淀粉含量高的品种, 在本研究中食味品质表现也较差, 当然, 直链淀粉含量也不是越低越好, 太低也会造成米饭偏软、太黏、味淡, 影响稻米的口感^[14-15], 因此, 对于水稻食味品质育种来说, 无论是 AC 还是 PC 在选育的过程中都要在一个合理的范围之内, 才比较合适。关于水分对稻米食味品质的研究较少, 本研究中无论籼稻还是粳稻, 都影响甚小, 也有学者认为稻米水分与食味值之间存在着相关性, 随着糙米水分的不断下降, 食味值也有下降的趋势^[16]。当然影响水稻食味品质的因素还有糊化温度、胶稠度等其他因素, 因此该结论仅在本研究范围内进行讨论, 今后的试验可以扩大研究范围, 进一步阐述。

近年来随着粮食总产量以及人民生活水平的提高, 人们对稻米品质的要求也越来越高, 相应的外观品质好、营养价值高、食味佳的优质稻米成为市场关注的焦点, 因此育种家也将原来的育种目标由“高产、优质、多抗”转向为“优质、高产、多抗”。目前国内审定的品种都能通过国标三级优质稻谷标准, 但是关于水稻食味品质的改良一直处于滞后阶段^[17]。而利用近红外技术可以对稻米的各种成分同时提供快速、精

(下转第 126 页)

最大灌浆速率和平均灌浆速率降低,中、后期持续时间短。

参考文献:

- [1] 李杏普,侯红军,刘玉平,等. 蓝、紫粒小麦的营养品质研究[J]. 华北农学报,2002,17(1):21-24.
- [2] 李杏普,兰素缺,刘玉平. 蓝紫粒小麦籽粒色素及其相关生理生化特性的研究[J]. 作物学报,2003,29(1):157-158.
- [3] 龚月桦,刘迎洲,高俊凤. K型杂交小麦901及亲本籽粒灌浆的生长分析[J]. 中国农业科学,2004,37(9):1288-1292.
- [4] 段俊,梁承邳,黄毓文,等. 不同类型水稻品种(组合)籽粒灌浆特性及库源关系的比较研究[J]. 中国农业科学,1996,29(3):66-73.
- [5] 李旭毅,池忠志,姜心禄,等. 成都平原两熟区粳稻品种籽粒灌浆特性[J]. 中国农业科学,2012,45(16):3256-3264.
- [6] 黄振喜,王永军,王空军,等. 产量15 000 kg/hm²以上夏玉米灌浆期间的的光合特性[J]. 中国农业科学,2007,40(9):1898-1906.
- [7] 王晓慧,张磊,刘双利,等. 不同熟期春玉米品种的籽粒灌浆特性[J]. 中国农业科学,2014,47(18):3557-3565.
- [8] 朱庆森,曹显祖,骆亦其. 水稻籽粒灌浆的生长分析[J]. 作物学报,1988,14(3):182-193.
- [9] 邵中子,邓景扬. 内蒙古紫皮小麦紫皮性状的遗传分析[J]. 遗传学报,1987,14(3):179-187,243.
- [10] 李楠楠,张卫东,高庆荣,等. 小麦山农066559紫色性状的遗传分析[J]. 麦类作物学报,2013,33(1):18-22.
- [11] Bolton F E. Inheritance of blue aleurone and purple pericarp in hexaploid wheat[J]. Plant Breeding Abstracts,1968,40:2684.
- [12] Dobrovolskaya O, Arbutova V S, Lohwasser U, et al. Microsatellite mapping of complementary genes for purple grain colour in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Euphytica, 2006, 150(3):355-364.
- [13] Li X P, Lan S Q, Zhang Y L, et al. Identification of molecular mark-

ers linked to the genes for purple grain color in wheat (*Triticum aestivum*) [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2010, 57(7):1007-1012.

- [14] 赵善仓,刘宾,赵领军,等. 蓝、紫粒小麦籽粒花色苷组成分析[J]. 中国农业科学,2010,43(19):4072-4080.
- [15] 顾世梁,朱庆森,杨建昌,等. 不同水稻材料籽粒灌浆特性的分析[J]. 作物学报,2001,27(1):7-14.
- [16] Sharifi R S, Hamlabad H B, Azimi J. Plant population influence on the physiological indices of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars [J]. International Research Journal of Plant Science, 2011, 2(5):137-142.
- [17] 张静,张志,杜彦修,等. 不同深耘及施穗肥方式对水稻根系活力、籽粒灌浆及产量的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(19):4115-4122.
- [18] 杨志远,孙永健,徐徽,等. 栽培方式与免耕对杂交稻Ⅱ优498灌浆期根系衰老和籽粒灌浆的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(7):1347-1358.
- [19] 张亚洁,许德美,孙斌,等. 种植方式对陆稻和水稻籽粒灌浆及蛋白的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(2):257-264.
- [20] 马均,明东风,马文波,等. 不同施氮时期对淀粉积累及淀粉合成相关酶类活性变化的研究[J]. 中国农业科学,2005,38(2):290-296.
- [21] 王贺正,马均,李旭毅,等. 水分胁迫对水稻籽粒灌浆及淀粉合成有关酶活性的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(5):1550-1558.
- [22] 杨卫兵,王振林,尹燕桦,等. 外源ABA和GA对小麦籽粒内源激素含量及其灌浆进程的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(13):2673-2682.
- [23] 王海伟,王振林,王平,等. 灌浆期遮光对不同粒色小麦籽粒花青素积累与相关酶活性的影响[J]. 作物学报,2011,37(6):1093-1100.

(上接第122页)

确的定性和定量分析,因此在实际生产应用中有着广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] 徐彦,李忠海,付湘晋,等. 近红外光谱技术在稻米品质快速检测中的应用[J]. 食品与机械,2011,27(1):158-161.
- [2] 吴维政,陈鸿鹏. 近红外光谱技术在稻米特性检测中的应用[J]. 亚热带植物科学,2014(2):177-182.
- [3] 胡桂仙,王建军,王小骊,等. 稻米食味品质检测评价技术的研究现状及展望[J]. 中国农学通报,2010,26(19):62-65.
- [4] 吴建国,石春海. 近红外光谱分析技术在禾谷类作物品质分析中的应用和展望[C]. 全国第一届近红外光谱学术会议,2006.
- [5] 崔晶,森田茂纪. 水稻食味学[M]. 天津:天津教育出版社,2007:1-15.
- [6] 龚红兵,曾生元,李闯,等. 环境条件对江苏粳稻食味品质的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(10):55-57.
- [7] 黄道强,周少川,李宏,等. 近红外分析技术辅助水稻直链淀粉含量育种方法研究[J]. 中国稻米,2004(1):17-18.
- [8] 朱昌兰,江玲,张文伟,等. 稻米直链淀粉含量和胶稠度对高温耐性的QTL分析[J]. 中国水稻科学,2006,20(3):248-252.

- [9] 万向元,胡培松,王海莲,等. 水稻品种直链淀粉含量、糊化温度和蛋白质含量的稳定性分析[J]. 中国农业科学,2005,38(1):1-6.
- [10] 毕京翠,张文伟,肖应辉,等. 应用近红外光谱技术分析稻米蛋白质含量[J]. 作物学报,2006(5):709-715.
- [11] 黄星,李晓光,刘洪亮,等. 水稻籽粒蛋白质含量选择对杂交后代蛋白质含量及氮代谢关键酶活性的影响[J]. 中国水稻科学,2009,23(6):657-660.
- [12] 马玉清,李仕贵,王玉平,等. 籼型杂交水稻稻米品质的初步研究[J]. 西南农业学报,2002,15(1):28-31.
- [13] 肖鹏,邵雅芳,包劲松. 稻米糊化温度的遗传与分子机理研究进展[J]. 中国农业科技导报,2010,12(1):23-30.
- [14] 贺晓鹏,朱昌兰,刘玲珑,等. 不同水稻品种支链淀粉结构的差异及其与淀粉理化特性的关系[J]. 作物学报,2010,36(2):276-284.
- [15] 莫惠栋. 我国稻米品质的改良[J]. 中国农业科学,1993,26(4):8-14.
- [16] 马涛,毛闯,赵锐. 大米水分与食味品质和储藏关系的研究[J]. 粮食与饲料工业,2007(5):3-4.
- [17] 陈志德,仲维功,杨杰,等. 江苏省水稻育种研究进展与建议[J]. 江苏农业科学,2007(2):1-4.