

龚红兵,曾生元,李 闯,等. 江苏粳稻食味品质育种研究进展与启示[J]. 江苏农业科学,2014,42(4):69-73.

江苏粳稻食味品质育种研究进展与启示

龚红兵^{1,2}, 曾生元², 李 闯², 林添资², 景德道², 钱华飞², 余 波², 盛生兰²

左示敏¹, 陈宗祥¹, 张亚芳¹, 潘学彪¹

(1. 扬州大学植物功能基因组学教育部重点实验室/江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏扬州 225009;

2. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏句容 212400)

摘要:以江苏省 2001—2013 年通过审定的 83 份常规粳稻品种及 4 份对照品种为对象,利用食味仪测定各品种的直链淀粉、蛋白质含量及食味值,分析各生态型品种食味品质的变化趋势,以探讨加快江苏优质食味粳稻新品种选育进展可能的途径。

关键词:江苏粳稻;生态型;食味品质;品种选育

中图分类号: S511.2⁺20.33

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2014)04-0069-04

水稻是我国第一大粮食作物,是我国民众赖以生存的主食之一。新中国成立以来,面对粮食需求的巨大压力,我国的水稻研究与生产一直将高产放在首位,稻米品质的改良研究相对滞后。20 世纪末,受中国水稻等粮食作物连年丰收、国内外市场竞争日趋激烈和人们生活水平提高等因素的影响,人们对稻米品质的要求也越来越高,尤喜外观好、食味佳的优质稻米^[1]。江苏是我国粳稻米主产区,粳米是城乡人民的主食,粳稻的生产与研究对江苏经济的发展有相当大的影响^[2]。近年来,江苏省水稻育种的目标从高产、优质、多抗转向优质、高产、多抗,优质成为江苏省水稻育种的首要目标^[3-4],稻米品质指标能否达到国标三级优质稻谷标准成为品种审定的一个重要条件。随着优质育种的开展,一批外观品质得到改良的水稻品种迅速在生产上推广应用,2001—2012 年,江苏省共审定常规粳稻品种 84 个(不含糯稻),其中,国标三级以上的优质水稻品种 67 个,约占 80%。近年来,江苏水稻育种工作者在重视外观品质改良的同时,也十分注重食味品质的改良,并取得了一定进展,育成了一批正常直链淀粉含量的优质食味粳米品种(如镇稻 18 号、嘉 33、盐粳 9 号等)和低直链淀粉含量的优质食味软米品种(如南粳 46、南粳 5055 等)。

稻米食味品质由米饭的柔软性、滋味、黏散性、色泽、光泽、香味及冷饭质地等因素决定,主要是米饭入口在咀嚼时的综合感觉,是一个综合指标。影响食味品质的因素包括:淀粉、蛋白质、游离氨基酸、脂质、游离脂肪酸、全糖、矿物质及有关酶,通过影响与稻米食味品质相关的 1 个或几个因素,从而对食味发生综合作用^[5-6]。本研究以 2001—2013 年江苏省审定的 83 份常规粳稻品种及 4 份对照品种为对象,研究江苏

省常规粳稻品种直链淀粉、蛋白质含量及食味值的变化趋势,探讨加快江苏优质食味粳稻新品种选育进展可能的途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

常规粳稻品种 87 个,包括 2001—2012 年江苏省审定的常规粳稻品种 82 个、2013 年通过审定的早熟晚粳稻品种镇稻 18 号 and 对照品种 4 个。其中,中熟中粳类型品种 23 个,对照为 1997 年通过审定的镇稻 88;迟熟中粳类型品种 29 个,对照为 1992 年通过审定的武育粳 3 号和 2000 年通过审定的淮稻 5 号;早熟晚粳类型品种 23 个和中熟晚粳类型品种 12 个,对照均为 1998 年通过审定的武运粳 7 号(表 1)。

1.2 试验设计

2012 年正季,在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所句容市后白试验基地按生态类型适期播种,中熟晚粳和早熟晚粳、迟熟中粳、中熟中粳播种期分别为 5 月 15 日、5 月 20 日、5 月 30 日,均为湿润育秧。每份材料种植 100 株,4 行区,行株距 17 cm × 17 cm,田间管理按常规方法进行。成熟收获后风干保存 30 d 以上,使含水量保持在 14% 左右。

1.3 测试方法

利用日本佐竹公司生产的食味仪(RCTA-11A)测定食味品质。称取每个品种稻谷 500 g,出糙后用 JY7132 型精米机碾成精米,称量 250 g 放进样品槽中测定,1 min 后读出食味值和直链淀粉、蛋白质、水分含量,每个样品重复测定 3 次,取平均值。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同年份审定粳稻品种食味品质及相关性状的变化

由表 2 可见,87 个粳稻品种的直链淀粉含量在 18.7% ~ 22.5% 之间,平均含量为 20.2%;蛋白质含量在 7.0% ~ 12.6% 之间,平均含量为 9.1%;食味值在 49 ~ 78 之间,平均

收稿日期:2013-08-29

基金项目:江苏省农业科技成果转化专项(编号:BA2010140);江苏省镇江市科技支撑计划(编号:NY2012026)。

作者简介:龚红兵(1973—),男,福建浦城人,博士,副研究员,主要从事水稻新品种选育研究。E-mail: hongbinggong973@sina.com。

通信作者:潘学彪,教授,博士生导师。E-mail: shuidao@yzu.edu.cn。

表 1 供试材料主要信息

审定年份	品种名称	类型	审定年份	品种名称	类型	审定年份	品种名称	类型
1997	镇稻 88	中熟中梗	2003	南粳 41	迟熟中梗	2004	武粳 15 号	早熟晚梗
2001	镇稻 99	中熟中梗	2004	淮稻 7 号	迟熟中梗	2006	南粳 42	早熟晚梗
2003	徐稻 3 号	中熟中梗	2004	华粳 3 号	迟熟中梗	2007	镇稻 10 号	早熟晚梗
2003	盐稻 8 号	中熟中梗	2004	扬辐粳 7 号	迟熟中梗	2007	南粳 44	早熟晚梗
2004	淮稻 8 号	中熟中梗	2005	华粳 4 号	迟熟中梗	2008	宁粳 3 号	早熟晚梗
2005	华粳 5 号	中熟中梗	2005	宁粳 2 号	迟熟中梗	2008	扬粳 4038	早熟晚梗
2006	淮优粳 2 号	中熟中梗	2005	盐稻 9 号	迟熟中梗	2008	武运粳 19 号	早熟晚梗
2007	连粳 4 号	中熟中梗	2006	扬辐粳 8 号	迟熟中梗	2008	常农粳 5 号	早熟晚梗
2007	华粳 6 号	中熟中梗	2006	淮稻 9 号	迟熟中梗	2009	扬粳 4227	早熟晚梗
2007	武运粳 21 号	中熟中梗	2007	淮稻 10 号	迟熟中梗	2010	武运粳 23 号	早熟晚梗
2008	淮稻 11 号	中熟中梗	2007	盐粳 9 号	迟熟中梗	2010	镇稻 11 号	早熟晚梗
2008	泗稻 12 号	中熟中梗	2009	淮稻 13 号	迟熟中梗	2011	镇稻 15 号	早熟晚梗
2009	连粳 6 号	中熟中梗	2009	南粳 45	迟熟中梗	2011	通梗 981	早熟晚梗
2009	盐粳 11 号	中熟中梗	2009	盐粳 10 号	迟熟中梗	2012	武运粳 29 号	早熟晚梗
2009	宁粳 4 号	中熟中梗	2009	武陵粳 1 号	迟熟中梗	2012	镇稻 16 号	早熟晚梗
2010	连粳 7 号	中熟中梗	2009	扬农稻 1 号	迟熟中梗	2012	常农粳 7 号	早熟晚梗
2011	华瑞稻 1 号	中熟中梗	2010	华粳 7 号	迟熟中梗	2013	镇稻 18 号	早熟晚梗
2012	扬 9709	中熟中梗	2010	武运粳 24 号	迟熟中梗	2002	常农粳 3 号	中熟晚梗
2012	连粳 9 号	中熟中梗	2011	宁粳 5 号	迟熟中梗	2002	苏香粳 2 号	中熟晚梗
2012	连粳 10 号	中熟中梗	2011	镇稻 14 号	迟熟中梗	2005	嘉 991	中熟晚梗
2012	武运粳 27 号	中熟中梗	2011	扬育粳 2 号	迟熟中梗	2005	武育粳 18 号	中熟晚梗
2012	连粳 11 号	中熟中梗	2012	南粳 49	迟熟中梗	2006	苏粳 8 号	中熟晚梗
2012	盐稻 11 号	中熟中梗	2012	苏粳 5 号	迟熟中梗	2007	嘉 33	中熟晚梗
1992	武育粳 3 号	迟熟中梗	1998	武运粳 7 号	早熟晚梗	2008	武育粳 20 号	中熟晚梗
2000	淮稻 5 号	迟熟中梗	2001	镇稻 7 号	早熟晚梗	2009	南粳 47	中熟晚梗
2001	武运粳 11 号	迟熟中梗	2003	武粳 13 号	早熟晚梗	2009	镇稻 12 号	中熟晚梗
2001	镇稻 8 号	迟熟中梗	2003	武香粳 14 号	早熟晚梗	2010	镇稻 13 号	中熟晚梗
2002	苏沪香粳	迟熟中梗	2004	常农粳 4 号	早熟晚梗	2011	常农粳 6 号	中熟晚梗
2002	南粳 40	迟熟中梗	2004	宁粳 1 号	早熟晚梗	2012	镇稻 17 号	中熟晚梗

表 2 不同年份审定的粳稻品种食味品质及相关性状的变化

审定年份	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)	食味值
1992	19.60	8.30	68.00
1997	21.50	11.30	53.00
1998	20.00	8.80	63.00
2000	21.00	9.90	56.00
2001	20.08	9.08	64.75
2002	19.90	8.65	64.75
2003	20.54	9.68	59.00
2004	19.94	8.76	64.86
2005	19.63	8.37	68.00
2006	19.96	8.82	64.80
2007	20.58	9.71	61.00
2008	20.10	8.90	63.75
2009	20.06	9.10	64.09
2010	20.17	9.02	63.00
2011	20.07	9.11	63.57
2012	20.40	9.56	60.64
2013	19.20	7.90	72.00

值为 63.1。2001—2012 年审定的 82 份粳稻品种,其直链淀粉、蛋白质含量年度平均值均比镇稻 88 和淮稻 5 号低,比武育粳 3 号高;食味值年度平均值均比镇稻 88 和淮稻 5 号高,

除 2005 年审定品种的食味值与武育粳 3 号相当、2013 年审定的镇稻 18 号食味值明显高于武育粳 3 号外,其他年份审定品种的平均食味值均比武育粳 3 号低。

2.2 不同生态型粳稻品种食味品质及相关性状的变化

由表 3 可见,4 种生态型中,中熟中梗类型粳稻品种直链淀粉、蛋白质含量最高,食味值最低;中熟晚梗类型品种的直链淀粉、蛋白质含量最低,食味值最高,与对照运粳 7 号相比,直链淀粉、蛋白质含量低于对照,食味值高于对照,差异达显著或极显著水平;中熟中梗、早熟晚梗品种的直链淀粉、蛋白质含量均比相应对照低,食味值均比

表 3 不同生态型品种食味品质及相关性状的变化

生态类型	直链淀粉含量(%)		蛋白质含量(%)		食味值	
	新品种	CK	新品种	CK	新品种	CK
中熟中粳	21.08 ± 0.16	21.50 ± 0.11	10.65 ± 0.23	11.30 ± 0.13	55.68 ± 1.08	53.00 ± 0.07
迟熟中粳	19.91 ± 0.10	19.60 ± 0.03	8.76 ± 0.15	8.30 ± 0.10	64.85 ± 1.03	68.00 ± 0.03(武育粳 3 号)
	19.91 ± 0.10**	21.00 ± 0.09	8.76 ± 0.15*	9.90 ± 0.02	64.85 ± 1.03*	56.00 ± 0.11(淮稻 5 号)
早熟晚粳	19.96 ± 0.08	20.00 ± 0.07	8.73 ± 0.12	8.80 ± 0.03	64.41 ± 0.87	63.00 ± 0.02
中熟晚粳	19.28 ± 0.10*	20.00 ± 0.03	7.82 ± 0.13*	8.80 ± 0.11	71.75 ± 1.07**	63.00 ± 0.11

注: * 表示与对照(CK)的差异在 0.05 水平显著, ** 表示与对照(CK)的差异在 0.01 水平显著。

化达到显著水平外,其他年份均未达到显著水平。食味值在 49 ~ 68 之间,平均值为 55.68;2001、2007 和 2011 年审定品种的平均食味值比对照镇稻 88 低,其他年份均比镇稻 88 高;除 2004、2005 和 2008 年食味值变化达到显著水平外,其他年份均未达到显著水平。

表 4 中熟中粳品种食味品质及相关性状的变化

审定年份	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)	食味值
1997	21.50	11.30	53.00
2001	22.00	12.10	50.00
2003	21.15	10.80	54.50
2004	19.60*	8.30*	68.00*
2005	20.20*	9.30*	62.00*
2006	21.00	10.80	55.00
2007	21.90	11.63	51.67
2008	20.55	9.85	60.50*
2009	21.10	10.73	55.00
2010	21.20	10.90	54.00
2011	21.60	11.30	52.00
2012	20.95	10.53	55.67

注同表 3。

2.2.2 迟熟中粳类型 由表 5 可见,29 个迟熟中粳品种直链淀粉含量在 19.0% ~ 21.0% 之间,平均含量为 19.91%,武育粳 3 号最低,淮稻 5 号最高,二者间差异达到显著水平;除 2000 年以外的各年份审定品种的平均直链淀粉含量与武育粳 3 号间差异均不显著,但与淮稻 5 号差异均达到显著水平。蛋白质含量在 7.3% ~ 10.4% 之间,平均含量为 8.76%,淮稻 5 号最高,武育粳 3 号与淮稻 5 号间差异达到显著水平;2000、2002、2003 和 2010 年审定品种的平均蛋白质含量与武育粳 3 号之间差异达到显著水平,其他年份审定品种与淮稻 5 号之间差异达到显著水平。食味值在 55 ~ 75 之间,平均值为 64.85,淮稻 5 号最低,武育粳 3 号最高,二者之间差异达到显著水平;2000、2002、2003 和 2010 年审定品种的平均食味值与武育粳 3 号差异达到显著水平,其他年份审定品种与淮稻 5 号差异达到显著水平。

2.2.3 早熟晚粳类型 由表 6 可见,23 个早熟晚粳品种直链淀粉含量在 19.10% ~ 20.70% 之间,平均含量为 19.96%;2001 和 2013 年审定品种的平均直链淀粉含量与对照武运梗 7 号差异达到显著水平,其他年份均未达到显著水平。蛋白质含量在 7.60% ~ 9.80% 之间,平均含量为 8.73%;各年审定品种的平均蛋白质含量与对照武运梗 7 号之间差异均不显著。食味值在 57 ~ 73 之间,平均值为 64.41;2001 和 2013 年审定品种的平均食味值与对照武运梗 7 号差异达到显著水平,其他年份均未达到显著水平。

表 5 迟熟中粳品种食味品质及相关性状的变化

审定年份	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)	食味值
1992	19.60 ²	8.30 ²	68.00 ²
2000	21.00 ¹	9.90 ¹	56.00 ¹
2001	19.60 ²	8.30 ²	68.00 ²
2002	20.45 ²	9.50 ¹	59.00 ¹
2003	20.30 ²	9.30 ¹	60.00 ¹
2004	20.00 ²	8.80 ²	64.67 ²
2005	19.73 ²	8.47 ²	66.67 ²
2006	19.60 ²	8.25 ²	68.00 ²
2007	19.90 ²	8.55 ²	65.50 ²
2009	19.76 ²	8.66 ²	66.40 ²
2010	20.55 ²	9.45 ¹	58.50 ¹
2011	19.83 ²	8.90 ²	65.00 ²
2012	19.75 ²	8.70 ²	66.00 ²

注:上标 1,与武育粳 3 号有显著性差异;上标 2,与淮稻 5 号有显著性差异。

表 6 早熟晚粳品种食味品质及相关性状的变化

审定年份	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)	食味值
1998	20.00	8.80	63.00
2001	19.10*	7.60	73.00*
2003	20.05	8.75	63.00
2004	20.00	8.87	64.00
2006	20.20	9.10	62.00
2007	20.10	9.10	63.00
2008	20.05	8.70	63.75
2009	20.70	9.80	57.00
2010	19.80	8.40	66.50
2011	20.00	8.80	64.00
2012	19.97	8.73	64.33
2013	19.20*	7.90	72.00*

注同表 3。

2.2.4 中熟晚粳类型 由表

表 7 中熟晚粳品种食味品质及相关性状的变化

审定年份	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)	食味值
1998	20.00	8.80	63.00
2002	19.35 *	7.80 *	70.50 *
2005	19.20 *	7.75 *	73.00 *
2006	19.40 *	7.70 *	71.00 *
2007	18.90 *	7.50 *	76.00 *
2008	20.00	8.80	64.00
2009	18.95 *	7.40 *	75.50 *
2010	19.10 *	7.50 *	74.00 *
2011	19.40 *	8.20 *	70.00 *
2012	19.60 *	8.20 *	68.00 *

注同表 3。

3 小结与讨论

从总体来看,83 个粳稻品种的平均直链淀粉含量为 20.2%,平均蛋白质含量为 9.1%,平均食味值为 63.1,食味品质平均水平与武运梗 7 号相当,明显好于淮稻 5 号,但不如武育梗 3 号。就各生态型而言,中熟中梗、早熟晚梗的食味品质平均水平与相应对照持平,迟熟中梗的食味品质平均水平与武育梗 3 号差异不明显,但显著好于淮稻 5 号,中熟晚梗的食味品质平均水平显著好于对照。显然,中熟晚梗食味品质育种进展要明显快于迟熟中梗、中熟中梗和早熟晚梗。

淀粉、蛋白质是稻米中的主要成分,其含量居前 2 位。一般认为直链淀粉含量与米饭的硬度呈正相关关系,直链淀粉含量高的稻米浸泡时吸水率较低,蒸煮后米饭口感较硬^[6-7]。周少川等研究发现,直链淀粉含量与食味品质呈极显著负相关,相关系数达 -0.86;直链淀粉含量与米饭黏度的相关系数为 0.92,与米饭硬度的相关系数为 0.77^[8]。本研究统计显示,直链淀粉含量、蛋白质含量与稻米食味值的相关系数达到 -0.965 和 -0.938,与前人研究结果基本相近。直链淀粉、蛋白质含量较高的大米与相似品种的大米相比,其食味品质通常较差,但直链淀粉和蛋白质含量也不是越低越好,一般优质米的直链淀粉含量应在 18%~20%之间,糙米蛋白质含量应该控制在 6.5%~7.0%之间^[9]。本研究结果还表明,随着生育期的延长,直链淀粉含量、蛋白质含量呈降低趋势,而食味值则呈上升趋势。霍中洋等研究表明,各生育类型间食味值随生育期的延迟呈上升趋势,因此,在保证水稻安全灌浆、正常成熟的基础上,适当选用一些生育期较长的粳稻品种有利于蒸煮食味品质的改善^[10]。

优质、高产、多抗是水稻新品种选育的永恒主题,育种工作者总是不断地发掘、利用优异种质资源,综合运用杂交、回交、复合杂交等手段,科学组配亲本,将控制产量、品质、抗性数量性状的有利基因有机聚合,实现优质、高产、多抗的协同提高,选育出集优质、高产、多抗于一体的粳稻新品种,实现水稻新品种选育的一次又一次突破。水稻品种是由诸多农艺性状构成的一个平衡体系,水稻新品种选育的突破首先要通过杂交配组打破旧的平衡体系,然后通过株型改良、优化产量构成因子等,在产量、品质、抗性三者间建立新的平衡。以镇稻 88 为代表的中熟中梗类型品种,产量、品质、抗性三者间平衡关系尚未被打破,处于育种突破酝酿阶段,因而各方面进展

较缓。水稻新品种选育的研究进展具体到某一性状往往表现为峰、谷明显的折线,如 2001—2013 年江苏粳稻食味品质育种研究进展趋势表现为以 2003、2007、2012 年为谷,2005、2009、2013 年为峰的折线。

江苏粳稻食味品质的改善主要通过降低直链淀粉或蛋白质含量来实现。直链淀粉含量主要由第 6 染色体短臂的 *Wx* 位点控制,该位点的 *Wx-mp*、*Wx-y*、*Wx1-1* 突变,可以使直链淀粉含量降低到 10%左右,类似的还有 *du1* 和 *du2* 等低直链淀粉基因^[11]。利用上述基因的单体和累加效应,江苏省农业科学院已经成功选育了低直链淀粉含量的优良食味水稻新品种南梗 46、南梗 5055 等。

食味品质可以说是水稻最复杂的数量性状,不但涉及基因型与环境互作,还受人类嗜好、生活水平等社会因素影响。日本在粳稻食味品质研究领域处于国际领先水平,江苏粳稻食味品质育种须借鉴日本有关研究成果,结合江苏省实际深入开展有关育种、栽培技术和相关应用基础研究。在育种技术研究上,一是选育蛋白质特别是醇溶蛋白含量较低的品种;二是选育直链淀粉含量较低、支链淀粉中短链比率较大的品种;三是应对气候变化,选育淀粉分子结构对非生物胁迫特别是高温、低温不敏感的品种。在栽培技术研究上,针对食味品质与外观品质和氮素水平的复杂关系,结合江苏气候、土壤、品种等特点,重点研究在保持或增加产量的基础上提高外观品质,同时不增加蛋白质含量影响食味品质的栽培特别是施肥技术。随着分子生物学研究的深入和分子标记技术的进步,对食味品质这种复杂数量性状的基因定位和功能分析正取得新的进展^[12-17],为食味品质鉴定和分子标记辅助选择展示了美好前景。

参考文献:

[1]丁得亮,崔 晶,张 欣,等. 我国粳稻食味品质研究进展[J]. 江苏农业科学,2010(2):1-4.
[2]杜永林. 江苏省水稻品种选育利用现状与发展对策[J]. 江苏农业科学,2010(1):9-13.
[3]吉健安,阙金华. 江苏省水稻品质育种的进展[J]. 江苏农业科学,2008(6):50-53.
[4]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.
[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]莫惠栋. 我国稻米品质的改良[J]. 中国农业科学,1993,26(4):8-14.
[7]朱昌兰,沈文飏,翟虎渠,等. 水稻低直链淀粉含量基因育种利用的研究进展[J]. 中国农业科学,2004,37(2):157-162.
[8]周少川,李 宏,王家生,等. 华南籼稻早造糯米蒸煮、外观和碾米品质与食味品质的相关性研究[J]. 作物学报,2002,28(3):397-400.
[9]Kondo H. Research on appearance quality and eating quality of rice: (9) the relationship between nutrients, weather conditions, and the rice eating quality[J]. Agron Hort,2011,86(6):652-658.
[10]霍中洋,李 杰,许 轲,等. 高产栽培条件下种植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.
[11]Takeuchi Y. Research on appearance quality and eating quality of rice: (10)rice taste value of genetic analysis and its application[J]. Agron Hort,2011,86:752-756.

荆彦平,刘大同,郝亚芳,等. 胚乳淀粉体分离的简易方法[J]. 江苏农业科学,2014,42(4):73-74.

胚乳淀粉体分离的简易方法

荆彦平, 刘大同, 郝亚芳, 王 萍, 李金萍, 顾蕴洁, 王 忠

(扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室/农业部长江中下游作物生理生态与栽培重点开放实验室, 江苏扬州 225009)

摘要:以小麦、玉米为材料分离胚乳淀粉体,采用切割胚乳、低速离心法从胚乳中分离出淀粉体,利用 0.5% I_2 - KI 溶液对淀粉体进行染色,结果表明,小麦胚乳淀粉体呈近圆球形或椭圆形,玉米胚乳淀粉体呈圆球形。玉米胚乳淀粉体形状较规则,淀粉体长、短轴差异较小,圆度较高。小麦胚乳淀粉体形状变化比较大,淀粉体长、短轴值差异较大,圆度较低。

关键词:小麦;玉米;胚乳;淀粉体;低速离心

中图分类号: S512.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)04-0073-02

胚乳是由 3 倍体胚乳原核经反复分裂发育而来的营养组织,是谷物籽粒的重要组成部分。胚乳重量约占谷物重量的 80% 以上,胚乳富含淀粉、蛋白质、脂质、矿质元素等物质,其中淀粉约占谷物籽粒干重的 65% ~ 70%。淀粉体的发育状况及内部淀粉的积累量影响谷物的产量及品质^[1-2]。近年来,学者们从形态结构、生理生化、分子遗传等方面对淀粉体进行了广泛研究,利用电子显微技术观察并确定了淀粉体的结构。简易方便的淀粉体分离技术对深入研究淀粉体尤为重要。Echeverria 等先从玉米胚乳组织中诱导培养出前质体,然后从前质体中分离出了淀粉体^[3]。Tetlow 等利用低速离心法从小麦胚乳组织中分离出了完整的淀粉体^[4]。本研究对淀粉体分离过程进行了简化,从小麦、玉米胚乳中分离出了淀粉体,并对其进行了显微拍照,旨在为分离胚乳淀粉体提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 材料 以郑麦 9023、农乐 988 花后 12 d 的颖果为材料。

收稿日期:2013-08-07

基金项目:国家自然科学基金(编号:3107134、31270228);高等学校博士学科点专项科研基金(编号:2009320004)。

作者简介:荆彦平(1989—),男,硕士研究生,从事谷物胚乳发育研究。E-mail: jingyanping1989@163.com。

通信作者:王 忠,教授,从事植物生理学研究。E-mail: wangzhong@yzu.edu.cn。

1.1.2 仪器 2 mL 吸管、镊子、解剖针、双面刀片、培养皿、400 目尼龙纱布、漏斗、5 mL 离心管、烧杯、量筒、200 μ L 移液枪、1 000 mL 容量瓶、分析天平、冷冻台式离心机、普通光学显微镜、偏振光显微镜。

1.2 试剂

1.2.1 淀粉体分离液 以蒸馏水为作为溶剂,每升溶液含有 50 mmol Tris、0.8 mol 蔗糖、1 mmol EDTA 二钠、1 mmol KCl、2 mmol $MgCl_2$,利用 1 mol/L HCl 调节溶液 pH 值至 7.5。将新配制的溶液置于 4 $^{\circ}C$ 避光条件下(最多 1 周),分离淀粉体时,向溶液中滴加 1 g 牛血清蛋白(BSA)及 2 mmol 巯基乙醇。

1.2.2 淀粉体染液 0.5% I_2 - KI 溶液(取 1 g KI 溶于 5 ~ 10 mL 蒸馏水中,加 0.5 g I_2 至完全溶解,加蒸馏水至 300 mL)。

1.3 方法

1.3.1 取材 分别取小麦与玉米颖果 10 ~ 20 粒,剥除果皮、种皮、胚,将胚乳放在培养皿中,滴加 5 mL 分离液,冰浴中预冷 30 ~ 60 min。

1.3.2 提取 倒掉分离液,用双面刀片将胚乳切割成细小颗粒,重新滴加 2 mL 分离液,冰浴静置 1 h,用吸管吸取胚乳周围的匀浆,用 400 目纱布过滤后置于 5 mL 离心管中。向胚乳颗粒中重新滴加 1 mL 分离液,重复上述步骤 2 ~ 3 次。

1.3.3 离心 将滤液在 100 g 4 $^{\circ}C$ 下离心 10 min,倒掉上清液,滴加 5 mL 分离液,缓慢翻转离心管,使沉淀悬浮,重新离心 1 ~ 2 次。离心后,所得沉淀即为淀粉体,在沉淀中滴加 2 mL 分离液使其悬浮。

1.3.4 染色 吸取 2 ~ 3 滴淀粉体悬浮液于指形管中,滴加

cidation of the genetic factors appearance quality[J]. Agron Hortic, 2012,87(6):525-535.

[16] Mitsui T. Research on appearance quality and eating quality of rice: (19) strategy to develop high-temperature rice starch metabolism enzymes (from the perspective of cellular and molecular biology) [J]. Agron Hortic, 2012,87(6):627-633.

[17] Takeuchi Y, Hori K, Suzuki K, et al. Major QTLs for eating quality of an elite Japanese rice cultivar, Koshihikari, on the short arm of chromosome 3[J]. Breeding Science, 2008,58:437-445.

[12] Fukuoka S, Saka N, Koga H, et al. Loss of function of a proline-containing protein confers durable disease resistance in rice[J]. Science, 2009,325(5943):998-1001.

[13] Yano M, Yamamoto S. Selection of DNA markers in rice[J]. Agric For Fish Res Mag, 2009,33:5-11.

[14] Kobayashi A, Sugimoto K, Yano M, et al. Import high temperature of QTL gene from Hanaeichizen to maturing varieties of brown rice appearance quality[J]. Breed Res, 2011,13:153.

[15] Kobayashi A. Research on appearance quality and eating quality of rice: (18) high temperature resistant rice varieties bred and the elu-