

寒地水稻 RVA 谱特征及与直链淀粉含量相关研究

李佳美¹, 李修平¹, 李智媛², 马文东³, 苗百更¹, 吴恒梅¹

(1. 佳木斯大学 生命科学学院, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江省农业科学院 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086; 3. 黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:为有效利用寒地水稻种质资源,以 166 份寒地水稻种质资源为材料,测定 RVA 谱特征值以及直链淀粉含量,并对其进行变异分析、相关性分析及聚类分析,为寒地水稻品质育种的亲本选择提供理论依据。结果表明:在 RVA 谱特征值之间,变异最大的特征值为消减值,其次为回复值;在直链淀粉含量与 RVA 谱特征值之间,直链淀粉含量与崩解值无显著相关性,与其余特征值均呈极显著正相关;在聚类分析中,将供试材料大致分为 5 类。第 1 类品种具有热浆黏度、冷浆黏度和回复值的平均值均最高的特点;第 2 类品种的消减值和回复值较大;第 3 类品种最高黏度和崩解值最大;第 4 类品种的崩解值最小,消减值最大;而第 5 类品种除崩解值外,其余特征值均最小。

关键词:寒地水稻;RVA 谱特征值;直链淀粉含量;相关分析;聚类分析

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)08-0006-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.08.0006

水稻是世界上重要的粮食作物之一,世界上有一半以上的人口以其作为主食^[1]。随着人们生活水平的提高,对水稻品质的要求也越来越高。蒸煮及食味品质是衡量水稻品质的重要方面。但这些品质的衡量指标具有很大的主观性,稻米淀粉的粘滞性谱(RVA 谱),通过测定冷浆黏度、热浆黏度、最高黏度、消解值以及崩解值等特征值可以客观地体现稻米的蒸煮品质^[2]。淀粉在稻米含量中占 80%~90%,直链淀粉含量就是衡量稻米蒸煮品质的一个重要指标之一,粳稻中的直链淀粉含量以 16%~18%最为适宜^[3]。寒地种植的粳米品质性状优良,其营养丰富、口感较好,受到广大消费者的青睐及喜爱。RVA 谱特征值与直链淀粉含量具有相关性,了解和掌握寒地水稻种质资源 RVA 谱特征特性及其与直链淀粉含量的相关性,可为寒地水稻品质育种亲本选择提供理论依据。

本研究以 166 份寒地水稻种质资源为试验材料,测定 RVA 谱特征值及直链淀粉含量,对其进行性状间的相关性分析,并根据品种间 RVA 谱特征值进行聚类分析,为寒地水稻种质资源的有效利用及水稻优质米育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为从黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所收集 166 份寒地水稻品种(系)及育种材料,包括黑龙江、吉林、辽宁不同生育期主栽品种及优良育种材料。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 全部试验材料于 2015 年种植于佳木斯市水稻研究所试验田中,田间管理同大田,每个品种种植 2 行,2.5 m 行长;旱育秧,插秧规格为 30 cm×10 cm,3 次重复。

1.2.2 测定项目及方法 (1)RVA 谱特征值测定:采用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 3-D 型 RVA 快速测定,用 TCW 配套软件分析。根据美国谷物化学学会(AACC)操作规程^[4],含水量为 14.0 %时,测量样品量为 3.00 g,蒸馏水 25.00 mL。黏度开始增加的温度就是糊化开始温度。随着温度的变化和仪器旋转的剪切力作用,米粉在水中的黏度发生变化,产生最高黏度(peak viscosity, PKV)、热浆黏度(hot paste viscosity, HPV)和冷浆黏度(cool paste viscosity, CPV),由这 3 个基本黏度产生崩解值(break-down viscosity, BDV)、消减值(setback viscosity, SBV)、回复值(consistence viscosity, CSV)等指标。(2)直链淀粉含量测定:使用 Infrate TM 1241 型 foss 近红外谷物分析仪对待测稻米进行直链淀粉含量的测定。

1.2.3 统计分析 ①利用 Excel 软件对各性状计算平均值,标准差,变异系数。②利用 SPSS 19.0 软件对 RVA 谱特征值及直链淀粉含量进行

收稿日期:2015-07-15

基金项目:黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z15203)

第一作者简介:李佳美(1992-),女,黑龙江省哈尔滨市人,在读硕士,从事作物遗传育种研究。E-mail:769656276@qq.com。

通讯作者:吴恒梅(1972-),女,江苏省睢宁县人,硕士,硕士生导师,副教授,从事植物生理学及分子生物学研究。E-mail:hengmeiwei@163.com。

相关分析。③采用 SPSS 19.0 软件,在对供试材料全部特征值极差标准化的基础上,根据欧式距离大小,采用远距离法进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 RVA 谱特征值的差异性分析

由表 1 可知,对 166 份寒地水稻种质资源的

RVA 谱特征值进行差异性分析表明,变异系数最大的特征值为消减值 1.130,变异最小的特征值为起浆温度 0.066。最高粘度、热浆粘度、冷浆粘度、崩解值及回复值的变异系数分别为 0.204、0.220、0.222、0.245 和 0.257;直链淀粉含量的变异系数为 0.103。

表 1 寒地水稻种质资源 RVA 谱特征值变异分析

Table 1 The variation analysis on RVA profile characteristics of rice germplasm resources in cold region						
RVA 特征值 RVA profile characteristic	平均值 Average value	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum value	最小值 Minimum value	极差 Range	变异系数 Variation coefficient
最高粘度(cP) PKV	2572.408	524.124	3304.000	4.000	3300.000	0.204
热浆粘度(cP) HPV	1516.249	333.749	2273.000	-51.000	2324.000	0.220
冷浆粘度(cP) CPV	2833.864	629.167	3630.000	-51.000	3681.000	0.222
崩解值(cP) BDV	1056.160	259.150	1793.000	0.000	1793.000	0.245
消减值(cP) SBV	261.456	295.362	814.000	-1083.000	1897.000	1.130
回复值(cP) CSV	1317.615	339.180	1771.000	0.000	1771.000	0.257
起浆温度/℃ From pulp temperature	86.123	5.714	92.850	66.500	26.350	0.066
峰值时间/min Peak time	5.947	0.972	6.530	0.130	6.400	0.163
直链淀粉含量 Amylose content	0.175	0.018	0.206	0.102	0.104	0.103

2.2 RVA 谱特征值与直链淀粉含量相关性分析

由表 2 可知,各性状间存在着一定的相关关系。RVA 谱特征值之间,最高黏度与消减值以及起浆温度相关不显著,崩解值与起浆温度相关不

显著,崩解值与消减值呈极显著负相关,其相关系数为-0.333,其余均呈极显著正相关。直链淀粉含量与崩解值无显著相关性,与其余特征值均呈极显著正相关。

表 2 寒地水稻种质资源 RVA 谱特征值与直链淀粉含量相关性分析

Table 2 Correlation analysis between RVA profile characteristics with amylose content of rice germplasm resources in cold region								
项目 Items	最高黏度 (cP) PKV	热浆黏度 (cP) HPV	冷浆黏度 (cP) CPV	崩解值 (cP) BDV	消减值 (cP) SBV	回复值 (cP) CSV	峰值时 间/min Peak time	起浆温度/℃ From pulp temperature
热浆黏度(cP) HPV	0.917**							
冷浆黏度(cP) CPV	0.864**	0.953**						
崩解值(cP) BDV	0.848**	0.566**	0.520**					
消减值(cP) SBV	0.104	0.413**	0.590**	-0.333**				
回复值(cP) CSV	0.732**	0.818**	0.953**	0.427**	0.710**			
峰值时间/min Peak time	0.617**	0.752**	0.831**	0.276**	0.653**	0.831**		
起浆温度/℃ From pulp temperature	0.146	0.299**	0.447**	-0.093	0.646**	0.544**	0.653**	
直链淀粉含量 Amylose content	0.243**	0.406**	0.531**	-0.035	0.656**	0.599**	0.672**	0.542**

* 表示显著相关, $P<0.05$; ** 表示极显著相关, $P<0.01$ 。
* mean significant correlation at 0.05 level, ** mean significant correlation at 0.01 level.

2.3 寒地水稻种质资源 RVA 谱特征值及直链淀粉含量聚类分析

在对全部材料 RVA 特征值及直链淀粉含量极差标准化的基础上,根据欧氏距离大小,采用最远距离法对 166 份寒地水稻种质资源的 RVA 谱特征值和直链淀粉含量进行聚类分析。由图 1 可知,根据距离的不同,可划分出不同的类群。可大

致将 166 份寒地水稻种质资源分为 5 类。第 1 类包括的品种最多,即龙粳 40、空育 133、龙生 04-040 等 90 个品种,占品种总数的 54.2%,具有热浆黏度、冷浆黏度、回复值和峰值时间的平均值均最高的特点;第 2 类包括松粳香 2 号、龙粳 9 号、通育 35 等 38 个品种,占品种总数的 22.9%,其消减值、回复值和起浆温度较大;第 3 类包括龙粳

Dendrogram using complete linkage
Rescaled distance cluster combine

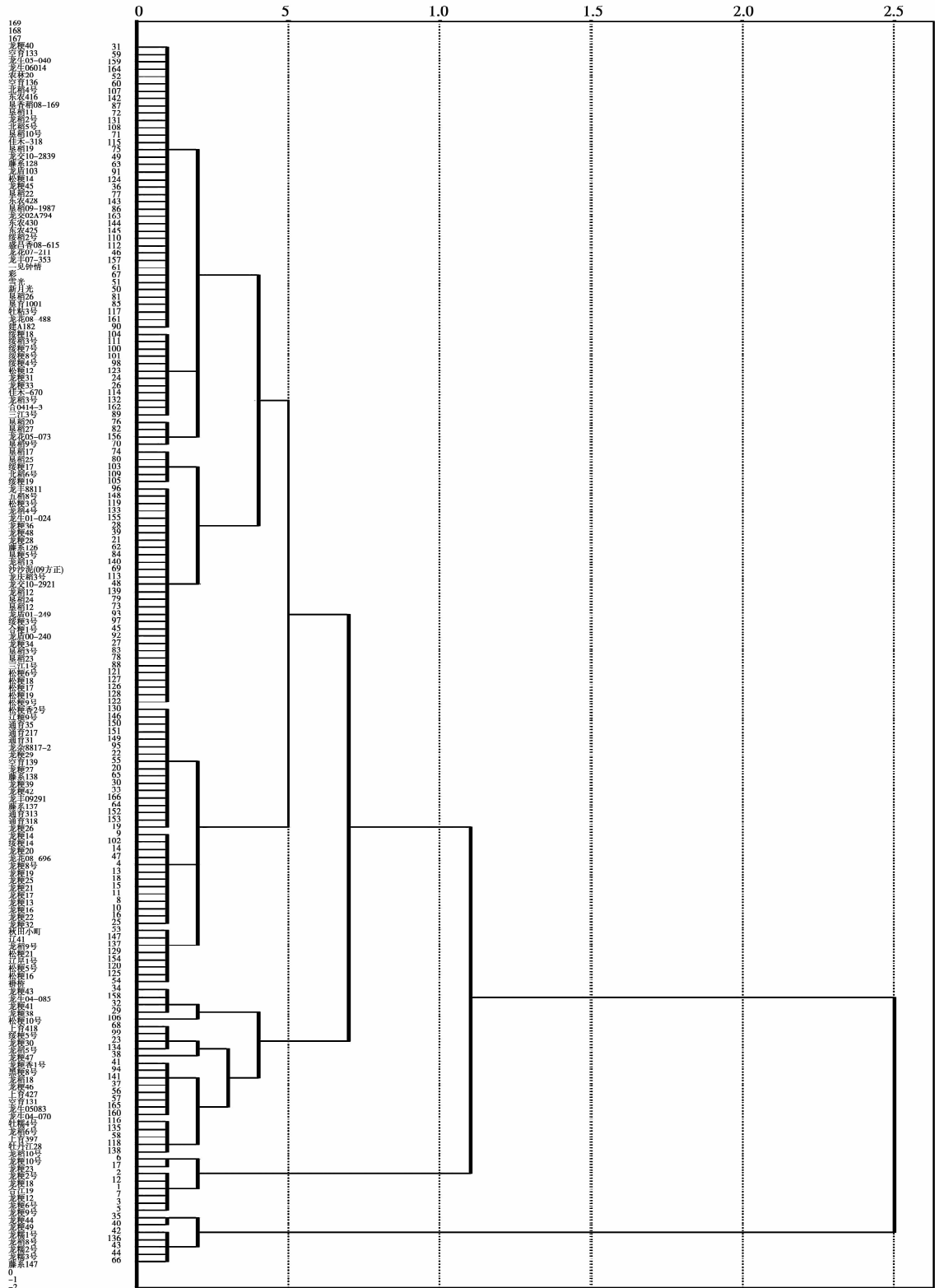


图 1 寒地水稻种质资源 RVA 谱特征值及直链淀粉含量聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis based on RVA profile characteristics and amylose content of rice germplasm resources in cold region

43、龙生 04-085、龙粳 41 等 23 个品种,仅占品种总数的 13.9%,最高黏度和崩解值最大;第 4 类包括龙粳 10 号、龙粳 23、龙粳 2 等 8 品种,占品种总数的 4.8%,具有崩解值最小,消减值最大,起浆温度最高的特点;第 5 类包括龙粳 44、龙粳 49、龙糯 1 号等 7 个品种,占品种总数的 4.2%,其中最高黏度、热浆黏度、冷浆黏度、消减值、回复值、峰值时间、起浆温度均最小。

3 结论与讨论

RVA 谱特征值是衡量稻米蒸煮与食味品质的指标之一,目前已有大量研究证实稻米的 RVA 谱特征值与稻米食味品质具有明显的相关性^[5-6],尤其是最高黏度、崩解值和消减值等特征值,与稻米蒸煮食味品质关系密切,当最高黏度和崩解值越大,消减值越小时,稻米的食味品质就越好。而且 RVA 谱特征值的测定操作简单,需要的样品量少,可重复性很好,所以,RVA 谱特征值对育种工作中早期世代的选择起着十分重要的作用。本研究的 166 份寒地水稻资源中,最高黏度的变异系数为 0.204,回复值的变异系数为 0.257,而消减值的变异系数高达 1.130,该结果说明供试寒地水稻品种间 RVA 谱特征值存在极大差异,变异丰富,可为寒地水稻品质育种提供优良亲本。

稻米淀粉 RVA 谱特征是影响稻米蒸煮食味品质的一个重要因素,RVA 谱除能反映不同品种间因直链淀粉含量差异引起的口感差异外,还能反映直链淀粉含量相近而食味和适口性不同的现象^[7],食味较优的水稻品种一般具有较大的崩解值、较小的碱消值和回复值,而食味较差的水稻品种则相反^[8]。毛艇等^[9]及何秀英等^[10]对 RVA 谱特征值及直链淀粉含量进行测定并进行相关分析,结果表明直链淀粉含量与崩解值呈极显著负相关,与消减值呈极显著正相关。本研究中,稻米直链淀粉含量与崩解值无显著相关性,其原因可能是 RVA 谱特征值在受遗传主效应控制的同时也受基因型与环境互作效应影响^[11];与其余特征值均呈极显著正相关,表明 RVA 特征值与直链淀粉含量相关,可更全面的评价和衡量品种间的

差异。本研究聚类分析结果中,第 3 类种质资源具有崩解值较大,消减值和回复值均较小,食味较好,在亲本选择时在直链淀粉含量相近或存在差异时可辅助参考 RVA 特征值。

本研究表明,寒地水稻品种间 RVA 特征值变异丰富,各特征值间相关关系密切,聚类分析结果可将供试水稻品种分为 5 类,其中第 1 类品种具有热浆黏度、冷浆黏度和回复值的平均值均最高的特点;第 2 类水稻的消减值、回复值和起浆温度较大;第 3 类水稻的最高黏度和崩解值最大;第 4 类水稻的崩解值最小,消减值最大;第 5 类品种除崩解值外,其余特征值均最小。

参考文献:

- [1] Zhang Q F. Strategy of developing green super rice [J]. Proc Natl Acad Sci, 2007, 104:16402-16409.
- [2] 李润宝,王哲伟,林亚三,等. 水稻品质及其研究进展[J]. 种子世界,2011(12):22-23.
- [3] 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.
- [4] American Association of Cereal Chemist (AACC). Methods 61-02 for RVA / Approved Methods of the AACC (9th ed)[S]. St. Paul, MN: AACC, 1995.
- [5] 赵国珍,刘吉新,陈于敏,等. 云南高原粳稻品质现状及淀粉 RVA 谱特性分析[J]. 西南大学学报:自然科学版,2014(11):34-41.
- [6] 陈书强,薛菁芳,潘国君,等. 粳稻粒间淀粉 RVA 谱特征与其它品质性状的关系[J]. 核农学报,2015(2):244-251.
- [7] JULIANO B O. Rice quality screening with the rapid visco analyser[M]//Walker C E, Hazelton J L. Applications of the rapid visco analyser. Scientific. Sydney, Australia: Newport Scientific, 1996:19-24.
- [8] 朱满山,顾铭洪,汤述翥. 不同粳稻品种和 DH 群体稻米淀粉 RVA 谱特征与蒸煮理化指标及相关分析[J]. 作物学报,2007(3):411-418.
- [9] 毛艇,李旭. 辽宁滨海稻区水稻品种淀粉 RVA 谱特征的测定及应用[J]. 湖北农业科学,2015(3):680-681,686.
- [10] 何秀英,程永盛,刘志霞,等. 国标优质籼稻的稻米品质与淀粉 RVA 谱特征研究[J]. 华南农业大学学报,2015(3):37-44.
- [11] Bao J S, Shen S Q, Xia Y W. Analysis of genotype × environment interaction effects for starch pasting viscosity characteristics in indica rice [J]. Acta Genet Sin, 2006, 33(11):1007-1013.

Study on RVA Profile Characteristics of Rice in Cold Region and Correlated with Amylase Content

LI Jia-mei¹, LI Xiu-ping¹, LI Zhi-yuan², MA Wen-dong³, MIAO Bai-geng¹, WU Heng-mei¹

(1. College of Life Sciences, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Information Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 3. Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154026)

油用大豆新品种合农 63 选育与转化应用

郭 泰,王志新,郑 伟,李灿东,张振宇,吴秀红,郭美玲

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/国家大豆产业技术体系佳木斯综合试验站,黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:高油品种是发展油用大豆生产的关键,为选育高油、高产和综合性状优良的大豆品种,黑龙江省农业科学院佳木斯分院在多年育种工作的基础上,通过优化亲本与改进育种方法及南繁北育,历经十余年的时间,以垦农 18 为母本,合丰 47 为父本经有性杂交选育成大豆新品种合农 63,2012 年由黑龙江省农作物品种审定委员会审定推广(审定编号:2012011),2016 年获植物新品种保护权。该品种生育日数 115~120 d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2 350 $^{\circ}\text{C}$,适宜北方春大豆中早熟区种植;区域试验平均产量 2 928.7 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照品种合丰 50 增产 16.1%;生产试验平均产量 2 581.3 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$,较对照品种合丰 50 增产 15.5%;油分含量 23.27%,蛋白质含量 39.25%;中抗灰斑病、抗疫霉根腐病;2012-2016 年累计推广应用面积 69.49 万 hm^2 。

关键词:油用大豆品种;合农 63;选育;转化应用

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)08-0010-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.08.0010

大豆的主要用途是榨油,加工产品主要是豆油和豆粕。据统计,我国 2014-2015 年度国产大豆压榨量为 233.0 万 t,占总压榨量的 2.9%;进口大豆压榨量为 7 700.1 万 t,占总压榨量的 97.1%。由于国产大豆为非转基因大豆,进口大豆基本为转基因大豆,所以我国豆油供给市场主体为转基因豆油,非转基因豆油占的比重很小,人们在市场上想买到或在餐桌上吃到非转基因豆油已经很“奢侈”了。为此,提高油用非转基因大豆品种创新能力、商品大豆生产能力、豆油加工与供

给能力是当前我国大豆产业发展亟待解决的问题。

黑龙江省是我国油用大豆生产基地,也是非转基因豆油生产加工与供给基地。近年来,由于受进口转基因大豆的冲击和国内大豆与高产作物(玉米、水稻)比较效益低的影响,油用大豆生产面积大幅度减少,豆油的生产加工能力大幅度下降,所以导致市场供给能力有限,无法满足人们对非转基因豆油的消费需求,特别是东北地区习惯消费非转基因豆油,对社会和百姓的生活与健康有一定的影响^[1]。

黑龙江省油用大豆主要问题是品种含油量低于进口大豆,市场竞争力差。通过对 1941-2009 年育成的 335 个大豆品种进行分析,平均油分含量为 20.61%,变幅为 16.10%~23.87%,极差为 7.77 百分点^[2],比进口大豆低 1.0~1.5 百分点。

收稿日期:2016-07-30

基金项目:国家大豆产业技术体系公益性专项基金资助项目(CARS-04-CES05);农业科技成果转化资金资助项目(2013GB2B200128)

第一作者简介:郭泰(1963-),男,黑龙江省甘南县人,硕士,研究员,从事大豆育种与栽培研究。E-mail:guotaidadou@163.com。

Abstract:166 rice germplasm resources of rice in cold region were used as the experimental materials, RVA profile characteristics and amylose content were determined, and variation analysis, correlation analysis and cluster analysis were carried in order to provide theoretical basis for parent selection of rice quality breeding in cold region. The results showed that the variation coefficient of setback was the biggest, followed by consistence; there was no significant correlation between amylose content and breakdown, and there were significantly positive correlation between other RVA profile characteristics. The experimental materials were divided into 5 groups according to the cluster analysis, the average of hot paste viscosity, cold paste viscosity and consistence of group 1 were the largest; setback and consistence of group 2 were the biggest; peak viscosity and breakdown of group 3 were the biggest; breakdown of group 4 was the lowest, setback was the biggest; the RVA profile characteristic of group 5 were the smallest, excepted breakdown.

Keywords:rice in cold region; RVA profile characteristics; amylose content; correlation analysis; cluster analysis