

小麦粉面包烘烤品质指标典型相关分析

许自成*

(河南农业大学农学系, 郑州 450002)

赵友梅

(郑州粮食学院储藏系, 郑州)

摘 要

本研究于1986年在郑州进行。试验选用50个小麦品种(系), 对测定的13项面包烘烤品质指标分组进行了典型相关分析。结果表明: 面粉粉质、拉伸品质和蛋白质数量等指标组间普遍存在着显著或极显著的典型相关; 能较好地反映粗蛋白含量、湿面筋含量、沉淀值和 HMW 麦谷蛋白亚基组成得分的粉质仪指标是断裂时间和稳定时间, 拉伸仪指标是延伸性。拉伸仪指标与蛋白质数量等指标间关联程度的大小, 因拉伸时间的长短而异。粉质仪与拉伸仪指标组间的典型相关主要由断裂时间、形成时间、稳定时间和延伸性所决定。

关键词 小麦粉质 拉伸指标 粗蛋白质 湿面筋 沉淀值 麦谷蛋白

典型相关是一种研究两组变量之间相关关系的多元统计方法, 它通过前几对典型相关系数的极大化, 在不损失较大相关信息的情况下, 使两组变量间的相关分析得到简化。这一方法自从Hotelling (1935, 1936) 提出以来, 随着电子计算机的飞速发展, 已在生物、卫生、经济、地质和心理学等多个领域里得到广泛应用。但是, 典型相关用于面包烘烤品质指标的研究, 尚不多见, 至于指标组间的总相关信息, 也知之甚少。本文通过分析面粉粉质仪指标、拉伸仪指标和蛋白质数量等指标间的典型相关关系, 旨在提供面包烘烤品质指标组间的相关信息。

材料和方法

一、材料

1986年从河南农业大学、河南省农科院小麦研究所等单位搜集了在河南种植的50个小麦品种(系)。品种的名称和来源详见本研究的第I报^[3]。

二、方法

1. 磨粉: 样品除杂、润麦, 风干至水分达14~15%, 应用Brabender Quadremater实验磨磨粉, 装入塑料袋内, 7~8℃冰箱中存放备用。

2. 面粉粗蛋白质含量: 用国产龙科A型半微量凯氏蒸馏装置, 按照GB2905-82“谷类、豆类作物种子粗蛋白质测定法”测定。
3. 湿面筋含量: 用瑞典Falling Number Company-2100型洗面筋机测定。
4. 粉质指标: 用粉质仪 (Brabender Farinograph) 按AACC54-21方法进行。
5. 拉伸指标: 用拉伸仪 (Brabender Extensigraph) 按AACC 54-10方法进行。
6. 沉淀值: 参考刘广田等 (1985) 提出的方法进行。
7. HMW麦谷蛋白亚基的分离: 应用十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳 (SDS-PAGE), 根据Laemmli〔7〕和傅宾孝等〔5〕的方法进行。
8. 统计分析方法: 采用典型相关分析方法〔1〕。全部计算过程在微机上完成。

结果与分析

一、粉质仪指标与蛋白质数量等指标的多元相关分析

粉质仪指标评价值 (x_1)、断裂时间 (x_2)、形成时间 (x_3)、稳定时间 (x_4) 和衰减 (x_5) 分别与粗蛋白质、湿面筋、沉淀值、HMW麦谷蛋白亚基组成得分进行典型相关分析, 结果见表1。两组指标间典型相关系数的个数应等于较小一组指标的个数, 因此, 表中的典型相关系数即为多元相关系数。

表1 粉质与蛋白质数量等指标的多元相关分析

第一组指标	第二组指标	典型相关系数	λ^2	X^2	df	典型变量
粉质	粗蛋白质	0.4190(ns)	0.1756	8.73	5	$U = 0.0035X_1 + 0.7548X_2 - 0.9589X_3 - 0.6532X_4 - 0.0680X_5$
粉质	湿面筋	0.5173*	0.2676	14.17	5	$U = 0.0218X_1 - 0.6994X_2 + 0.0969X_3 + 0.7076X_4 + 0.0158X_5$
粉质	沉淀值	0.5384**	0.4076	23.32	5	$U = -0.0713X_1 + 0.7472X_2 - 0.4210X_3 - 0.5072X_4 - 0.0671X_5$
粉质	HMW麦谷蛋白亚基组成得分	0.7154**	0.5118	32.62	5	$U = 0.2357X_1 - 0.6378X_2 - 0.2418X_3 + 0.6421X_4 + 0.0262X_5$

注: **和*分别表示达到0.01和0.05显著水平, ns表示不显著。

由表1可见:粗蛋白质与粉质的典型相关不显著,表明粉质仪指标的优劣和粗蛋白质含量关系并不密切;湿面筋与粉质的典型相关达到5%的显著水平,粉质指标解释了湿面筋26.76%的相关变异。沉淀值、高分子麦谷蛋白亚基组成得分分别与粉质仪指标的典型相关,均达到极显著水平,两者的大小分别有40.76%和51.18%可由粉质的大小来说明。总之,就与粉质仪指标的相关关系而言,高分子麦谷蛋白亚基组成得分>沉淀值>湿面筋>粗蛋白质,改善HMW麦谷蛋白亚基组成,增加HMW麦谷蛋白亚基组成得分,无疑会使面粉粉质得到相应的改善。

典型变量的意义,主要是由系数载荷最高的变量所决定。分析表1典型变量的构成发现,粉质指标中均以 x_2 、 x_4 即断裂时间和稳定时间的系数载荷较大,说明蛋白质数量等指标和断

裂时间、稳定时间的关系密切,而和衰减的关系不大。值得注意的是,评价值虽然是影响面包评分、体积和比容的最重要的粉质指标〔3〕,但它和蛋白质数量等指标的关系似不密切。

二、拉伸仪指标与蛋白质数量等指标的多元相关分析

不同时间内拉伸仪指标粉力(x_6)、延伸性(x_7)、最大抗延伸力(x_8)、最大处比值(x_9)分别与蛋白质数量等指标的典型相关分析结果列于表2。结果发现,不同时间内拉伸仪指标与粗蛋白质、湿面筋、沉淀值和HMW麦谷蛋白亚基组成得分之间均存在极显著的典型相关;随着拉伸时间的延长,两组指标间关联程度的大小有加强或减弱的趋势。粗蛋白质和沉淀值分别与拉伸指标的典型相关,均以135分钟的时间内最大,此时二者可由拉伸指标解释的相关变异分别达90.80%和93.57%,高分子麦谷蛋白亚基组成得分与拉伸指标的典型相关,随拉伸时间的延长略呈减弱的趋势;湿面筋与拉伸指标的典型相关以45分钟最大,至90分钟有所减弱,到135分钟又有所回升。

表2 拉伸指标与蛋白质数量等指标的多元相关分析

第一组指标	第二组指标	λ	λ^2	X^2	df	典型变量
45分钟拉伸	粗蛋白质	0.6223**	0.3873	22.53	4	$U = -0.1137X_6 + 0.9932X_7 + 0.0249X_8 + 0.0910X_9$
	湿面筋	0.7677**	0.5894	40.94	4	$U = -0.1192X_6 + 0.9926X_7 + 0.0211X_8 + 0.0615X_9$
	沉淀值	0.7215**	0.5206	33.82	4	$U = -0.0621X_6 + 0.9978X_7 + 0.0243X_8 + 0.0511X_9$
	高分子麦谷蛋白亚基组成得分	0.6251**	0.3908	22.79	4	$U = 0.2945X_6 - 0.9789X_7 + 0.0412X_8 + 0.0710X_9$
90分钟拉伸	粗蛋白质	0.6161**	0.3796	21.96	4	$U = -0.0715X_6 + 0.9973X_7 + 0.0150X_8 + 0.0312X_9$
	湿面筋	0.6889**	0.4746	29.60	4	$U = -0.0790X_6 + 0.9968X_7 + 0.0123X_8 + 0.0623X_9$
	沉淀值	0.7536**	0.5679	38.60	4	$U = -0.0463X_6 + 0.9988X_7 + 0.0166X_8 + 0.0114X_9$
	高分子麦谷蛋白亚基组成得分	0.5777**	0.3337	18.68	4	$U = 0.2835X_6 - 0.9546X_7 + 0.0910X_8 + 0.0118X_9$
135分钟拉伸	粗蛋白质	0.9529**	0.9080	109.76	4	$U = 0.5397X_6 - 0.8077X_7 - 0.0972X_8 + 0.2164X_9$
	湿面筋	0.7298**	0.5326	34.99	4	$U = 0.3402X_6 - 0.9250X_7 - 0.0523X_8 + 0.1607X_9$
	沉淀值	0.9673**	0.9357	126.21	4	$U = 0.6230X_6 - 0.7298X_7 - 0.1199X_8 + 0.2548X_9$
	高分子麦谷蛋白亚基组成得分	0.5695**	0.3243	18.93	4	$U = -0.0679X_6 + 0.9955X_7 + 0.0654X_8 + 0.0131X_9$

就与拉伸指标的关联程度大小而言,在45分钟时湿面筋>沉淀值>高分子麦谷蛋白亚基组成得分>粗蛋白质,但这种趋势因拉伸时间的延长而发生变化,在135分钟时其变化为:沉淀值>粗蛋白质>湿面筋>高分子麦谷蛋白亚基组成得分。

分析典型变量的构成发现,不同时间内拉伸指标均以变量 x_7 (延伸性)的系数载荷明显地高于其它变量,表明蛋白质数量等指标和延伸性的关联程度较大,而和最大比值(x_9)

的相关较小。应当指出的是,135分钟时的粉力(x_6)和最大比值(x_9)的系数载荷较45分钟和90分钟时的有所提高。换言之,135分钟两组指标间的典型相关是多个拉伸指标与蛋白质数量等指标综合作用的结果。

三、粉质和拉伸指标组间的典型相关分析

粉质和拉伸指标群间的典型相关系数列于表3。两组指标间的4个典型相关系数中,前3个均达到1%或5%的显著水平,且前3个典型相关系数之和占整个相关系数总和的88%以上,已概括了这两组指标间相关的全部信息,尤其是粉质和45分钟拉伸指标间前3个典型相关系数的累计贡献率最高,达到94.47%,粉质和135分钟拉伸指标间前3个典型相关系数的累计贡献率次之,也达到90.42%,现将前3对典型变量的构成列于表3。

表3 粉质、拉伸指标组间的典型相关系数

第一组指标	第二组指标	典型相关系数	累计贡献率(%)	X^2	df
粉 质	45分钟拉伸	$\lambda_1 = 0.9559^{**}$	35.69	193.87	20
		$\lambda_2 = 0.8003^{**}$	65.58	84.19	12
		$\lambda_3 = 0.7737^{**}$	94.47	39.27	6
		$\lambda_4 = 0.1481(ns)$	100	0.91	2
粉 质	90分钟拉伸	$\lambda_1 = 0.8481^{**}$	40.66	83.82	20
		$\lambda_2 = 0.5014^{**}$	64.69	27.29	12
		$\lambda_3 = 0.4999^*$	88.66	14.50	6
		$\lambda_4 = 0.2366(ns)$	100	2.36	2
粉 质	135分钟拉伸	$\lambda_1 = 0.9728^{**}$	38.28	188.14	20
		$\lambda_2 = 0.7801^{**}$	68.98	58.09	12
		$\lambda_3 = 0.5446^{**}$	90.42	17.34	6
		$\lambda_4 = 0.2435(ns)$	100	2.51	2

分析粉质和45分钟拉伸指标间的前3对典型变量的构成(见表4),发现 U_1 中 x_4 (稳定时间)的系数明显地高于其它变量的系数, U_2 和 U_3 则均以 x_3 (形成时间)的系数明显较大; V_1 、 V_2 和 V_3 表现相似,均以 x_7 (延伸性)的系数载荷较大,因此,可以推断,粉质和45分钟拉伸指标间的极显著相关主要由稳定时间、形成时间与延伸性所引起。

分析粉质与90分钟拉伸指标间的前3对典型变量的构成,发现 V_1 、 V_2 和 V_3 均以 x_7 (延伸性)的系数明显地大,这和45分钟拉伸相同; U_1 、 U_2 和 U_3 则发生变化,系数载荷较大的有 x_3 (形成时间)、 x_2 (断裂时间)和 x_4 (稳定时间)。因此,这两组指标间极显著的典型相关主要由形成时间、断裂时间与延伸性所决定。

在粉质与135分钟拉伸指标间的前3对典型变量构成中, V_1 、 V_2 和 V_3 中作用较大的变量除延伸性(x_7)外,粉力(x_6)在 V_2 中也有重要表现, U_1 、 U_2 和 U_3 中作用较大的变量主要有断裂时间(x_2)、稳定时间(x_4)等。因此,这两组指标间极显著的典型相关主要由断裂时间、稳定时间与延伸性所决定。

综上所述,粉质与不同时间拉伸指标组间,存在着极显著的典型相关,这一相关关系主要是由粉质中的断裂时间、形成时间和稳定时间与拉伸指标中的延伸性的相关所引起。

表4 粉质、拉伸指标组间前3对典型变量的构成

指标组	典型变量
粉质与45分拉伸	$U_1 = -0.0167X_1 - 0.3334X_2 - 0.0303X_3 + 0.9421X_4 + 0.0611X_5$
	$V_1 = -0.1622X_6 - 0.9703X_7 + 0.1722X_8 + 0.0504X_9$
	$U_2 = -0.0588X_1 + 0.2889X_2 - 0.9155X_3 + 0.2623X_4 + 0.0783X_5$
	$V_2 = -0.4462X_6 - 0.8710X_7 - 0.1652X_8 + 0.1227X_9$
	$U_3 = 0.0929X_1 + 0.0092X_2 + 0.9956X_3 + 0.0012X_4 + 0.0623X_5$
粉质与90分拉伸	$V_3 = 0.0353X_6 + 0.9874X_7 + 0.1332X_8 - 0.0782X_9$
	$U_1 = 0.2596X_1 + 0.3697X_2 - 0.8922X_3 + 0.0041X_4 + 0.0919X_5$
	$V_1 = 0.1632X_6 + 0.9556X_7 - 0.0147X_8 + 0.2148X_9$
	$U_2 = -0.2533X_1 + 0.9674X_2 + 0.0611X_3 + 0.0017X_4 + 0.0631X_5$
	$V_2 = 0.1016X_6 - 0.9674X_7 + 0.0611X_8 - 0.2319X_9$
粉质与135分拉伸	$U_3 = 0.1369X_1 - 0.7113X_2 - 0.2128X_3 + 0.6557X_4 + 0.0255X_5$
	$V_3 = -0.1568X_6 - 0.9222X_7 + 0.0570X_8 - 0.3490X_9$
	$U_1 = -0.00536X_1 + 0.9986X_2 + 0.0650X_3 + 0.0922X_4 + 0.0615X_5$
	$V_1 = 0.1571X_6 + 0.9858X_7 - 0.0980X_8 + 0.0586X_9$
	$U_2 = 0.1510X_1 - 0.6262X_2 - 0.0788X_3 + 0.7462X_4 - 0.1487X_5$
	$V_2 = 0.9688X_6 + 0.1265X_4 + 0.1431X_8 - 0.1561X_9$
	$U_3 = -0.1914X_1 - 0.0498X_2 + 0.6321X_3 + 0.7492X_4 + 0.0616X_5$
	$V_3 = -0.2511X_6 + 0.9652X_7 + 0.0725X_8 + 0.0118X_9$

结 论

本文采用典型相关分析方法,把50个小麦品种(系)的若干品质指标进行分组,研究了指标组间的典型相关关系,得到如下结论:

1. 面粉粉质、面团不同时间拉伸品质与蛋白质数量等指标之间,均存在着显著或极显著的典型相关(粉质与粗蛋白质例外),能较好地反映粗蛋白质、湿面筋、沉淀值和HMW麦谷蛋白亚基组成得分的粉质仪指标是断裂时间和稳定时间。拉伸仪指标是延伸性。

2. 拉伸仪指标与蛋白质数量等指标间关联程度的大小受拉伸时间长短的影响,粗蛋白质和沉淀值与拉伸仪指标的典型相关,在135分钟时最大;而高分子麦谷蛋白亚基组成得分和湿面筋与拉伸仪指标的典型相关,随拉伸时间的延长,似有减弱的趋势。

3. 面粉粉质与拉伸品质指标群间的前3个典型相关系数,基本上概括了这两组指标间相关的全部信息,其典型变量的构成随拉伸时间的变化有所不同。一般地说,该两组指标间,在关联性上起作用的主要有断裂时间、形成时间和稳定时间以及延伸性。

参 考 文 献

- [1] 高之仁:《数量遗传学》,成都,四川大学出版社,1986: 226--235
- [2] 盖钧儒、马育华:江淮下游大豆地方品种群体农艺性状的典型相关分析,《作物学报》,10(4)1984: 229—236

- [3] 赵友梅, 许自成: 小麦粉面包烘烤品质指标的研究, I. 逐步回归分析筛选关键性指标, 《郑州粮食学院学报》, 1989(2): 80—87
- [4] 赵友梅, 许自成: 小麦粉面包烘烤品质指标的研究, II. 聚类分析评价品种的品质指标特征, 《郑州粮食学院学报》, 1990(2): 55—62
- [5] 傅宾孝, 赵友梅, 秦礼谦: 小麦麦谷蛋白与面粉品质, 《郑州粮食学院学报》, 1988(3): 1—12
- [6] Anderson, T.W.: An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1958
- [7] Laemmli, U.K.: Nature, 1970 (227): 680

Studies on the Quality Index of Wheat Flour for Baking Bread

Xu Zicheng

(Department of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Zhao Youmei

(Department of Grain and oil Storage, Zhengzhou Grain College, Zhengzhou)

Abstract

The experiment which involved 50 wheat cultivars (lines) was conducted in Zhengzhou in 1986. Thirteen quality indexes for baking were bread grouped and studied by means of canonical correlative analysis. The results showed that there were significant canonical correlation among flour qualities, rheological properties of dough and quantitative characters of protein. It seemed that the crude protein and gluten content of flour, sedimentation value, and the combination score of HMW glutenin subunits could be represented by dough break down time, stable time and extensibility. Correlation between rheological properties of dough and quantitative traits of protein varied with the time of tensile test. The Canonical variable analysis of flour qualities with rheological properties of dough indicated that was an important effect on dough break down time, develop time, stable time and extensibility in correlative association.

Key words: Flour qualities of wheat; Rheological properties of dough; Crude protein; Crude gluten; Sedimentation value; Glutenin