

基于 MARS 的卷烟吸阻和通风预测模型

Study on prediction model for draw resistance and ventilation of cigarette based on multivariate adaptive regression splines

何孝强¹ 李泓燊² 向 虎¹ 王 龙¹ 张云飞¹

HE Xiao-qiang¹ LI Hong-shen² XIANG Hu¹ WANG Long¹ ZHANG Yun-fei¹

邹玉胜¹ 赵 荣¹ 刘戈弋¹ 杨 涛¹ 李绍臣¹

ZOU Yu-sheng¹ ZHAO Rong¹ LIU Ge-yi¹ YANG Tao¹ LI Shao-chen¹

(1. 红云红河烟草〔集团〕有限责任公司曲靖卷烟厂, 云南 曲靖 655001;

2. 红云红河烟草〔集团〕有限责任公司, 云南 昆明 650000)

(1. Qujing Cigarette Factory, Hongyun Honghe Tobacco [Group] Co., Ltd., Qujing, Yunnan 655001, China;

2. Hongyun Honghe Tobacco [Group] Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000, China)

摘要:通过对卷烟吸阻、通风率的原理分析找出相关的影响因子,结合大量丰富的不同规格和原辅料特性的卷烟数据,利用多元自适应回归样条(MARS)方法建立了卷烟吸阻、通风预测模型。结果表明,吸阻预测模型的标准化均方误差为0.276,绝对误差平均值为37.5 Pa;纸通风预测模型的标准化均方误差为0.184,绝对误差平均值为0.91%;滤嘴通风预测模型的标准化均方误差为0.044,绝对误差平均值为1.27%,模型预测效果较好。

关键词:多元自适应回归样条;吸阻;通风;预测

Abstract: Draw resistance and ventilation of cigarette are important indexes that affect the suction feeling, smoke and sensory quality of cigarette. In order to achieve the early prediction of draw resistance and ventilation of cigarette, the relevant factors were identified by analyzing the principle of draw resistance and ventilation, combined with a large number of data with different specifications and material characteristics. The prediction model of draw resistance and ventilation of cigarette was established by using multivariate adaptive regression splines (MARS) method. After verification, the normalized mean squared error (NMSE) of draw resistance prediction model was 0.276, and the average absolute error was 37.5 Pa; the NMSE of paper ventilation prediction model was 0.184, and the average absolute error was 0.91%; the NMSE of filter ventilation prediction model was 0.044, and the average absolute error was 1.27%. The

results showed that the model could be applied to the prediction of cigarette draw resistance and ventilation in actual production, and provide a reference for cigarette materials matching in product design and production improvement.

Keywords: multivariate adaptive regression splines; draw resistance; ventilation; prediction

卷烟吸阻是指消费者在吸烟时能感受到的阻力^[1],会影响吸烟者对产品的接受性。卷烟通风是指通过未点燃卷烟(除前端外)吸入的空气^[2],包括从卷烟纸和水松纸进入烟支的空气量,通风是一种影响卷烟烟气(焦油、CO等)产生量和成品吸阻的决定性因素。卷烟吸阻和通风是影响卷烟抽吸感受、烟气和感官质量的重要指标,因此建立卷烟吸阻、通风预测模型对产品设计 and 质量改进具有重要意义。目前,国内外对卷烟吸阻和通风的研究主要包括:研究相关因素对卷烟吸阻和通风的影响,包括卷烟材料、烟丝特性、物理指标和生产过程对卷烟吸阻、通风的影响^[3-6],该类研究通过单一卷烟牌号的试验探讨了部分因素对卷烟吸阻和通风的影响,未能建立统一的吸阻、通风预测模型,存在一定局限性;通过原理分析建立通用的吸阻、通风数学模型^[7-10],但该类模型中的部分关键参数如烟丝渗透率等需要借助专业的检测仪器进行试验获取,且需要生产出烟丝和滤棒后才能进行相关参数的测量,对于卷烟设计存在一定的滞后性。

多元自适应回归样条方法(Multivariate adaptive regression splines, MARS)由Friedman^[11]提出,具有灵活适用于回归和分类问题的线性和非线性建模、支持变量交互、简单易懂、几乎不需要数据预处理、适用于不同类

作者简介:何孝强,男,红云红河烟草(集团)有限责任公司曲靖卷烟厂工程师,硕士。

通信作者:李泓燊(1978—),男,红云红河烟草(集团)有限责任公司经济师,博士。E-mail: lil317@hyhgroup.com

收稿日期:2020-01-07

型的数据、数据预测效果好等特点^[12-13],该方法已被应用于冻土分布模拟^[14]和语音清晰度客观评价^[15]等方面。试验拟从卷烟吸阻、通风原理出发,对检测数据进行深入挖掘,利用多元自适应回归样条方法建立卷烟吸阻、通风预测模型,为产品设计和生产改进提供参考。

1 试验原理及方法

1.1 试验原理

收集不同规格牌号卷烟的物理指标检测数据并进行清洗,结合卷烟吸阻、通风的原理分析可能的影响因素,根据原理分析结果构建中间变量形成新的基础数据,并将数据集分为训练集和测试集,利用 MARS 方法对训练集建立卷烟吸阻和通风预测模型,利用测试集对模型进行验证。

1.2 数据准备

曲靖卷烟厂 2018 年 1 月~2019 年 6 月各牌号卷烟物理指标检测数据 17 万余条,涵盖了 14 个卷烟牌号,卷烟规格包括常规烟支、中支和细支,卷烟纸透气度、接装纸透气度、滤棒长度、滤棒吸阻、烟丝填充值等因子。以各牌号的产品技术标准为参考,对数据进行初步清洗,剔除明显异常数据,形成如表 1 所示的数据。

卷烟吸阻是在烟丝柱体吸阻、接装纸打孔上游滤棒压降、下游滤棒压降、卷烟纸透气度、接装纸透气度的综合作用下形成的^[1],其中烟丝柱体吸阻与烟支长度、直径、气流黏度、烟支比阻有关,烟支比阻反映了烟丝形状、尺寸及孔隙率对流体流动的影响^[16]。根据烟支比阻的定义,与之相关且可测量的有烟支内的烟丝填充密度和烟

表 1 数据示意

Table 1 Data presentation

牌号	重量/g	圆周/mm	长度/mm	吸阻/pd	闭吸/pd	滤嘴通风/%	纸通风/%	总通风/%
A	0.663 6	20.00	88.02	1 189	1 405	12.6	6.4	19.0
A	0.682 7	19.96	88.70	1 261	1 494	13.3	6.3	19.6
A	0.648 9	19.88	88.10	1 141	1 347	13.2	4.7	17.9
A	0.668 3	19.97	88.09	1 158	1 381	12.3	7.6	19.9
A	0.677 9	19.89	88.35	1 181	1 418	13.4	6.9	20.3
A	0.668 9	19.90	88.39	1 189	1 395	11.5	6.2	17.7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

丝本身的填充能力,烟填充密度越大,阻力越大,填充值越高,阻力越大,因此以烟丝填充密度与烟丝填充值的乘积表示气体通过烟丝柱体受到的阻力,即烟丝填充系数:

$$fd = 1\,000f \times \frac{m}{v} \tag{1}$$

式中:

fd ——烟丝填充系数;

f ——烟丝填充值, cm^3/g ;

m ——单支卷烟所含烟丝量, g ;

v ——无嘴段烟支体积, mm^3 。

根据定义, fd 反映了烟丝在烟支中的实际填充量与烟丝本身的填充性能的比值,值越大,烟丝在烟支内的填充越紧实,对气体的阻力越大,吸阻越大。

卷烟通风包括纸通风和滤嘴通风,二者之和为总通风。卷烟通风与卷烟吸阻、卷烟纸透气度、接装纸透气度、接装纸打孔位置、滤棒压降等因素有关,为此在原始数据集中加入卷烟纸透气、接装纸透气度、滤棒压降、滤棒长度,并根据水松纸打孔位置计算出滤棒上、下游压降,根据卷烟重量、规格和卷烟材料重量、烟丝填充值计算出烟丝填充系数,形成如表 2 所示的数据集。

1.3 方法

MARS 模型通过样条函数拟合复杂的非线性关系^[14-15],其数学表达式为:

表 2 变量注释[†]

Table 2 Variable comments

变量	含义	单位	角色
l	卷烟长度	mm	输入变量
lbl	滤棒长度	mm	输入变量
$lbpd$	滤棒压降(4 倍长)	Pa	输入变量
jt	卷烟纸透气度	cu	输入变量
st	接装纸透气度	cu	输入变量
$lbpd1$	滤棒上游压降	Pa	输入变量
$lbpd2$	滤棒下游压降	Pa	输入变量
d	卷烟直径	mm	输入变量
yzl	无嘴段烟支长度	mm	输入变量
fd	烟丝填充系数		输入变量
pd	卷烟吸阻	Pa	目标变量
fv	卷烟滤嘴通风	%	目标变量
pv	卷烟纸通风	%	目标变量
tv	卷烟总通风	%	目标变量

[†] 卷烟长度、滤棒长度、卷烟纸透气度、接装纸透气度、卷烟直径、无嘴段烟支长度为已知参数;辅料重量、滤棒压降和烟丝填充值采用对应批次卷烟的平均值;滤棒上、下游压降和烟丝填充系数根据已知参数计算;卷烟吸阻、滤嘴通风、纸通风和总通风为检测结果。

$$\hat{y} = \hat{f}_M(x) = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m S_m(x) = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m \prod_{k=1}^{k_m} [S_{km}(x_{v(k,m)} - t_{km})]_+, \quad (2)$$

式中:

$\hat{y}$ —— 预测变量;

a_0 —— 截距;

a_m —— 第 m 个样条函数的系数;

$S_m(x)$ —— 第 m 个样条函数;

M —— 样条函数数量;

k_m —— 不同区域之间的线性回归线交点的结点数;

S_{km} —— 右侧或左侧的样条函数,取 1 或 -1;

$v(k,m)$ —— 标识变量;

t_{km} —— 结点位置。

样条函数定义为:

$$\begin{cases} [S_{km}(x_{v(k,m)} - t)]_+ = \begin{cases} (x - t_{km}) & \text{当 } x \geq t_{km} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \\ [S_{km}(x_{v(k,m)} - t)]_+ = \begin{cases} (t_{km} - x) & \text{当 } x \leq t_{km} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \end{cases} \quad (3)$$

式中:

t —— 结点的位置;

$x - t_{km}$ 、 $t_{km} - x$ —— 给定 t 时右侧和左侧区域的样条函数;

$+$ —— 对于负值取 0。

MARS 模型通过交叉验证实现变量的自动选择,默认的方法是前向过程建模然后通过后向过程精简模型,精简过程根据广义交叉验证(GCV)进行,其定义为:

$$GCV(\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^N [y_i - \hat{f}_\lambda(x_i)]^2}{[1 - M(\lambda)/N]^2} \quad (4)$$

式中:

y_i —— 实际观测值;

$M(\lambda)$ —— 模型中有效参数数量;

$\hat{f}_\lambda$ —— 每一步估计的最佳模型;

N —— 基函数个数。

$GCV(\lambda)$ 最小时对应的模型为最佳模型。

2 模型建立与验证

2.1 吸阻模型

将数据集分为训练集和测试集,其中训练集为总样本的 80%,采用分层抽样的方法在每个牌号卷烟的检测数据中随机抽取 80%的样本量组成训练集建立模型,剩下的 20%为作为验证模型的测试集。考虑到模型的实际应用,数据变量中的辅料重量、烟丝填充值和滤棒压降为对应批次的平均值,因此这些变量的波动可能会对结果产生影响,为尽量消除人为添加变量的波动和测试过程中的误差,首先对训练样本进行聚类。以卷烟规格(重量、圆周、长度)为变量,利用 K-Means 聚类算法对训练集进行聚类,根据总的类内平方和变化,同时为避免不同牌号卷烟数据的样本量差异过大对模型精度造成影响,最终确定每个卷烟牌号的聚类数为 200,以每个类别的数据中心值为新的训练样本,共 2 800 条数据。

利用 MARS 模型拟合训练集,得到模型拟合的变量重要性见表 3。

根据 nsubsets(精简过程完成后包含该变量的模型个数)准则^[12],最终模型用到了 10 个变量中的 8 个,其中接装纸透气度和滤棒下游压降最重要,其次为烟丝填充系数、卷烟长度、滤棒上游压降、卷烟纸透气度、无嘴段烟支长度和卷烟直径,而滤棒长度和滤棒压降在最终的模型中被删除。

由图 1 可知,当模型基函数为 16 时, GCV 值达到最小 421.6,因此确定最佳模型的基函数为 16。

最终建立的模型为:

$$pd = 947.483 - 97.976 h_1 + 943.738 h_2 - 616.126 h_3 - 0.111 h_4 - 34.639 h_5 + 0.210 h_6 + 7.048 h_7 + 1.124 h_8 + 0.754 h_9 - 5.128 h_{10} - 10.473 h_{11} - 83.608 h_{12} - 7.382 h_{13} - 22.855 h_{14} - 8.835 h_{15} \quad (5)$$

表 3 变量重要性

Table 3 Variable importance

变量	含义	单位	nsubsets	gcv	rss
st	接装纸透气度	cu	13	71.978 58	71.939 62
lbpd2	滤棒下游压降	Pa	13	71.978 58	71.939 62
fd	烟丝填充系数		12	53.369 13	53.375 60
l	卷烟长度	mm	10	61.946 15	61.923 53
lbpd1	滤棒上游压降	Pa	10	33.240 04	33.327 62
jt	卷烟纸透气度	cu	8	27.101 10	27.172 88
yzl	无嘴段烟支长度	mm	6	18.951 37	19.064 30
d	卷烟直径	mm	4	100.000 00	100.000 00
lbl(unused)	滤棒长度	mm	0	0.000 00	0.000 00
lbpd(unused)	滤棒压降	Pa	0	0.000 00	0.000 00

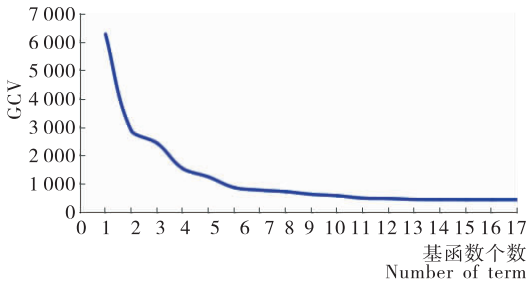


图 1 模型选择

Figure1 Model selection

其中各基函数表达式如表 4 所示。

表 4 基函数[†]

Table 4 Primary function

基函数	表达式	变量	系数
h_1	$\max(0, 6.431\ 82-d)$	d	-97.976 400
h_2	$\max(0, fd-1.090\ 45)$	fd	943.738 300
h_3	$\max(0, 1.090\ 45-fd)$	fd	-616.126 000
h_4	$\max(0, st-80)$	st	-0.111 380
h_5	$\max(0, 80-st)$	st	-34.639 400
h_6	$\max(0, lbpd2-439.6)$	$lbpd2$	0.210 272
h_7	$\max(0, 439.6-lbpd2)$	$lbpd2$	7.047 573
h_8	$\max(0, lbpd1-750)$	$lbpd1$	1.123 966
h_9	$\max(0, 750-lbpd1)$	$lbpd1$	0.753 917
h_{10}	$\max(0, jt-60)$	jt	-5.127 510
h_{11}	$\max(0, 60-jt)$	jt	-10.473 000
h_{12}	$\max(0, yzl-70.156\ 6)$	yzl	-83.607 800
h_{13}	$\max(0, 70.156\ 6-yzl)$	yzl	-7.382 300
h_{14}	$\max(0, l-84.36)$	l	-22.855 500
h_{15}	$\max(0, 84.36-l)$	l	-8.835 080

[†] $\max(0, a)$ 表示取 0 和 a 的较大值。

利用该模型对测试集进行 5 折交叉验证,得到吸阻测试集的标准化均方误差为 0.276^[23],预测绝对误差平均值为 37.5 Pa,相对误差为 3.26%,模型拟合效果较好。

2.2 通风模型

利用同样的方法建立卷烟纸通风、滤嘴通风预测模型。其中纸通风预测模型包含 7 个变量,其重要性由高到低依次为: $lbpd$ (滤棒压降)、 st (接装纸透气度)、 d (卷烟直径)、 jt (卷烟纸透气度)、 fd (烟丝填充系数)、 lbl (滤棒长度)、 yzl (无嘴段烟支长度),最优模型包含 15 个基函数,建立的预测模型为:

$$pv = 10.153 + 0.011\ 96 h_1 + 0.027\ 6 h_2 - 0.069\ 28 h_3 - 0.249 h_4 + 0.026\ 9 h_5 - 0.231 h_6 + 20.722 h_7 - 15.507 h_8 - 0.077\ 5 h_9 - 1.041 h_{10} - 0.056\ 5 h_{11} + 0.035\ 8 h_{12} + 0.001\ 98 h_{13} + 5.856 h_{14} - 3.564 h_{15} \quad (6)$$

其中各基函数表达式如表 5 所示。

表 5 基函数

Table 5 Primary function

基函数	表达式	变量	系数
h_1	$\max(0, lbpd-3\ 000)$	$lbpd$	0.011 882
h_2	$\max(0, 3\ 000-lbpd)$	$lbpd$	0.027 610
h_3	$\max(0, yzl-59.827\ 9)$	yzl	-0.069 280
h_4	$\max(0, 59.827\ 9-yzl)$	yzl	-0.249 060
h_5	$\max(0, jt-60)$	jt	0.026 920
h_6	$\max(0, 60-jt)$	jt	-0.231 080
h_7	$\max(0, fd-1.105\ 2)$	fd	20.721 580
h_8	$\max(0, 1.105\ 2-fd)$	fd	-15.507 400
h_9	$\max(0, lbl-27)$	lbl	-0.077 490
h_{10}	$\max(0, 27-lbl)$	lbl	-1.041 060
h_{11}	$\max(0, lbpd-3\ 400)$	$lbpd$	-0.056 540
h_{12}	$\max(0, st-160)$	st	0.035 753
h_{13}	$\max(0, 160-st)$	st	0.001 981
h_{14}	$\max(0, d-7.630\ 57)$	d	5.856 359
h_{15}	$\max(0, 7.630\ 57-d)$	d	-3.564 070

5 折交叉验证得到纸通风测试集的标准化均方误差为 0.184,预测绝对误差平均值为 0.91%,模型拟合效果较好。

滤嘴通风预测模型包含 6 个变量,其重要性由高到低依次为: st (接装纸透气度)、 jt (卷烟纸透气度)、 $lbpd2$ (滤棒下游压降)、 l (卷烟长度)、 $lbpd$ (滤棒吸阻)、 $lbpd1$ (滤棒上游压降),最优模型包含 11 个基函数,建立的预测模型为:

$$fv = 7.994 + 0.162 h_1 - 0.02 h_2 + 0.273 h_3 + 0.157 h_4 + 0.032\ 7 h_5 - 0.007 h_6 + 0.029\ 2 h_7 - 0.018\ 4 h_8 + 6.353 h_9 + 0.79 h_{10} - 0.097\ 7 h_{11} \quad (7)$$

其中各基函数表达式如表 6 所示。

5 折交叉验证得到滤嘴通风测试集的标准化均方误

表 6 基函数

Table 6 Primary function

基函数	表达式	变量	系数
h_1	$\max(0, st-310)$	st	0.161 600
h_2	$\max(0, 310-st)$	st	-0.020 060
h_3	$\max(0, jt-60)$	jt	0.272 866
h_4	$\max(0, 60-jt)$	jt	0.156 689
h_5	$\max(0, lbpd2-423.9)$	$lbpd2$	0.032 683
h_6	$\max(0, 423.9-lbpd2)$	$lbpd2$	-0.007 140
h_7	$\max(0, lbpd-3\ 630)$	$lbpd$	0.029 198
h_8	$\max(0, 3\ 630-lbpd)$	$lbpd$	-0.018 380
h_9	$\max(0, l-99.799\ 1)$	l	6.353 356
h_{10}	$\max(0, 99.799\ 1-l)$	l	0.790 596
h_{11}	$\max(0, lbpd1-758.75)$	$lbpd1$	-0.097 700

差为 0.044,预测绝对误差平均值为 1.27%,模型拟合效果较好。

卷烟总通风为滤嘴通风与纸通风之和,根据模型预测出的纸通风与滤嘴通风即可预测出总通风,通过计算,总通风测试集的预测绝对误差平均值为 1.7%。

为进一步分析模型预测效果,将卷烟吸阻和通风指标的实测值波动和指标产品技术标准进行对比,如表 7 所示。由表 7 可知,模型预测误差远小于吸阻实际波动范围和技术标准规定允差,因此模型完全可应用于产品设计和实际生产中的吸阻和通风预测。

表 7 模型预测误差对比表

Table 7 The comparison of model prediction error

指标	单位	标偏	平均	波动	技术标准	模型预测
		范围	标偏	范围	规定允差	平均误差
吸阻	Pa	38~67	48.8	114~201	150~200	37.5
总通风	%	1.0~3.9	2.2	3.0~11.7	10	1.7

3 结论

通过对卷烟吸阻、通风率的原理分析找出相关的影响因子,结合大量丰富的不同规格和原辅料特性的卷烟数据,利用多元自适应回归样条(MARS)方法建立了卷烟吸阻、通风预测模型,其中吸阻预测模型的标准化均方误差为 0.276,绝对误差平均值为 37.5 Pa;纸通风预测模型的标准化均方误差为 0.184,绝对误差平均值为 0.91%;滤嘴通风预测模型的标准化均方误差为 0.044,绝对误差平均值为 1.27%,模型预测效果较好,可应用于实际生产中的卷烟吸阻、通风预测。试验中用于拟合模型的数据为曲靖卷烟厂目前生产的牌号和规格卷烟检测数据,后续将纳入其他生产厂的不同牌号、规格卷烟数据进行分析,进一步优化模型。

参考文献

[1] DAVIS D L, NIELSEN M T. 烟草: 生产、化学和技术[M].

国家烟草专卖局科技教育司, 中国烟草科技信息中心, 译. 北京: 化学工业出版社, 2003: 342.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GBT 22838. 15—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定 第 15 部分: 卷烟 通风的测定 定义和测量原理[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-2.

[3] 孙东亮, 王坤明, 魏凤美, 等. 卷烟物理指标与吸阻统计关系研究[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 42-45.

[4] 魏玉玲, 徐金和, 廖臻, 等. 卷烟材料多因素对卷烟通风率及过滤效率的影响[J]. 烟草科技, 2008(11): 10-14.

[5] 刘欢, 王乐, 胡少东, 等. 卷烟燃烧动态吸阻研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(5): 83-86.

[6] 高明奇, 顾亮, 李明哲, 等. 在线打孔参数对细支卷烟理化指标的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(11): 200-203.

[7] 王乐, 李斌, 鲁端峰, 等. 不同抽吸状态下卷烟动态通风特征的数值模拟[J]. 烟草科技, 2017, 50(12): 85-89.

[8] 王乐, 崔晓梦, 王兵, 等. 不同抽吸状态下卷烟内部气流流动特性的近似分析[J]. 烟草科技, 2016, 49(1): 60-65.

[9] 王乐, 游敏, 崔晓梦, 等. 基于线性网络模型的卷烟吸阻及通风特征预测方法[J]. 烟草科技, 2017, 50(12): 91-95.

[10] 范铁桢, 倪克平, 王涛. 烟支内气流流量、吸阻与烟支长度的关系[J]. 烟草科技, 2002(6): 8-10.

[11] FRIEDMAN J H. Multivariate adaptive regression splines[J]. The Annals of Statistics, 1991, 19(1): 1-67.

[12] CORY LESMEISTER. 精通机器学习: 基于 R[M]. 陈光欣, 译. 2 版. 北京: 人民邮电出版社, 2018: 50-54.

[13] MAX K, KJELL J. 应用预测建模[M]. 林荟, 邱怡轩, 马恩驰, 等. 译. 北京: 机械工业出版社, 2016: 103-108.

[14] 张秀敏, 南卓铜, 吴吉春, 等. 基于多元自适应回归样条的青藏高原温泉区域的冻土分布制图[J]. 冰川冻土, 2011, 33(5): 1 088-1 097.

[15] 沈刘平, 杨吉斌, 曹铁勇, 等. 基于 MARS 的语音清晰度客观评价[J]. 数据采集与处理, 2008(1): 104-107.

[16] 吴喜之. 应用回归及分类: 基于 R[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2016: 4, 38-40.

信息窗

欧盟评估一种甘油三酯脂肪酶的安全性

2020 年 3 月 11 日,欧盟食品安全局发布关于来自一种转基因汉逊酵母(Ogataea polymorpha)的甘油三酯脂肪酶(triacylglycerol lipase)安全性的评估结果。

据了解,这种食品酶是由 Danisco US Inc.用转基因汉逊酵母菌株 DP-Jzk33 生产的。这种食品酶旨在用于烘焙和谷物加工,不含生产生物体的活细胞和重组 DNA。经过评估,专家小组得出结论,这种食品酶在预期使用条件下不会引起安全问题。

(来源:<http://news.foodmate.net>)