

手卷雪茄内胚器电动化改进

Improvement of electrification of hand-made cigar machine

李俊瑶^{1,2}黄紫祥^{1,2}王 剑^{1,2}郭群陵^{1,2}LI Jun-yao^{1,2}HUANG Zi-xiang^{1,2}WANG Jian^{1,2}GUO Qun-ling^{1,2}简 蓉^{1,2}陈 涛^{1,2}施友志^{1,2}JIAN Rong^{1,2}CHEN Tao^{1,2}SHI You-zhi^{1,2}

(1. 湖北中烟工业有限责任公司, 湖北 武汉 430040;

2. 湖北中烟工业有限责任公司三峡卷烟厂, 湖北 宜昌 443100)

(1. China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430040, China;

2. Sanxia Tobacco Factory, China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Yichang, Hubei 443100, China)

摘要: 对传统内胚器进行改进, 配置机械动力代替手动, 通过理论计算选用了 SA/TDR63M4 的减速电机, 使电动内胚器运行平稳。改进后的电动内胚器降低了卷制工劳动强度, 日均卷制效率可增长 20.13%, 吸阻标准差由 109.816 kPa 下降至 73.542 kPa, 圆周标准差由 0.613 mm 下降至 0.370 mm, 说明电动内胚器可以提升圆头平尾手卷雪茄的卷制效率, 保证内胚卷制质量的一致性, 可在中端手卷雪茄生产过程广泛推广。

关键词: 电动; 内胚器; 雪茄烟; 减速电机

Abstract: This paper improves the traditional cigar machine and configures endogenous mechanical power instead of manual. The SA / TDR63M4 geared motor is selected through theoretical calculation to make the electric cigar machine run steadily. The improved electric cigar machine reduces the labor intensity of staff, the average daily output efficiency can increase by 20.13%, the standard deviation of cigar resistance decreases from 109.816 kPa to 73.542 kPa, and the standard deviation of circumference decreases from 0.613 mm to 0.370 mm, indicating that the electric cigar machine can improve the output efficiency of round-head flat-tailed hand-made cigars and ensure the consistency of the quality of cigar. It can be widely promoted in the production of middle grade hand-made cigars.

Keywords: electric; cigar machine; cigar; gear motor

基金项目: 国家烟草专卖局行业统编教材开发项目 (合同号: YCPXJC2019003)

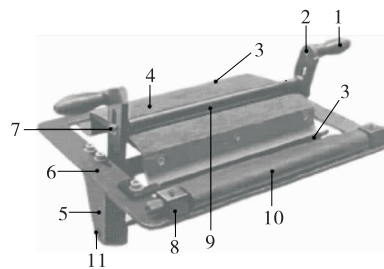
作者简介: 李俊瑶, 女, 湖北中烟工业有限责任公司助理统计师, 学士。

通信作者: 施友志 (1977—), 男, 湖北中烟工业有限责任公司工程师。E-mail: 617217247@qq.com

收稿日期: 2020-05-29

手卷雪茄内胚是茄芯与直接包裹茄芯的茄套卷制而成的组合体^{[1]27}。雪茄内胚卷制是手卷雪茄卷制的核心过程, 手卷雪茄卷制效率在一定程度上取决于手卷雪茄内胚卷制效率。当前中国手卷雪茄卷制效率约 60 支/(人·班), 为了提高手卷雪茄卷制过程机械化和卷制效率, 国内雪茄烟生产企业大多使用一种全叶卷雪茄手工卷烟机^[2-3] (以下简称内胚器) 部分替代手工作业, 将卷制效率从约 60 支/(人·班) 提升到了 90 支/(人·班)。但内胚器缺少机械动力, 卷制工连续工作劳动强度大, 容易引发卷制工的职业健康风险^{[1]130-132}。

内胚器结构见图 1, 其中卷烟轨道、摇臂支撑架与框架连接为一体形成固定支架, 铰轴穿过摇臂下端轴孔与摇臂支撑架连接, 滚动辊安装在两摇臂之间的上端, 控制摇臂行程的定位块固定在框架上端, 弧板固定在卷烟轨道的前端凹槽内, 卷烟布带盖过滚动辊, 其两端分别固定在卷烟轨道的后端面及布带长度控制轴上, 布带长度控制轴安装在与框架相固定的轴座上。操作时手动推动手



1. 手柄 2. 摇臂 3. 卷烟轨道 4. 弧板 5. 摇臂支撑架 6. 框架
7. 定位块 8. 轴座 9. 滚动辊 10. 布带长度控制轴 11. 铰轴

图 1 全叶卷雪茄手工卷烟机

Figure 1 Hand-made cigar machine

柄带动滚动辊绕铰轴在卷烟轨道上滑动,使卷烟布带中的茄套包裹茄芯,完成内胚卷制。

虽然内胚器卷制较手工卷制有诸多优点(如吸阻均匀、卷制效率较高等),但仍存在一定的操作困难。为研究内胚器在实际卷制过程中有何种缺陷,对全车间所有使用过内胚器的54名卷制工进行调查,依据生产过程反馈的突出问题设置多个内胚器使用缺陷选项(劳动强度大、力度掌控不均、皮带位移造成质量缺陷、卷制工位设计不便、烟叶消耗大、其他),对卷制工选择结果绘制排列图^[4],如图2所示。

由图2可知,前3项的累积频率达到77.8%,即劳动强度大、力度掌控不均和皮带位移造成质量缺陷是内胚器使用过程的主要缺陷。其中针对劳动强度大进行分析,由该设备工作原理可知,该设备未配置动力系统,卷制过程依赖人工推动内胚器手柄完成卷制过程,当卷制工长期、连续重复劳动,肩部负荷大易引发肩部不适,为后续进一步提升卷制效率增加难度。

1 结构及原理

针对前期调研内胚器存在的设计和使用缺陷,增加现用内胚器机械动力,通过电机驱动摇臂制胚,实现内胚器平稳运行,最大程度降低卷制工劳动强度。

1.1 电动内胚器结构

如图3所示,改进后内胚器由框架、卷制机构、驱动机构3部分组成。卷制机构包括卷烟轨道、制胚摇臂、摇臂支撑架、光电检测开关、卷烟布带、滚动辊。卷烟轨道的两端固定在框架上,框架两侧设置摇臂支撑架,摇臂支撑架通过铰轴连接,制胚摇臂的一端可绕铰轴旋转,另一端设有限位孔,左右制胚摇臂通过滚动辊连接。卷烟布带两端分别与框架的两端固定,框架上设置光电检测开关。驱动机构包括电机、曲柄、连杆和支架,支架的一端固定在制胚摇臂上,另一端通过连杆、曲柄与驱动电机连接。

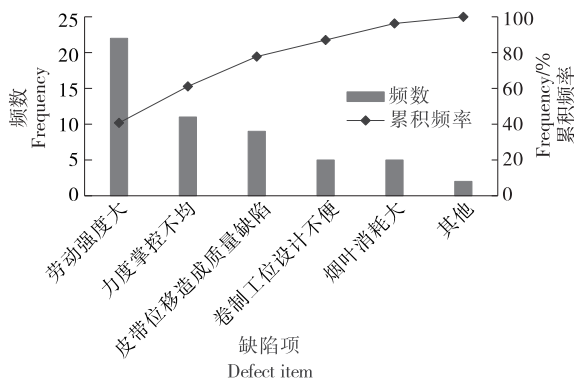
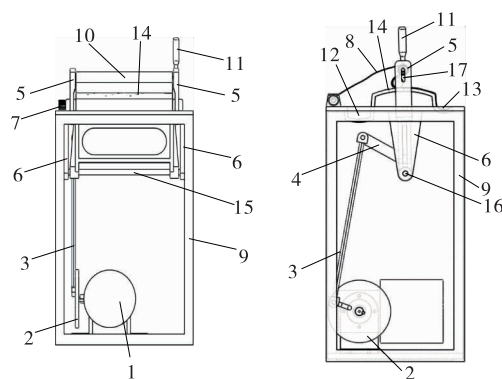


图2 内胚器使用缺陷排列图

Figure 2 Using defect pareto of hand-made cigar machine



1. 电机 2. 曲柄 3. 连杆 4. 支架 5. 制胚摇臂 6. 摇臂支撑架 7. 光电检测开关 8. 卷烟布带 9. 框架 10. 滚动辊 11. 手柄 12. 填料凹槽 13. 出料凹槽 14. 负压孔 15. 摇臂支撑轴 16. 限位孔

图3 电动内胚器结构图

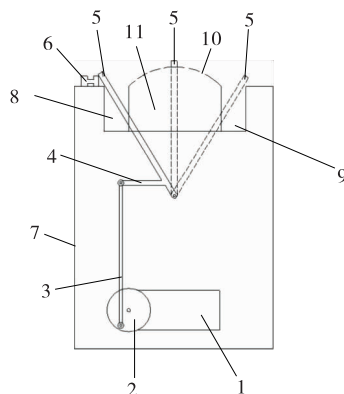
Figure 3 Structure diagram of electric cigar machine

在卷烟轨道填料凹槽和出料凹槽之间设置负压孔,用以吸附卷烟布带,减少卷烟布带因褶皱对烟支外观质量的影响。机构增设脚踏开关,控制电机启停。

1.2 电动内胚器工作原理

如图4所示,电动内胚器启动前,摇臂停留在填料凹槽处。设备启动时光电开关检测到摇臂处于填料凹槽处时,光电开关检测值置0,此时接触线圈失电,减速电机停止工作,防止摇臂由于惯性或者人工操作失误造成打手或者停止位置位移,导致质量不合格或安全事故。

卷制工在填料凹槽的卷烟布带上添加所需的雪茄烟叶,踩下脚踏开关,光电检测开关检测值置1,减速电机启动,驱动曲柄旋转,通过连杆驱动摇臂由填料凹槽向出料凹槽运动,到达出料凹槽时,卷制完成的雪茄内胚落入出料凹槽后,摇臂反向运动,由出料凹槽向填料凹槽运动,



1. 电机 2. 曲柄 3. 连杆 4. 支架 5. 制胚摇臂 6. 光电检测开关 7. 框架 8. 填料凹槽 9. 出料凹槽 10. 负压孔 11. 卷烟轨道

图4 电动内胚器结构图

Figure 4 Structure diagram of electric cigar machine

直到触碰到光电检测开关,光电检测开关检测值置 0,电源断开,电机停止工作,完成一个卷制周期。

2 电动内胚器驱动机构改进

2.1 内胚器驱动机构

根据空间布局,传动机构选择曲柄摇杆机构,曲柄摇杆机构由转动副盘形凸轮、连杆、连杆支架等组成。

2.2 曲柄摇杆机构的受力分析

2.2.1 盘形凸轮 盘形凸轮的功能是将减速电机产生的动力传给连杆,将旋转运动变为连杆随曲柄平移和绕偏心销转动的往复运动。

2.2.2 连杆 连杆和连杆支架由销连接,中间为连杆杆身,下端通过销轴与盘形凸轮连接。由于连杆作平面往复运动,杆身受拉力、压力和弯矩三者共同影响,要求连杆质量轻、抗弯性能强。

2.2.3 曲柄摇杆机构上的作用力 作用于曲柄摇杆机构上的力包括主动力(盘形凸轮推力)、负载阻力(机构运动惯性力、摩擦阻力)。由于摩擦力数值较小,变化规律复杂,受力分析予以忽略^[5],只研究减速电机的驱动力和运动质量惯性力变化规律对机构的作用,选择减速电机的合适型号。

(1) 机构的惯性力:曲柄摇杆机构的惯性力是由于运动不均匀产生的,为了确定机构的惯性力,通常将连续分布质量的曲柄摇杆机构质量离散成用往复运动质量 m_j 和旋转运动质量 m_r 的动力学等效的当量系统来代换^[6],简化后整个曲柄摇杆机构变为由只有刚性而无质量的杆件连接的两个集中质量。

$$\text{往复质量: } m_j = m_p + m_1, \quad (1)$$

$$\text{旋转质量: } m_r = m_{cr} + m_2, \quad (2)$$

式中:

m_j ——摇杆中心点的总质量, g;

m_r ——曲柄中心点的总质量, g。

综合以上分析,曲柄摇杆机构转化后集中到摇杆销中心点。如图 5 所示, A 的总质量 m_j 为 $m_j = m_p + m_1$ 集中到曲柄销中心点 B 的总质量 m_r 为 $m_r = m_{cr} + m_2$, 其中 m_{cr} 为曲柄销质量, m_2 为曲柄质量, 其中, α 为 F_j (往复惯性力)与 y 轴的夹角, 即摩擦角 α , ω_A 为 A 点的角速度, ω_B 为 B 点的角速度。

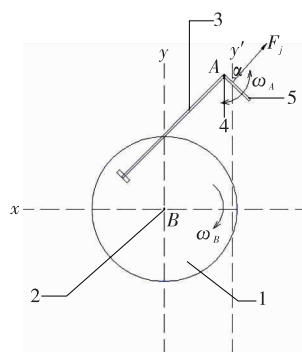
曲柄摇杆机构的惯性力等于质量与加速度的乘积^[7], 方向与加速度方向相反, 曲柄摇杆机构运动时, 有两种惯性力: 往复运动的惯性力和旋转运动的惯性力, 二者可由上述运动分析及质量转化求出。

往复运动的惯性力:

$$F_j = -m_j \times j = -m_j \times \gamma \omega_A^2 (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha), \quad (3)$$

式中:

F_j ——往复惯性力, N;



1. 曲柄 2. 摇杆销轴 3. 摇杆 4. 连杆销轴 5. 连杆

图 5 曲柄摇杆机构运动示意图

Figure 5 Motion diagram of crank rocker mechanism

m_j ——往复质量, g;

j ——加速度, m/s^2 ;

ω_A ——A 点的角速度, rad/s ;

α ——摩擦角, $^\circ$ 。

旋转运动的惯性力:

$$F_r = m_r \times j_r = m_r \times \gamma \omega_B^2, \quad (4)$$

式中:

F_r ——旋转惯性力, N;

m_r ——旋转质量, g;

j_r ——向心加速度, m/s^2 ;

ω_B ——B 点的角速度, rad/s 。

旋转惯性力的方向始终沿着曲柄半径方向, 并随着曲柄位置而变化。

(2) 减速电机的驱动力: 对于内胚器制胚过程中所需驱动力矩的计算, 涉及到摩擦阻力、制胚所需最大推力和惯性力。

制胚时的惯性力是机构受力不均匀产生的^[8], 与上文惯性力分析相似。而制胚所需最大推力通过用弹簧秤实测得出一组数据, 如表 1 所示。

由表 1 可得, 制胚时所需最大驱动力为 7 kg, 所选减速电机驱动力适宜范围为略大于制胚最大驱动力^[9], 若减速电机驱动力远大于制胚最大驱动力, 会产生较大的冲击力, 不利于与卷制工手动操作配合。

根据曲柄摇杆机构受力分析以及弹簧秤测试计算,

表 1 弹簧模拟推力试验测试表

Table 1 Spring simulation thrust test table

序号	测试值/kg	序号	测试值/kg	序号	测试值/kg
1	5.8	6	5.8	11	6.3
2	6.4	7	6.2	12	5.6
3	7.0	8	6.4	13	6.5
4	6.5	9	6.5	14	6.9
5	5.9	10	6.0	15	6.2

初步选择型号为 SA/TDR63M4 的减速电机。

2.3 减速电机(SA/TDR63M4)效果验证

SA/TDR63M4 减速电机是转速为 60 r/min,电压为 380 V 的星型接法,功率 0.18 kW。为准确验证所选减速电机是否满足电动内胚器的需要,进行以下验证:

$$T=9\ 550P/n,$$
 (5)

式中:

T ——扭矩, $N\cdot m$;

9 550——常数;

P ——电机的功率, kW;

n ——输出的转速, r/min。

经计算 $T=14.32\ N\cdot m$ 。

电动机的转矩 T =电动机轴拖动盘形凸轮的力 $\times$ 盘形凸轮的半径,经转换得

$$F_{\text{驱}}=\frac{T}{R},$$
 (6)

式中:

$F_{\text{驱}}$ ——减速电动机的驱动力, N;

T ——电动机的转矩, $N\cdot m$;

R ——盘形凸轮的半径, m。

现电动机转矩已求得为 $14.32\ N\cdot m$,盘形凸轮的半径已知为 0.03 m,经计算 $F_{\text{驱}}\approx 477\ N$ 。

由弹簧秤测得制胚阻力 7 kg(最大值),计算其阻力值 $F_{\text{阻}}$:

$$F_{\text{阻}}=7\ \text{kg}\times 9.8\ \text{N/kg}\approx 70\ \text{N}.$$

显然,在考虑摩擦力、力传动的效率等因素的情况下, $F_{\text{驱}}>F_{\text{阻}}$,所选电机型号能够满足工作要求。

2.4 电机驱动及控制

电动内胚器控制系统由 S7200.CN PLC 处理器、S7 电源、光电检测开关、中间继电器、脚踏接触式开关和线缆组成。

光电检测开关的选型根据生产实际和工作环境,选择体积小、寿命长、精度高、响应速度快的 omron(欧姆龙) E_{3Z-R61} 回归反射型(4M/DC10-30V)光电开关。

电动内胚器控制系统的工作原理是:S7200 内部程序采集到检测开关及脚踏接触式开关的信号转换后,依据程序自动调节算法将输出控制信号发送给中间继电器,控制接触器线圈得电(或失电),从而控制驱动电机的启动(或停止)^[10-11]。

该方案采用西门子控制程序对内胚器的驱动机构进行精准控制,保证了内胚器良好的动态响应特性。

3 应用效果

电动内胚器投入生产使用后,卷制工反映肩部不适的次数明显降低,因为劳动强度过大而请假的次数也明显降低,连续跟踪一周某卷制工使用改进后电动内胚器

的卷制产量,与改进前该卷制工卷制同一品规烟支的卷制产量进行对比,结果见表 2。

由表 2 可知,改进前该卷制工日均产量 118.67 支,改进为电动内胚器后日均产量为 142.17 支,单人平均增产 23.5 支,达到超过 20%的增长率,说明电动内胚器的改进可以增加卷制工的卷制效率。

随机抽取改进前后各 30 支内胚样品进行检测,每支样品重复检测 3 次,从吸阻稳定性、圆周稳定性两个方面验证质量一致性,如表 3 所示。

表 2 电动内胚器改进前后产量对比表

Table 2 Comparison table of output before and after the improvement of electric cigar machine

序号	改进前/支	改进后/支	增产/支	增长率/%
1	122	135	13	10.66
2	116	129	13	11.21
3	126	138	12	9.52
4	109	147	38	34.86
5	118	156	38	32.20
6	121	148	27	22.31
均值	118.67	142.17	23.5	20.13

表 3 电动内胚器卷制质量对比表

Table 3 Comparison table of quality of electric cigar machine

卷制期	吸阻/kPa		圆周/mm	
	均值	标准差	均值	标准差
改进前	471.4	109.816	56.111	0.613
改进后	477.8	73.542	56.246	0.370

由表 3 可知,改进后吸阻标准差由 109.816 kPa 降至 73.542 kPa,圆周标准差由 0.613 mm 降至 0.370 mm,说明为内胚器增加机械动力,对烟支质量无不良影响,而且还可以使烟支质量更加稳定,降低次品率。

4 结论

对传统手卷雪茄内胚器进行电动化改进,增添机械动能,将现代工业中常用的曲柄摇杆机构、光电感应装置等应用于传统手卷雪茄的生产中,并证实了其可行性。

电动内胚器的应用能够提升手卷雪茄卷制效率,突破目前中国圆头平尾手卷雪茄卷制效率瓶颈,但试验只验证了单人卷制效率的提升,后期可对电动内胚器卷制效率进行长期验证,开展其他影响因子分析。

参考文献

[1]《雪茄生产过程工艺质量风险防控手册》编写组.雪茄生产过程工艺质量风险防控手册[M].郑州:河南科学技术出版社,2020.

(下转第 182 页)

在 GB/T 8235—2019《亚麻籽油》中原油质量指标的范围内。

3 结论

以青海胡麻籽油为原料,采用常规水化法对其进行脱胶,研究了脱胶温度、脱胶时间、水添加量和磷酸添加量对胡麻籽油脱胶效果的影响。通过响应面优化试验建立的数学模型得到最佳水化脱胶工艺条件为脱胶温度 63.7℃,脱胶时间 33.8 min,水添加量 3.30%,磷酸添加量 0.45%,在此条件下,胡麻籽油脱胶率达到了 79.10%。脱胶后的毛油,水分及挥发物、过氧化值、酸价均符合亚麻籽油中原油质量指标。

参考文献

- [1] 胡晓军. 胡麻食品开发的研究综述[J]. 农产品加工(下), 2017(7): 42-44.
- [2] BEKHIT E D A, SHAVANDI A, JODJAJA T, et al. Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities[J]. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2018, 13: 129-152.
- [3] 徐赢华, 王国敬, 李春, 等. 酶法脱胶在植物油精炼中的应用进展[J]. 农业工程学报, 2015(23): 269-276.
- [4] 赵光辉, 董平, 姜伟, 等. 油脂脱胶技术现状及发展方向[J].

粮食与油脂, 2017, 30(11): 14-16.

- [5] 姚英政, 董玲, 梁强, 等. 脱胶与脱酸对菜籽油挥发性组分的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(6): 247-252.
- [6] 周珏, 周建平, 郭华, 等. 高油酸双低油菜籽油脱胶工艺研究[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(5): 51-53.
- [7] 满永刚. 大豆油脱胶方法的研究进展[J]. 农产品加工, 2017(9): 75-76.
- [8] 李兴勇, 陈玉保, 杨顺平, 等. 脱胶在植物油精炼中的研究进展[J]. 中外能源, 2018, 23(4): 19-26.
- [9] 孙辰茹, 许光治, 张欣元, 等. 栀子果油软脱胶工艺优化及对栀子果油品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(10): 47-51.
- [10] 杨佳佳, 鹿保鑫. 青豆油脱胶工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(3): 74-79.
- [11] 张妮, 董志文, 王娟, 等. 优化高酸值米糠油脱胶工艺[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(6): 76-79.
- [12] 张涛, 黄远航, 姜萌, 等. 棕榈油脱胶脱酸工艺研究[J]. 食品工业, 2013, 34(2): 92-94.
- [13] 王成涛, 田令善, 韩文杰, 等. 棉籽混合油脱胶工艺研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(8): 58-60.
- [14] 那治国, 马永强, 陈文红, 等. 响应面法优化米糠油草酸脱胶工艺的研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(4): 36-41.
- [15] 吴振鹏, 赵鑫超, 翦英红. 餐余地沟油脱胶条件的优化研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(10): 99-103.

(上接第 145 页)

- [2] 胡新民, 宋爱华, 张文同, 等. 全叶卷雪茄手工卷烟机: 中国, 2666184Y[P]. 2003-12-31.
- [3] 纵坤, 夏虹, 魏志强, 等. 全叶卷雪茄烟小样卷制器: 中国, 201319852Y[P]. 2008-11-11.
- [4] 罗军, 宋德朝, 郑永前, 等. 基于 Minitab 的质量控制技术在制造过程中的应用[J]. 现代制造工程, 2009(2): 27-29, 33.
- [5] 刘志刚. 基于 MATLAB 的曲柄摇杆机构优化分析[J]. 食品与机械, 2014, 30(2): 114-117.
- [6] 曹泗秋, 杨巍. 机械原理[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1994: 47-51.

- [7] 冯立艳, 耿浩, 关铁成, 等. 按 K 和 φ 设计传力性能最佳曲柄摇杆机构的新方法[J]. 机械设计, 2019, 6(8): 101-104.
- [8] 程宪平. 机电传动与控制[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1997: 91.
- [9] 包佑炳, 赵翼翔. 一种用于流延机伺服电机及减速器的选型方法[J]. 包装工程, 2012, 33(5): 17-21, 72.
- [10] 徐新行, 张飞, 夏文波. 两档变焦距电视用摆动式镜组切换机构设计[J]. 仪器仪表学报, 2018(1): 84-91.
- [11] 李昊予, 孟涛, 樊尚春, 等. 基于伺服电机的流量标准装置换向器精度的研究[J]. 测控技术, 2019, 38(1): 17-22.

信息窗

日本发布《食品、添加剂等的规格标准》修改单(农兽药残留)

9月14日,日本厚生劳动省发布生食发 0914 第 1 号通知,对《食品、添加剂等的规格标准》进行了部分修改。主要修改内容如下:

(1) 修改或新设了环溴虫酰胺、敌草快、戊唑醇、Broflanilide、倍他米松、benzpyrimoxan 在食品中的残留标准值。

(2) 倍他米松在部分食品中的残留限量标准规定

为“不检出”,因此删除了地塞米松试验法,新设了倍他米松及地塞米松试验法,以倍他米松及地塞米松为分析对象。

(3) 适用日期本公告自发布之日起生效,但部分食品中的农兽药残留限量,自本公告发布之日起 1 年内仍可适用以往规定。

(来源: <http://news.foodmate.net>)